

Tecnología para la producción de cultivos

EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS



Compiladores: Guillermo Medina García, Jorge A. Zegbe Domínguez,
Manuel Reveles Hernández, Jaime Mena Covarrubias,
Luis Reveles Torres, Francisco G. Echavarría Cháirez

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

M.A. José Eduardo Calzada Roviroa
Secretario

Mtra. Mely Romero Celis
Subsecretaria de Desarrollo Rural

Lic. Marcelo López Sánchez
Oficial Mayor

Mtra. Angélica María Roxana Ailotsue Aguirre Elizondo
Directora General de Desarrollo de
Capacidades y Extensionismo Rural

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

Dr. Luis Fernando Flores Lui
Director General

M. C. Jorge Fajardo Guel
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Dr. Raúl G. Obando Rodríguez
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

Mtro. E. Francisco Berterame Barquín
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

Dr. Homero Salinas González
Director Regional

Dr. Francisco Javier Pastor López
Director de Investigación

Ing. Ricardo Carrillo Monsiváis
Director de Administración

Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

Tecnología para la producción de cultivos

EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL
CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

Compiladores: Guillermo Medina García, Jorge A. Zegbe Domínguez,
Manuel Reveles Hernández, Jaime Mena Covarrubias,
Luis Reveles Torres, Francisco G. Echavarría Cháirez

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Zacatecas
Calera de V. R., Zac.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán
04010. Ciudad de México. Tel. (55) 3871 8700 y 01 800 088 2222

www.inifap.gob.mx

Tecnología para la producción de cultivos en el área de influencia del Campo Experimental Zacatecas

ISBN 978-607-37-0667-4

Primera edición, 2016

Impreso y hecho en México.

Campo Experimental Zacatecas
Km. 24.5 Carretera Zacatecas – Fresnillo
Calera, Zac. 98500

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

CONTENIDO

	Página
PRESENTACIÓN.....	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1. CULTIVOS BÁSICOS	7
Introducción	9
Maíz riego	17
Maíz temporal	25
Frijol riego	33
Frijol temporal.....	41
Cebada riego.....	49
Cebada temporal	55
Trigo riego	61
Trigo temporal	67
Avena riego	73
Avena temporal.....	81
Canola temporal	89
Literatura citada	97
CAPÍTULO 2. HORTALIZAS.....	105
Introducción	107
Producción de plántula de chile, jitomate, lechuga y tomatillo en invernadero	111
Ajo.....	121
Cebolla.....	131
Chile seco.....	145
Jitomate	165
Lechuga	179
Nopalito.....	191

Papa.....	205
Tomatillo.....	215
Zanahoria.....	225
Literatura citada	235
CAPÍTULO 3. CULTIVOS FRUTÍCOLAS.....	253
Introducción	255
Chabacano riego	263
Ciruelo riego	279
Durazno riego y temporal	287
Guayabo riego	309
Manzano riego.....	323
Nopal tunero riego y temporal.....	335
Vid riego	353
Literatura citada	373
CAPÍTULO 4. VALOR AGREGADO (Agroindustria)	389
Introducción	391
Licor de fruta.....	395
Vino tinto	399
Vino blanco.....	401
Mermelada de tuna	405
Pasta de ajo tipo gourmet.....	407
Hojuelas de ajo.....	409
Queso de tuna	411
Asado de boda.....	413
Panqué de frijol.....	415
Barrita de frijol.....	417
Totopo de frijol	419

Galletas de frijol de alta calidad nutricional, sin azúcar y colesterol	421
Mucilago de nopal.....	423
Queso de cabra tipo boyo	427
Queso de cabra tipo rancho.....	429
Queso de cabra tipo panela	433
Queso de cabra tipo crema de pasta láctica.....	435
Queso de cabra tipo cheddar	439
Yogurt de leche de cabra	443
Cajeta de leche de cabra	445
Literatura citada	447
AGRADECIMIENTOS	451

PRESENTACIÓN

La información incluida en esta guía es la más actualizada sobre los adelantos tecnológicos que se han generado en el Campo Experimental Zacatecas para los cultivos más importantes del estado de Zacatecas, por ser los de mayor competitividad e importancia socioeconómica para los productores agrícolas. Se describe la tecnología de 22 cultivos, en su modalidad de riego y temporal y abarca cultivos básicos, hortalizas y frutales. Además, incluye 20 productos elaborados a partir de materia prima de los cultivos, y que fueron desarrollados para incrementar su consumo y generar valor agregado para aumentar los ingresos de los productores, esto último se logrará al proporcionar información al consumidor sobre la calidad nutricional de los cultivos, con la intención de apoyar el consumo y el mercado interno

Se incluye también, una actualización de los mapas de potencial productivo de los cultivos, incrementando la resolución para obtener la mejor definición de las áreas bajo cultivo, con lo que se contribuye a la toma de decisiones de productores e instituciones del ramo, quienes han incorporado la información de potencial productivo como criterio de apoyo.

Asimismo, se hace mención a prácticas tradicionales de manejo de suelo y se incluyen recomendaciones de manejo con prácticas de conservación y el uso de enmiendas orgánicas, con la intención de que sean los productores quienes decidan sobre el uso de los componentes tecnológicos acorde a sus circunstancias económicas y culturales.

INTRODUCCIÓN

El estado de Zacatecas cuenta con una población total de 1.5 millones de habitantes, de los cuales el 41.0% (615,000) viven en el medio rural. Con un PIB estatal estimado en 2014 en 167 mil millones de pesos, el sector primario (Agricultura, Ganadería, Caza y Pesca) aporta el 11.7%. De la población rural con empleo se estima que el 41.0% recibe hasta dos salarios mínimos.

El Estado cuenta con una superficie total de 7.5 millones de hectáreas, de esa superficie sólo el 17% se aprovecha para uso agrícola. Se estima que 1.3 millones de hectáreas en promedio se cultivan anualmente; de éstas, 130 mil se cultivan bajo el sistema de riego y 1 millón 120 mil se siembran bajo condiciones de temporal, el cual se caracteriza por su errática distribución e insuficiencia para cubrir las necesidades de los cultivos. El valor anual de la producción agrícola es de 10,164 millones de pesos. De la superficie cultivada en temporal; el frijol y el maíz son los cultivos que presentan mayor presencia territorial con el 80% de la superficie cultivada en esta modalidad.

Por lo anterior, se puede afirmar que Zacatecas es un estado cuya economía se apoya en la producción agrícola. En forma general, una quinta parte del empleo en el Estado depende del sector agropecuario y la producción agrícola contribuye con valores alrededor del 10% del total de la producción.

Las hortalizas tienen una importancia sobresaliente en las áreas agrícolas del estado de Zacatecas, ya que ocupan alrededor de 55,000 ha en promedio establecidas en los últimos 10 años, con relevancia socioeconómica dado que son la principal fuente de empleo en el medio rural, ya que para su

establecimiento, desarrollo y cosecha se requieren de grandes cantidades de mano de obra.

Cabe destacar que el Estado sigue siendo el primer productor de chile seco a nivel nacional, estableciéndose en el año 2014 33,132 ha; otro cultivo importante es la cebolla, la cual ocupó para el mismo ciclo, 4,117 ha, colocando al Estado en quinto lugar nacional por la superficie establecida. La lechuga es el cultivo hortícola que ocupa el tercer lugar en el estado de Zacatecas, mismo que en 2014 se estableció en 3,497 ha, situándolo en el segundo lugar nacional; el cuarto lugar lo ocupó el tomatillo o tomate de cascara, con 3,070 ha, mientras que el jitomate rojo se ubicó en el quinto lugar con 2,698 ha, colocando a Zacatecas en el tercer lugar de la superficie cultivada con esta especie. Otro cultivo hortícola importante en Zacatecas es la zanahoria, que ésta se estableció en 2,114 ha, situando al Estado en tercer lugar nacional. Zacatecas es el primer productor de ajo en la República Mexicana, estableciéndose en 2,071 ha en el año 2014; otros cultivos importantes que han estado incrementando su superficie sembrada en el Estado durante los últimos 10 años son la papa y el nopalito, los cuales se establecieron en 785 y 324 ha respectivamente durante el año 2014.

La investigación científica y tecnológica tiene un papel preponderante dentro de la cadena de valor. La investigación debe de anticipar los retos y necesidades que plantea un mundo inmerso en un proceso de cambios profundos. El reto de esta actividad es de modernizar y hacer más eficiente la actividad agropecuaria, para incrementar la producción y la productividad y con ello mejorar los ingresos, el bienestar y la calidad de vida de la población rural. Así mismo, se

debe establecer un balance en las actividades de investigación orientada a la productividad (suficiencia y eficacia) en estrecha relación con la calidad nutricional (sanidad e inocuidad alimentaria).

En esta publicación se presenta la información actualizada sobre los resultados obtenidos a través de la investigación agropecuaria realizada por los investigadores del Campo Experimental Zacatecas (CEZAC) y se dirige esencialmente a agentes de cambio y funcionarios públicos y en general a productores interesados en la innovación productiva del campo Zacatecano.



CAPÍTULO 1 CULTIVOS BÁSICOS

CAPÍTULO 1

CULTIVOS BÁSICOS

Dr. Guillermo Medina García
Dr. Jaime Mena Covarrubias
Dr. Ramón Gutiérrez Luna
Ing. José Ángel Cid Ríos
Dr. Francisco Echavarría Cháirez
MC. Ricardo Sánchez Gutiérrez

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es un producto estratégico dentro del desarrollo rural de México por su gran importancia económica y social, ya que ocupa el primer lugar a nivel nacional en cuanto a superficie sembrada con un promedio de 7.6 millones de hectáreas (2010-2014) bajo condiciones de riego y temporal (SIACON, 2015) y representa además la actividad agrícola más importante en el país por el número de productores dedicados al cultivo. Es así, que como generador de empleo es relevante dentro de la economía del sector rural.

Se produce en todos los estados del país, aunque la superficie destinada al cultivo por entidad es muy variable, al igual que sus rendimientos. A nivel nacional, anualmente se producen en promedio (2010-2014) 21.5 millones de toneladas, siendo el estado de Jalisco, el principal productor bajo condiciones de temporal ya que en el ciclo primavera-verano produjo alrededor de 2.9 millones

de toneladas en una superficie sembrada de 550 mil hectáreas y el estado de Sinaloa considerado como el principal productor bajo condiciones de riego en el ciclo otoño-invierno con 3.7 millones de toneladas en poco más de 489 mil hectáreas (SIACON, 2015).

En México, en los últimos cinco años (2010-2014) se han sembrado en promedio 7,579,407 ha, de las cuales el 81.4 % se siembran bajo condiciones de temporal y el 18.6 % bajo condiciones de riego. De la superficie sembrada bajo condiciones de temporal (6,172,838 ha), el 93.0 % se siembra en el ciclo primavera-verano y el resto en el ciclo otoño-invierno. De la superficie sembrada bajo condiciones de riego (1,406,569 ha), el 51.4 % se siembra en el ciclo primavera-verano y el 48.9 % en el ciclo otoño-invierno (SIACON, 2015).

En el estado de Zacatecas la mayor parte de la superficie sembrada con maíz se cultiva bajo condiciones de temporal en el ciclo primavera verano, la cual en los últimos cinco años fue en promedio 183,789 ha, mientras que bajo condiciones de riego se establecen 29,494, lo cual representa el 86.2 y 13.8% respectivamente. En promedio en los últimos cinco años se han producido 290,508 toneladas de grano. La superficie y la producción de maíz bajo condiciones de temporal en el estado de Zacatecas se presentan en la Figura 1.1.

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es otro de los cultivos estratégicos dentro del desarrollo rural de México por su gran importancia económica y social, ya que ocupa el segundo lugar a nivel nacional en cuanto a superficie sembrada con un promedio de 1.7 millones de hectáreas (2010-2015) (SIACON, 2015) y representa además la segunda actividad agrícola más importante en el país por

el número de productores dedicados al cultivo. Es así, que como generador de empleo es relevante dentro de la economía del sector rural.

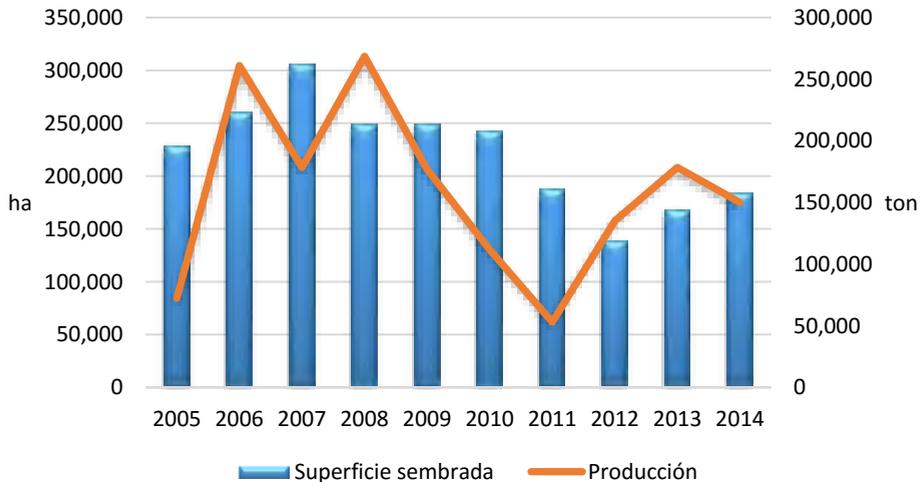


Figura 1.1. Superficie sembrada y producción (2005-2014) de Maíz (*Zea mays* L.) en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal en el estado de Zacatecas.

Se produce en la mayor parte de los estados del país, aunque la superficie destinada al cultivo del frijol por entidad es muy variable, al igual que sus rendimientos. A nivel nacional, anualmente se produjeron en promedio (2010-2014) 1.0 millón de toneladas, siendo el estado de Zacatecas, el principal productor con alrededor de 589 mil hectáreas y una producción de 298 mil toneladas (SIACON, 2015)

En México, en los últimos cinco años se han sembrado en promedio 1,736,894 ha, de las cuales el 86.5 % se siembran bajo condiciones de temporal y el 13.5

% bajo condiciones de riego. De la superficie sembrada bajo condiciones de temporal (1,503,069 ha), el 91.5 % se siembra en el ciclo primavera-verano y el resto en el ciclo otoño-invierno. De la superficie sembrada bajo condiciones de riego (233,825 ha), el 60.4 % se siembra en el ciclo otoño-invierno y el 39.6 % en el ciclo primavera-verano (SIACON, 2015).

Bajo condiciones de temporal en el ciclo primavera-verano, Zacatecas es el primer productor de frijol con una superficie sembrada de 563,457 ha (2010-2014), lo que representa el 41.0% del total nacional. Bajo condiciones de riego en el mismo ciclo, el promedio de los últimos cinco años fue 25,780 ha, lo cual representa 27.8%. En promedio en los últimos cinco años se han producido en condiciones de riego y temporal en el ciclo primavera-verano 298,356 toneladas de grano. La superficie y la producción de frijol bajo condiciones de temporal en el estado de Zacatecas se presentan en la Figura 1.2. Ahí se observa que la superficie sembrada tiene menor fluctuación entre años que la producción, la cual depende en gran medida de las condiciones de lluvia de cada temporada.

A nivel nacional, después del maíz (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el trigo (*Triticum aestivum* L.) y la cebada (*Hordeum vulgare* L.) son los siguientes cultivos en importancia en cuanto a superficie sembrada, con un promedio de 680,108 y 324,313 ha, respectivamente, durante los años 2010 a 2014, destacando con esto su importancia social y económica. Del total de la superficie sembrada con trigo grano, el 82.4% se siembra bajo condiciones de riego en el ciclo otoño-invierno. En cuanto a la cebada grano, del total de la superficie sembrada el 80.7% se siembra en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal. Anualmente se siembran en promedio 56,326 ha de avena grano, de las cuales el 83.8% se

siembra en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal (SIACON, 2015).

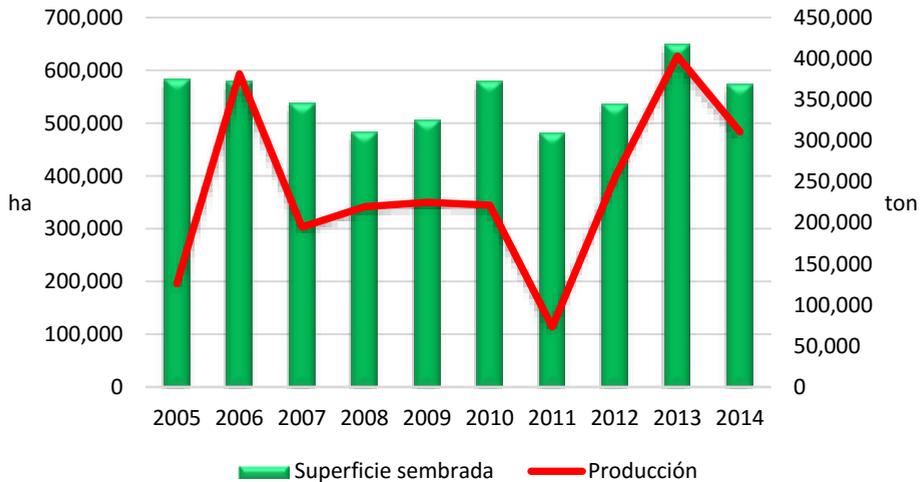


Figura 1.2. Superficie sembrada y producción (2005-2014) de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal en el estado de Zacatecas.

El trigo (*Triticum aestivum* L.) para grano se produce en varios estados del país y principalmente se siembra en el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego con un promedio a nivel nacional de 560,225 ha (2010-2014); los principales estados productores son Sonora (51.9%), Baja California (14.3%) y Guanajuato (9.4%). En el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal se siembran en promedio 96,071 ha, siendo los estados de Tlaxcala, Oaxaca, Guanajuato, México y Zacatecas los principales productores con 82.2% de esa superficie.

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) para grano se siembra principalmente en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal con una superficie promedio de 262,272 ha, siendo los estados de Hidalgo, Tlaxcala, México y Puebla los principales productores con 86.2% del total de la superficie nacional. La avena (*Avena sativa* L.) para grano bajo condiciones de temporal se siembra principalmente en el ciclo primavera-verano, con un promedio de 47,512 ha (2010-20014), de las cuales los estados de Chihuahua y México siembran 53.2 y 29.6%, respectivamente (SIACON, 2015).

En Zacatecas, de los cereales para producción de grano, el trigo es el que presenta la mayor superficie sembrada, con un promedio de 9,000 ha (2010-2014) en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal. La cebada se ubica en el segundo lugar con 8,732 ha bajo las mismas condiciones. De avena se siembran en promedio 1,449 ha en el ciclo otoño-invierno bajo condiciones de riego (SIACON, 2015). La superficie sembrada de los tres cereales en los últimos seis años se presenta en la Figura 1.3. Ahí se observa que la superficie sembrada con avena se mantiene en todos los años, mientras que en la cebada y el trigo es muy variable, dependiendo básicamente de la oferta y demanda.

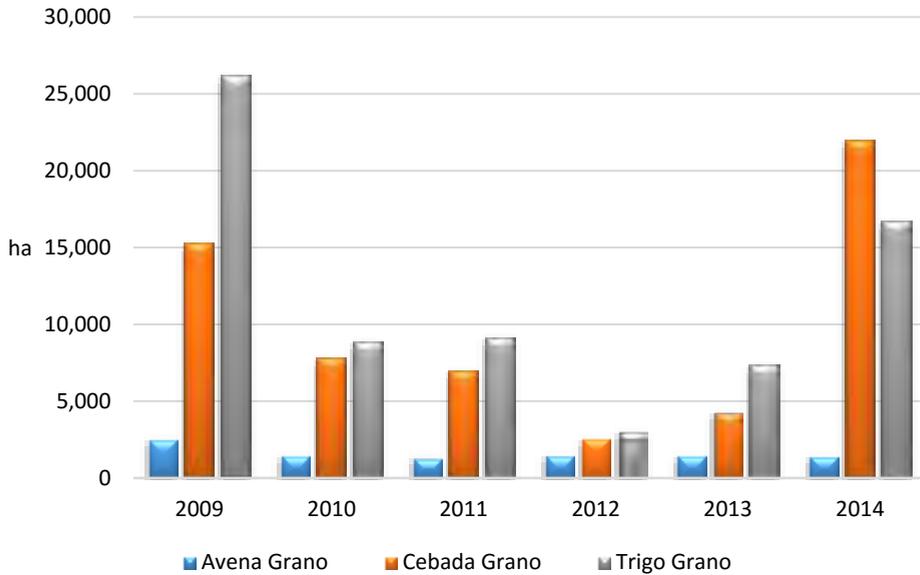


Figura 1.3. Superficie sembrada de avena grano riego en el ciclo otoño-invierno y cebada y trigo grano temporal en el ciclo primavera-verano, en el estado de Zacatecas.

Maíz (*Zea mays* L.) Ciclo Primavera-Verano Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del suelo por medio de labores como barbecho y uno o dos pasos de rastra, aseguran una buena germinación y desarrollo de las plantas en sus primeras etapas de crecimiento. La mejor época para efectuar estas labores es después de la cosecha del cultivo anterior, para aprovechar la humedad existente en el terreno.



Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar la “labranza vertical” con arado de cinceles, ya que no expone el suelo, reduciendo la descomposición de la materia orgánica, no mezcla los horizontes, permite mantener los residuos de la cosecha anterior en la superficie, lo que reduce la

erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conservación de humedad, además de evitar el piso de arado.

Si se siembra a tierra venida con riego por gravedad, es indispensable nivelar el terreno para el trazo de riego y surcado. Si se utiliza cintilla o avance frontal, entonces con los pasos de rastra es suficiente (Pérez, 1986; Gutiérrez y Luna, 2007; Osuna-Ceja, 2015).

La reducción de la labranza, aumento de la cubierta vegetal y mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, contribuyen a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumentan el rendimiento y ayudan a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, disminuyendo el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

MÉTODO DE SIEMBRA: Para obtener buenos rendimientos en variedades de ciclo intermedio y precoz, se recomienda realizar la siembra con sembradoras de precisión o semi-precisión, la distancia entre surcos sugerida es de 76 cm con una separación entre plantas de 15 a 16 cm, logrando una densidad siembra de 80 a 85 mil plantas por hectárea (Gutiérrez y Luna, 2007).

VARIEDADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (plantas/ha)	ÉPOCA DE SIEMBRA
Ciclo intermedio (150-155 días): H-311 H-326 H-376 H-383 DK-2060 DK-2042 Caimán Cimarrón	80,000	Del 20 de abril al 24 de mayo
Ciclo precoz (130-140 días): Ocelote Cafime INIFAP*	80,000-85,000	Del 15 de mayo al 15 de junio

*Ciclo vegetativo de 115 días.

FERTILIZACIÓN: En las áreas de alto potencial aplicar la dosis 280-100-50 + 20 kg de micro elementos si se desea, y en las de mediano potencial 200-80-00. En los dos casos aplicar la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra; la otra mitad del nitrógeno en la escarda (Medina *et al.*, 2003; Medina *et al.*, 2009).

Si se cuenta con riego presurizado la dosis de fertilización es la misma, hacer plan de fertilización semanal, de tal manera que la aplicación del nitrógeno se

haga parcializada con sulfonitrato en el agua de riego, aumentando la cantidad del nitrógeno conforme avanza el desarrollo del cultivo y terminar en el período de la floración. Aplicaciones posteriores a la floración no tendrán efecto significativo en la producción. La dosis de fósforo se puede realizar desde la primera aplicación de fertilización.

PROGRAMA DE RIEGOS: Los mejores resultados se obtienen con 5 a 7 riegos de auxilio y láminas de riego de 10 cm en las áreas de alto potencial con híbridos intermedios y 4 a 6 riegos en las áreas de mediano potencial y uso de híbridos precoces. Para evitar pérdidas en rendimiento, es importante que no falte el agua durante el espigamiento, la floración y el llenado de grano (Medina *et al.*, 2009).

En sistemas de riego con cintilla contemplar las siguientes consideraciones: 1) Sembrar en seco y colocar la semilla a 4 cm de profundidad, 2) Tirar la cintilla con la apertura del gotero hacia arriba, alineada a la siembra, considerando una cintilla por surco, 3) Tiempo de riego: Humedecer la franja de 15 a 18 cm con riegos diarios de 45 a 60 minutos, lo anterior condicionado a la formación de costra y 4) Riegos posteriores en base a la demanda de agua del cultivo, que fluctúan desde 2 horas en etapas de desarrollo tempranas, hasta 8 horas máximo en la etapa de floración y llenado de grano.

CONTROL DE PLAGAS:

La gallina ciega, *Phyllophaga* spp., y el gusano de alambre (familia Elateridae) dañan la raíz del maíz y se deben realizar acciones de control, si antes de sembrar se encuentran de tres a cuatro larvas por cada muestra de suelo de 30x30x30 cm; los insecticidas para su control son carbofuran 5% G y terbufos 5% G aplicados en dosis de 20 kg/ha. El gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), es problema desde la nacencia de la planta; se debe combatir cuando se encuentre un 25% de plantas con gusano, utilizando alguno de los insecticidas piretroides, como permetrina, cipermetrina, entre otros, en dosis de 0.3 a 0.4 L/ha, o en su defecto insecticidas como el endosulfan, malation, clorpirifos, metomilo y/o metamidofos, en dosis de 1.5 L, 1.0 L, 1.0 L., 0.5 Kg y 1.0 L/ha, respectivamente; el control más eficiente es cuando se elimina al gusano durante sus primeros tres estadios de desarrollo (antes de que se observe el daño típico en el cogollo), para lo cual es necesario monitorear en campo la presencia de masas de huevos y predecir la eclosión de los mismos.

El gusano soldado, *Pseudaletia unipuncta* Haworth, ocasionalmente puede dañar al cultivo y se controla con los mismos insecticidas empleados para el gusano cogollero. Es clave monitorear las poblaciones de las palomillas hembras del gusano cogollero y soldado con trampas de feromona, para detectar los picos poblacionales, y sobre la base del conteo de unidades calor determinar la aplicación contra las larvas pequeñas (se necesitan 63 unidades calor, empleando una Temperatura Umbral inferior (TUI) de 10°C, para que emerjan del huevo las larvas de gusano soldado, en tanto que para gusano cogollero se requieren 46.7 unidades calor, con TUI de 11.2°C, para que ocurra el mismo proceso).

La araña roja del maíz, *Olygonychus mexicanus* Mac Gregor afecta la planta durante las épocas más cálidas y secas; se alimenta principalmente por el envés de las hojas, afectando las hojas más pegadas al suelo, especialmente en los surcos cercanos a donde existe más movimiento de tierra (pe. cerca de los caminos). La araña roja se puede controlar con los insecticidas sistémicos: oxidemeton metilo, ometoato o propargite en dosis de 1.0 L/ha (Medina *et al.*, 2003; Bessin, 2003; Foster, 2005; Gutiérrez y Luna, 2007; Medina *et al.*, 2009; Cabral *et al.*, 2012).

Alternativas de control amigable con el ambiente: Los adultos de gallina ciega pueden ser eliminados con trampas de luz colocadas en las orillas de los campos de cultivo durante los meses de mayo y junio; las larvas de este insecto y las del gusano de alambre son susceptibles al ataque de los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* aplicados durante la siembra del cultivo. Los adultos de gusano cogollero y gusano soldado pueden ser eliminados con trampas alimenticias a base de tepache (diluido 1:9, tepache: agua). El tepache se produce mezclando 3 kg de melaza con 1 litro de agua y ¼ de piña hecha pedazos y dejándolo fermentar por al menos 4 días antes de usarlo. Las larvas del gusano cogollero y el gusano soldado se pueden controlar con la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt) Berliner, con hongos entomopatógenos, o con el uso de los virus de la poliedrosis nuclear; cuando se emplean estos microorganismos la clave es aplicarlos contra las larvas de los estadios 1 y 2. La araña roja del maíz se puede controlar con jabón foca en dosis de 5.0 g/L de agua, pero se debe tener cuidado de que la aspersion del producto llegue al envés de las hojas (Garza y Terán, 2007; Cabral *et al.*, 2012; Mena-Covarrubias, 2014).

CONTROL DE MALEZA: Control mecánico mediante una escarda tres semanas después de la nacencia del maíz, y una segunda quince días después. Control químico en preemergencia, aplicar en la hilera de la planta del maíz atrazina 50 a razón de 1.5 a 2.0 kg/ha diluidos en 400 L de agua. En postemergencia aplicar 2,4-D amina al 72% en dosis de 1.0 a 1.5 L/ha (Gutiérrez y Luna 2007; Medina *et al.*, 2003; Medina *et al.*, 2009).

CONTROL DE ENFERMEDADES: Sembrar las variedades y fechas recomendadas, esto contribuirá a disminuir riesgos de pérdidas por enfermedades. Además, en el altiplano de Zacatecas las condiciones de clima son poco favorables para el desarrollo de las enfermedades más comunes que afectan al maíz.

COSECHA: Es recomendable realizar la cosecha de forma mecánica, cuando el grano está duro y contenga alrededor de 14 % de humedad, esta actividad se puede realizar con máquinas combinadas trilladoras de cereales; sin embargo, es necesario hacer los ajustes necesarios para evitar el quebrado del grano y la mezcla con la paja (Gutiérrez y Luna, 2007).

RENDIMIENTO POTENCIAL DE GRANO: En las áreas de alto potencial de 12.0 a 15.0 t/ha y en las de mediano 8.0 a 10.0 t/ha, lo anterior dependiendo de la oportunidad con que se apliquen las labores de cultivo (Medina *et al.*, 2003; Medina *et al.*, 2009), Figura 1.4.

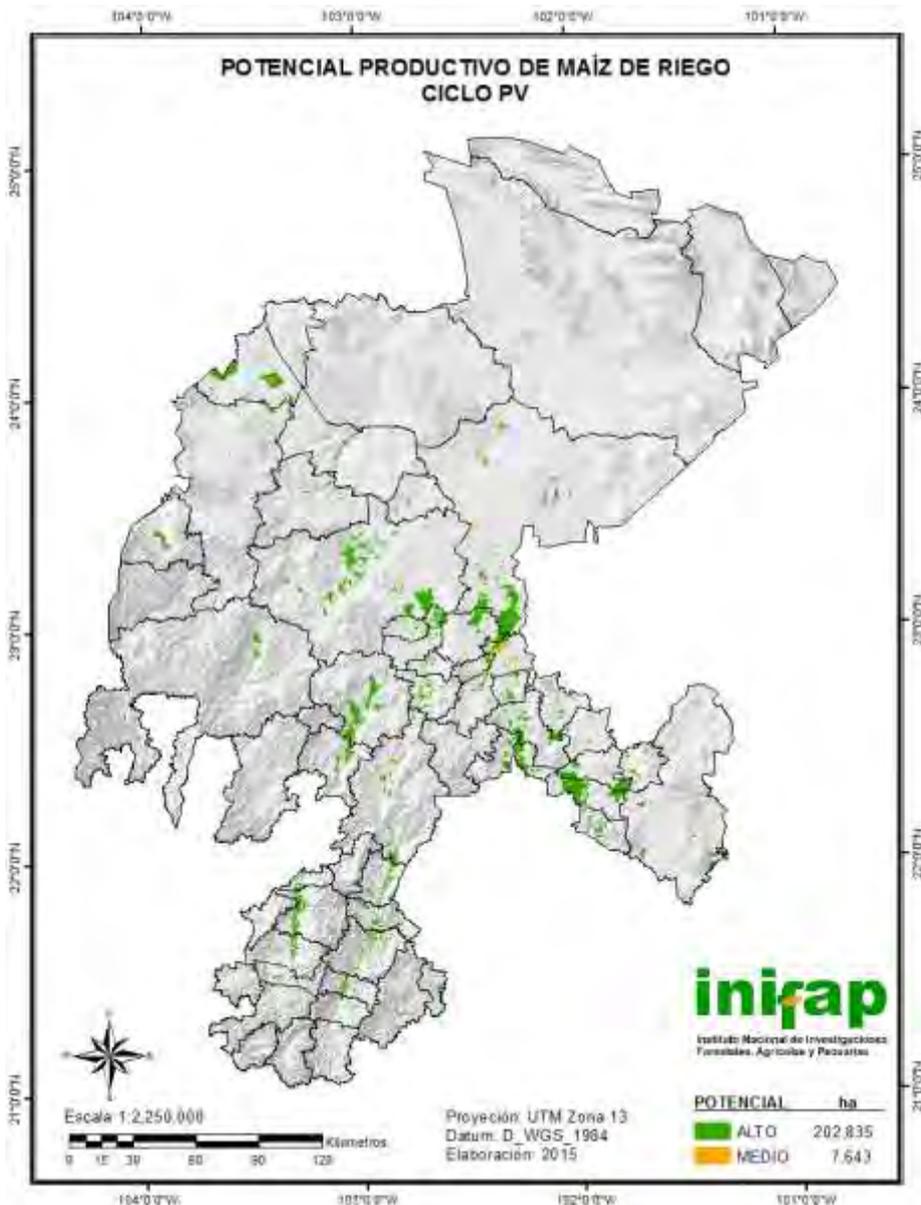


Figura 1.4. Zonas con potencial productivo para maíz de riego en el estado de Zacatecas.

Maíz (*Zea mays* L.) Ciclo Primavera-Verano Modalidad temporal

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del suelo por medio de labores como barbecho y uno o dos pasos de rastra, aseguran una buena germinación y desarrollo de las plantas en sus primeras etapas de crecimiento. La mejor época para efectuar estas labores es después de la cosecha del cultivo anterior, para aprovechar la humedad existente en el terreno.



Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar labranza vertical con arado de cinceles, ya que no expone el suelo, reduciendo la descomposición de la materia orgánica, no mezcla los horizontes, permite

mantener residuos de la cosecha anterior en la superficie lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conservación de humedad, además de evitar el piso de arado (Pérez, 1986; Gutiérrez y Luna, 2007; Osuna-Ceja, 2015).

La reducción de la labranza, aumento de la cubierta vegetal y mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, contribuyen a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumentan el rendimiento y ayudan a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, reduciendo el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

VARIETADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (plantas/ha)	ÉPOCA DE SIEMBRA
Potencial alto Ocelote Cafime	40,000 – 65,000	Antes del 30 de junio
Potencial mediano VS-201 VS-209 Cafime Criollos	40,000 – 45,000	Del inicio de las lluvias hasta el 15 de julio

MÉTODO DE SIEMBRA: Se recomienda establecer el cultivo con sembradora de semi - precisión, estableciendo 40 mil plantas por hectárea en surcos de 76 cm, esto se logra con 14 a 16 kilogramos de semilla con distanciamiento entre plantas a 33 cm.

FERTILIZACIÓN: En las áreas con alto potencial aplicar la dosis 80-40-00 o 100-40-00; la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra; la otra mitad del nitrógeno en la escarda. En las áreas de mediano potencial aplicar la dosis 40-40-00 o 60-40-00 al momento de la siembra (Medina *et al.*, 2003; Medina *et al.*, 2009).

En las zonas de alto potencial con suelos ácidos, es conveniente corregir con cal agrícola con base en un análisis de suelo.

CONTROL DE PLAGAS:

La gallina ciega, *Phyllophaga* spp., y el gusano de alambre (familia Elateridae) dañan la raíz del maíz y se deben controlar si antes de sembrar se encuentran de tres a cuatro larvas por cada muestra de suelo de 30x30x30 cm; los insecticidas para su control son carbofuran 5% G y terbufos 5% G aplicados en dosis de 20 kg/ha. El gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), es problema desde la nacencia de la planta; se debe controlar cuando se encuentre un 25% de plantas con el gusano, utilizando alguno de los insecticidas piretroides en dosis de 0.3 a 0.4 L/ha, así como el endosulfan, malation, clorpirifos, metomilo y metamidofos, en dosis de 1.5 L, 1.0 L, 1.0 L, 0.5 Kg y 1.0 L/ha, respectivamente; el control más eficiente es cuando se elimina al gusano durante sus primeros tres estadios de desarrollo (antes de que se observe el daño típico en el cogollo), para lo cual es necesario monitorear en campo la presencia de masas de huevos y predecir la eclosión de los mismos.

El gusano soldado, *Pseudaletia unipuncta* Haworth, ocasionalmente puede dañar al cultivo y se controla con los mismos insecticidas empleados para el gusano cogollero. Es clave el monitoreo de las poblaciones de palomillas hembras del gusano cogollero y soldado con trampas de feromona, para

detectar los picos poblacionales, y sobre la base del conteo de unidades calor precisar la aplicación contra las larvas pequeñas (se necesitan 63 unidades calor, base 10°C, para la emergencia de las larvas de gusano soldado, en tanto que para gusano cogollero se requieren 46.7 unidades calor, base 11.2°C, para que ocurra el mismo proceso).

La araña roja del maíz, *Olygonychus mexicanus* Mac Gregor afecta la planta durante las épocas más cálidas y secas; se alimenta principalmente por el envés de las hojas, afecta las hojas más pegadas al suelo, especialmente en los surcos cercanos a donde hay más movimiento de tierra (pe. cerca de los caminos). La araña roja se puede controlar con los insecticidas sistémicos: oxidemeton metilo, ometoato o propargite en dosis de 1.0 L/ha (Medina *et al.*, 2003; Bessin, 2003; Foster, 2005; Gutiérrez y Luna, 2007; Medina *et al.*, 2009; Cabral *et al.*, 2012).

Alternativas de control amigable con el ambiente: Los adultos de gallina ciega pueden ser eliminados con trampas de luz colocadas en los campos de cultivo durante los meses de mayo y junio; las larvas de este insecto y las del gusano de alambre son susceptibles al ataque de los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* aplicados durante la siembra del cultivo. Los adultos de gusano cogollero y gusano soldado pueden ser eliminados con trampas alimenticias a base de tepache (diluido 1:9, tepache: agua); dicho tepache se produce mezclando 3 kg de melaza con 1 litro de agua y $\frac{1}{4}$ de piña hecha pedazos y dejándolo fermentar por 4 días. Las larvas del gusano cogollero y el gusano soldado se pueden controlar con la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt) Berliner, con hongos entomopatógenos, o con el uso de los virus de la poliedrosis nuclear; la clave es aplicarlos contra las larvas de los estadios 1 y 2. La araña roja del maíz se puede controlar jabón foca en dosis de 5.0 g/L de agua, pero se

debe tener cuidado de colocar la aspersión del producto al envés de las hojas (Garza y Terán, 2007; Cabral *et al.*, 2012; Mena-Covarrubias, 2014).

CONTROL DE MALEZA: Control mecánico mediante una escarda después de tres semanas de la nacencia del maíz y una segunda quince días después. Control químico en preemergencia, aplicar atrazina 50 a razón de 1.5 a 2.0 kg/ha. En postemergencia aplicar 2,4-D amina en dosis de 1.0 a 1.5 L/ha.

CONTROL DE ENFERMEDADES: Sembrar las variedades anotadas y en las fechas recomendadas puede evitar el daño de enfermedades. Además, en el altiplano de Zacatecas las condiciones de clima son poco favorables para el desarrollo de las enfermedades más comunes que afectan al maíz.

OTRAS ACTIVIDADES: En las regiones de mediano y bajo potencial se recomienda realizar la práctica del “pileteo” al momento de la escarda sobre la rodada del tractor. Esta práctica, permite captar y conservar mayor cantidad del agua de lluvia desde el inicio del cultivo. La captación del agua de lluvia es una labor que permite reducir los efectos de sequía en los cultivos y la erosión del suelo; además, de promover el desarrollo de la cubierta vegetal y mejorar el rendimiento de los cultivos.

COSECHA: La mayoría de los productores realizan esta actividad manualmente, para aprovechar tanto el grano como el rastrojo. Esta actividad la realizan cuando más de la mitad superior de la planta aun esta verde, ya que el maíz llega a la madurez cuando las hojas inferiores se tornan amarilla, las hojas que cubren la mazorca están secas, el grano se rompe al morderlo y al separarlo del elote presenta una pequeña mancha negra en el punto de unión. El colocar las cañas

en pequeños grupos “amogotar” o “engavillar”, tiene como beneficio el disminuir los problemas con bajas temperaturas.

RENDIMIENTO POTENCIAL DE GRANO: En las áreas de alto potencial de 2.5 a 6.0 t/ha y en las de mediano potencial de 1.5 a 2.5 t/ha dependiendo de la cantidad y distribución de la lluvia (Medina *et al.*, 2003, Medina *et al.*, 2009), Figura 1.5.

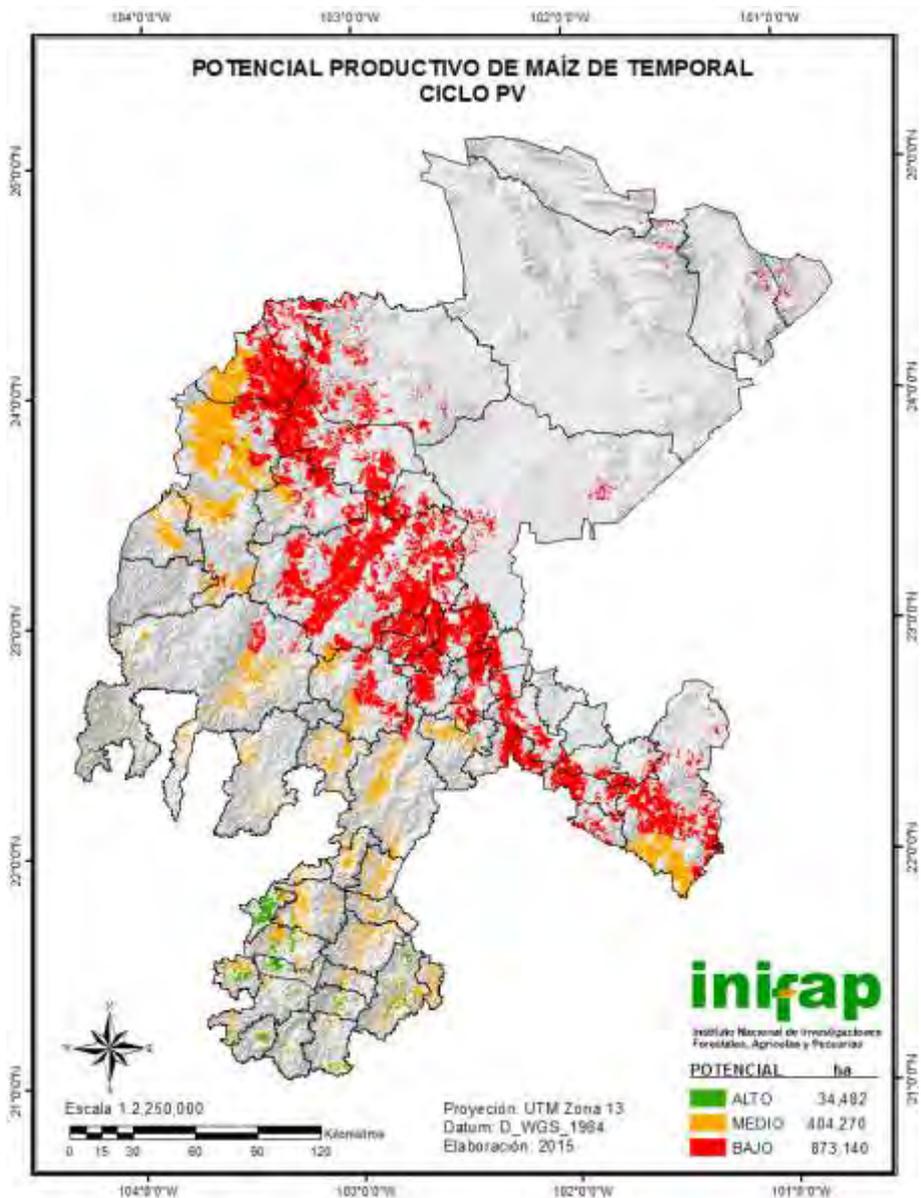


Figura 1.5. Zonas con potencial productivo para maíz de temporal en el estado de Zacatecas.

Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Ciclo Primavera-Verano Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del suelo por medio de labores como barbecho y uno o dos pasos de rastra, aseguran una buena germinación y desarrollo de las plantas en sus primeras etapas de crecimiento. La mejor época para efectuar estas labores es inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, para aprovechar la humedad existente en el terreno.



Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar labranza vertical con arado de cinceles, ya que no expone el suelo, reduciendo la

descomposición de la materia orgánica, no mezcla los horizontes, permite mantener residuos de la cosecha anterior en la superficie lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conservación de humedad, además de evitar el piso de arado.

Si se siembra a tierra venida con riego por gravedad, es indispensable nivelar el terreno para el trazo de riego y surcado. Si se utiliza cintilla o avance frontal, entonces con los pasos de rastra es suficiente (Pérez, 1986; Osuna-Ceja, 2015).

La reducción de la labranza, el aumento de la cubierta vegetal y mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, contribuye a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumenta el rendimiento y ayuda a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, lo cual reduce el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

MÉTODO DE SIEMBRA:

La siembra se puede efectuar de forma mecánica con sembradoras de precisión y semi - precisión, la distancia entre surcos debe de ser de 76 cm con una separación entre plantas de 10 centímetros, estableciendo 131 mil plantas por hectárea.

VARIEDADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	ÉPOCA DE SIEMBRA
Riego		
Flor de Junio León	40	Del 25 de marzo al 25 de abril
Flor de Junio Dalia	40	
Flor de Mayo	40	
Medio riego		
Flor de Mayo Eugenia	35	Del 15 de mayo al 15 de junio
Flor de Mayo Dolores	35	
Frijozac 101	40	“
Flor de Mayo Sol	40	“
Pinto Centauro	40	Del 1 al 15 de junio
Pinto Centenario	40	“
Pinto Libertad	40	“
Pinto Coloso	40	“
Pinto Bravo	40	“

(Cid *et al.*, 2013; Cid-Ríos y Reveles-Hernández, 2013a; Cid-Ríos y Reveles-Hernández, 2013b).

FERTILIZACIÓN: Aplicar al momento de la siembra la dosis 50-60-00 (Medina *et al.*, 2003; Medina *et al.*, 2009).

PROGRAMA DE RIEGOS: Depende del tipo de suelo, temperatura, viento, y época de siembra, pero en general se aplica el riego de presiembra, un primer riego 30 días después de la siembra, el segundo al inicio de la floración, un tercero al inicio del llenado de las vainas y el cuarto en llenado de grano. En siembras de medio riego, el número de riegos depende del temporal, pero siempre hay que tener en cuenta las etapas críticas del cultivo, como son floración y llenado de grano, para proporcionar el agua necesaria en estos periodos.

CONTROL DE PLAGAS: La conchuela o borreguillo del frijol, *Epilachna varivestis* Mulsant, puede defoliar el cultivo; los adultos y larvas grandes de conchuela son los que causan el mayor daño económico. Las siembras tardías son las que tienen mayor riesgo de daño (última quincena de mayo y primera quincena de junio) ya que la emergencia de los adultos de conchuela ocurre cuando se inician las lluvias de verano. Para su control se pueden utilizar: fenvalerato, metomilo o acefato en dosis de 0.4 L/ha, 0.5 kg/ha, y 1.0 kg/ha respectivamente. La conchuela del frijol se debe controlar cuando se observe al menos una masa de huevos cada seis plantas de frijol, o bien si ya existen daños y se encuentren de dos a tres grupos de borreguillos o larvas en un metro lineal. La aplicación solamente debe realizarse a los manchones con daño (Medina et al., 2003; Medina et al., 2009; Mena y Velásquez, 2010).

Alternativas de control amigable con el ambiente: Las larvas de la conchuela del frijol se pueden eliminar con el hongo entomopatógeno, *B. bassiana*, pero solo es susceptible la larva de primer instar.

CONTROL DE MALEZA: Control mecánico mediante dos pasos de cultivadora, el primero a los 25 a 35 días después de la siembra y el segundo a los 25 a 30 días después del primero. Control químico: aplicar bentazon en dosis de 1.5 a 2.0 L/ha cuando se cubre totalmente el terreno; si la aplicación es en banda se aplica de 0.5 a 0.7 L/ha. También se recomienda aplicar el herbicida fomesefan, en dosis de 0.35 L/ha si se aplica en banda o 1.0 L/ha si la aplicación es total (Medina et al., 2003; Medina et al., 2009).

CONTROL DE ENFERMEDADES: Las pudriciones de la raíz ocasionadas por hongos del suelo, principalmente *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp. son el problema fitopatológico más importante para el frijol de riego; estos hongos

dañan las raíces y todos los tejidos de la parte subterránea hasta llegar a la zona del cuello de la planta, lo que ocasiona un desarrollo raquítico, amarillamiento del follaje, defoliación y la muerte de las plantas. Las fechas de siembra tempranas son más afectadas por este problema. Algunos fungicidas como thiram, PCNB, benomilo y captafol han mostrado buenos resultados cuando se han empleado para proteger la semilla y se aplican en el surco a la base de las plántulas de frijol (Mena y Velásquez 2010).

Alternativas de control amigable con el ambiente: La rotación de cultivos por al menos tres años con cereales, reducir la compactación del suelo, incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, evitar riegos pesados, sembrar en fechas de siembra tardías, evitar colocar la semilla demasiado profundo y aplicar hongos benéficos antagonistas como *Trichoderma* permiten reducir considerablemente el problema de pudriciones de la raíz del frijol.

COSECHA: La cosecha se puede efectuar de forma manual o mecánica; esta se debe de realizar cuando el 50 % las hojas tomen un color amarillo limón, debido a que la planta ha alcanzado su máxima producción y las primeras vainas están casi secas, lo cual indica que la planta ha alcanzado su total maduración por lo que ya puede ser cosechada.

OTRAS ACTIVIDADES: Se recomienda seleccionar semilla del lote más sano y desmezclar si tiene granos de otras variedades, así como seleccionar granos de tamaño uniforme. Almacenar la semilla en un lugar fresco, seco y ventilado y de ser posible fumigarla con Carbendacim, Thiram ó Captan+Metoxicloro en dosis de 125 a 250 grs. por cada 100 kg de semilla, para evitar daños de plagas durante su almacenamiento, también se recomienda fumigar el almacén con

fosfuro de aluminio con dosis de 3 a 5 pastillas por tonelada de semilla (Cid et al., 2014b; Medina et al., 2003; Medina et al., 2009).

RENDIMIENTO POTENCIAL: 2.6 a 3.5 t/ha (Medina et al., 2009; Cid et al., 2014a), Figura 1.6.

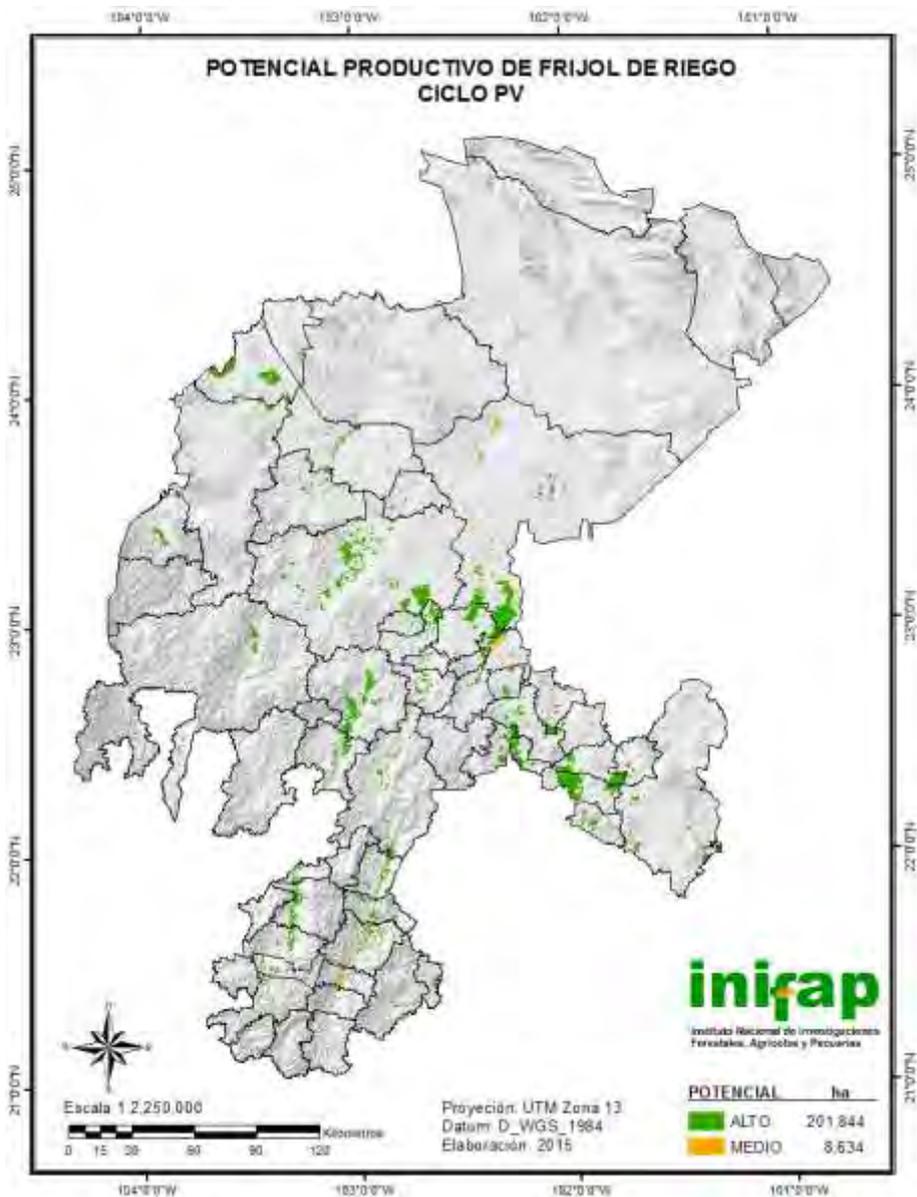


Figura 1.6. Zonas con potencial productivo para frijol de riego en el estado de Zacatecas.

Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Ciclo Primavera-Verano Modalidad temporal

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del suelo por medio de labores como barbecho y uno o dos pasos de rastra, aseguran una buena germinación y desarrollo de las plantas en sus primeras etapas de crecimiento. La mejor época para efectuar estas labores es inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, para aprovechar la humedad existente en el terreno.

Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar labranza vertical con arado de cinceles, ya que no expone el suelo, reduciendo la descomposición de la materia orgánica, no mezcla los horizontes, permite mantener



residuos de la cosecha anterior en la superficie lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conservación de humedad, además de evitar el piso de arado (Pérez, 1986; Osuna-Ceja, 2015, Martínez, *et al.*, 2008).

VARIETADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	ÉPOCA DE SIEMBRA
Potencial alto y medio		
Negro San Luis	45	Inicio del temporal
Flor de Junio León	40	hasta el 15 de julio
Flor de Mayo Eugenia	40	“
Negro Otomí	45	“
Flor de Mayo Sol	35	Inicio del temporal
Pinto Centauro	40	hasta el 25 de julio
Pinto Centenario	40	“
Pinto Coloso	40	“
Pinto Libertad	40	“
Pinto Bravo	40	“
Pinto Saltillo	35	“
Negro Frijozac 101	35	“
Flor de Mayo Dolores	40	“
Flor de Junio Dalia	40	“
Potencial bajo		
Flor de Junio León	40	Inicio del temporal
Flor de Mayo Eugenia	40	hasta el 15 de julio
Negro Otomí	40	“
Flor de Mayo Sol	35	“
Flor de Mayo Dolores	40	“
Negro Frijozac 101	35	“
Pinto Centauro	40	Inicio del temporal
Pinto Centenario	40	hasta el 25 de julio
Pinto Coloso	40	“
Pinto Libertad	40	“
Pinto Bravo	40	“

(Cid *et al.*, 2013; Cid-Ríos y Reveles-Hernández, 2013a; Cid-Ríos y Reveles-Hernández, 2013b; Cid *et al.*, 2014a).

La reducción de la labranza, aumento de la cubierta vegetal y mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, puede contribuir a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumentar el rendimiento y ayudar a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, disminuyendo el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

MÉTODO DE SIEMBRA: La siembra se puede efectuar de forma mecánica con sembradoras de precisión y semi - precisión, la distancia entre surcos debe de ser de 76 cm con una separación entre plantas de 10 centímetros estableciendo 131 mil plantas por hectárea (Pérez, 1986; Cid *et al.*, 2014a).

FERTILIZACIÓN: En las áreas de alto y mediano potencial aplicar la dosis 30-50-00 y en las de bajo potencial 20-30-00, al momento de la siembra (Medina *et al.*, 2003; Medina *et al.*, 2009).

CONTROL DE PLAGAS:

La chicharrita verde, *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, se alimenta de la savia de las plantas y ocasiona achaparramiento y amarillamiento de las hojas del frijol, es una plaga importante, especialmente para la zona frijolera más cálida como lo es Villanueva, o en años secos.

La conchuela o borreguillo del frijol, *E. varivestis*, puede defoliar el cultivo desde la germinación hasta la cosecha, especialmente a las siembras que coinciden con la emergencia de los adultos durante el inicio de las lluvias; los adultos y larvas grandes de conchuela son los que causan el mayor daño económico.

El minador del frijol, *Xenochalepus signaticollis* (Blay) es un escarabajo pequeño que puede defoliar el cultivo durante las primeras semanas y durante la fase de

llenado de grano, y el gusano trozador occidental del frijol, *Striacosta albicosta* (Smith) es una plaga importante durante la fase de llenado de grano, ya que se alimenta de los granos en formación.

Estos cuatro insectos son las plagas de mayor importancia en el Estado y para su control se pueden utilizar: fenvalerato, metomilo, acefato, diazinon, dimetoato o malation en dosis de 0.4 L/ha, 0.5 kg/ha, 1.0 kg/ha, 1.0 L/ha, 1.0 L/ha, 1.0 L/ha respectivamente. Para chicharrita se sugiere aplicar cuando al mover el follaje vuelen de tres a cinco adultos por planta; la conchuela del frijol se debe controlar cuando se observen daños dos o tres veces por cada metro lineal, la aplicación solamente debe realizarse a los manchones con daño. Para el minador del frijol se sugiera aplicar cuando se encuentre de 1 a 2 adultos por planta de frijol durante las primeras fases de desarrollo del cultivo y para el manejo del gusano trozador occidental del frijol aplicar cuando se encuentren de 3 a 4 larvas por metro lineal de surco. Ocasionalmente se tienen problemas con plagas de suelo como la gallina ciega y el gusano de alambre, se sugiere ver la sección de plagas en el cultivo de maíz, descrita anteriormente, para utilizar la estrategia de manejo señalada (Medina *et al.*, 2003; Medina *et al.*, 2009; Mena y Velázquez, 2010).

Alternativas de control amigable con el ambiente: El uso de variedades resistentes contra la chicharrita del frijol es otra opción de control; de manera general las variedades de grano negro son más tolerantes al ataque de esta plaga. Las larvas de la conchuela del frijol se pueden eliminar con el hongo entomopatógeno, *B. bassiana*, pero solo es susceptible la larva de primer instar. Los adultos del gusano trozador occidental del frijol se pueden eliminar utilizando las trampas alimenticias a base de melaza, agua y piña descritas anteriormente para el cultivo de maíz, en tanto que la fase de huevo de este

insecto plaga puede ser controlada eficientemente con liberaciones de al menos 100,000 avispitas *Trichogramma*/ha / liberación/ semana durante la última quincena del mes de julio y la primera del mes de agosto (Mena-Covarrubias, 2001 y 2014).

CONTROL DE MALEZA: Control mecánico mediante dos pasos de cultivadora, el primero a los 25 a 35 días después de la siembra y el segundo 25 a 30 días después del primero. Control químico mediante la aplicación de bentazon en dosis de 1.5 a 2.0 L/ha cuando se cubre totalmente el terreno o 0.5 a 0.7 L/ha si la aplicación es en banda. También se recomienda aplicar el herbicida fomesafen, en dosis de 0.35 L/ha si se aplica en banda o 1.0 L/ha si la aplicación es total.

CONTROL DE ENFERMEDADES: Las pudriciones de la raíz, principalmente *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia* spp.; la antracnosis, *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. Et Magn), la roya, *Uromyces phaseoli* (Pers.) Wint., el tizón común, *Xanthomonas* spp. y tizón de halo, *Pseudomonas* spp. afectan la producción de frijol de temporal. El clima y la variedad que se utiliza son factores primarios que definen la severidad de la enfermedad. La antracnosis y los tizones afectan hojas y frutos, en tanto que la roya solo las hojas y ocasiona defoliación, mientras que las pudriciones de la raíz afectan el sistema de anclaje de la planta. El manejo químico de estas enfermedades depende de la oportunidad de la aplicación, el momento ideal es antes de que se observen los daños en campo o cuando aparezcan los primeros síntomas: como los tizones son ocasionados por bacterias, los productos a utilizar son a base de cobre o bien antibióticos; para la antracnosis se puede asperjar alguno de los siguientes fungicidas: benomilo, clorotalonil, carbendazim o captafol; en tanto que para la roya el uso del clorotalonil puede ser una opción de control. El buen cubrimiento

de la planta al momento de la aplicación de estos productos es clave para obtener un buen resultado, además considerar que se va a requerir realizar más de una aplicación durante la temporada. El manejo de las pudriciones de la raíz se describe en la sección de frijol de riego antes mencionada (Mena y Velásquez, 2010).

Alternativas de control amigable con el ambiente. El uso de semilla proveniente de lotes libres de antracnosis y tizones, es la primera línea de defensa contra estas enfermedades, ya que es un medio común de transmisión. El uso de variedades resistentes es otra alternativa de control amigable con el ambiente, desafortunadamente, las variedades de frijol comúnmente utilizadas en Zacatecas son susceptibles a tizones, antracnosis y roya.

COSECHA: La cosecha se puede efectuar de forma manual o mecánica; se debe de realizar cuando el 50 % las hojas tomen un color amarillo limón, debido a que la planta ha alcanzado su máxima producción y las primeras vainas están casi secas, lo cual indica que la planta ha alcanzado su total maduración por lo que ya puede ser cosechada.

La trilla se debe hacer cuando el frijol tenga de 12 a 13 por ciento de humedad. Se puede trillar con maquina accionada con la toma de fuerza de un tractor, o con máquinas combinadas trilladoras de cereales, haciendo los ajustes necesarios para evitar el quebrado del grano y la mezcla con la paja.

OTRAS ACTIVIDADES: Se recomienda seleccionar semilla del lote más sano y desmezclar si tiene granos de otras variedades, así como seleccionar granos de tamaño uniforme. Almacenar la semilla en un lugar fresco, seco y ventilado y de ser posible fumigarla con Carbendazim, Thiram o Captan+Metoxicloro en dosis

de 125 a 250 grs. por cada 100 kg de semilla, para evitar daños de plagas durante su almacenamiento, también se recomienda fumigar el almacén con fosfuro de aluminio con dosis de 3 a 5 pastillas por tonelada de semilla (Cid *et al.*, 2014b).

Es muy recomendable utilizar la pileteadora en las zonas de potencial productivo medio o bajo, para captar agua de lluvia.

RENDIMIENTO POTENCIAL: 1000 a 1500, 700 a 1000 y 400 a 700 kg/ha en las zonas de Alto, mediano y bajo potencial, respectivamente (Medina *et al.*, 2003; Medina *et al.*, 2009), Figura 1.7.

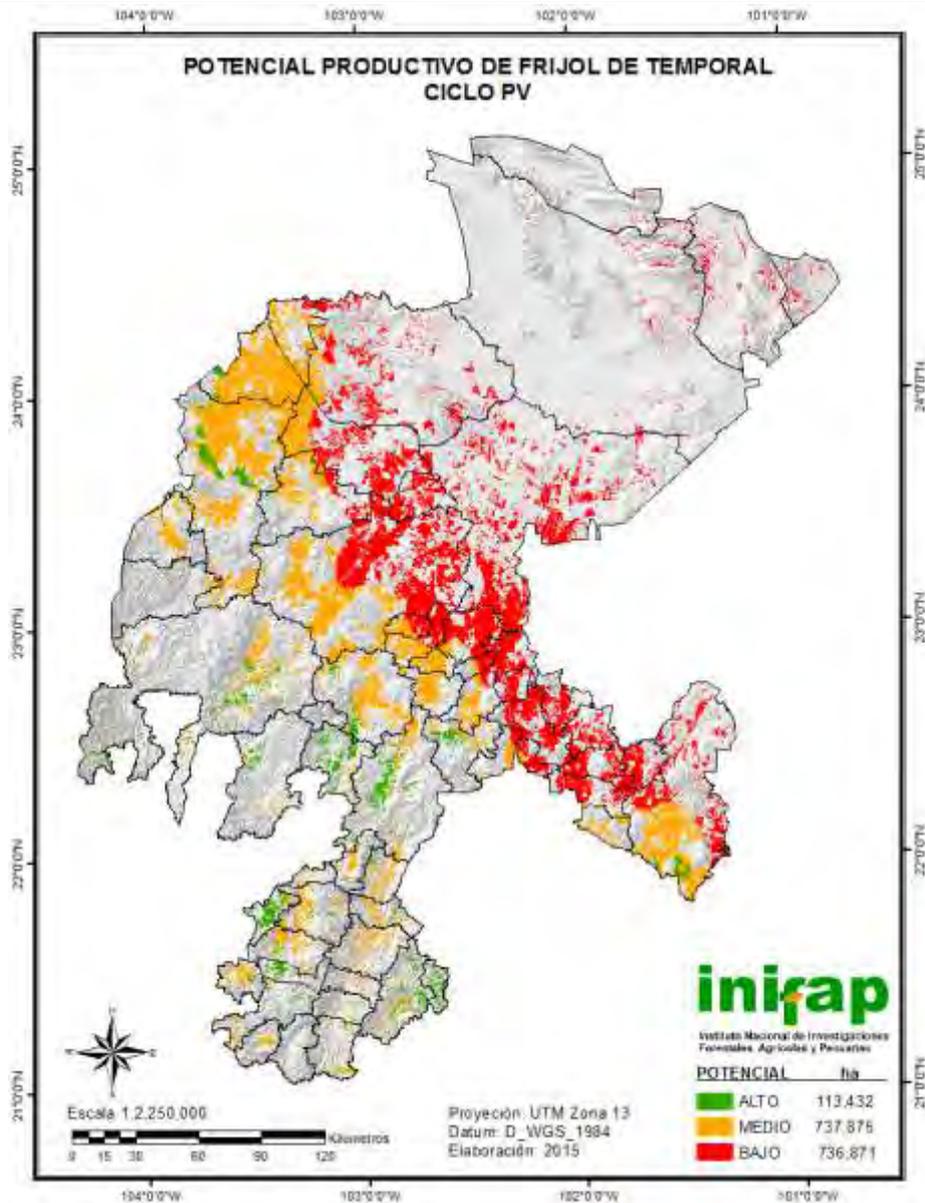


Figura 1.7. Zonas con potencial productivo para frijol de temporal en el estado de Zacatecas.

Cebada maltera grano (*Hordeum vulgare* L.) Ciclo Otoño-Invierno Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del terreno requiere un barbecho a una profundidad no mayor a 40 cm y uno o dos pasos de rastra con el propósito de eliminar la presencia de terrones que dificultan la emergencia de plántulas del cultivo.



Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar labranza vertical con arado de cinceles, ya que no expone el suelo, reduce la descomposición de la materia orgánica, no mezcla los horizontes, permite mantener residuos de la cosecha anterior en la superficie lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y

conservación de humedad, además de evitar el piso de arado (Osuna-Ceja, 2015).

La reducción de la labranza, aumento de la cubierta vegetal y mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, contribuye a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumenta el rendimiento y ayudar a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, reduciendo el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

VARIETADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)		ÉPOCA DE SIEMBRA
	SURCOS DOBLE HILERA	AL VOLEO CORRUGACIONES	
Adabella Esmeralda	75	150	15 de Dic. al 25 de Ene.
Esperanza Armida	100	150	15 de Dic. al 15 de Ene.

MÉTODO DE SIEMBRA: Se recomienda la siembra a doble hilo con distancia entre ellos de 20 cm y una distancia entre surcos de 76 cm. Para el trazo de surcos, es conveniente el trazo de curvas a nivel, las cuales permitirán incrementar la captación de humedad en el suelo y reducirán el escurrimiento y erosión hídrica. Para su trazo se puede utilizar un clisímetro de mano, un nivel montado o una manguera de nivel adherida a dos estadales. Una vez trazada una línea del mismo nivel, se usa como guía para el trazo de surcos y pasos de arado, rastras o escardas, así como la siembra (Cabañas et al., 2004).

Otra forma de siembra es al voleo donde posterior a la distribución de la semilla, deberá taparse con un paso de rastra, procurando no dejar la semilla a más de 5 cm de profundidad. Con respecto a la siembra en corrugaciones, la semilla deberá dejarse en hileras divididas entre 12 y 15 cm. Para la distribución de la semilla deberá usarse una sembradora Brillion o bien distribución al voleo, y posteriormente pasar una rastra de picos para formar las corrugaciones sobre el suelo. En ambos sistemas deben construirse melgas o bordos para facilitar la conducción del agua (Chávez y Gómez, 1999)

FERTILIZACIÓN: Usar la dosis 120-60-60 en dos aplicaciones: 60-60-00 antes o al momento de la siembra y 60-00-00 en la etapa de amacollamiento del cultivo. Si la siembra se realiza en surcos doble hilera, se facilita la aplicación del fertilizante y la maquinaria no daña las plantas. En siembras al voleo o en corrugaciones, la segunda aplicación se debe hacer antes del amacolle, ya que si se realiza después las plantas son dañadas por el paso de maquinaria. Para suelos arenosos particularmente deben fraccionarse las aportaciones de fertilizante nitrogenado por su alta solubilidad, la segunda mitad deberá aplicarse a la primera escarda, no así en suelos de textura pesada, aquí debe aplicarse todo el fertilizante a la siembra (García *et al.*, 2008).

PROGRAMA DE RIEGOS: Aplicar el riego de siembra y posteriormente a los 45 y 75 días cuando existen altas restricciones de agua, o bien siembra, 45, 75 y 100 días cuando existe regular disponibilidad de agua y cuando esta no es restrictiva pueden aplicarse cinco riegos después de la siembra a los 15, 35, 65, 85 y 105 días. Al utilizar riego con cintilla se hace más eficiente el uso del agua, además de que en los riegos se pueden aplicar insumos como: herbicidas y fertilizantes en solución, logrando incrementar hasta en 50% el rendimiento.

CONTROL DE PLAGAS: Las principales plagas de la cebada son el pulgón ruso, *Diuraphis noxia* Kurdjumov, el pulgón del follaje *Rhopalosiphum maidis* (Fitch), el pulgón del cogollo, *Schizaphis graminum* (Rondani) y el pulgón de la espiga, *Macrosiphum avenae* (Fabr.), de los cuales los más dañinos son el pulgón ruso, seguido por el del cogollo. Su época crítica de daño es en las primeras fases de desarrollo del cultivo. Para su control, se puede aplicar: pirimicarb, dimetoato, malation, metomilo, en dosis de 0.5 kg, 1.0 litro, 1.0 litro, y 0.4 kg por hectárea, respectivamente (Strand y Clark, 1990; Cabañas, 1997a y 1997b; Medina et al., 2009).

Alternativas de control amigable con el ambiente: La aplicación de cuatro gramos por litro de agua de detergente biodegradable es efectiva contra estos pulgones, además de la liberación del depredador *Chrysopa* en dosis de 1 huevo por cada dos pulgones, por lo cual es necesario hacer un muestreo para obtener el número de pulgones por planta y estimar la población por hectárea, y así calcular la cantidad de huevecillos a liberar de este depredador (Mena-Covarrubias, 2005).

CONTROL DE MALEZA: Control mecánico: Se realiza en forma indirecta cuando la siembra se efectúa en tierra húmeda, y antes de sembrar se rastrea la maleza presente. Control químico: Aplicar el herbicida 2,4-D amina en dosis de 1.5 a 2.0 L/ha de producto comercial diluido en 400 litros de agua. La aplicación debe hacerse durante la etapa de amacollamiento del cultivo. Si llega a estar presente la avena silvestre utilizar difenzoquat o flamprop metilo en dosis de 3 a 4 litros por hectárea aplicando entre los 25 a 30 días después de la siembra hasta la etapa de amacollo, o bien aplicar fenoxaprop o clodinafop-p en

dosis de 1 y 0.25 litros por hectárea, respectivamente. No se aplique en etapa de llenado de grano, ya que se puede afectar el rendimiento del cultivo.

CONTROL DE ENFERMEDADES: Sembrar variedades recomendadas, las cuales son tolerantes a enfermedades.

COSECHA: La cosecha deberá realizarse en madurez fisiológica del cultivo, la cual corresponde cuando el color de la espiga es dorado y al desprender el grano, este sea de consistencia dura, de tal manera que, al ser presionado con la uña, no se parta en dos. La cosecha puede realizarse con maquinaria o bien a mano en pequeñas superficies. En el segundo caso se sugiere hacer gavillas y cuando el grano tenga 12 % de humedad trillar en máquinas estacionarias.

RENDIMIENTO POTENCIAL: Siempre que se realicen las practicas sugeridas, así como siembras dentro de fecha de siembra recomendada, el rendimiento en las zonas de alto potencial puede ser de 6 t/ha y en las de mediano potencial 4 t/ha (Medina *et al.*, 2003) (Figura 1.8).

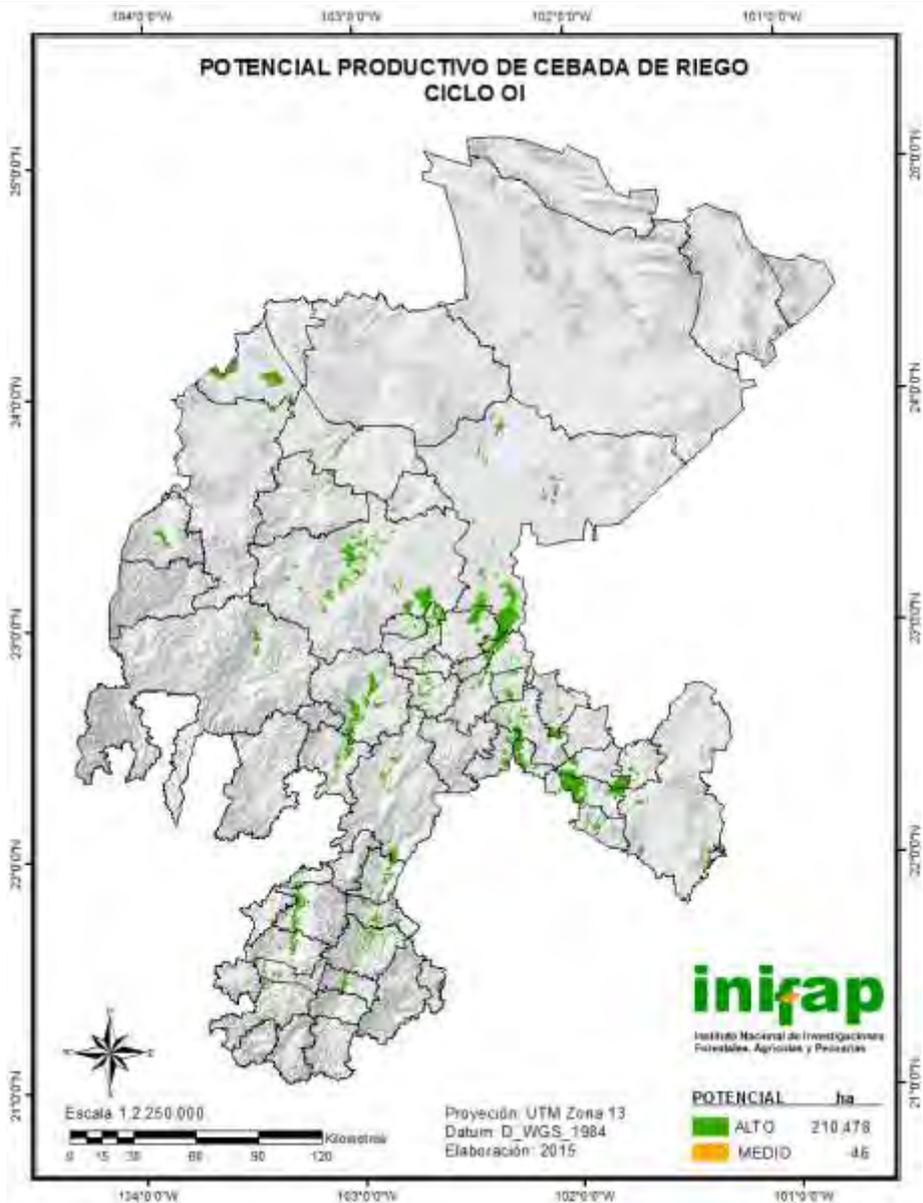


Figura 1.8. Zonas con potencial productivo para cebada grano de riego en el estado de Zacatecas.

Cebada maltera grano (*Hordeum vulgare* L.)

Ciclo Primavera-Verano

Modalidad temporal

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del terreno requiere un barbecho a una profundidad no mayor a 40 cm y uno o dos pasos de rastra con el propósito de eliminar la presencia de terrones que dificulten la emergencia de las plántulas del cultivo. Por otra parte, se recomienda realizar un paso de rastra después de las lluvias y antes de sembrar a fin de eliminar la presencia de malezas que compiten con el cultivo durante su establecimiento.



Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar labranza vertical con arado de cinceles, con esta estrategia no se expone el suelo a la intemperización y se reduce la descomposición de la materia orgánica, no se mezclan los horizontes, permite mantener residuos de la cosecha anterior en la

superficie, lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conserva la humedad, además de evitar el piso de arado (Osuna-Ceja, 2015).

La reducción de la labranza, el aumento de la cubierta vegetal y el mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, puede contribuir a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumentar el rendimiento y ayudar a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, reduciendo el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

VARIETADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIETADES	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)		ÉPOCA DE SIEMBRA
	SURCOS DOBLE HILERA CON PILETEO	CORRUGACIONES CON PILETEO Y AL VOLEO	
Adabella	80	130	Inicio temporal hasta el 30 de julio
Esmeralda			

MÉTODO DE SIEMBRA: Se recomienda la siembra a doble hilera con distancia entre ellos de 20 cm y una distancia entre surcos de 76 cm. Para hacer los surcos, una opción es el trazo de curvas a nivel, las cuales permiten incrementar la captación de humedad en el suelo y reducen el escurrimiento y erosión hídrica. Para su trazo se puede utilizar un clisímetro de mano, un nivel montado o una manguera de nivel adherida a dos estadales. Una vez trazada una línea del mismo nivel, se usa como guía para el trazo de surcos y pasos de arado, rastras o escardas, así como la siembra (Cabañas *et al.*, 2004).

Posterior a la primera escarda y fertilización, se sugiere el uso del “pileteo” en regiones donde sea escasa la lluvia o bien los terrenos que por su pendiente tengan el riesgo de erosión hídrica. Otra forma de siembra es al voleo, donde posterior a la distribución de la semilla, se tapa al pasar una rastra, procurando no dejarla a más de 5 cm de profundidad. Con respecto a la siembra en corrugaciones, la semilla deberá dejarse en hileras divididas entre 12 y 15 cm. Para la distribución de la semilla deberá usarse una sembradora Brillion o bien distribución al voleo, y posteriormente pasar una rastra de picos para formar las corrugaciones sobre el suelo (Cabañas *et al.*, 2004).

FERTILIZACIÓN: Usar la dosis 40-40-00 en la región de alto potencial, 30-30-00 en la de mediano y 20-20-00 en la de bajo potencial, antes o al momento de la siembra. Se sugiere realizar un análisis de fertilidad del suelo previo al establecimiento del cultivo, a fin de conocer la disponibilidad de nutrientes y hacer una aplicación más precisa.

CONTROL DE PLAGAS: Las principales plagas de la cebada son los pulgones: ruso, *Diuraphis noxia*, del follaje *Rhopalosiphum maidis*, del cogollo, *Schizaphis graminum* y de la espiga, *Macrosiphum avenae*, de los cuales los más dañinos son el pulgón ruso, seguido por el del cogollo. La época crítica de daño es durante las primeras fases de desarrollo del cultivo, ya que el efecto de sus toxinas es mayor en plantas más jóvenes, aunque pueden dañar al cultivo durante todo el ciclo. Para el control de estos pulgones, se puede aplicar alguno de los siguientes productos: pirimicarb, dimetoato, malation, metomilo, en dosis de 0.5 kg, 1.0 litro, 1.0 litro, y 0.4 kg por hectárea, respectivamente. En algunos años se tienen problemas con el gusano soldado, *P. unipuncta*, para su manejo ver la sección de control de plagas del maíz descrita con anterioridad.

Alternativas de control amigables con el ambiente: La aplicación de cuatro gramos por litro de agua de detergente biodegradable es efectiva contra estos pulgones, además de la liberación del depredador *Chrysopa* en dosis de 1 huevo por cada dos pulgones, por lo cual resulta necesario hacer un muestreo del número de pulgones por planta, para estimar la población por hectárea, y así calcular la cantidad de huevecillos a liberar (Mena-Covarrubias, 2005).

CONTROL DE MALEZA: Las malezas pueden ser controladas química o mecánicamente. El control mecánico se realiza cuando la siembra se efectúa en tierra húmeda, y antes de sembrar se rastrea la maleza eliminando al menos una generación, que es la que más compite en etapas tempranas del cultivo. Control químico: Aplicar el herbicida 2,4-D amina en dosis de 1.5 a 2.0 L/ha de producto comercial diluido en 400 litros de agua. La aplicación debe hacerse en la etapa de amacollamiento del cultivo. Si llega a estar presente la avena silvestre utilizar difenzoquat o flamprop metilo en dosis de 3 a 4 litros por hectárea aplicandose entre los 25 a 30 días después de la siembra hasta la etapa de amacollo, o bien aplicar fenoxaprop o clodinafop-p en dosis de 1 y 0.25 litros por hectárea, respectivamente (Cabañas, 1997a y 1997b; Medina *et al.*, 2009).

CONTROL DE ENFERMEDADES: Se tiene registro de presencia esporádica de la enfermedad denominada mancha reticular del follaje (*Helminthosporium teres* Sacc), la cual ocasiona lesiones necróticas en las hojas, evitando la realización de la fotosíntesis y consecuentemente afectando el llenado de grano. Condiciones de mayor precipitación y humedad relativa son favorables para que prolifere esta enfermedad. Para su control, se puede aplicar: propiconazol, tebuconazole, o azoxystrobin en dosis de 0.5 L/ha. La aplicación debe hacerse en la etapa de embuche-espigamiento; otra forma de controlar

esta enfermedad es mediante la siembra de variedades recomendadas, las cuales son tolerantes a enfermedades.

OTRAS ACTIVIDADES: Desde la siembra, se sugiere realizar la práctica del “pileteo” en los sistemas de siembra en surcos a doble hilera y siembra en corrugaciones, la cual ayudará a captar y retener el agua de lluvia del temporal. En la región de alto potencial el “pileteo” puede hacerse en la etapa de embuche del cultivo o realizar la siembra en contorno o curvas a nivel sin el pileteo. En la región de mediano potencial y en siembras tardías, el “pileteo” debe realizarse desde la siembra y en todos los surcos (Cruz, 1997; Cruz y Del Toro, 1990).

COSECHA: La cosecha deberá realizarse en madurez fisiológica del cultivo, la cual corresponde cuando el color de la espiga sea dorado y al desprender el grano sea de consistencia dura, y al ser presionado con la uña, no se parta en dos. La cosecha puede realizarse con maquinaria o bien a mano en pequeñas superficies. En el segundo caso se sugiere hacer gavillas y cuando el grano tenga 12% de humedad trillar en máquinas estacionarias.

RENDIMIENTO POTENCIAL: Alto: 3.5 a 4.0 t/ha. Mediano: 2 a 3 t/ha (Medina *et al.*, 2003). Las zonas con potencial se presentan en la Figura 1.9.

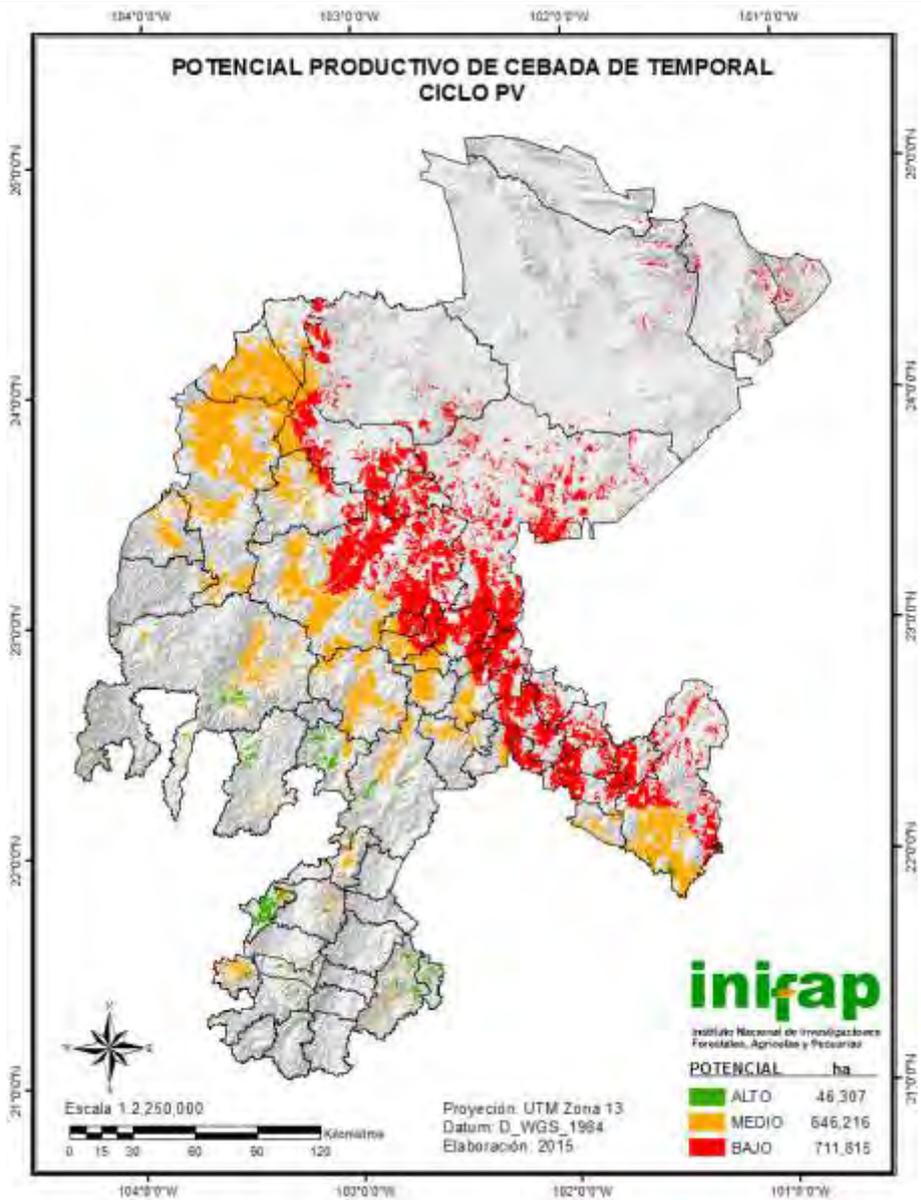


Figura 1.9. Zonas con potencial productivo para cebada grano de temporal en el estado de Zacatecas.

Trigo grano (*Triticum aestivum* L.) Ciclo Otoño-Invierno Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del terreno requiere un barbecho a una profundidad no mayor a 40 cm y uno o dos pasos de rastra con el propósito de eliminar la presencia de terrones que dificulten la emergencia de plántulas del cultivo.

Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar la labranza vertical con arado de cinceles, esta práctica no expone el suelo a la intemperización, reduciendo la



descomposición de la materia orgánica, no se mezclan los horizontes, permite mantener residuos de la cosecha anterior en la superficie lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conservación de humedad, además de evitar el piso de arado (Osuna-Ceja, 2015).

La reducción de la labranza, el aumento de la cubierta vegetal y mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, puede contribuir a mejorar la capacidad

de recuperación del suelo, aumentando el rendimiento y ayudar a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, que reduce el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

MÉTODO DE SIEMBRA: Se recomienda la siembra a doble hilera con distancia entre ellos de 20 cm y una distancia entre surcos de 76 cm (Cabañas et al., 2004). Para el surcado, una opción es el trazo de curvas a nivel, las cuales permitirán incrementar la captación de humedad y reducen el escurrimiento y erosión hídrica. Para su trazo se puede utilizar un clisímetro de mano, un nivel montado o una manguera de nivel adherida a dos estadales. Una vez trazada una línea del mismo nivel, se usa como guía para el trazo de surcos y pasos de arado, rastras o escardas, así como la siembra. Con los suelos nivelados se favorece la homogénea distribución del agua de riego (García et al., 2008).

VARIEDADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)		ÉPOCA DE SIEMBRA
	SURCOS DOBLE HILERA	AL VOLEO Y CORRUGACIONES	
Triunfo F2004 Náhuatl F-2000 Rebeca F-2000 Tlaxcala F-2000 Juchi F-2000 CIRNO-C2008 Don Carlos M2015	75	120	15 de Dic. al 20 de Ene.

Otra forma de siembra es al voleo, donde después de la distribución de la semilla, se tapa con un paso de rastra; procurando no dejar a más de 5 cm de profundidad la semilla. Con respecto a la siembra en corrugaciones, la semilla deberá dejarse en hileras divididas entre 12 y 15 cm. Para la distribución de la

semilla se puede usar una sembradora Brillion o bien realizar la distribución al voleo, y posteriormente pasar una rastra de picos para formar las corrugaciones sobre el suelo. En siembras al voleo y en corrugaciones deberán construirse melgas o bordos para facilitar la conducción del agua. El requisito es que la semilla no quede a más de 5 cm de profundidad (Chávez y Gómez, 1999)

FERTILIZACIÓN: Usar la dosis 120-60-00 en dos aplicaciones: 60-60-00 antes o al momento de la siembra y 60-00-00 en la etapa de amacollamiento del cultivo. Si la siembra se realiza en surcos a doble hilera, se facilita la aplicación y la maquinaria no daña las plantas. En siembras al voleo o en corrugaciones, la segunda aplicación se debe hacer antes del amacolle, si se realiza después las plantas son dañadas por el paso de la maquinaria. Para suelos arenosos se deben fraccionarse las aportaciones de fertilizante nitrogenado por su alta solubilidad, la segunda mitad deberá aplicarse a la primera escarda, no así en suelos de textura arcillosa, aquí debe aplicarse todo el fertilizante a la siembra (García et al., 2008).

PROGRAMA DE RIEGOS: Aplicar el riego de siembra y posteriormente a los 45 y 75 días cuando existen altas restricciones de agua, o bien siembra, 45, 75 y 100 días cuando existe regular disponibilidad de agua y cuando esta no es restrictiva pueden aplicar hasta cinco riegos después de la siembra a los 15, 35, 65, 85 y 105 días. Al utilizar riego con cintilla se hace más eficiente el uso del agua, además de que en los riegos se pueden aplicar insumos como: herbicidas, fertilizantes en solución, logrando incrementar hasta en 50% el rendimiento del cultivo.

CONTROL DE PLAGAS: Las principales plagas del trigo son el pulgón ruso, *Diuraphis noxia* Kurdjumov, el pulgón del follaje *Rhopalosiphum maidis* (Fitch),

el pulgón del cogollo, *Schizaphis graminum* (Rondani) y el pulgón de la espiga, *Macrosiphum avenae* (Fabr.), de los cuales los más dañinos son el pulgón ruso, seguido por el del cogollo. La época crítica de daño es en las primeras fases de desarrollo del cultivo. Para su control, se puede aplicar: pirimicarb, dimetoato, malation, metomilo, en dosis de 0.5 kg, 1.0 litro, 1.0 litro, y 0.4 kg por hectárea, respectivamente (Strand y Clark, 1990; Cabañas, 1997a y 1997b; Medina et al., 2009).

Alternativas de control amigable con el ambiente: La aplicación de cuatro gramos por litro de agua de detergente biodegradable es efectiva contra estos pulgones, además de la liberación del depredador *Chrysopa* en dosis de 1 huevo por cada dos pulgones. Para el caso de la *Chrysopa* es necesario hacer un muestreo del número de pulgones por planta, para estimar la población por hectárea, y así calcular la cantidad de huevecillos a liberar de este depredador (Mena-Covarrubias, 2005).

CONTROL DE MALEZA: Control mecánico. Se realiza en forma indirecta cuando la siembra se efectúa en tierra húmeda, y antes de sembrar se rastrea la maleza presente. Control químico. Aplicar el herbicida 2,4-D amina en dosis de 1.5 a 2.0 L/ha de producto comercial diluido en 400 litros de agua. La aplicación debe hacerse en la etapa de amacollamiento. Si llega a estar presente la avena silvestre, se debe utilizar difenzoquat o flamprop metilo en dosis de 3 a 4 litros por hectárea aplicando entre los 25 a 30 días después de la siembra hasta la etapa de amacollo, o bien aplicar fenoxaprop o clodinafop-p en dosis de 1 y 0.25 litros por hectárea, respectivamente (Cabañas, 1997a y 1997b; Medina et al., 2009).

CONTROL DE ENFERMEDADES: Las variedades recomendadas, son tolerantes a enfermedades (Huerta, 2000 y Villaseñor, 2013).

COSECHA: La cosecha deberá realizarse en madurez fisiológica del cultivo, la cual corresponde cuando el color de la espiga sea dorado y al desprender el grano sea de consistencia dura, y al ser presionado con la uña, no se parta en dos. La cosecha puede realizarse con maquinaria o bien a mano en pequeñas superficies. En el segundo caso se sugiere hacer gavillas y cuando el grano tenga 12% de humedad trillar en máquinas estacionarias.

RENDIMIENTO POTENCIAL: Siempre que se realicen las prácticas sugeridas, así como sembrar dentro de la fecha recomendada, el rendimiento en las zonas de alto potencial puede ser hasta de 6 t/ha y en las de mediano potencial 4 t/ha (Medina *et al.*, 2003). Las zonas con potencial se presentan en la Figura (1.10).

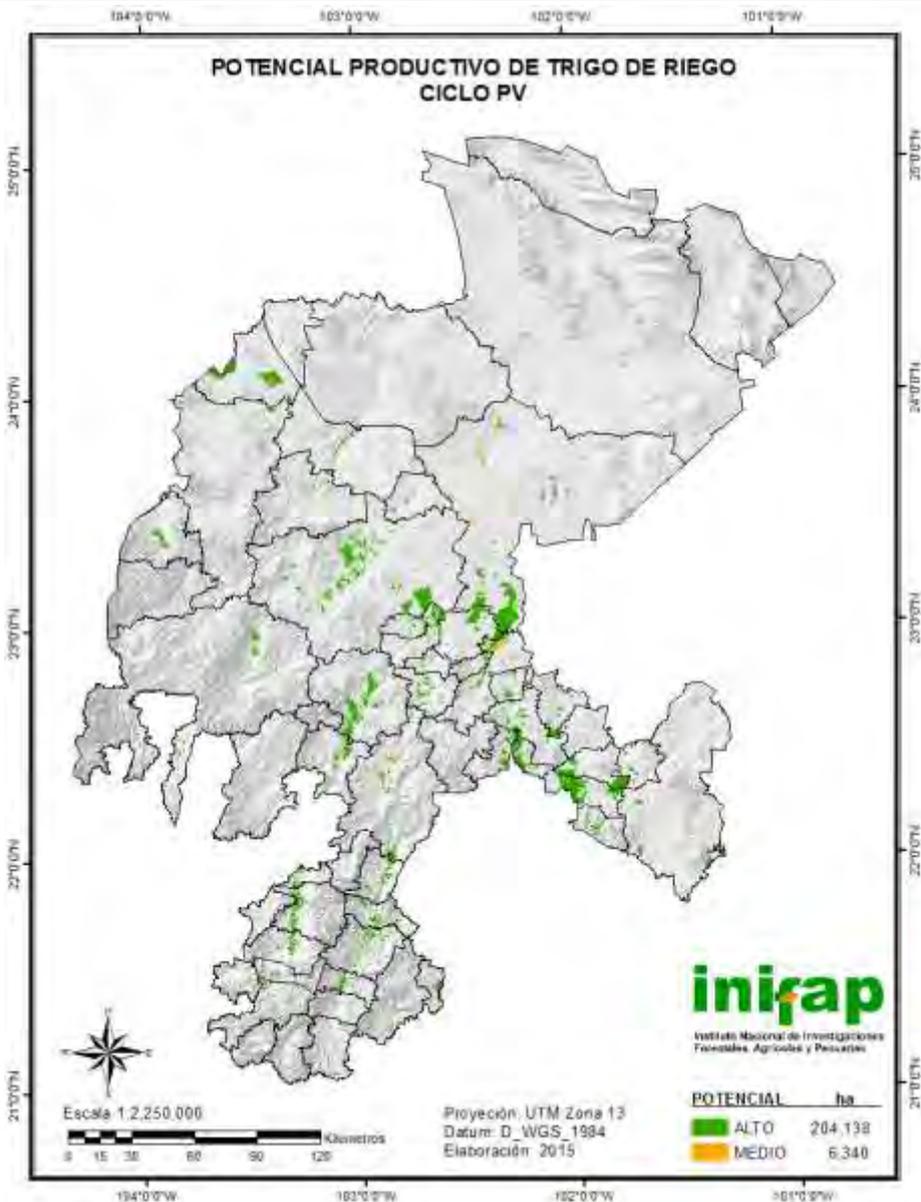


Figura 1.10. Zonas con potencial productivo para trigo grano de riego en el estado de Zacatecas.

Trigo grano (*Triticum aestivum* L.) Ciclo Primavera-Verano Modalidad temporal

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del terreno requiere de un barbecho a una profundidad no mayor a 40 cm y uno o dos pasos de rastra con el propósito de eliminar la presencia de terrones que dificulten la emergencia de plántulas del cultivo. Es recomendable realizar un paso de rastra después de las lluvias y antes de sembrar a fin de eliminar la presencia de malezas que compiten con el cultivo durante su establecimiento.

Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar la labranza vertical con arado de cinceles, ya que no se expone el suelo al intemperismo y



se reduce la descomposición de la materia orgánica, no se mezclan los horizontes, permite mantener residuos de la cosecha anterior en la superficie lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conservación de humedad, además de evitar el piso de arado (Osuna-Ceja, 2015).

La reducción de la labranza, el aumento de la cubierta vegetal y el mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, contribuye a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumentar el rendimiento y ayudar a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, reduciendo el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

VARIETADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)		ÉPOCA DE SIEMBRA
	SURCOS A DOBLE HILERA CON PILETEO	CORRUGACIONES CON PILETEO Y AL VOLEO	
Triunfo F2004 Náhuatl F-2000 Rebeca F-2000 Tlaxcala F-2000 Juchi F-2000	80	130	Inicio temporal hasta el 30 de julio

Villaseñor y Espitia, 2000., Villaseñor *et. al.*, 2000a., Villaseñor *et al.*, 2000b., Villaseñor *et al.*, 2000c., Villaseñor *et al.*, 2000d.

MÉTODO DE SIEMBRA: Se recomienda la siembra a doble hilera con distancia entre ellos de 20 cm y una distancia entre surcos de 76 cm. Para hacer los surcos, una opción es el trazo de curvas a nivel, las cuales permitirán incrementar la captación de humedad y reducen el escurrimiento y la erosión hídrica. Para su trazo se puede utilizar un clisímetro de mano, un nivel montado o una manguera de nivel adherida a dos estadales. Una vez trazada una línea del mismo nivel, se usa como guía para el trazo de surcos y pasos de arado, rastras o escardas, así como la siembra (Cabañas *et al.*, 2004).

Posterior a la primera escarda y fertilización, se sugiere el uso del “pileteo” en regiones donde sea escasa la lluvia o bien los terrenos por su pendiente tengan el riesgo de erosión hídrica (Cruz y Del Toro, 1990). Otra forma de siembra es al voleo, donde posterior a la distribución de la semilla, se tapa con un pasar una rastra y procurando no dejar a más de 5 cm de profundidad la semilla. Con respecto a la siembra en corrugaciones, la semilla deberá dejarse en hileras divididas entre 12 y 15 cm. Para la distribución de la semilla se puede usar una sembradora Brillion o bien distribución al voleo, y después pasar una rastra de picos para formar las corrugaciones sobre el suelo.

FERTILIZACIÓN: Usar la dosis 40-40-00 en la región de alto potencial, 30-30-00 en la de mediano y 20-20-00 en la de bajo potencial, antes o al momento de la siembra. Se sugiere realizar un análisis de fertilidad del suelo previo al establecimiento del cultivo, a fin de conocer la disponibilidad de nutrientes y hacer una aplicación más precisa (Limón, 2000).

CONTROL DE PLAGAS: Las principales plagas del trigo son los pulgones: **ruso**, *Diuraphis noxia*, **del follaje** *Rhopalosiphum maidis*, **del cogollo**, *Schizaphis graminum* y **de la espiga**, *Macrosiphum avenae*, de los cuales los más dañinos son primeramente el pulgón ruso, seguido por el del cogollo, debido a que inyectan una toxina cuando se alimentan. La época crítica de daño de los pulgones es en las primeras fases de desarrollo del cultivo, ya que el efecto de estas toxinas es mayor en plantas más jóvenes, aunque pueden dañar al cultivo durante todo el ciclo; en trigo, el pulgón de la espiga también es importante porque se alimenta de la espiga y ocasiona pérdidas directas en el rendimiento. Para su control, se puede aplicar alguno de los siguientes productos: pirimicarb, dimetoato, malation, metomilo, en dosis de 0.5 kg, 1.0 litro, 1.0 litro, y 0.4 kg

por hectárea, respectivamente. En algunos años se tiene problemas con el gusano soldado, *P. unipuncta*, para su manejo ver la sección de control de plagas del maíz descrita con anterioridad (Strand y Clark, 1990; Cabañas, 1997a y 1997b; Medina *et al.*, 2009).

Alternativas de control amigable con el ambiente: La aplicación de cuatro gramos por litro de agua de detergente biodegradable es efectiva contra estos pulgones, además de la liberación del depredador *Chrysopa* en dosis de 1 huevo por cada dos pulgones. Por lo cual es necesario hacer un muestreo del número de pulgones por planta, para estimar la población por hectárea, y así calcular la cantidad de huevecillos a liberar (Mena-Covarrubias, 2005).

CONTROL DE MALEZA: Control mecánico. Se realiza en forma indirecta cuando la siembra se efectúa en tierra húmeda, ya que antes de sembrar se rastrea y la maleza presente se elimina. Control químico. Aplicar el herbicida 2,4-D amina en dosis de 1.5 a 2.0 L/ha de producto comercial diluido en 400 litros de agua. La aplicación debe hacerse en la etapa de amacollamiento del cultivo. Si llega a estar presente la avena silvestre utilizar difenzoquat o flamprop metilo en dosis de 3 a 4 litros por hectárea aplicando entre los 25 a 30 días después de la siembra hasta la etapa de amacollo, o bien aplicar fenoxaprop o clodinafop-p en dosis de 1 y 0.25 litros por hectárea, respectivamente (Cabañas, 1997a y 1997b; Medina *et al.*, 2009).

CONTROL DE ENFERMEDADES: Sembrar variedades recomendadas, las cuales son tolerantes a enfermedades.

OTRAS ACTIVIDADES: Se sugiere realizar la práctica del “pileteo” para captar y retener el agua de lluvia al usar los sistemas de siembra en surcos a doble hilera y siembra en corrugaciones. En la región de alto potencial el “pileteo” puede hacerse en la etapa de embuche del cultivo o realizar la siembra en contorno o curvas a nivel sin el “pileteo”. En la región de mediano potencial y en siembras tardías, el “pileteo” debe realizarse desde la siembra y en todos los surcos.

COSECHA: La cosecha deberá realizarse en madurez fisiológica del cultivo, la cual corresponde cuando el color de la espiga es dorado y al desprender el grano sea de consistencia dura, y al ser presionado con la uña, no se parta en dos. La cosecha puede realizarse con maquinaria o bien a mano en pequeñas superficies. En el segundo caso se sugiere hacer gavillas y cuando el grano tenga 12% de humedad trillar en máquinas estacionarias.

RENDIMIENTO POTENCIAL: Alto: 2.5 a 3.0 t/ha; mediano: 2.0 a 2.5 t/ha (Medina *et al.*, 2003). Las zonas con potencial se presentan en la Figura 1.11.

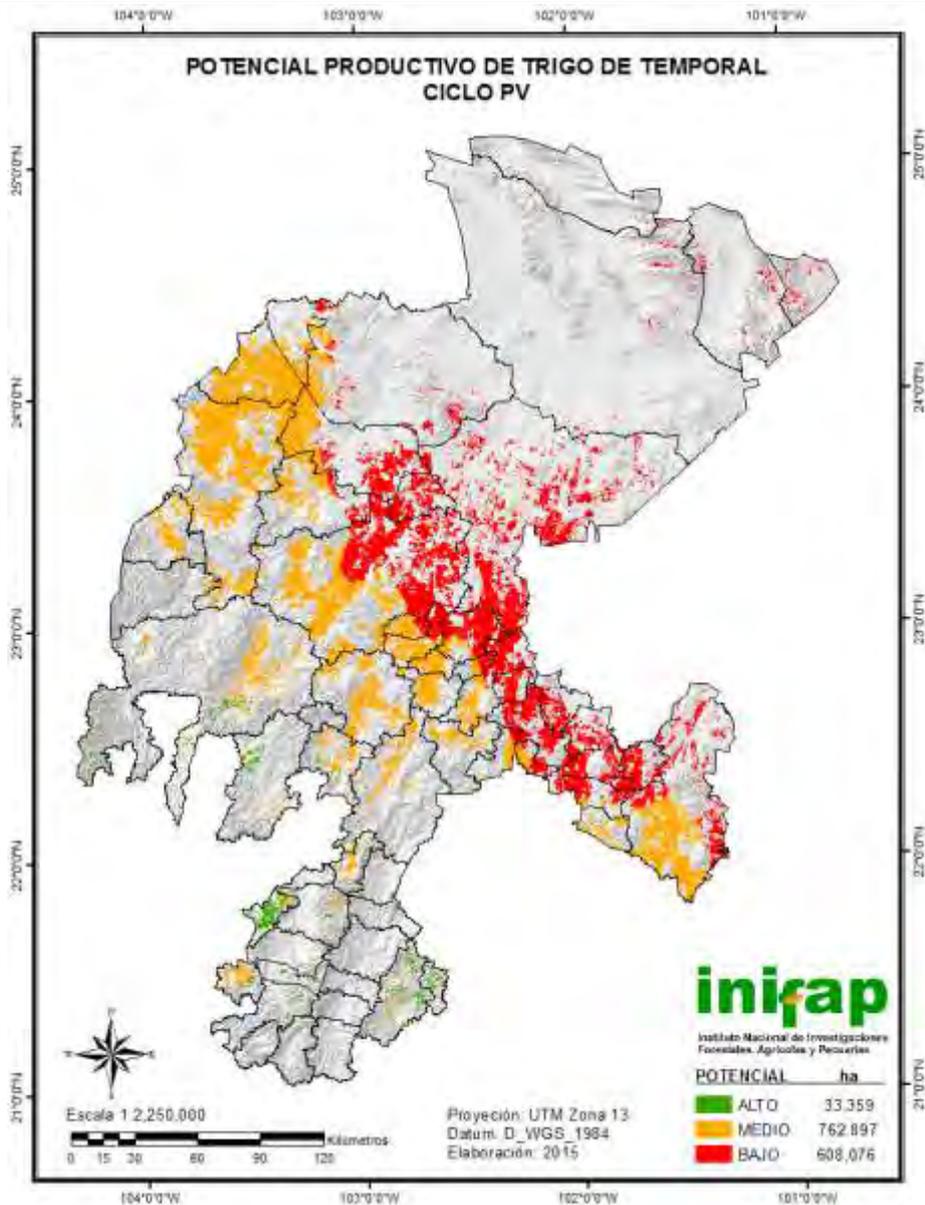


Figura 1.11. Zonas con potencial productivo para trigo grano de temporal en el estado de Zacatecas.

Avena grano (*Avena sativa* L.) Ciclo Otoño-Invierno Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del terreno requiere un barbecho a una profundidad no mayor a 40 cm y uno o dos pasos de rastra con el propósito de eliminar la presencia de terrones que dificulten la emergencia de plántulas del cultivo.

Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar la labranza vertical con arado de cinceles, de esta manera no se expone el suelo al intemperismo, se reduce la descomposición de la materia orgánica, no se mezclan los horizontes, permite mantener residuos de la cosecha anterior en la superficie lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conservación de humedad, además de evitar el piso de arado (Osuna-Ceja, 2015).



La reducción de la labranza, el aumento de la cubierta vegetal y el mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, contribuyen a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumentando el rendimiento y ayudan a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, reduciendo el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

VARIETADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)		ÉPOCA DE SIEMBRA
	SURCOS DOBLE HILERA	AL VOLEO CORRUGACIONES	
Potencial alto y medio Obsidiana	75 a 100	120-150	15 de Dic. al 30 de Ene.
Potencial medio Avemex (Cevamex)			
Karma			
Turquesa			
Potencial bajo Papigochi			

Villaseñor *et al.*, 1998a., y Villaseñor *et al.*, 1998b., Salmerón y Cabañas. 2000., Villaseñor *et al.*, 2009.

MÉTODO DE SIEMBRA: Se recomienda la siembra a doble hilera con distancia entre ellas de 20 cm y una distancia entre surcos de 76 cm. Para el trazo de surcos, una opción es el trazo de curvas a nivel, las cuales permitirán incrementar la captación de humedad en el suelo y reducirán el escurrimiento y erosión hídrica. Para su trazo se puede utilizar un clisímetro de mano, un nivel montado o una manguera de nivel adherida a dos estadales. Una vez trazada

una línea del mismo nivel, se usa como guía para el trazo de surcos y pasos de arado, rastras o escardas, así como la siembra (Cabañas et al., 2004).

Otra forma de siembra es al voleo donde posterior a la distribución de la semilla, deberá taparse al pasar una rastra y procurando no dejar a más de 5 cm de profundidad la semilla. Con respecto a la siembra en corrugaciones, la semilla deberá dejarse en hileras divididas entre 12 y 15 cm. Para la distribución de la semilla deberá usarse una sembradora Brillion o bien distribución al voleo, y posteriormente pasar una rastra de picos para formar las corrugaciones sobre el suelo. En siembras al voleo y en corrugaciones deberán construirse melgas o bordos para facilitar la conducción del agua. La semilla no debe quedar a más de 5 cm de profundidad (Chávez y Gómez, 1999)

FERTILIZACIÓN: Usar la dosis 120-60-00 en dos aplicaciones: 60-60-00 antes o al momento de la siembra y 60-00-00 en la etapa de amacollamiento del cultivo. Si la siembra se realiza en surcos a doble hilera, se facilita la aplicación del fertilizante y la maquinaria no daña las plantas. En el método tradicional de siembras al voleo, la segunda aplicación se debe hacer antes del amacolle, ya que si se realiza después las plantas son dañadas por el paso de maquinaria.

PROGRAMA DE RIEGOS: Los riegos para la avena son el de siembra y posteriormente a los 45 y 75 días cuando existen altas restricciones de agua, o bien el de siembra, 45, 75 y 100 días cuando existe regular disponibilidad de agua, y cuando el agua no es restrictiva se pueden aplicarse hasta cinco riegos después de la siembra a los 15, 35, 65, 85 y 105 días. Al utilizar riego con cintilla se hace un uso más eficiente del agua, además de que en los riegos se pueden aplicar insumos como: herbicidas, fertilizantes en solución, logrando incrementar hasta en 50% el rendimiento del cultivo. Debido a que las

condiciones ambientales como suelo, temperatura y viento son variables se recomienda que se vigilen las necesidades hídricas del cultivo a fin de suministrar un riego extra en caso necesario.

CONTROL DE PLAGAS: Los principales insectos plaga de la avena son los pulgones: pulgón del cogollo *Schizaphis graminum*, pulgón de la espiga *Macrosiphum avenae* y el pulgón del follaje *Rhopalosiphum maidis*. El más dañino es el pulgón del cogollo porque inyecta una toxina cuando se alimenta. La época crítica de daño para *S. graminum* es en las primeras fases de desarrollo del cultivo, ya que el efecto de estas toxinas es mayor en plantas jóvenes, aunque éstas pueden dañar al cultivo durante todo el ciclo. El pulgón de la espiga *M. avenae* causa un daño importante porque se alimenta directamente del grano. Del pulgón del follaje los mayores daños se observan durante las dos semanas posteriores a la emergencia de las plántulas. El umbral económico para la toma de decisión de control químico es de tres a cinco pulgones por planta en la primera semana posterior a la germinación y, a partir de ahí, 15 pulgones por planta. Los pulgones no se multiplican con temperaturas superiores a los 30° C, y con agua de riego o lluvias frecuentes, son desprendidos de las plantas. Suelen causar daños mayores en primavera, atacando primero a las hojas nuevas y después a las espigas. Según la época de siembra, vuelven a invadir a los cultivos cuando el clima sea el ideal para su reproducción y sobrevivencia. Para el control de los pulgones se puede aplicar alguno de los siguientes productos pirimicarb 50W, dimetoato 40 E, malation 1000 E, metomilo 90 PS, en dosis de 0.5 kg, 1.0 litro, 1.0 litro, y 0.4 kg por hectárea, respectivamente (Strand y Clark, 1990; Cabañas, 1997a y 1997b; Medina *et al.*, 2009).

Alternativas de control amigable con el ambiente: La aplicación de cuatro gramos por litro de agua de detergente biodegradable es efectiva contra estos pulgones, además de la liberación del depredador *Chrysopa* en dosis de 1 huevo por cada dos pulgones, es necesario hacer un muestreo del número de pulgones por planta, para estimar la población por hectárea, y calcular la cantidad de huevecillos a liberar de este depredador (Mena-Covarrubias, 2005).

CONTROL DE MALEZA: Control mecánico. Se realiza en forma indirecta cuando la siembra se efectúa en tierra húmeda, ya que antes de sembrar se rastrea y se elimina la maleza. Posteriormente en cada paso de cultivo se eliminará la maleza existente. Cuando la presencia de maleza llega a ser problema, recórrase al control químico. Control químico postemergente. Las malezas de hoja ancha son las más comunes en los cereales menores en el estado de Zacatecas, si este es el caso, aplicar el herbicida 2,4-D amina en dosis de 1.5 a 2.0 L/ha de producto comercial diluido en 400 litros de agua. La aplicación debe hacerse en la etapa de amacollamiento del cultivo (Cabañas, 1997a y 1997b; Medina *et al.*, 2009).

CONTROL DE ENFERMEDADES: Sembrar variedades recomendadas, las cuales son tolerantes a enfermedades.

COSECHA: La cosecha deberá realizarse en madurez fisiológica del cultivo, la cual corresponde cuando el color de la espiga es dorado y al desprender el grano sea de consistencia dura, al ser presionado con la uña, no se parta en dos. La cosecha puede realizarse con maquinaria o bien a mano en pequeñas

superficies. En el segundo caso se sugiere hacer gavillas y cuando el grano tenga 12% de humedad trillar en máquinas estacionarias.

RENDIMIENTO POTENCIAL: 5 t/ha en las zonas de alto potencial y 4 t/ha en las de mediano potencial (Medina *et al.*, 2003). Las zonas con potencial se presentan en la Figura 1.12.

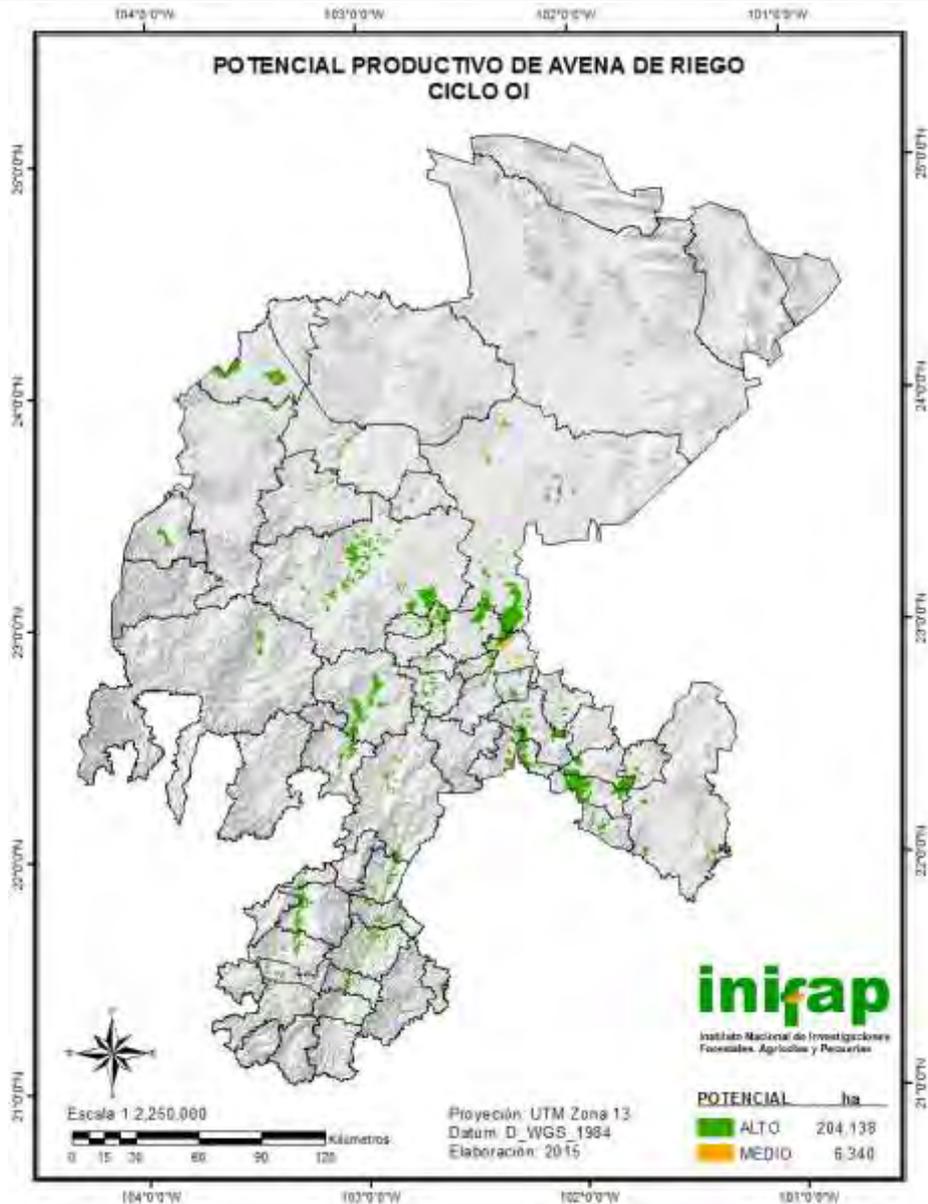


Figura 1.12. Zonas con potencial productivo para avena grano de riego en el estado de Zacatecas.

Avena grano (*Avena sativa* L.) Ciclo Primavera-Verano Modalidad temporal

PREPARACIÓN DEL TERRENO: La preparación del terreno requiere un barbecho a una profundidad no mayor a 40 cm y uno o dos pasos de rastra con el propósito de eliminar la presencia de terrones que dificulten la emergencia de plántulas del cultivo. Por otra parte, se recomienda realizar un paso de rastra después de las lluvias y antes de sembrar a fin de eliminar la presencia de malezas que compiten con el cultivo durante su establecimiento.



Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar la labranza vertical con arado de cincales, ya que no expone el suelo al intemperismo, se reduce la descomposición de la materia orgánica, no se mezclan los horizontes, permite mantener residuos de la cosecha anterior en la superficie lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conservación de humedad, además de evitar el piso de arado (Osuna-Ceja, 2015).

La reducción de la labranza, el aumento de la cubierta vegetal y el mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, contribuyen a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumentan el rendimiento y ayudan a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, reduciendo el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

VARIEDADES Y FECHA DE SIEMBRA:

VARIEDADES	DENSIDAD DE SIEMBRA kg/ha		ÉPOCA DE SIEMBRA
	SURCOS DOBLE HILERA CON PILETEO	CORRUGACIONES CON PILETEO Y AL VOLEO	
Avemex Karma Obsidiana Turquesa Papigochi	80	130	Inicio temporal hasta 31 de Julio

MÉTODO DE SIEMBRA: Se recomienda la siembra a doble hilo con distancia entre ellos de 20 cm y una distancia entre surcos de 76 cm. Para formar los surcos, una opción es el trazo de curvas a nivel, las cuales permitirán incrementar la captación de humedad en el suelo y reducen el escurrimiento y la erosión hídrica. Para su trazo se puede utilizar un clisímetro de mano, un nivel montado o una manguera de nivel adherida a dos estadales. Una vez trazada una línea del mismo nivel, se usa como guía para el trazo de surcos y pasos de arado, rastras o escardas, así como la siembra (Cabañas *et al.*, 2004).

Posterior a la primera escarda y fertilización, se sugiere el uso del “pileteo” en regiones donde sea escasa la lluvia o bien los terrenos por su pendiente tengan el riesgo de erosión hídrica. Otra forma de siembra es al voleo donde después de la distribución de la semilla, deberá taparse al pasar una rastra y procurando no dejar a más de 5 cm de profundidad la semilla. Con respecto a la siembra en corrugaciones, la semilla deberá dejarse en hileras divididas entre 12 y 15 cm. Para la distribución de la semilla se puede usar una sembradora Brillion o bien hacer la distribución al voleo, y posteriormente pasar una rastra de picos para formar las corrugaciones sobre el suelo.

FERTILIZACIÓN: Usar la dosis 40-40-00 en la región de alto potencial, 30-30-00 en la de mediano y 20-20-00 en la de bajo potencial, aplicarlo antes o al momento de la siembra. Se sugiere realizar un análisis de fertilidad del suelo previo al establecimiento del cultivo a fin de conocer la disponibilidad de nutrientes y hacer una aplicación más precisa.

CONTROL DE PLAGAS: Los principales insectos plaga de la avena son los pulgones: pulgón del cogollo *Schizaphis graminum*, pulgón de la espiga

Macrosiphum avenae y el pulgón del follaje *Rhopalosiphum maidis*. El más dañino es el pulgón del cogollo porque inyecta una toxina cuando se alimenta. La época crítica de daño para *S. graminum* es en las primeras fases de desarrollo del cultivo, ya que el efecto de estas toxinas es mayor en plantas jóvenes, aunque pueden dañar al cultivo durante todo el ciclo. El pulgón de la espiga *M. avenae* causa un daño importante porque se alimenta directamente del grano. Respecto al pulgón del follaje los mayores daños se observan durante las dos semanas posteriores a la emergencia de las plántulas. El umbral económico para la toma de decisión de control químico es de tres a cinco pulgones por planta en la primera semana posterior a la germinación y, a partir de ahí, 15 pulgones por planta. Los pulgones no se multiplican con temperaturas superiores a los 30° C, y con agua de riego o lluvias frecuentes, ya que son desprendidos de las plantas. Suelen causar daños mayores en primavera, atacando primero a las hojas nuevas y después a las espigas. Según la época de siembra, vuelven a invadir a los cultivos cuando el clima sea el ideal para su reproducción y sobrevivencia. Para el control de los pulgones se puede aplicar alguno de los siguientes productos primicarb 50W, dimetoato 40 E, malation 1000 E, metomilo 90 PS, en dosis de 0.5 kg, 1.0 litro, 1.0 litro, y 0.4 kg por hectárea, respectivamente (Strand y Clark, 1990; Cabañas, 1997a y 1997b; Medina *et al.*, 2009).

Alternativas de control amigable con el ambiente: La aplicación de cuatro gramos por litro de agua de detergente biodegradable es efectiva contra estos pulgones, además de la liberación del depredador *Chrysopa* en dosis de 1 huevo por cada dos pulgones. Por lo cual es necesario hacer un muestreo del número

de pulgones por planta, para estimar la población por hectárea, y así calcular la cantidad de huevecillos a liberar de este depredador (Mena-Covarrubias, 2005).

CONTROL DE MALEZA: Control mecánico. Se realiza en forma indirecta cuando la siembra se efectúa en tierra húmeda, y antes de sembrar se rastrea con lo cual se elimina la maleza presente. Posteriormente en cada paso de cultivo se eliminará la maleza existente. Cuando la presencia de maleza llega a ser problema, recórrase al control químico. Control químico postemergente. Las malezas de hoja ancha son las más comunes en los cereales menores en el estado de Zacatecas, si este es el caso, aplicar el herbicida 2,4-D amina en dosis de 1.5 a 2.0 L/ha de producto comercial diluido en 400 litros de agua. La aplicación debe hacerse en la etapa de amacollamiento del cultivo (Cabañas, 1997a y 1997b; Medina *et al.*, 2009).

CONTROL DE ENFERMEDADES: Sembrar variedades recomendadas, las cuales son tolerantes a enfermedades.

OTRAS ACTIVIDADES: Se sugiere realizar la práctica del “pileteo” en los sistemas de siembra en surcos a doble hilera y siembra en corrugaciones, para captar y retener el agua de lluvia del temporal. En la región de alto potencial el “pileteo” puede hacerse en la etapa de embuche del cultivo o realizar la siembra en contorno o curvas a nivel sin el “pileteo”. En la región de mediano potencial y en siembras tardías, se debe realizarse desde la siembra y en todos los surcos.

COSECHA: La cosecha deberá realizarse en madurez fisiológica del cultivo, la cual corresponde cuando el color de la espiga es dorado y al desprender el grano

sea de consistencia dura y al ser presionado con la uña, no se parta en dos. La cosecha puede realizarse con maquinaria o bien a mano en pequeñas superficies. En el segundo caso se sugiere hacer gavillas y cuando el grano tenga 12% de humedad trillar con máquinas estacionarias.

RENDIMIENTO POTENCIAL: Alto: 2.5 a 3.0 t/ha; mediano: 2.0 a 2.5 t/ha (Medina *et al.*, 2003). Las zonas con potencial se presentan en la Figura 1.13.

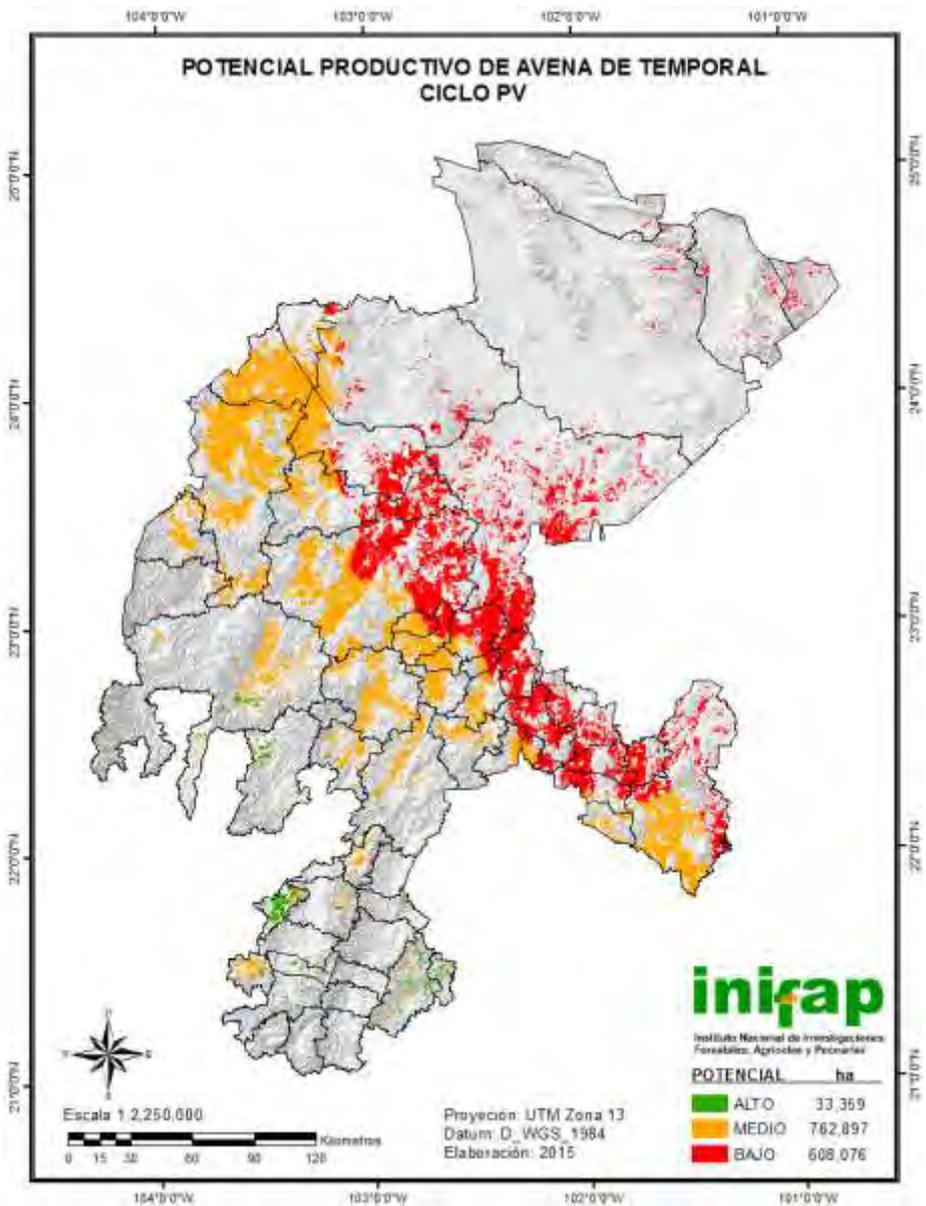


Figura 1.13. Zonas con potencial productivo para avena grano de temporal en el estado de Zacatecas.

Canola (*Brassica napus* L.) Ciclo Primavera-Verano Modalidad temporal

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Como la semilla de canola es muy pequeña, se requiere hacer una buena preparación del terreno para llevar a cabo la siembra superficial de la misma (2 a 3 cm de profundidad) y lograr una emergencia rápida y uniforme de las plántulas. Se requiere de un barbecho a una profundidad no mayor a 40 cm y uno o dos pasos de rastra con el propósito de eliminar la presencia de terrones que dificulten la emergencia de plántulas, además de dejar bien nivelado el terreno. Por otra parte, se recomienda realizar un paso de rastra después de las lluvias y antes de sembrar a fin de eliminar la presencia de malezas que compiten con el cultivo durante su establecimiento (Muñoz *et al*, 1999; Zandate y Medina, 2010; Kandel y Knodel, 2011).



Como alternativa al barbecho con arado de discos, se puede realizar labranza vertical con arado de cinceles, ya que no se expone el suelo al intemperismo, reduciendo la descomposición de la materia orgánica, no se mezclan los horizontes, permite mantener residuos de la cosecha anterior en la superficie lo que reduce la erosión, mantiene la estructura del suelo y favorece la infiltración y conservación de humedad, además de evitar el piso de arado (Osuna-Ceja, 2015).

La reducción de la labranza, el aumento de la cubierta vegetal y el mejor uso de los fertilizantes, entre otras medidas, contribuye a mejorar la capacidad de recuperación del suelo, aumentan el rendimiento y ayudan a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, reduciendo el efecto del cambio climático (IPCC, 2014).

Se siembra a hilera sencilla en surcos de 76 a 81 cm de separación. Así mismo, la siembra se tiene que realizar a tierra venida con cualquier tipo de sembradora con que cuente el productor, ya sea de precisión o clásicas con pequeñas modificaciones.

VARIEDADES, DENSIDAD DE SIEMBRA Y EPOCA DE SIEMBRA (Muñoz *et al.*, 1999; María *et al.*, 2002; CEVAG, 2005; Zandate y Medina, 2010)

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (kg/ha)	ÉPOCA DE SIEMBRA
Híbridos de la serie Hyola Variedades: Armada, Monty, IMC-104, IMC-105	1.5 a 2.5	Al inicio del temporal (siembras después del 15 de julio tienen mayor riesgo de daño por heladas)

FERTILIZACIÓN: Aún no se cuenta con una dosis óptima económica para siembra en áreas de temporal. Sin embargo, la dosis 100-50-30 ha respondido bien en zonas de mediano y buen potencial (Distrito de Desarrollo Rural de Río Grande), el cual presenta promedios de precipitación de 400 a 600 mm por ciclo de cultivo, aplicando la mitad del nitrógeno más todo el fósforo al momento de la siembra, y la otra mitad del nitrógeno al momento de la primera escarda. En áreas de los Distritos de Desarrollo Rural de Fresnillo y Zacatecas con precipitación menores de 400 mm por ciclo de cultivo, la dosis que ha dado mejor resultado es 50-20-00. La cual se puede aplicar al momento de la siembra o fraccionando el nitrógeno, aplicando la mitad al momento de la siembra y la otra mitad en la primera escarda (Zandate y Medina, 2010).

CONTROL DE PLAGAS:

Pulga Saltona (*Phyllotreta* sp.). Los adultos de la pulga saltona son escarabajos pequeños, negros brillantes, redondos que miden de 3 a 4 mm de largo y que saltan como “pulgas” cuando se ven amenazados. El daño es ocasionado por la fase adulta al alimentarse de las hojas y hacer pequeñas perforaciones, que se agrandan a medida que crece la hoja. La pulga saltona es un riesgo para el cultivo solo en las primeras semanas después de la plantación y se controla cuando el número de insectos por planta es mayor de tres. El control químico se puede realizar con esfenvalerato, permetrina, dinotefuran (Kandel y Knodel, 2011).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Eliminar la maleza que esta alrededor del cultivo una semana antes de hacer la plantación; poner atención especial a plantas de la familia Brassicaceae como la

mostacilla y a cultivos como canola. Las piretrinas naturales controlan este insecto.

Gusano de la Col (*Pieris rapae* L.). Puede presentarse desde abril hasta octubre; la generación que se presenta al inicio de la primavera se alimenta de las crucíferas silvestres, pero la que representa el mayor riesgo es la generación que ataca durante el período de floración a madurez. Los huevos son puestos en el envés de las hojas, y es la larva la causante del daño, al consumir el follaje de la planta. Algunos insecticidas que se pueden utilizar para eliminar las larvas son: metomilo, esfenvalerato, permetrina, diazinon (Kandel y Knodel, 2011; Zandate y Medina, 2010).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Hay insecticidas selectivos como *Bacillus thuringiensis*, espinosad, así como hongos entomopatógenos, como *Beauveria bassina*, que se pueden aplicar contra las larvas de primer y segundo instar (Mazad *et al.*, 2011). Con el fin de detectar con oportunidad los estados susceptibles de este insecto plaga, es necesario colocar trampas con feromona para atrapar a los adultos desde que emerge el cultivo.

Pulgón del repollo (*Brevicoryne brassicae* L.)

Este insecto se presenta durante todo el ciclo de la planta. Causa su mayor daño durante la floración, ya que no se forman las silicuas y por consiguiente el rendimiento disminuye. Esta plaga se presenta con mayor intensidad durante el período de sequía intra-estival que coincide en la mayoría de los casos con la floración. El monitoreo de la llegada de los adultos al cultivo de canola se puede hacer con la utilización de trampas amarillas pegajosas, las cuales se deben de cambiar y revisar cada semana. Se justifica una aplicación de insecticida cuando

al menos un 20% de los tallos están infestados con colonias de pulgones a finales de la floración e inicio de formación de las silicuas. Los insecticidas que se pueden utilizar para su control son: imidacloprid, acetamiprid, thiamethoxam, metomilo y dimetoato (Zandate y Medina, 2010; Kandel y Knodel, 2011).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El pulgón verde tiene muchos enemigos naturales nativos, los cuales se deben de proteger no aplicando insecticidas de amplio espectro en las primeras semanas del cultivo. Las piretrinas naturales y el jabón insecticida también controlan este insecto, sin embargo, es muy importante colocar la mayor parte de las gotas de aspersión en el envés de las hojas.

CONTROL DE ENFERMEDADES: Las principales enfermedades que se pueden presentan son:

Chahuixtle blanco *Albugo candida* (Pers.) Kuntze. Puede presentarse durante todo el ciclo, causando su mayor daño durante la floración, principalmente para las variedades de la especie *napus*. El eje floral y las silicuas se hinchan, presentando un aspecto deformado; durante la madurez estas deformaciones adquieren un color blanco; no hay formación de semillas, por lo que el rendimiento disminuye. En plantas pequeñas puede ocasionar una defoliación y las plantas pueden morir. Las condiciones de clima que favorecen al chahuixtle blanco son días lluviosos, fríos y nublados. Este hongo puede infectar la semilla y así estar presente en el siguiente ciclo de cultivo. El control químico se puede realizar con la mezcla de metalaxyl con mancozeb (Kandel y Knodel, 2011).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Uso de semilla sana, rotación de cultivos e incorporación de los residuos de cosecha son factores clave en el manejo de esta enfermedad.

Mancha negra o tizón de las crucíferas (*Alternaria brassicae*) (Berk) Sacc.

Esta enfermedad ocasiona pequeñas manchas café oscuro que aparecen en los tallos y hojas, las manchas están rodeadas de un halo de tejido clorótico. Al transmitirse por semilla, puede infectar desde la fase de plántula, por lo que un ataque severo reduce la densidad del cultivo. En plantas más desarrolladas, el ataque intenso en las silicuas ocasiona que la semilla no se desarrolle, reduciendo el rendimiento y produciendo semilla de mala calidad. La aplicación de clorotalonil, mancozeb, compuestos a base cobre, azoxystrobin, iprodione, son fungicidas que controlan esta enfermedad y se deben de aplicar cuando se observen los primeros síntomas de daño en campo (Kandel y Knodel, 2011).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Uso de semilla sana, rotación de cultivos e incorporación de los residuos de cosecha son factores clave en el manejo de esta enfermedad. *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn es una bacteria que controla biológicamente esta enfermedad.

CONTROL DE MALEZA: Es importante mantener limpio el cultivo por lo menos los primeros 40 días después de la siembra, puesto que es el período crítico de competencia. Posteriormente a esta etapa, la canola puede competir con las malezas, debido a la gran cantidad de follaje que desarrolla. La población de malas hierbas se puede controlar por medio de dos cultivos o escardas, la primera 25 días después de la siembra, cuando la planta tenga una altura de 6

a 15 cm y la segunda cuando la planta alcance una altura de 30 a 40 cm (15 a 20 días después de la primera) (Zandate y Medina, 2010).

COSECHA: El momento oportuno para realizar la cosecha es cuando las vainas o silicuas presentan una coloración café amarillento y el grano tiene entre un 12 y 15% de humedad. La cosecha se tiene que realizar preferentemente por la mañana, ya que a esta hora las plantas mantienen humedad del rocío, lo que facilita la cosecha evitando riesgos de desgrane por el golpeteo del papalote de la trilladora.

La cosecha de la canola se puede realizar directamente, utilizando cualquier maquina combinada que se usa para la recolección de cereales, solo cambiándole el cabezal y el papalote que se utiliza para soya, evitando perdidas por el golpeteo de las plantas en los travesaños del papalote (Zandate y Medina, 2010, CEVAG, 2005).

La cosecha mecanizada se realiza con cosechadora de cereales de grano pequeño, a la cual se le deben hacer los ajustes necesarios. Algunas de estas son tapar todos los agujeros con cinta de aislar, para evitar se pueda tirar la semilla, quitar el papalote a las máquinas que lo tengan fijo; o las que lo tengan con sistema hidráulico se recomienda levantar al máximo y darle un movimiento rotatorio rápido y calibrar la abertura del cóncavo para evitar obtener impurezas en la semilla y no tirar semilla revuelta con la paja que sale de la máquina. Se recomienda trillar durante la mañana o por la tarde para evitar pérdidas por desgrane al medio día (Zandate y Medina, 2010, CEVAG, 2005).

RENDIMIENTO POTENCIAL: 2 a 3 t/ha. Las zonas con potencial se presentan en la Figura 1.14.

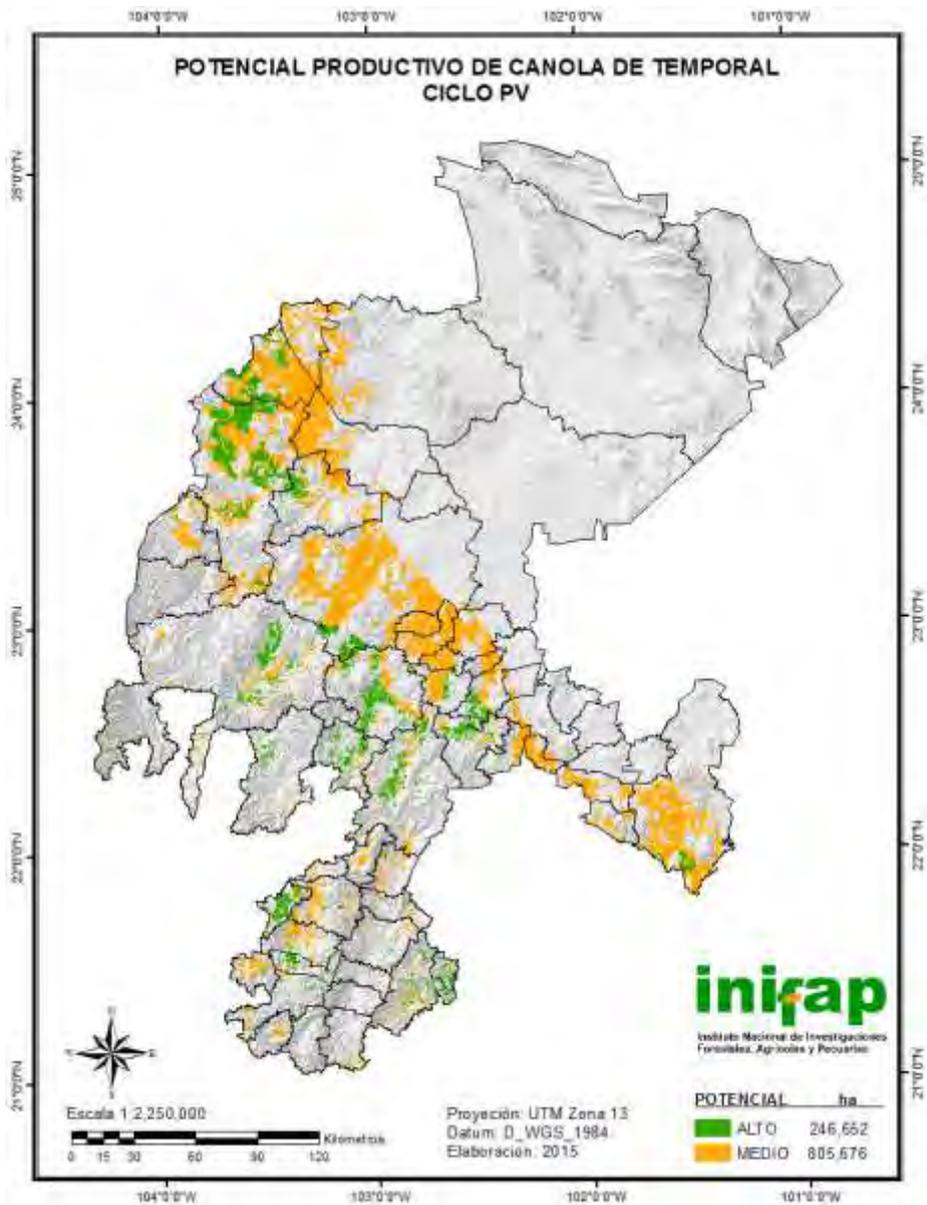


Figura 1.14. Zonas con potencial productivo para canola de temporal en el estado de Zacatecas.

Literatura citada

- Bessin, R. 2003. Fall armyworm in corn. University of Kentucky-College of Agriculture, EntFact-110, 2p.
- Cabañas, C., B. 1997a. Guía para cultivar cebada maltera de temporal en Zacatecas. Folleto para Productores No. 22. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Calera, Calera, Zacatecas, México. 20 p.
- Cabañas, C., B. 1997b. Guía para cultivar cebada maltera bajo riego en el altiplano de Zacatecas. Folleto para Productores No. 21. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Calera, Calera, Zacatecas, México. 23 p.
- Cabañas, C. B., Galindo, G. G.; Mena, C. J. y Medina, G. G. 2004. La siembra en surcos y corrugaciones con pileteo en cebada maltera de temporal en Zacatecas. Folleto para Productores N° 29. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Zacatecas. 42 p.
- Cabral, R. N. Y. Z., Mena, C. J.; Medina, G. G.; Casas, F. I. y Sánchez, G. R. A. 2012. Sistema de alerta para conchuela del frijol y gusano cogollero en el estado de Zacatecas. Folleto Técnico No. 44. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 48 p.
- Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG). 2005. Guía para la asistencia técnica agrícola: área de influencia del Campo Experimental “**Valle del Guadiana**”. **Tercera edición**. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 210 p.
- CIRNE. 2014. Paquete tecnológico para el cultivo avena para grano ciclo agrícola otoño-invierno 2009. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Paquetes2012/58.pdf>. Consultado 2 de septiembre de 2014.

- Chávez, D. J. A. y Gómez, G. S. 1999. Guía para producir forraje de avena y cebada bajo riego en La Costa de Ensenada. INIFAP-CIRNO-Campo Experimental Costa de Ensenada. 9 p.
- Cid, R., J. A.; Reveles, H. M. y Ruiz, T. J. 2013. Rendimiento de dos variedades de frijol flor de junio bajo riego en Calera, Zacatecas, México. Memoria XXV Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Dgo. México. pp. 61-695.
- Cid-Ríos, J. A. y Reveles-Hernández, M. 2013a. Rendimiento y calidad de semilla de dos variedades de frijol flor de mayo bajo riego en Calera, Zacatecas. Memoria del Congreso I Internacional, IX Nacional Recursos Bióticos de Zonas Áridas y VI Nacional orégano y otras aromáticas. pp. 73-81.
- Cid-Ríos, J. Á. y Reveles-Hernández, M. 2013b. Índice de cosecha en cuatro nuevas variedades de frijol bajo riego, en Calera Zacatecas. Memoria del Congreso I Internacional, IX Nacional Recursos Bióticos de Zonas Áridas y VI Nacional orégano y otras aromáticas. Pp. 297-304
- Cid, R., J. A.; Reveles H. M.; Herrera D. M. y Acosta G. J. 2014a. Nuevas variedades de frijol para el estado de zacatecas. Folleto Técnico No. 57. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 35 p.
- Cid, R., J. A.; Reveles H. M. y Velásquez, V. R. 2014b. Selección y almacenamiento de semilla de frijol. Folleto Técnico No. 64. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México. 17 p.
- Cruz, V. A. 1997. El pileteo, una práctica efectiva y sencilla para la captación de agua y conservación de suelo. INIFAP- Fundación Produce Aguascalientes. A.C. Desplegable para Productores N° 23.
- Cruz, V. A., y Del Toro J. A. M. 1990. Pileteadora INIFAP ajustable a equipos agrícolas regionales. Desplegable para Productores N° 16. SARH-INIFAP-CIFAP de Aguascalientes.

- Foster, R. 2005. Corn earworm. Purdue University Cooperative Extension Service, E-31-W, 3p.
- García, R. J. J.; Gámez F. P. V.; Zamora, M. D.; Solano, H. S. y Gámez, V. A. J. 2008. Guía para producir semilla de cebada maltera en surcos en El Bajío. Despegable para productores No. 8. INIFAP-CIRCE-Campo Experimental Bajío. 7p.
- Garza, U. y Terán, V. A. P. 2007. El gusano soldado *Spodoptera exigua* y su manejo en la planicie Huasteca. Folleto técnico 15. SAGARPA-INIFAP-CIRNE-CESTAM. Sitio Experimental Ébano. San Luis Potosí, México. 18 p.
- Gutiérrez, S., J. R. y Luna, F. M. 2007. Tecnología para mejorar la producción de maíz de riego en el altiplano de Zacatecas. Folleto para productores No. 35. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zacatecas., México. 20 p.
- Huerta E., J. 2000. Las royas del trigo. En: Villaseñor M., H. E. y Espitia R., E. (eds.). El trigo de temporal en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, México. p. 231-251.
- Kandel, H. y Knodel, J. J. 2011. Canola production field guide. NDSU Extension Service, publicaction A1280. 122p.
- IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Limón, O., A. 2000. Manejo de nitrógeno para la producción de trigo en áreas de temporal. In: Villaseñor M., H. E. y Espitia R., E. (eds.). El trigo de temporal en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, México. pp. 177-199.

- María, R., A.; García, N. H.; Ortiz, T. C.; Medina, G. G. y Mendoza, H. J. 2002. Sistema de información de zonas potenciales para la producción de cultivos en el estado de Tlaxcala. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Tlaxcala. Tlaxcala, Tlax., México.
- Martínez, G. M. A.; Osuna, C. E. S.; Padilla, R. J. S.; Acosta, G. J. A. y Loredó, O. C. 2008. Tecnología para la producción de frijol en el Norte Centro de México. Libro Técnico No. 4. INIFAP-CIRNE Campo Experimental San Luis. 201 p.
- Mazid, S.; Kalita, J. C. y Rajkhowa, R. C. 2011. A review on the use of biopesticides in insect pest management. International Journal of Science and Advanced Technology 1(7): 169-178.
- Medina G., G.; Rumayor, R. A.; Cabañas, C. B.; Luna, F. M.; Ruiz, C. J. A.; Gallegos V. C.; Madero, T. J.; Gutiérrez, S. R.; Rubio, D. S. y Bravo, L. A. G. 2003. Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas. Libro Técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas, Calera de V. R., Zacatecas. México. 157 p.
- Medina, G. G.; Zegbe, D. J. A.; Mena, C. J.; Gutiérrez, L. R.; Reveles, H. M.; Zandate, H., R.; Ruiz, C. J. A.; Díaz, P. G. y Luna, F. M. 2009. Potencial productivo de especies agrícolas en el distrito de desarrollo rural Zacatecas, Zacatecas. Publicación Técnica No. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas, Calera de V. R., Zacatecas. México. 209 p.
- Mena-Covarrubias, J. 2001. Manual para el control de plagas mediante la avispa parasitoide Trichogramma. Publicación especial # 13. INIFAP-CIRNOC Campo Experimental Zacatecas, Calera, Zacatecas. México 38 p.

- Mena-Covarrubias, J. 2005. Manual para hacer liberaciones de *Chrysopa* contra insectos plaga. Publicación especial # 12. INIFAP-CIRNOC Campo Experimental Zacatecas, Calera, Zacatecas. México. 28 p
- Mena-Covarrubias, J. 2014. Diseño de una trampa alimenticia para el manejo de insectos plaga en cultivos básicos y hortalizas. XXIV Seminario estatal de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario y VIII Foro para la presentación de estrategias didácticas en el marco del PRODEFORMS. Subdirección de Coordinación de enlace operativo de la DGETA en Zacatecas, Calera, Zacatecas, 4 de diciembre del 2014. pv.
- Mena, C. J. y Velázquez, V. R. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Folleto Técnico No. 24. CIRNOC-INIFAP Campo Experimental Zacatecas. 83 p.
- Muñoz, V., S.; Morales, C. A.; Ortiz, E. J. E.; Cortés, J. J. M. y Contreras de la C., E. 1999. Guía para producir canola en el sur de Sonora. Folleto para productores No. 33. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Valle del Yaqui, Obregón, Sonora., México. 28 p.
- Osuna-Ceja, E. S. 2015. Producción de cultivos en terrenos degradados: un caso en el estado de Aguascalientes. *In*: Echavarría C., F.G. Reconversión productiva para el ordenamiento agropecuario. Centro de Desarrollo Rural Sustentable y la soberanía alimentaria. Colección: situación, retos y tendencias para el desarrollo rural sustentable. Cámara de Diputados, LXII Legislatura. México, D.F. pp. 69-88.
- Pérez, T., H. 1986. El frijol bajo temporal en Zacatecas. Folleto para productores Núm. 14. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México.
- Román, F., A. y Espinoza, Z. C. 1985. El girasol, una opción para la agricultura de temporal en Durango. Folleto para productores No. 10. Secretaría de Agricultura, y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones

Agrícolas, Campo Agrícola Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 7 p.

Salmerón, Z. J. J. y Cabañas, C., B. 2000. Ensayo de 30 líneas y variedades de avena riego en Zacatecas 1998/1999. En proyecto: Identificación y validación de una variedad de avena para uso industrial. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro. Informe técnico riego 1998/1999.

Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). 2015. Información de la Producción Agrícola Nacional por Entidad Federativa de los años 1980 a 2014.

Strand, L. L. y Clark, J. K. 1990. Integrated pest management for small grains. University of California State-wide IPM program, Davis CA. UC ANR Publication 3333. pp. 88-101.

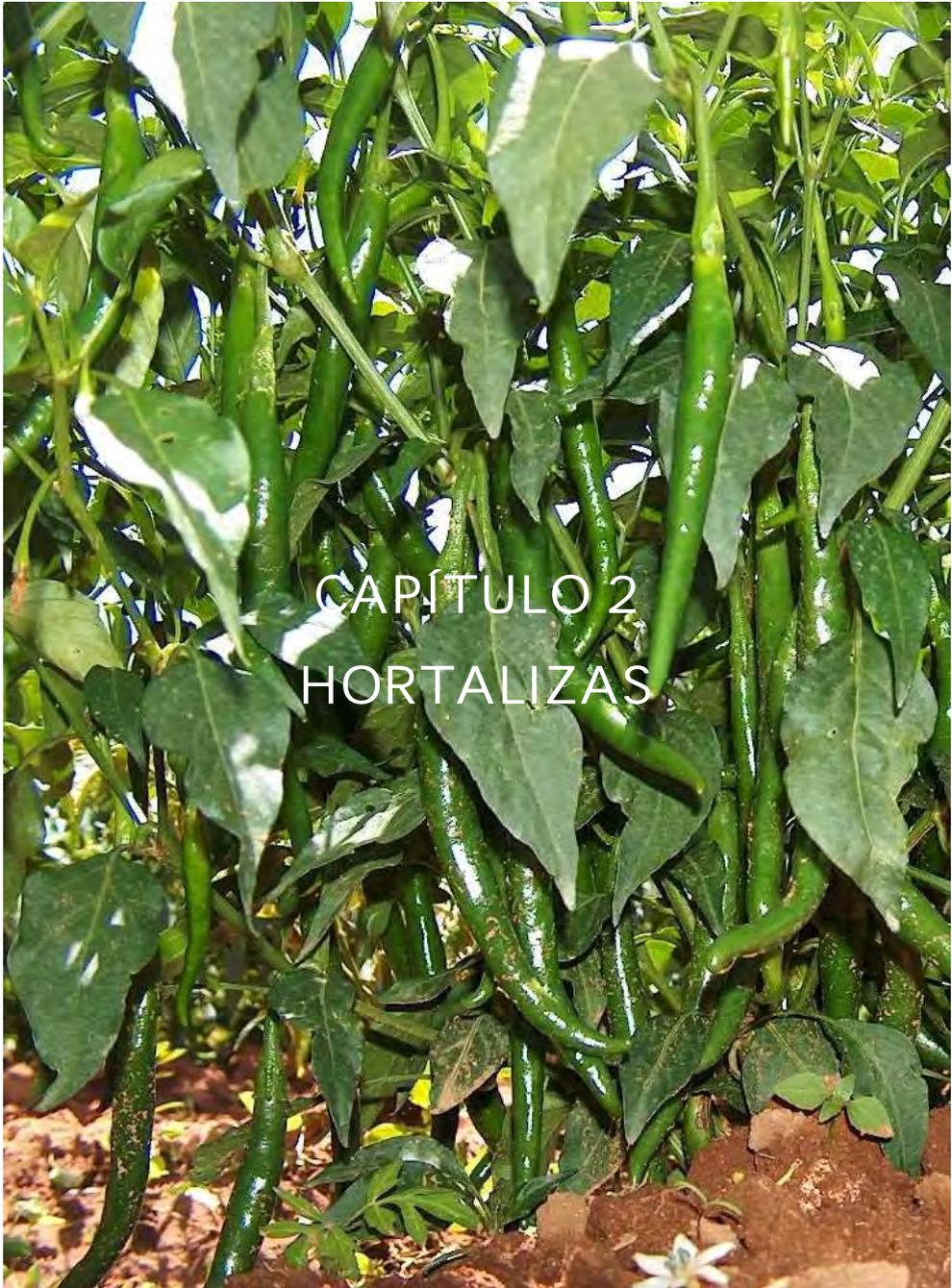
Villaseñor, M., H. E.; Espitia, R., E. y Márquez, C., G. 1998a. CEVAMEX nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Folleto Técnico No. 12. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valla de México, Texcoco, Mexico. 14 p.

Villaseñor, M., H. E.; Espitia, R., E. y Márquez, C., G. 1998b. KARMA nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Folleto Técnico No. 11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, México. 14 p.

Villaseñor, M., H. E. y Espitia, R., H. 2000. Variedades de trigo recomendadas para siembras de temporal en México. *In*: Villaseñor M., H. E. y Espitia R., E. (eds.). El trigo de temporal en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, México. p. 151-176.

- Villaseñor, M., H. E.; Espitia, R., E.; Huerta, E., J.; María, R., A.; Osorio, A., L. y Aguirre, M., D. 2000a. Tlaxcala F2000. Nueva variedad de trigo para siembras de temporal en México. Folleto Técnico No. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, México. 20 p.
- Villaseñor, M., H. E.; Espitia, R., E.; Huerta, E., J.; Solís, M., E.; Aguirre, M., D.; María, R., A. y Salazar, Z., A. 2000b. Náhuatl F2000. Nueva variedad de trigo para siembras en temporales críticos y medio lluviosos en México. Folleto Técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, México. 23 p.
- Villaseñor, M., H. E.; Espitia, R., E.; Huerta, E., J.; González, I., R.; Solís, M., E.; Osorio, A., L. y Aguirre, M., D. 2000c. Juchi F2000. Nueva variedad de trigo para siembras de temporal en México. Folleto Técnico No. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, México. 21 p.
- Villaseñor, M., H. E.; Espitia, R., E.; Huerta, E., J.; González, I., R. y María, R., A. 2000d. Rebeca F2000. Nueva variedad de trigo para siembras en temporales lluviosos y medio lluviosos en México. Folleto Técnico No. 4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Centro, Campo Experimental Valle de México, Texcoco, México. 21 p.
- Villaseñor, M., H. E.; Espitia, R., E.; Huerta, E., J.; Osorio, A. L. y López, H. J. 2009. Turquesa, nueva variedad de avena para la producción de grano y forraje en México. Agric. Téc. Méx. Vol.35 No.4:480-485.
- Villaseñor, M., H. E. 2013. Sistema de mejoramiento genético para generar variedades de trigo resistentes a royas, de alto rendimiento y alta calidad para una producción sustentable en México. Segundo Informe anual Etapa No. 2. CONACYT SAGARPA COFUPRO.

Zandate, H. R., y Medina, G. G. 2010. Guía para la producción de canola en Zacatecas. Folleto para Productores No. 36. INIFAP-CIRNOC Campo Experimental Zacatecas. 22p.



CAPÍTULO 2 HORTALIZAS

Manuel Reveles Hernández
Jaime Mena Covarrubias
Guillermo Medina García
José Ángel Cid Ríos
Francisco Echavarría Cháirez

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas tienen una importancia sobresaliente en las áreas agrícolas del Estado de Zacatecas, ya que anualmente ocupan alrededor de 55,000 hectáreas, de acuerdo con los datos de los últimos 10 años, sin embargo, su importancia también tiene relevancia socioeconómica dado que son la principal fuente de empleo en el medio rural, ya que para su establecimiento, manejo y cosecha requieren de grandes cantidades de mano de obra.

El cultivo de hortalizas ocupa la mayor parte de la superficie cultivada bajo condiciones de riego en el estado de Zacatecas; para el año 2014 se sembraron o trasplantaron 54,105 ha con este tipo de cultivos. Cabe destacar que el Estado es el primer productor de chile para secado a nivel nacional, para el ciclo 2014 se estableció una superficie de 33,132 ha con esta hortaliza, la cebolla es otro cultivo importante por la superficie establecida, 4117 ha, colocando al Estado en quinto lugar nacional por superficie cultivada; la lechuga es el cultivo hortícola que ocupa el tercer lugar por su superficie cultivada en el estado de

Zacatecas, en 2014 se estableció en 3,497 ha, situándolo en el segundo lugar nacional en cuanto a superficie establecida; el cuarto lugar en el Estado lo ocupó el tomatillo o tomate de cascara, con 3,070 ha, mientras que el jitomate rojo ocupó el quinto lugar por su superficie cultivada estableciéndose en 2,698 ha, situando al estado de Zacatecas en el tercer lugar nacional por superficie cultivada con esta especie; otro cultivo hortícola importante en Zacatecas es la zanahoria, ya que esta se estableció en 2,114 ha, situando al Estado en tercer lugar nacional por superficie dedicada al cultivo; Zacatecas es el primer productor de ajo en la república mexicana, estableciéndose en 2,071 ha en el año 2014; otros cultivos importantes por su superficie establecida en el Estado durante los últimos 10 años son la papa y el nopalito, los cuales se establecieron en 785 y 324 ha respectivamente durante el año 2014. (SIACON, 2014).

En el Cuadro 2.1 aparecen las estadísticas de superficie establecida con los principales cultivos hortícolas en el estado de Zacatecas durante el periodo comprendido entre los años 2005 y 2014, en esta serie de datos se nota la tendencia a incrementar la superficie de cultivos como ajo, calabacita, cebolla, cilantro, col, lechuga, papa, jitomate, tomatillo y zanahoria.

Cuadro 2.1. Principales cultivos hortícolas por superficie establecida en el estado de Zacatecas durante el periodo 2005 – 2014.

CULTIVO	Año agrícola									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ajo	1,405	1,416	2,194	1,709	2,035	1,816	2,249	1,960	1,740	2,071
Brócoli	224	173	255	204	155	223	162	61	151	231
Calabacita	552	625	838	794	764	861	844	918	1,039	1,061
Calabaza	225	2,495	2,010		10	10	15	20	50	
Cebolla	2,715	3,106	3,596	2,764	3,753	4,110	4,566	4,142	4,163	4,117
Chicharo	39	37	15	21	26	23	23	24	21	33
Chile Verde	37,579	39,443	37,215	34,918	37,877	36,321	36,915	31,852	31,580	33,132
Cilantro	54	37	44	90	80	142	171	163	238	213
Col (repollo)	257	148	179	290	152	248	236	264	298	306
Coliflor	70		70	100	15	120	70	23	38	43
Ejote		25	23	183	122	41	22	30	2	5
Lechuga	2,378	2,939	2,545	3,354	2,890	3,600	3,629	3,042	3,325	3,497
Nopal verdura	338	357	397	486	404	409	430	335	347	324
Papa	564	432	749	559	719	834	981	824	692	785
Pepino	437	334	212	365	379	360	448	331	311	399
Tomate Rojo (jitomate)	1,929	3,222	3,005	2,253	2,799	3,503	3,232	3,014	2,895	2,698
Tomate Verde (tomatillo)	1,970	3,491	3,016	2,877	2,891	3,210	3,154	2,969	2,963	3,070
Zanahoria	2,106	2,077	2,871	2,567	3,177	3,147	2,766	2,852	2,541	2,114
Total	52,842	60,359	59,235	53,537	58,248	58,978	59,917	52,827	52,399	54,105

Producción de plántula de chile, jitomate, lechuga y tomatillo en invernadero

Introducción

El uso de tecnologías adecuadas para la producción de plántula, ofrece la posibilidad de obtener un producto de calidad con características deseables como: sana, vigorosa, con sistema radical bien desarrollado, sus hojas de buen tamaño y coloración, que esté disponible para replantar cuando se requiera, confiable para arraigo en el campo, libre de plagas, tolerante a cambios ambientales y que su tamaño y desarrollo sea homogéneo (Vavrina, 2002).

La producción de la plántula en invernadero, requiere de cuidados adicionales a los que demanda una plántula desarrollada al aire libre de manera tradicional; generalmente, se desarrollan las plántulas usando un medio de cultivo o sustrato, con el que se sustituye al suelo, con el propósito de que las condiciones de desarrollo de la plántula sean las óptimas.



Características del invernadero para la producción de plántula

Es conveniente el uso de invernaderos con superficie menor a 1000 metros cuadrados, en donde lo largo de la nave deberá ser al menos lo doble de su ancho para que la ventilación del invernadero se realice de manera natural; que cuente

con ventilas laterales dispuestas en las caras más largas del invernadero y que la superficie de ventilas sea el equivalente del 20 al 30 por ciento de la superficie cubierta, además se debe contar con sistema de calefacción para la protección contra heladas que sea adecuado a la superficie del invernadero. Deberá contar con un sistema de soporte para las charolas de siembra el cual debe permitir la circulación del aire por debajo de las mismas. Las ventilas del invernadero deben estar protegidas con malla antiáfidos para evitar la entrada de insectos que pudieran convertirse en plaga o vectores de enfermedades (Reveles-Hernández *et al.*, 2012b).

Preparación del invernadero

Antes de iniciar las actividades de producción de plántula, se recomienda tener listo el invernadero y sus sistemas de calefacción y riego; además, Gooden and Rideout (2005) recomiendan realizar análisis del agua de riego previo a cada temporada de producción de plántula; se debe desinfectar el invernadero para eliminar posibles focos de plagas o enfermedades; también se recomienda iniciar las actividades de producción de plántula con la selección adecuada de semilla de calidad (Food and Agriculture Organization, FAO, 2004).

Con el uso de contenedores para la producción en condiciones de invernadero se obtienen ventajas considerables, sin embargo, para garantizar su éxito, se requiere de un manejo más intenso para la producción que en campo abierto, ya que las raíces están expuestas a fluctuaciones rápidas y, algunas veces grandes en los factores ambientales, principalmente de temperatura.

Sustrato recomendable

El sustrato recomendado para la producción de plántula de hortalizas deberá ser de textura media a fina. En la producción de plántula de hortalizas en

invernadero se han evaluado diversos materiales, buscando el equilibrio entre costo y calidad de la plántula obtenida, por lo que es común la tendencia a usar materiales de origen local tales como fibra de coco, corteza de pino, mantillo de especies de la región o sus mezclas con otros materiales disponibles en el mercado (Huchín *et al.*, 2010a; Huchín *et al.*, 2010b; Reveles-Hernández *et al.*, 2010b).

Tamaño de la cavidad de charola

El tamaño de la cavidad influye significativamente en el crecimiento de la plántula (Galindo *et al.*, 2011; Galindo y Reveles, 2012). Se recomienda utilizar charolas de 200 cavidades para plántula de tomate y chile, mientras que para tomatillo y lechuga se usan charolas de 338 cavidades.

Preparación de las charolas

Cuando se reutilizan charolas es recomendable lavarlas y desinfectarlas minuciosamente, antes de iniciar la siembra; para la desinfección de las charolas se pueden usar productos como: Greenshield (pt200), Physan 20, Phytalex (producto orgánico), o bien, una solución de blanqueador para ropa a base cloro en una proporción 20:1 (20 L de agua con 1 L de cloro comercial) (Reveles-Hernández *et al.*, 2010b); se sugiere sumergir las charolas en la solución desinfectante por espacio de tiempo no menor a cinco minutos.

Procedimiento para siembra de charolas

El llenado de las charolas con el sustrato húmedo se debe realizar sin compactar, **buscando siempre que se llenen hasta el ras; se recomienda no sacudir o “cernir”** las charolas, a fin de evitar compactación del sustrato y posibles problemas de drenaje en las cavidades. La profundidad adecuada de siembra será de 1.0 cm; la siembra se debe realizar con la mayor precisión posible, a fin de depositar sólo

una semilla por cavidad, y una vez sembrada y revisadas se trasladan al área de tapado.

Después de realizar la siembra, se tapa la semilla con sustrato húmedo o vermiculita, se aplica un riego a saturación y se colocan en el cuarto de germinación. Se pueden germinar en el invernadero apilándolas y cubriéndolas completamente con un plástico negro; cuidando que la cubierta de plástico selle totalmente la pila de charolas, para evitar evaporación del agua y facilitar humedad más o menos constante durante la germinación. La temperatura durante el periodo de germinación es determinante, lográndose mejores resultados si esta se mantiene a la temperatura optima (Cuadro 2.2).

Cuadro 2.2. Tiempo de germinación de la semilla de hortalizas, de acuerdo a la temperatura del sustrato y tiempo de obtención de la plántula (Reveles-Hernández et al., 2012b; Maynard and Hochmuth, 2007, Muñoz, 2008; Garza y Molina, 2008).

Cultivo	Temperatura optima de germinación (°C)	Días a emergencia	Días a trasplante
Chile	30	8-11	40
Lechuga	24	2-4	30
Jitomate	30	5-8	30
Tomatillo	30	5-8	30

Se recomienda revisar las estibas de charolas en germinación a partir del día señalado como inicio de emergencia, para lo cual se muestrean 9 charolas de cada estiba, 3 de la parte inferior, 3 de la parte media y 3 de la parte superior; así mismo en cada una de éstas, inspeccionar como mínimo 6 cavidades, lo anterior ayuda a detectar con oportunidad la emergencia de las primeras

plántulas, momento en el que se deberán extender las charolas sobre los soportes.

Manejo de Riegos.

Se recomienda realizar riegos ligeros y frecuentes por lo que es preferible realizar de uno a dos riegos ligeros por día, para que las variaciones de humedad en el sustrato no sean tan marcadas y se disminuya el estrés en las plantas; al mismo tiempo, se evita llegar a saturación y encharcamientos, con lo que disminuye el riesgo de enfermedades.

Fertilización

Se sugiere que la aplicación del fertilizante se inicie a partir del surgimiento del primer par de hojas verdaderas; es conveniente realizar dos aplicaciones por semana (Chávez, 2001; Reveles, 2005).

Para obtener plántula de calidad en condiciones de invernadero, para plántula de chile y jitomate se recomienda mantener una relación 1:2:1 de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente en la solución de riego (Reveles *et al.*, 2010), los datos anteriores son reportados cuando se utilizan charolas de 200 cavidades con capacidad de 25 mL por cavidad, recomendando la aplicación de 200-400-200 mg de nitrógeno, fósforo y potasio por litro de agua para preparar la solución de riego a aplicar dos veces por semana (Reveles-Hernández *et al.*, 2010); sin embargo, al realizar la comparación de las dosis de fertilización para charolas con 338 cavidades de 15 mL de capacidad por cavidad se reporta una relación de 1:3:1 para los nutrientes citados (Reveles-Hernández *et al.*, 2011b). Para el caso de lechuga y tomatillo se sugiere 170-170-170 mg de nitrógeno, fósforo y potasio por litro de agua (Corpus, 2009).

Uso de lombricomposta

Al mezclarse con sustratos a base de turba en proporción 2:1 del volumen de lombricomposta:turba, se obtiene respuesta favorable a parámetros de calidad de la plántula, además de favorecer el crecimiento del tallo en diámetro y longitud (Reveles-Hernández *et al.*, 2011a).

Control de temperatura

Chávez (2001), menciona que se debe mantener una temperatura constante en el invernadero de 18 a 22° C en el día y de 12 a 16° C durante la noche. Por su parte Muñoz (2003), recomienda una temperatura de 22 a 28 ° C en el día y de 16 a 18°C por la noche; este autor también menciona que la temperatura del sustrato debe ser de 15 a 20 °C y la humedad relativa de 75%. Para disminuir el consumo de energía por concepto de calefacción, se recomienda guardar aire caliente durante la tarde, al cerrar el invernadero cuando la temperatura empiece a descender.

Prevención de enfermedades.

Una enfermedad frecuente de las plántulas es el ahogamiento o damping-off, esta enfermedad es causada por varios hongos que viven en el suelo o en la semilla; los más frecuentemente aislados son *Rhizoctonia* spp, *Fusarium* spp y *Pythium* spp (Velásquez y Amador, 2009), aunque es posible que se puedan encontrar otros patógenos. La enfermedad puede presentarse en las etapas de preemergencia o postemergencia de la semilla. En la primera etapa la semilla alcanza a emitir un pequeño tallo que al ser infectado toma una coloración café oscura y muere rápidamente sin emerger. Después de que el resto de las plántulas no afectadas emergen se observan manchones circulares sin plántulas a causa de la enfermedad. En la segunda fase, las plántulas emergen, pero se

forma una lesión en el cuello de la planta que las “dobla” formando los manchones típicos de la enfermedad.

Manejo de enfermedades

Prácticas generales de manejo para prevenir enfermedades: uso de semilla sana, desinfección de semilla, desinfección de charolas usadas, sustrato desinfectado, manejo del agua y manejo del ambiente del invernadero (temperatura, humedad relativa).

El ahogamiento de plántulas puede manejarse en forma preventiva para lo cual se sugiere:

- 1) Utilizar semilla proveniente de plantas y frutos sanos y características agronómicas deseables.
- 2) La semilla obtenida en las condiciones anteriores debe desinfectarse con algún fungicida como el Captan en dosis de cuatro gramos por kilogramo de semilla.
- 3) Se debe asegurar que el sustrato empleado en las charolas está debidamente esterilizado (consultar la etiqueta del producto). Se deben rechazar los contenedores que no estén perfectamente cerrados o que presenten hoyos o rasgaduras.
- 4) Se sugiere evitar los riegos pesados que proporcionaran las condiciones ambientales óptimas para que se presente la enfermedad.

Cuando la enfermedad se presenta en el invernadero se recomienda:

- 1) Eliminar cualquier exceso de humedad; Las charolas donde se observen plantas enfermas se pueden separar y exponerlas al sol en un lugar ventilado para propiciar que desaparezca el exceso de humedad.

- 2) Las plantas muertas pueden eliminarse de las charolas pero no intentar sembrar de nuevo ya que probablemente haya quedado inoculo en el suelo que se adhiere a la celda.
- 3) Si se desea se puede aplicar un fungicida en las charolas donde la restricción de humedad y ventilación no consigan detener el avance de la enfermedad. Los fungicidas recomendados son el Captan (1 – 2 g / litro de agua) o el Propamocarb (1.2 – 2.0 ml/litro de agua). Generalmente una aplicación de cualquiera de estos productos es suficiente para detener la enfermedad, especialmente si se mantiene el control de la humedad.

Control biológico de patógenos

El género *Trichoderma* se ha utilizado con éxito para controlar enfermedades de las plantas causadas por patógenos del suelo de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros (Ezziyyani *et al.*, 2004), así como en el control de patógenos como *Colletotrichum capsici* que afectan la parte aérea de las plantas (Ajith and Lakshmi Devi, 2010). También se ha evaluado el uso y eficiencia de *Pseudomonas fluorescens* sola y en combinación con *Trichoderma* en el manejo de *Rhizoctonia solani* (Rini and Sulochana, 2006).

Se sugiere el uso de *Trichoderma* para el tratamiento de sustratos de cultivo de plántula mezclado previamente a la realización de la siembra en dosis de 30 gramos por cada kilogramo de sustrato (Reveles-Hernández *et al.*, 2012b).

El uso de *G. intraradices* ha demostrado su utilidad en la producción de plántula de calidad de hortalizas en condiciones de invernadero (Lara *et al.*, 2011) al favorecer su desarrollo.

El uso de la micorriza *G. intraradices* Schenck & Smith como inoculante de semilla es considerado como una alternativa factible en la producción de plántula de calidad en condiciones de invernadero (Reveles-Hernández *et al.*, 2012b).

La aplicación de micorrizas comúnmente se recomienda por inoculación de la semilla antes de la siembra, para el caso de hortalizas la recomendación es de 500 gramos de la micorriza INIFAP para la semilla necesaria para una hectárea de cultivo; por lo anterior, se recomienda usar esa cantidad para inocular la semilla de hortalizas cuando la plántula se producirá en charolas y en condiciones de invernadero; sin embargo, a fin de facilitar el proceso de siembra, se han realizado trabajos de aplicación de la micorriza mezclándola con el sustrato, lo que ha reportado resultados similares que su uso inoculando la semilla en diversas hortalizas, es importante calcular el volumen de sustrato necesario para obtener la plantura requerida por hectárea e incorporar los 500g de micorriza mezclándolo homogéneamente con el sustrato (Lara *et al.*, 2011, Reveles *et al.*, 2011).

Características de la plántula para el trasplante

La plántula de chile está lista para el trasplante cuando presenta de tres a cuatro pares de hojas verdaderas y tiene una altura de 10 a 12 cm de altura, (Reveles-Hernández *et al.*, 2012b), la plántula de jitomate deberá tener una altura de 15cm y dos pares de hojas verdaderas, la plántula de tomatillo cuando tenga 10 cm de altura y 6 hojas verdaderas (Corpus, 2009), mientras que la de lechuga deberá tener 10 cm de altura y tres hojas verdaderas (Gómez y Vásquez, 2011).

Ajo (*Allium sativum* L.)
Ciclo Otoño-Invierno
Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Previo a la preparación y para mejorar la agregación del suelo y favorecer el drenaje, se recomienda la incorporación de estiércol seco, o compostas. Es importante preparar el suelo de tal manera que los primeros 15 cm de superficie de la cama de siembra estén libres de maleza y terrones que puedan obstruir el marcado de las líneas de siembra y el tapado de la semilla, así como la fácil emergencia de la misma.

VARIEDADES: El uso de variedades mejoradas de ajo ha demostrado que se puede elevar significativamente el rendimiento del cultivo en el estado de Zacatecas cuando se siembran en la fecha adecuada (Reveles, 2007a y 2007b; Reveles-Hernández *et al.*, 2010a; Reveles *et al.*, 2014; Reveles y Velásquez, 2010a).



Cuadro 2.3. Variedades de ajo recomendadas para el altiplano del estado de Zacatecas

Variedad	Ciclo	Época de siembra
Calerense	210-220	Segunda quincena de septiembre y hasta la segunda de octubre. El cultivo se puede establecer hasta noviembre, aunque esto puede afectar negativamente el rendimiento y calidad. Las variedades más precoces pueden sembrarse más tarde.
Barretero	190-210	
Platero	210-220	
Sanmarqueño	190-200	
Sainero	190-200	
California Early	240-250	

TRATAMIENTO DE LA SEMILLA. El tratamiento consiste en la inmersión de la semilla de ajo en una solución del fungicida tebuconazole en dosis de 1 a 2 litros disuelto en 200 litros de agua por tonelada de semilla durante 8 a 10 minutos. Luego de este tratamiento la semilla puede sembrarse inmediatamente (Reveles y Velásquez, 2010; Velásquez *et al.*, 2011a).

DENSIDAD DE SIEMBRA. Cuando el sistema de riego es por gravedad, comúnmente se siembra en surcos a doble hilera, en donde el ancho del surco varía de 60 a 90 centímetros y estableciendo dos hileras de plantas, en el lomo del surco, con una distancia entre hileras de 15 a 20 centímetros y con una distancia entre plantas de 10 centímetros.

Cuando se usa riego por goteo se recomienda establecer entre 333,000 y 450,000 plantas por hectárea, con distancias entre plantas de 10 centímetros, establecidas en camas de siembra con cuatro o seis hileras de plantas, regadas por una o tres cintillas de goteo por cama de siembra (Reveles y Velásquez, 2010; 2010a).

RIEGOS. Cuando el cultivo se establece en surcos y el riego se realiza por gravedad, es importante que el primer riego se realice de tal manera que la

humedad se distribuya homogéneamente en toda la superficie de la cama de siembra para garantizar una emergencia homogénea.

Cuando el riego se realiza por goteo, se recomienda que se tome en cuenta la evaporación a partir de la lectura del tanque evaporímetro tipo A para calcular los volúmenes de agua requeridos y el tiempo de riego. En el cuadro 2.4 aparecen los valores del coeficiente de cultivo (Kc) a utilizar en las diferentes etapas, mismos que servirán para el cálculo del agua de riego.

Cuadro 2.4. Coeficiente de cultivo “kc” en el altiplano de Zacatecas para diferentes etapas fenológicas del cultivo de ajo (adaptado de Reveles-Hernández *et al.*, 2009).

Etapa fenológica	Etapa vegetativa	Desarrollo de la planta	Bulbificación
Periodo	Septiembre-diciembre	Enero-marzo	Abril-junio
Kc	0.4	0.6	0.7

FERTILIZACIÓN. Para una meta de producción de 20 toneladas por hectárea en densidades de 333,000 plantas por hectárea se recomienda aplicar 250 kilogramos de nitrógeno (N), 100 de fosforo (P), 265 de potasio (K) y 120 de calcio (Ca) (Bravo y Echavarría, 2003), de los cuales se recomienda la aplicación de la fórmula 50 N-50 P-50 K -15 Ca, antes de la siembra y el resto a través del sistema de riego de acuerdo con el programa propuesto en el Cuadro 2.5.

CONTROL DE MALEZA. El periodo crítico de daño por maleza en el cultivo de ajo es de 35 días a partir de la fecha de siembra (Arévalo, 2000), sin embargo, es conveniente mantener el cultivo libre de maleza durante todo el ciclo, a fin de evitar problemas al realizar las demás actividades de manejo y cosecha. Para el

control químico de la maleza en ajo se recomienda el uso de oxifluorfen (Goal, Galigan, Trotzen) en dosis de 1 a 2 litros por hectárea o pendimethalin (Prowl, Patrol), en dosis de 3.5 a 4 litros por hectárea aplicados de manera pre-emergente (Reveles-Hernández *et al.*, 2014c; Reveles-Hernández *et al.*, 2015).

Cuadro 2.5. Aplicación nutrientes N-P-K y Ca a través del sistema de riego, expresados en kilogramos, cada 10 días con base en la absorción de estos durante el ciclo de cultivo del ajo.

Decena	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	Calcio (Ca)
1	0.674	10	0.411	0.3
2	0.823	10	0.505	0.4
3	1.011	10	0.624	0.5
4	1.249	10	0.776	0.6
5	1.553	10	0.974	0.9
6	1.945		1.233	1.3
7	2.454		1.578	1.9
8	3.116		2.041	2.5
9	3.980		2.669	3.6
10	5.100		3.529	4.5
11	6.529		4.714	5.7
12	8.289		6.335	7.5
13	10.301		8.501	9.6
14	12.267		11.208	13.2
15	13.526		14.092	15.3
16	13.069		15.988	12.2
17	10.026		14.803	10.3
18	4.760		10.018	9.75
Total	100.000	50	100.000	100.0

CONTROL DE PLAGAS

Trips (*Thrips tabaci* Lind. y *Frankliniella occidentalis* Pergande son las dos especies trips que afectan simultáneamente el cultivo).

Los trips son insectos pequeños, de cuerpo alargado y delgado, de color café claro a amarillo, incluso negros, con dos pares de alas delgadas; su tamaño es de 2 a 3 mm de largo. Pueden estar presentes durante todo el ciclo de cultivo, aunque sus daños son mayores en plantas jóvenes; la mayoría de los trips, en particular las fases inmaduras se encuentran entre las hojas más jóvenes en el cuello de la planta; las heridas provocadas por los trips al alimentarse pueden servir como puerta de entrada para otros patógenos hasta hacerlas más susceptibles a la infección por virus (Reveles-Hernández *et al.*, 2015).

El umbral de control para trips en ajo no está definido, pero se puede tomar como referencia el propuesto para cebolla que es de 2 a 3 trips por hoja, siempre y cuando las poblaciones totales de trips por planta no superen los 35 insectos (Fournier *et al.*, 1995). Los insecticidas piretroides (por ejemplo, L-cyhalotrina) tienen buen control sobre el trips de la cebolla (*T. tabaci*), mientras los insecticidas fosforados (por ejemplo, oxidemeton metilo, diazinon) y carbamatos (pe metomilo) son efectivos para el trips de las flores (*F. occidentalis*); otros insecticidas que controlan estos insectos son el imidacloprid y el thiamethoxam. Las poblaciones de trips que se encuentran en el cuello de la planta y los dobleces de la hoja frecuentemente no son afectadas por el insecticida aplicado, por lo que el cubrimiento de la aspersion es de importancia primaria en el control de este insecto plaga (Mena, 2006).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Existen varios enemigos naturales que se alimentan de trips: crisopas, catarinitas, chinche pirata, entre otros, pero no evitan que esta plaga ocasione un daño económico al cultivo. Hasta el momento no se tiene una variedad de ajo con resistencia a los trips, aunque las variedades que tienen una arquitectura de hojas más abierta y un cogollo menos cerrado, favorecen una mejor penetración de los insecticidas aplicados para su control. Los hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y *Verticillium lecanii* (Zimm.) reducen las poblaciones de trips, especialmente las fases inmaduras. La aplicación de piretrinas, el aceite de neem y el spinosad son efectivos para eliminar los trips, en especial las fases jóvenes de este insecto (Hossain *et al.*, 2014).

CONTROL DE ENFERMEDADES

Pudrición Blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.)

Las hojas de las plantas infectadas con pudrición blanca muestran un color amarillento, marchitamiento y muerte descendente; las hojas basales (las de mayor edad) son las primeras en colapsarse. La raíz también se pudre, por lo que es fácil sacar las plantas del suelo. Este hongo sobrevive en el suelo en forma cuerpos pequeños, esféricos, de color negro llamados esclerocios, los cuales pueden germinar aún después de 20 años sin presencia de una planta hospedera (ajo o cebolla). Un esclerocio por cada 10 kg de suelo es suficiente para iniciar la enfermedad, mientras que de 10 a 20 esclerocios por kg de suelo resultan en una infección en todas las plantas (Velásquez y Medina, 2004, Velásquez y Medina, 2007; Velásquez *et al.*, 2008 Velásquez y Amador, 2009; Velásquez-Valle *et al.*, 2012). El manejo de la enfermedad incluye el muestreo de suelo previamente a la siembra, el análisis de la semilla de ajo, el tratamiento de la

semilla antes de la siembra con fungicida a base de Tebuconazole la aplicación de fungicidas por medio de la cintilla o directamente al cuello de la planta y el saneamiento de parcelas (Velásquez-Valle et al., 2004; Velásquez et al., 2011; Velásquez-Valle et al., 2012) o bien el mismo fungicida o boscalid aplicados sobre el fondo del surco al momento de la plantación (Davies et al., 2016a).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La mejor estrategia para el manejo de esta enfermedad es la prevención, para lo cual es necesario realizar las siguientes actividades: 1) muestreo y análisis de suelo antes de la siembra de ajo, 2) uso de semilla sana, libre de esclerocios, 3) establecer un cerco fitosanitario para prevenir la introducción de la enfermedad a los lugares que están libres del problema, 4) evitar el movimiento de suelo, plantas de ajo, trabajadores, maquinaria, u otros equipos de parcelas con pudrición blanca a parcelas sanas y 5) el saneamiento de parcelas de ajo o cebolla afectadas por la enfermedad antes de volver a plantar estos cultivos (Davies et al., 2016a).

La pudrición blanca es sensible a temperaturas mayores de 46°C, por lo que sumergir los dientes de ajo en agua caliente reduce la presencia del hongo; sin embargo, la semilla de ajo puede morir a temperaturas de 49°C, por lo que si se hace esta práctica hay que medir con precisión la temperatura del agua. Para desinfectar suelos infectados, se puede asperjar extracto de ajo, cuando la temperatura del suelo es de 15 a 18°C (temperaturas óptimas de germinación de la pudrición blanca), y no plantar ajo o cebolla en ese ciclo (Davies et al., 2016a).

Pudrición por *Penicillium* (*Penicillium spp*)

Esta enfermedad es causada por el hongo *Penicillium spp.*, que provoca la muerte de plántulas, sin embargo, el ataque más importante ocurre después de cosechado el cultivo, durante el almacenamiento (Jepson, 2008). Este hongo es saprófito y vive en residuos de cosecha y tejidos senescentes de la planta. La invasión del bulbo del ajo ocurre a través de heridas, golpes o tejido del cuello que se corta antes de estar seco. Temperaturas de 21 a 25°C, con humedad relativa alta, son las condiciones óptimas para el desarrollo de esta enfermedad.

La semilla puede ser “curada” con fungicidas como benomilo o tecto, en dosis de 0.5 kg por tonelada de semilla en inmersión por 20 minutos.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El manejo de la enfermedad debe comenzar durante la selección de semilla, con la eliminación de todos los bulbos que muestren una coloración verde – azul. Evitar al máximo ocasionar heridas o golpes a los bulbos durante la cosecha y el almacenamiento; cuando se corte el cuello de las plantas, hacerlo una vez que ya está completamente seco. Almacenar los bulbos a 4 °C y baja humedad relativa, lo cual previene el crecimiento y esporulación del hongo (Jepson, 2008)

Nemátodo del tallo y el bulbo (*Ditylenchus dipsaci* Kühn).

Los nemátodos son gusanos microscópicos que viven dentro de las plantas alimentándose de tallos, hojas y bulbos; son capaces de vivir sin agua y toleran la desecación por varios años. Este nemátodo penetra el diente de ajo al momento de germinar, succiona el contenido de las células y las colapsa. Las plantas se achaparran y sus hojas son cortas y engrosadas, a menudo con manchas café o amarillentas; el tejido del bulbo se comienza a ablandar a la altura del cuello y avanza gradualmente hacia abajo.

Se recomienda tratar la semilla con fenamiphos, en dosis de un litro del producto comercial por tonelada de semilla. Antes de plantar se puede aplicar el terreno con 1-3, dicloropropano (Davies *et al.*, 2016). Una vez establecido el cultivo se puede aplicar oxamyl o fenamiphos.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Hay que hacer un muestreo de suelo para identificar la especie de nemátodo presente, así como su densidad poblacional. Para controlar este nemátodo es importante asegurarse que la semilla se encuentra libre de este organismo. Se sugiere evitar la siembra de ajo o trasplante de cebolla en por lo menos cuatro años en las parcelas donde se cuente con antecedentes de la presencia de este nemátodo.

Enfermedades provocadas por virus

La selección rigurosa de la semilla antes de la cosecha es una herramienta importante en el manejo de las enfermedades provocadas por virus, seleccionando plantas que no presenten la sintomatología característica de este problema sanitario (Velázquez *et al.*, 2010c).

COSECHA. El momento oportuno de la cosecha es cuando los dientes o bulbillos están completamente desarrollados y las hojas envolventes del bulbo (catáfilas) se encuentran en cantidad de tres a cinco.

RENDIMIENTO POTENCIAL: Es posible obtener rendimientos de 28 Ton/ha (Figura 2.1).

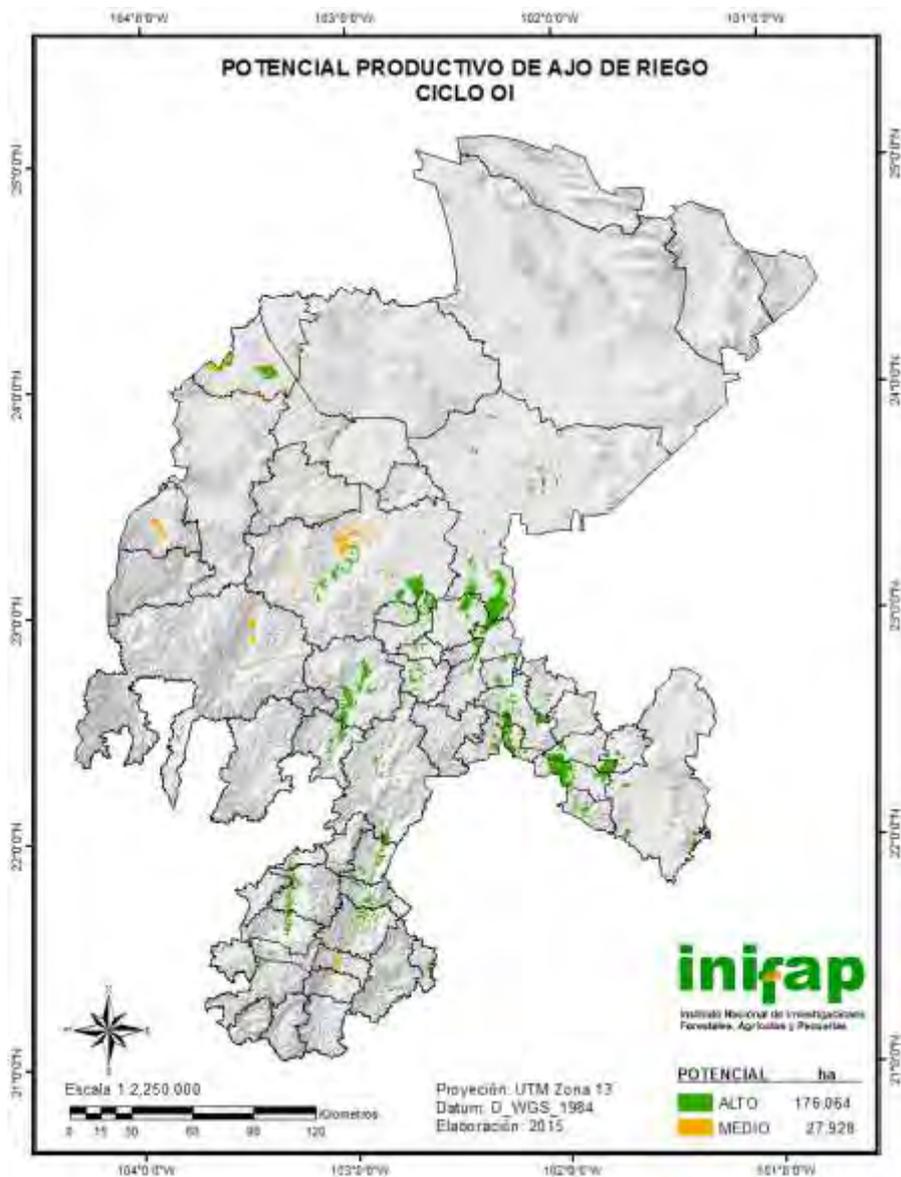


Figura 2.1. Zonas con potencial productivo para ajo de riego en el estado de Zacatecas.

Cebolla (*Allium cepa* L.)
Ciclo Otoño-Invierno
Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Previa a la preparación y para mejorar la agregación del suelo y favorecer el drenaje, se recomienda la incorporación de estiércol seco, o compostas. Después del volteo del suelo se recomienda aplicar uno o varios pasos de rastra para eliminar los terrones sobre la parte superior de la cama de trasplanta a fin de facilitar el marcado para esta práctica, el establecimiento del cultivo y el desarrollo de raíces y bulbo durante el ciclo.



SELECCIÓN DE VARIEDADES: La cebolla es una planta susceptible a la cantidad de horas luz durante el día (fotoperiodo) durante la etapa de formación de bulbo, por lo anterior, es conveniente tomar en cuenta que existen cultivares clasificados de acuerdo al fotoperiodo para definir el mejor momento

de establecimiento de tal manera que exprese su mayor potencial de producción (Cuadros 2.6, 2.7 y 2.8) (Reveles *et al.*, 2013a; 2013b; Reveles-Hernández *et al.*, 2013a y 2013b).

Cuadro 2.6. Características de cultivares de cebolla blanca de fotoperiodo corto que se pueden establecer en el altiplano de Zacatecas.

Nombre	Época de siembra del almácigo	Época de trasplante	Días a cosecha después del trasplante
Azteca	Septiembre a noviembre	Diciembre a marzo	100-105
Cal 214			
Constanza			
Contessa			90-95
Cirrus			100-105
Early Supreme			90-100
Imperial			100-105
Crystal			
Stratus			
Super Grano			
Triumph			
White Crown			
White Grano			90-95

Cuadro 2.7. Características de cultivares de cebolla blanca de fotoperiodo intermedio que se pueden establecer en el altiplano de Zacatecas.

Nombre	Época de siembra del almácigo	Época de trasplante	Días a cosecha después del trasplante
Alabaster	Diciembre a febrero	Marzo a mayo	100-105
Aguila			
Polar			
Sierra Blanca			

Cuadro 2.8. Características de cultivares de cebolla morada que se pueden establecer en el altiplano de Zacatecas.

Nombre	Fotoperiodo	Época de siembra del almácigo	Época de trasplante	Días a cosecha después del trasplante
Crown 2000	Corto	Septiembre a noviembre	Diciembre a marzo	100-105
Mata Hari				
Pac192				
Red grano				
Rumba	Intermedio	Diciembre a febrero		100-105

TRASPLANTE: La plántula está lista para el trasplante de 70 a 90 días después de la siembra, cuando el bulbo tiene un diámetro entre 3 y 7 mm y la altura de la planta es de 30 a 40 cm, cuando el tamaño del bulbo es mayor, el arraigo y emisión de nuevas raíces es más rápido (Reveles-Hernández *et al.*, 2014a; Osuna y Ramírez, 2013).

DENSIDAD DE PLANTACIÓN: Se recomienda establecer el cultivo en densidades de 333,000 plantas por hectárea en camas de seis hileras de siembra cuando se requiere obtener buena calidad del producto (Reveles *et al.*, 2012; Reveles *et al.*, 2013a; Reveles *et al.*, 2013c).

FERTILIZACIÓN Y RIEGO: Se sugiere aplicar la fórmula de fertilización para sistema de siembra a dos hileras de plantas de 200-100-50-15 expresada en kilogramos por hectárea de nitrógeno, fosforo, potasio y zinc respectivamente; sugiriendo fraccionar la dosis recomendada al menos en dos aplicaciones, suministrando todo el fósforo y el zinc, la mitad del nitrógeno y del potasio antes del trasplante; el resto del fertilizante se deberá aplicar 50 días después del

trasplante (Reveles, 2006; Reveles-Hernández y Velásquez-Valle, 2012; Reveles-Hernández *et al.*, 2012c).

Cuadro 2.9. Aplicación de fertilizante nitrogenado y potásico durante el ciclo de cultivo de cebolla a través del sistema de riego por goteo (Reveles-Hernández *et al.*, 2014a).

Semana después del trasplante	Porcentaje de nitrógeno y potasio a aplicar
1	5.0
2	5.0
3	5.0
4	7.5
5	7.5
6	7.5
7	7.5
8	10.0
9	10.0
10	10.0
11	7.5
12	7.5
13	5.0
14	5.0

Cuando el sistema de siembra se realiza en camas de seis hileras de plantas, se recomienda aplicar la fórmula 200-100-100-15 expresada en kilogramos por hectárea de nitrógeno, fósforo, potasio y zinc respectivamente. La aplicación debe realizarse de la siguiente manera, aplicar hasta un 40% del nitrógeno y el fosforo, así como el 50% del potasio antes del trasplante; el fosforo faltante se recomienda aplicarlo a través del sistema de riego durante los primeros 50 días a partir del trasplante del cultivo.

CONTROL DE PLAGAS:

Minador de la hoja (*Liriomyza spp*)

Los adultos son mosquitas de 2 mm de largo de color amarillo, con el dorso oscuro, mientras que sus larvas bien desarrolladas son de color amarillo; la fase de larva es la que ocasiona el daño al cultivo al hacer galerías o túneles continuos de color blancuzco o verdoso, con líneas conspicuas negras parecidas a hilos de excremento en los lados de la galería. En forma individual las galerías son de poca importancia; sin embargo, cuando la población larval es elevada pueden secar hojas enteras. Los problemas con los minadores de la hoja se han incrementado como resultado del uso de plaguicidas de amplio espectro debido a que sus enemigos naturales mueren y los minadores desarrollan resistencias a estos insecticidas.

El muestreo de este insecto se puede realizar mediante inspección visual de hojas o plantas completas para contabilizar larvas o minas; el monitoreo de adultos se puede hacer mediante trampas amarillas con pegamento. No se tiene un umbral económico para determinar el momento oportuno para controlar esta plaga en cebolla, aunque para plantas pequeñas en otros cultivos, la presencia de una larva viva por planta es el umbral de control, mientras que para plantas más desarrolladas, una larva por hoja justifica la aplicación de un insecticida. En el manejo de este insecto, es clave el monitoreo de adultos para detectar con oportunidad la invasión del minador, ya que durante la primavera es común la invasión súbita de poblaciones elevadas de adultos de minador. Algunos insecticidas para el control de minador son: abamectina, cipermetrina, metomilo, diazinon.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Los insecticidas naturales: neem, rotenona y piretrina son efectivos para controlar este insecto plaga, aunque por su baja persistencia hay necesidad de hacer más de una aplicación. También hay productos altamente selectivos para el control de minador, como lo es el regulador de crecimiento cyromazina.

Trips (*T. tabaci* y *F. occidentalis*) son las dos especies trips que afectan simultáneamente el cultivo).

Los trips son insectos pequeños, de cuerpo alargado y delgado, de color café claro a amarillo, incluso negros, con dos pares de alas delgadas; su tamaño es de 2 a 3 mm de largo. Pueden estar presentes durante todo el ciclo de cultivo, aunque sus daños son mayores en plantas jóvenes; la mayoría de los trips, en particular las fases inmaduras se encuentran entre las hojas más jóvenes en el cuello de la planta.

El umbral de control de trips es cuando se encuentren de 2 a 3 trips por hoja, siempre y cuando las poblaciones totales de trips por planta no superen los 35 insectos (Fournier *et al.*, 1995); cuando se tienen problemas de virus de la mancha amarilla del iris, los umbrales antes propuestos no aplican, ya que la tolerancia de trips se reduce a un mínimo. Los insecticidas piretroides (pe L-cyhalotrina) tienen buen control sobre el trips de la cebolla (*T. tabaci*), mientras los insecticidas fosforados (pe oxidemeton metilo, diazinon) y carbamatos (pe metomilo) son efectivos para el trips de las flores (*F. occidentalis*); otros insecticidas que controlan estos insectos son el imidacloprid y el thiamethoxam. Las poblaciones de trips que se encuentran en el cuello de la planta y los dobleces de la hoja no son afectadas por el insecticida aplicado, por lo que el cubrimiento de la aspersión es de importancia primaria en el control de este insecto plaga (Mena, 2006).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Hay varios enemigos naturales que se alimentan de trips: crisopas, catarinitas, chinche pirata, pero no evitan que este insecto ocasione un daño económico al cultivo. Hasta el momento no se tiene una variedad de cebolla con resistencia al trips, aunque las variedades que tienen una arquitectura de hojas más abierta y un cogollo menos cerrado, favorecen una mejor penetración de los insecticidas aplicados para su control. Los hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* y *V. lecanii* reducen las poblaciones de trips, especialmente las fases inmaduras. La aplicación de piretrinas, el aceite de neem y el spinosad son efectivos para eliminar los trips, en especial las fases jóvenes de este insecto.

CONTROL DE ENFERMEDADES:

Pudrición Blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.)

Las hojas de las plantas infectadas con pudrición blanca muestran un color amarillento, marchitamiento y muerte descendente; las hojas basales (las de mayor edad) son las primeras en colapsarse. La raíz también se pudre, por lo que es fácil sacar las plantas del suelo. Este hongo sobrevive en el suelo en estructuras de resistencia llamadas esclerocios (cuerpos pequeños, esféricos, de color negro), los cuales pueden geminar aún después de 20 años sin presencia de una planta hospedera. Un esclerocio por cada 10 kg de suelo es suficiente para iniciar la enfermedad; un esclerocio por cada kg de suelo ocasiona pérdidas medibles, mientras que 10 a 20 esclerocios por kg de suelo resultan en una infección en todas las plantas. El manejo de la enfermedad incluye el tratamiento de la semilla antes de la siembra con fungicida a base de Tebuconazole (Velásquez-Valle et al., 2004; Velásquez-Valle et al., 2012) o bien el mismo fungicida o boscalid aplicados sobre el fondo del surco al momento de la plantación (Davies et al., 2016a).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La mejor estrategia para el manejo de esta enfermedad es la prevención, para lo cual es necesario realizar las siguientes actividades: 1) muestreo y análisis de suelo antes del trasplante de la cebolla, 2) establecer un cerco fitosanitario para prevenir la introducción de la enfermedad a los lugares que están libres del problema, 3) evitar el movimiento de suelo, plantas de cebolla, trabajadores, maquinaria, u otros equipos de parcelas con pudrición blanca a parcelas sanas y 4) el saneamiento de parcelas de ajo o cebolla afectadas por la enfermedad antes de volver a plantar estos cultivos (Davies *et al.*, 2016a).

Mancha púrpura (*Alternaria porri* Ellis)

La mancha púrpura ocasiona lesiones ovales de color púrpura o bronceado sobre la lámina foliar, con franjas amarillas, las cuales se vuelven café, y se extienden a lo largo de la lámina foliar en ambas direcciones de la lesión; en estado más avanzado las lesiones pueden ahorcar y matar la hoja; a veces se desarrollan zonas concéntricas dentro de las lesiones. La enfermedad es favorecida por clima lluvioso, con neblina o mucho rocío durante la noche, y con temperaturas entre los 20 a 25°C (Davies *et al.*, 2016a; Everts y Lacy, 1996). Se sugiere el empleo de fungicidas como el mancozeb, clorotalonil, zineb (fungicidas preventivos), pyraclostrobin y fenamidone (fungicidas curativos).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Prácticas como la rotación de cultivos, especialmente con gramíneas, ayuda a reducir la presencia de la enfermedad. También deben evitarse la aplicación de riegos pesados y prolongados (Martínez-González *et al.*, 2006)

Raíz rosada *Phoma terrestris* E. M. Hans (Sin. *Pyrenochaeta terrestris*).

Las raíces infectadas por raíz rosada, primero son de un color rosa claro, que luego se vuelve más oscuro y va cambiando del rojo al morado, se deshidratan, se hacen negras y mueren. La coloración rosada a rojiza se puede extender a los tejidos externos del bulbo. El síntoma de raíz rosada se puede observar claramente solo en plantas que están creciendo activamente. La severidad de la enfermedad se incrementa con el monocultivo con cebolla.

Solamente 1-3 di cloro propano y metam sodio han sido etiquetados para la supresión del hongo responsable de la raíz rosada, sin embargo, los suelos fumigados pueden ser rápidamente re infestados con éste u otros patógenos vía suelo, residuos contaminados o agua de riego procedente de parcelas no tratadas.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Para el manejo de la enfermedad no trasplante cebolla en terrenos infestados con este hongo por periodos de al menos cinco años. La solarización del suelo es efectiva cuando se plantan cebollas en el otoño, después de dejar el verano sin cultivar el terreno.

Mildiu vellosa (*Peronospora destructor* Berk.)

La primera evidencia de la enfermedad es un crecimiento fino y de color grisáceo a púrpura sobre la superficie de las hojas viejas; en el campo se observan manchones circulares de plantas amarillentas y las esporas se dispersan en la dirección del viento. La alta humedad en el ambiente por al menos dos horas es un requisito para que se desarrolle el mildiu vellosa.

Se sugiere el empleo de fungicidas como el mancozeb, clorotalonil, zineb (fungicidas preventivos), pyraclostrobin y fenamidone (fungicidas curativos). Se requiere de tener un buen cubrimiento de la aspersion para tener buenos resultados en la aplicación de fungicidas contra mildiu.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Se sugiere emplear parcelas con suelos bien drenados así como orientar los surcos o camas en la dirección de los vientos dominantes; las altas densidades de plantas deben ser evitadas así como la aplicación del riego por aspersion. Se recomienda la destrucción de los residuos infectados después de la cosecha y tener rotación de cultivos por al menos tres años antes de volver a cultivar cebolla o ajo.

Virus de la mancha amarilla del Iris.

Las hojas infectadas por este virus generalmente tienen una apariencia opaca. Inicialmente, la forma de las lesiones puede ser entre irregular y en forma de diamante, y de color clorótico o blanco. Pueden desarrollarse bordes distintivos y definidos al alargarse las lesiones. Las hojas se secan conforme las lesiones se alargan y se unen. El vector de este virus es el trips de la cebolla (*T. tabaci*); este insecto solo puede contaminarse con el virus durante la fase inmadura (larva) al alimentarse de una

planta infectada con el virus. Una vez que las plantas se infectan con el virus no hay manera de remediarlas. Los insecticidas piretroides (pe L-cyhalotrina) tienen buen control sobre el trips de la cebolla (Velásquez *et al.*, 2010; Velásquez-Valle y Reveles-Hernández, 2011).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La mejor estrategia es prevenir la transmisión del virus por los trips, por lo que hay que utilizar semilla sana, eliminar las plantas infectadas (cultivadas y maleza dentro y alrededor del cultivo) por el virus tan pronto como se detecten y enfocar el control hacia las larvas de los trips antes de que tengan oportunidad de adquirir el virus al alimentarse de plantas infectadas. Los hongos entomopatógenos: *B. bassiana* y *V. lecanii* reducen las poblaciones de trips, especialmente las fases inmaduras. La aplicación de piretrinas, el aceite de neem y el spinosad son efectivos para eliminar los trips, en especial las fases inmaduras de este insecto. Mantener la fertilidad del suelo, con suficiente humedad para evitar el estrés en las plantas.

CONTROL DE MALEZA: Se debe mantener al cultivo de cebolla libre de maleza durante los primeros 50 a 60 días después del trasplante para disminuir el efecto de competencia y contrarrestar las pérdidas de rendimiento del cultivo.

Se recomienda usar boquillas tipo TeeJet 8004 y aplicar suficiente presión a la aspersora para que las gotas de la solución con herbicida sean lo más fino posible

Cuadro 2.10. Herbicidas recomendados para el control de maleza en el cultivo de cebolla (Reveles-Hernández y Velásquez-Valle, 2014).

Condición	Maleza	Producto comercial	Dosis por hectárea
Almácigos		Aclonifen, Acrobat, Activ, Prodigio	0.8 L
Preemergencia de malezas	Hoja ancha	Trotzen 240 EC, Goal, Galigan, Perencil	1.5 a 2.0 L
	Hoja ancha de semilla pequeña y pastos	Dacthal W-75	8.5 a 10 kg
	Pastos anuales y algunas malezas de hoja ancha	Prowl, Patrol	2.5 L
Postemergencia de las malezas	Hoja ancha	Trotzen 240 EC, Goal, Galigan, Perencil	1.5 a 2 L
	pastos anuales y perenes	Pantera	0.5 L
		Fusilade	0.5 a 1.25 L

COSECHA: El momento de cosecha está definido por la suspensión de la aparición de nuevas hojas y el tallo se torna flácido a la altura del cuello de la planta, en este momento se deben suspender los riegos e iniciar la cosecha con la extracción de los bulbos e inicio de la cosecha.

RENDIMIENTO POTENCIAL: Hasta 130 toneladas por hectárea cuando se usan híbridos de fotoperiodo corto y de 115 para híbridos de fotoperiodo intermedio (Figura 2.2).

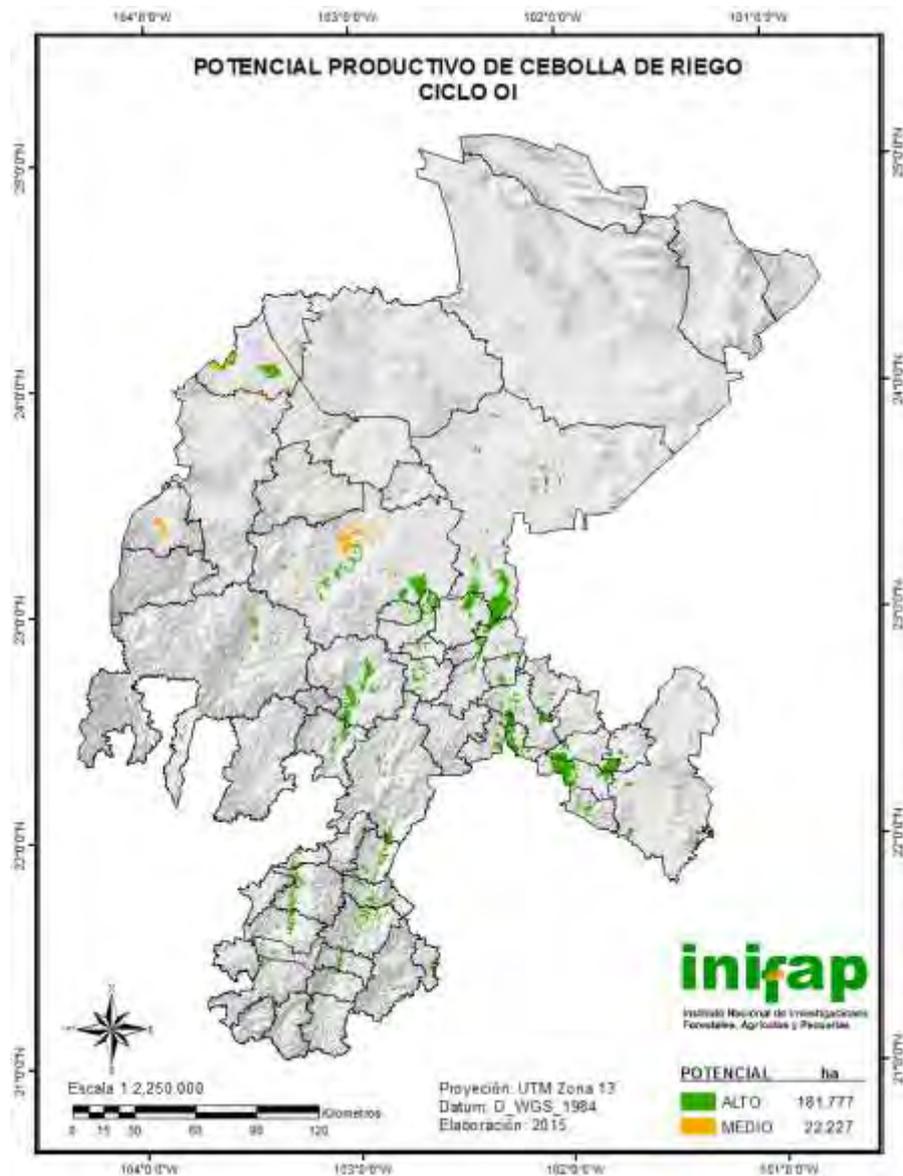


Figura 2.2. Zonas con potencial productivo para cebolla de riego en el estado de Zacatecas.

Chile seco (*Capsicum annuum* L.)
Ciclo Primavera-verano
Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Previo a la preparación y para mejorar la agregación del suelo y favorecer el drenaje, se recomienda la incorporación de estiércol seco, o compostas. Se recomienda preparar una cama de siembra bien mullida para que se facilite las labores de rayado, trasplante y establecimiento del cultivo, para lograrlo se deberá realizar una labor de volteo del suelo y el paso de uno o más rastreos para eliminar los terrones de los primeros 15 centímetros de la superficie del suelo.



VARIEDADES: Los principales tipos de chile que se cultivan en Zacatecas son el mirasol o guajillo, el ancho, el mulato, pasilla, puya y de árbol, en el cuadro 2.11

se enlistan los genotipos usados, así como las recomendaciones de densidad de plantación y la mejor época para realizar esta práctica.

Cuadro 2.11. Características de las principales variedades de chile para secado para el estado de Zacatecas (Cabañas *et al.*, 2006; Ramiro, 1992 y 2001).

VARIEDAD	DENSIDAD DE PLANTACIÓN		ÉPOCA DE PLANTACIÓN
	Surcos 0.76 m Riego por gravedad	Riego por goteo	
Mirasol INIFAP Mirasol VR-91 Mirasol criollo Guajillo San Luis Guajillo INIFAP Puya Caudillo Puya criollo Árbol criollo	39,693 plantas/ha 33 cm entre matas 1 planta por mata	43,290 plantas/ha 1.52 m entre camas 30 cm entre matas 1 planta por mata 2 hileras por cama	15 de abril al 5 mayo
Ancho INIFAP Ancho San Luis Ancho criollo Ancho H. Tiburón Ancho H. Caballero Mulato H. Rebelde Mulato H. Corcel Mulato Bajío Mulato criollo Pasilla Bajío Pasilla Salvatierra Pasilla criollo Pasilla Queréndaro	52,400 plantas/ha 25 cm entre matas 1 planta por mata 68,906 plantas/ha 19 cm entre matas 1 planta por mata	27,500 plantas/ha 1.80 m entre camas 40 cm entre matas 1 planta por mata 2 hileras por cama	

Las densidades de plantación aplican a todas las variedades de chile.

FERTILIZACIÓN: Debido a que no todos los tipos de suelo tienen capacidad de mantener disponibles los nutrimentos para las raíces por un tiempo largo y se corre el riesgo de que se pierdan, la distribución de la aplicación de fertilizantes debe realizarse de tal manera que se favorezca el mejor aprovechamiento de los nutrientes por el cultivo.

La necesidad de fertilizante en cada predio estará determinada por la calidad del agua de riego a utilizar, así como del análisis físico y químico del suelo. El total de los fertilizantes por aplicar estará con base en las necesidades del cultivo de cada nutrimento, menos lo que se esté aplicando de cada nutriente por el agua de riego y menos lo que ya contiene el suelo de cada elemento. Un análisis del agua y suelo puede disminuir la cantidad de fertilizante por aplicar en el ciclo del cultivo; en esto radica la importancia de los análisis, antes de la plantación del cultivo.

La gran mayoría de los suelos de riego del Estado son de textura media para los que se ha encontrado que la aplicación del nitrógeno y potasio debe dividirse al menos en dos fracciones; para el caso de suelos donde la textura sea demasiado arenosa y el riesgo de pérdida del fertilizante sea mayor, se sugiere que la aplicación se haga hasta en tres fracciones (Cuadros 2.12 y 2.13).

Cuadro 2.12. Distribución sugerida para dos fracciones de fertilizantes en el cultivo de chile tipo mirasol cultivado con riego por gravedad.

ETAPA	NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO	OBSERVACIONES
	kg/ha			
Antes de plantar o al surcar I Fracción	110*	100*	75*	Generalmente se realiza a principios del mes de abril. En este momento se recomienda aplicar la primera fracción de fertilizante
Primera pica o escarda I Fracción	110*	100*	75*	Cerca de 15 días después de la plantación; también, se puede aplicar la primera fracción en este momento.
**Floración plena II Fracción	110	00	75	Alrededor de 70 días después de la plantación

* La aplicación de estas cantidades se puede hacer en cualquiera de las dos etapas. Si no se aplica en la primera se podrá recorrer a la etapa siguiente.

** Floración plena, es cuando el cultivo tiene los primeros frutos entre 5 y 10 cm, con la segunda y tercera generación de flores en pleno desarrollo.

RIEGO POR GOTEO EN CAMAS: Para hacer más eficiente el uso del agua en riego por goteo, se recomienda el riego diario o por lo menos dos veces por semana, siempre tomando en cuenta las características del suelo, sobre todo la textura. El sistema de goteo con cintilla enterrada a 20 cm de profundidad reduce el volumen de agua de riego aplicada en 30%, en comparación con la cintilla colocada sobre la superficie del suelo (Servín *et al.*, 2012).

**Tecnología para la producción de cultivos en el área de influencia del
Campo Experimental Zacatecas**

Cuadro 2.13. Distribución sugerida para tres fracciones de fertilizantes en el cultivo de chile tipo mirasol cultivado con riego por gravedad.

ETAPA	NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO	OBSERVACIONES
	kg/ha			
Antes de plantar o al surcar I Fracción	80*	100*	50*	Generalmente al principio de abril
Primera pica o escarda I Fracción	80*	100*	50*	Más o menos 15 días después de la plantación
Segunda escarda II Fracción	70	00	50	Quince días después de la anterior
**Floración plena III fracción	70	00	50	Alrededor de 70 días después de la plantación

* La aplicación de estas cantidades se puede hacer en cualquiera de las dos etapas. Si no se aplica en la primera se podrá recorrer a la etapa siguiente.

** Floración plena, es cuando el cultivo tiene los primeros frutos entre 5 y 10 cm, con la segunda y tercera generación de flores en pleno desarrollo.

El volumen de agua por aplicar en cada riego será para reponer el agua consumida por el cultivo más la evaporada del suelo y se calcula utilizando el dato de la evapotranspiración potencial (ET_o), la cual se determina directamente de las estaciones climatológicas que opera el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) o de las estaciones de o la Comisión Nacional del Agua a partir de la evaporación potencial (E_o) obtenida con la siguiente ecuación: ET_o = (E_o) (K_p), donde K_p es un coeficiente de la región, que para zonas áridas y semiáridas es = 0.75.

Cuadro 2.14. Programa sugerido de riegos por gravedad para el cultivo de chile establecido en surcos (Bravo y Mojarro, 2006, Mojarro et al., 2006).

	Tipo de suelo		
	Franco arenoso	Franco arcillo arenoso	Migajón arcilloso
Riego	Días después del trasplante para cada riego		
Trasplante	0	0	0
1	8	8	8
2	25	35	48
3	41	63	66
4	51	75	84
5	61	87	102
6	71	100	140
7	81	113	160
8	91	130	
9	105	147	
10	119	167	
11	133		
12	190		

Aplicar láminas de riego entre 6 y 8 cm.

Conociendo ETo se podrá calcular el volumen de agua consumida por el cultivo (Vet), con la ecuación: $Vet = (ETo) (Kc) (A) (Fc)$, donde “Kc” es un coeficiente del cultivo que se presenta en el Cuadro 2.15; “A” es el área que se riega al mismo tiempo y “Fc” es el factor de cobertura y depende del área de suelo que cubre el cultivo y se determina con la siguiente ecuación: $Fc = 0.1 (Pc/0.8)^{0.5}$, donde “Pc” es el porcentaje de la superficie total cultivada ocupada por la cubierta vegetal.

Cuadro 2.15. Valores del coeficiente de cultivo (kc) para diferentes etapas fenológicas del chile.

CULTIVO	ETAPA FENOLÓGICA DEL CULTIVO		
	CRECIMIENTO	FLORACIÓN Y FORMACIÓN DEL FRUTO	MADUREZ
Chile	0.30 - 0.40	0.60 - 0.75	0.40 - 0.50
Días después del trasplante	0 - 40	40 - 125	125 - 160

Después de calcular el volumen de agua consumida por el cultivo en metros cúbicos, se divide entre el volumen en metros cúbicos/hora aplicado con el sistema de riego, para obtener las horas de riego necesarias para reponer el agua consumida por el cultivo entre cada riego (se recomienda al productor recurra con su asesor técnico para asesoría sobre este tema).

EJEMPLO: Cuando la lectura de la evaporación potencial (Eo), en un tanque evaporímetro después de dos días es de 16 mm, se tienen los siguientes datos: Eo= 16 mm; kp= 0.75 (para zonas áridas); Kc= 0.70 (en estado de formación de fruto). Área de riego= 10,000 m² y Pc= 50 % (porcentaje de la superficie que ocupa el cultivo). Con estos datos, se determina el Factor de cobertura (Fc), la Evapotranspiración potencial (ETo) y el Volumen evapotranspirado por el cultivo; al utilizar las ecuaciones presentadas con anterioridad se tiene:

1) $Fc = 0.1 (50/0.70)^{0.5} = 0.84$

2) $Etp = (kp) (Eo) = (0.75) (16 \text{ mm}) = 12 \text{ mm} = 0.012 \text{ m}$

3) $Vet = (kc) (Etp) (A) (Fc) = (0.7) (0.012 \text{ m}) (10,000 \text{ m}^2) (0.84) = 70.56 \text{ m}^3$

Si se usa cintilla de riego que cuenta con emisores espaciados a 20 cm y de alto flujo, el cual en una hectárea aplica un volumen de = 30 m³/ha/hora.

Por lo tanto, el tiempo de riego para esa sección = Volumen de agua consumida por el cultivo / Volumen aplicado por el sistema de riego = (70.56 m³/ha)/(30 m³/ha/hr) = 2.35 horas = 2 horas con 20 minutos.

FERTIRRIGACIÓN: Uno de los factores más importantes que se deben controlar en la solución nutritiva, a inyectar por el sistema de riego es el pH, a fin de facilitar que las plantas tomen los nutrimentos esenciales para su desarrollo, por lo que se recomienda que el suelo tenga un valor de pH de 6.5 a 7.0, para que sean asimilables todos los nutrientes con mayor facilidad.

En el CEZAC, por medio de trabajos de investigación realizados en el cultivo de chile Mirasol, se determinó que al regar con el sistema de goteo y al utilizar la fertirrigación con la fórmula compuesta por: 200 kg de N, 75 de P y 100 de K, se logran buenos rendimientos de chile seco, con alto porcentaje de frutos de primera.

El P se puede aplicar en dos ocasiones al principio del cultivo, ya que este fertilizante no es móvil en el suelo y no se pierde con facilidad; la primera aplicación, se debe hacer a los 20 días después del trasplante (37.5 kg) y la otra a los 40 días después de la primera (37.5 kg). Si se aplica ácido fosfórico (50% de P), que es muy soluble, se tendrá que inyectar por el sistema de riego 76 kg/ha de este ácido en cada aplicación, para obtener los 75 kg de P total por ha.

El N y K se aplican a través del sistema de riego por goteo durante todo el ciclo del cultivo, ya que éstos se pueden perder por evaporación, fijación o lixiviación,

por lo que es conveniente aplicarlos poco a poco. En el cuadro 2.16 se presenta un ejemplo de la distribución de los fertilizantes N y K, en base a la extracción de estos nutrientes durante el desarrollo del cultivo; esto puede cambiar, dependiendo del tipo de chile y del suelo. Resultados de investigación recomiendan aplicar al suelo una fertilización base del 15 al 20% del total, antes del trasplante.

Cuadro 2.16. Distribución del nitrógeno y potasio en diferentes etapas del cultivo de chile Mirasol en el altiplano de Zacatecas. (Bravo y Mojarro, 2006).

ETAPA	DURACIÓN EN DÍAS	NITRÓGENO Kg/ha/día	POTASIO Kg/ha/día
1	45	0.5	0.3
2	18	0.75	0.5
3	10	1.1	0.8
4	10	1.4	1.1
5	18	1.8	1.5
6	10	2.2	1.3
7	10	2.5	0.7
8	10	3.0	0.5
9	10	2.0	0.3
10	10	1.0	

CONTROL DE PLAGAS:

Picudo o barrenillo del chile (*Anthonomus eugenii* Cano)

El adulto mide de 2.5 a 3 milímetros de largo, recién emergido es de color café-rojizo y después de dos a tres días cambia a gris o negro, su cuerpo está cubierto con una fina pubescencia (escamas) amarilla, principalmente en el pronoto y élitros. La caída de frutos pequeños es el daño principal que ocasiona y es debido a la larva cuando se alimenta de las semillas. Las mayores pérdidas ocurren cuando los adultos se presentan a partir de los meses de junio a julio; afortunadamente, para la mayoría de la superficie plantada de chile en el

altiplano zacatecano, este insecto se presenta a fines de agosto o principios de septiembre, cuando el riesgo de daño es mínimo, solo en el Distrito de Ojocaliente se tienen riesgos de pérdidas año con año (Mena-Covarrubias, 2006).

El umbral de control es cuando al revisar 400 terminales reproductivas al azar en todo el lote de cultivo (botones florales, flores o frutos pequeños), se encuentre al menos un adulto del picudo del chile. La aplicación de insecticidas va dirigida a eliminar los adultos. Oxamil, tiamethoxam, permctrina y esfenvalerato son algunos insecticidas que se pueden aplicar contra este insecto plaga (Mena-Covarrubias, 2006).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Catolaccus son avispietas parasitoides de larvas del picudo y son una alternativa de control, desafortunadamente aún no se producen de manera masiva en México. Recoger y eliminar los frutos de chile recién caídos son otra opción de control en predios pequeños. Los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, así como las piretrinas naturales y el extracto de neem pueden aplicarse contra los adultos (Mena-Covarrubias, 2006).

Gusano soldado (*Spodoptera exigua* (Hübner))

Los adultos del gusano soldado son palomillas de hábitos nocturnos, de color gris, que miden de 25 a 30 mm. Las larvas pasan por cinco instares y bien desarrolladas son de color verde con bandas longitudinales de color blancuzco, ocre o pardo. El daño es ocasionado por la larva, especialmente durante sus dos últimas fases de desarrollo, al alimentarse del follaje de la planta, la cual puede quedar totalmente defoliada en el transcurso de una semana; también se

alimentan de los frutos. El control de la larva debe hacerse antes de que alcance un tamaño de 2 cm debido a que tiene un nivel alto de resistencia a medida que pasa de ese tamaño. Algunos insecticidas que se pueden utilizar para eliminar las larvas son: metomilo, esfenvalerato, chlorantraniliprol y methoxyfenozide (Mena-Covarrubias, 2006).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Los adultos del gusano soldado pueden ser eliminados utilizando trampas con cebo alimenticio hecho al fermentar por cuatro días una mezcla de 3 kg de melaza, 1 litro de agua y un cuarto de piña madura picada; ese fermento se diluye al 90% en agua y es lo que se coloca en las trampas para capturar los adultos. Las trampas se pueden hacer con garrafones de plástico de 20 litros de capacidad, a los cuales se les hace un corte de 10 x 10 cm en tres de sus cuatro lados, los cortes se hacen al menos 10 cm arriba del fondo del garrafón, y se llenan con el cebo alimenticio casi hasta el ras de los cortes (Mena-Covarrubias, 2014a). Las trampas se exponen durante la noche, y en el día se tapan para evitar atrapar abejas y otros insectos benéficos. La colocación de las trampas es desde una semana previa a la plantación del cultivo. Hay insecticidas selectivos como Bt, espinosad, así como hongos entomopatógenos que se pueden aplicar contra las larvas de primer y segundo instar (Mena-Covarrubias, 2006).

Gusano del fruto (*Helicoverpa zea* (Boddie))

Los adultos del gusano del fruto son palomillas con una expansión alar de 25 a 30 mm, su color es bronceado claro con tintes verdosos. La larva desarrollada tiene un color verde amarillento, naranja, hasta el negro, con manchas negras en la base de los pelos de su cuerpo. El daño lo ocasionan las larvas cuando se alimentan de las semillas de los frutos sazones, con lo cual se pierde su valor

comercial. Este insecto es común cuando la parcela de Chile está junto a plantaciones de maíz, especialmente después de que ha pasado el período de jilote. Algunos insecticidas que se pueden utilizar para eliminar las larvas son: metomilo, esfenvalerato, chlorantraniliprol y methoxyfenozide (Mena-Covarrubias, 2006).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Los adultos del gusano soldado pueden ser eliminados utilizando trampas con cebo alimenticio hecho al fermentar por cuatro días una mezcla de 3 kg de melaza, 1 litro de agua y un cuarto de piña madura hecha pedacitos (Mena-Covarrubias, 2014a).; en el párrafo anterior donde se habla del gusano soldado, se describe el detalle de esta trampa alimenticia. La avispa *Trichogramma* es una buena opción para controlar la fase de huevo del gusano del fruto en Chile y tomate en dosis de liberación de 100,000 avispas por hectárea (Mena-Covarrubias, 2001 y 2004).

Pulga saltona (*Epitrix cucumeris* (Harris))

Los adultos de la pulga saltona son escarabajos pequeños, negros brillantes, **redondos que miden de 3 a 4 mm de largo y que saltan como “pulgas”** cuando se ven amenazados. El daño es ocasionado por la fase adulta al alimentarse de las hojas y hacer pequeñas perforaciones, las cuales se agrandan a medida que crece la hoja. La pulga saltona es un riesgo para el cultivo solo en las primeras semanas después de la plantación; una vez que las plantas ya tienen cinco hojas verdaderas, pueden tolerar poblaciones altas de este insecto. Algunos insecticidas para el control de esta plaga son: esfenvalerato, permetrina, dinotefuran entre otros (Mena-Covarrubias, 2006).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Eliminar la maleza alrededor del cultivo dos semanas antes de hacer la plantación; poner atención a las mostacillas silvestres. Las piretrinas naturales controlan este insecto.

Pulgón verde del durazno (*Myzus persicae* (Sulzer))

El pulgón verde es un insecto de color verde claro, su cuerpo es redondo y tiene un par de cornículos en la parte posterior de su abdomen; produce formas con alas y sin alas y su tamaño va de 1.2 a 2.3 mm de largo. Los pulgones son importantes por el riesgo de transmisión de virus, especialmente durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo. El monitoreo de la llegada de los adultos al cultivo de chile se puede hacer con la utilización de trampas amarillas pegajosas, las cuales se deben de cambiar y revisar cada semana. Los insecticidas que se pueden utilizar para su control son: imidacloprid, acetamiprid, thiamethoxam, metomilo y dimetoato (Mena-Covarrubias, 2006).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de acolchados de color plateado son repelentes a este insecto y son efectivos durante las primeras 3 a 4 semanas después de trasplantado el cultivo. Con el fin de reducir el riesgo de transmisión de virus, las especies de maleza de la familia Solanaceae (trompillo, mala mujer y mora) deben eliminarse antes de que se trasplante el cultivo. El pulgón verde tiene muchos enemigos naturales nativos, los cuales se deben proteger no aplicando insecticidas de amplio espectro en las primeras semanas del cultivo, o bien liberando huevos de *Chrysopa* en dosis de 1 huevo por cada 1.6 pulgones (Mena-Covarrubias, 2001). Las piretrinas naturales y el jabón insecticida también controlan este insecto, solo hay que colocar la mayor parte de las gotas de aspersión en el envés de las hojas (Mena-Covarrubias, 2006).

Pulgón saltador del tomate o paratrioza (*Bactericera cockerelli* (Sulc))

Los adultos del pulgón saltador se parecen a un pulgón, con marcas de color amarillo o blanco sobre el tórax, y una banda transversal blanca en su abdomen, sus alas son de color transparente; tiene cinco fases ninfales, las cuales son aplanadas y de color naranja a verde. Tanto los adultos como las ninfas pueden dañar al cultivo con sus actividades de alimentación, pero el daño mayor ocurre por la transmisión de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*, la cual afecta el desarrollo y producción de la planta de chile. El monitoreo de los adultos en el cultivo se puede hacer con las trampas pegajosas amarillas. Algunos insecticidas que se pueden utilizar son: abamectina, imidacloprid, spirotetramat y spiromesifen, entre otros. Si se tiene la presencia de paratrioza en el cultivo, es importante no aplicar insecticidas del grupo de los carbamatos (carbarilo, metomilo, oxamyl) para el control de otras plagas, ya que estos insecticidas promueven el desarrollo de las poblaciones de paratrioza (Mena-Covarrubias, 2006).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de acolchados de color plateado son repelentes a este insecto y son efectivos durante las primeras 3 a 4 semanas después de trasplantado el cultivo. Los parasitoides de la paratrioza atacan hasta el final del ciclo, por lo que no evitan la pérdida de cosecha. Con el fin de reducir el riesgo de transmisión tipo virus, las especies de maleza de la familia Solanaceae (trompillo, mala mujer y mora) deben eliminarse antes del establecimiento de los almácigos tradicionales o si la planta se produce en invernadero, eliminar estas plantas antes de que se trasplante el cultivo. Se puede aplicar spinosad para controlar este insecto plaga.

CONTROL DE ENFERMEDADES:

Secadera o marchites del chile (causada por un complejo de hongos (*Pythium* spp, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Fusarium oxysporum* Schlecht, *Verticillium* spp, *Sclerotium* spp y *Phytophthora capsici* Leo.). La secadera ocasiona que las plantas afectadas se marchiten repentinamente y mueren con rapidez. La enfermedad se puede presentar en cualquier etapa de desarrollo del cultivo. Los tallos son afectados a nivel del cuello. El factor clave en el desarrollo de la secadera en campo es el exceso de humedad en el suelo, ya que ello predispone a las raíces de la planta a ser infectadas por estos hongos. La falta de materia orgánica en los suelos agrava el problema de secadera en el cultivo de chile (Corrales *et al.*, 1990).

Algunos fungicidas pueden ser efectivos contra *Phytophthora*, cuando se usan de manera preventiva, aplicados al cuello de las plantas y en combinación con las prácticas de control cultural mencionadas en el párrafo siguiente; una vez que el cuello está infectado y han aparecido síntomas de marchitez ya no hay control (Velásquez y Medina, 2006). Se sugiere el uso de metalaxyl, fosetil-al, etridazole y propamocarb.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Algunas prácticas culturales que se sugieren para prevenir y manejar esta enfermedad, son: a) nivelar el terreno y trazar los surcos siguiendo curvas de nivel si es necesario, b) en parcelas con suelos pesados, instalar colectores para drenar el exceso de agua, c) hacer canales para desviar la entrada de agua a la parcela, d) no aplicar riegos pesados, para evitar encharcamientos, e) incorporar materia orgánica para mejorar la actividad biológica del suelo, f) rotación de cultivos estableciendo especies que no sean de la familia Solanaceae y g) utilizar semilla sana (Velásquez y Medina, 2006). Esta enfermedad puede ser

minimizada con el uso del hongo *Trichoderma harzianum* Rifai; la aplicación debe ser preventiva y también dirigirse hacia la base del cuello de la planta.

Cenicilla polvorienta (*Leveillula taurica* (Lév.) Arn))

La cenicilla afecta principalmente las hojas de la planta de chile, y aunque las infecciones inician en las hojas de más edad, lo cual es posible detectar en campo a mediados del mes de junio, esta enfermedad puede presentarse en cualquier etapa de desarrollo del cultivo de chile. Los primeros síntomas son pequeñas áreas decoloradas que se observan a contraluz, las cuales luego se llenan de una capa algodonosa; posteriormente el tejido se vuelve café y finalmente muere. Como consecuencia del daño de este hongo, las hojas se empiezan a caer y dejan los frutos expuestos al sol, con lo cual se incrementa el daño por golpe de sol en los mismos (Velásquez y Medina, 2006). Para su control se puede aplicar: azoxystrobin, tiofanato metilo, myclobutanil o pyraclostrobin entre otros.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Evitar fertilizar con exceso de nitrógeno porque se favorece el exceso de follaje y eso crea un micro ambiente en la planta favorable al desarrollo de la cenicilla. El azufre, el bicarbonato de potasio y la bacteria *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn también controlan la cenicilla. Cuando se usan estos productos, es necesario tener cuidado de colocar la aspersion en el envés de las hojas, especialmente las que se encuentran más cercanas al suelo.

Enfermedades virales. Virus de la punta rizada del betabel, rizado del chile, virus de estilete como el virus del mosaico del pepino, fitoplasmas y/o bacterias que están involucradas en algunos de los síntomas que los productores identifican como “miada de perro” y/o amarillamiento del follaje del chile. Un

síntoma común es la menor carga reproductiva de las plantas de chile, acompañada de follaje clorótico, plantas achaparradas, mosaicos en las hojas, aborto de flores, y/o frutos deformes, entre otros (Velásquez et al., 2011).

Debido a que la mayoría de estos fitopatógenos no tienen un plaguicida específico que los destruya, la base de las acciones de control es reducir al máximo las poblaciones de los insectos vectores como pulgones, paratrioza, chicharritas o mosquitas blancas (Mena-Covarrubias, 2014c). Si los insectos vectores son pulgones, los insecticidas a utilizar son: imidacloprid, acetamiprid, thiamethoxam, metomilo y dimetoato. Si los insectos vectores son paratriozas, los productos a utilizar son: abamectina, imidacloprid, spirotetramat y spiromesifen, entre otros. Mientras que, si se trata de chicharritas como vectores, se necesita aplicar: thiamethoxam, dinotefuran e imidacloprid. Finalmente, si son moscas blancas las que hay que controlar, los productos a utilizar son: imidacloprid, acetamiprid, dinotefuran o spiromesifen. Otra acción clave es la eliminación de la fuente de inóculo de estos fitopatógenos (ver siguiente sección).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La producción de la plántula de chile bajo condiciones de invernadero reduce la infección de virus y fitoplasmas, comparado con la producción de plántula en almácigos tradicionales donde la planta está expuesta a los insectos vectores por más de tres meses. Antes de establecer en campo el cultivo de chile, hay que eliminar de los alrededores de la parcela malezas como gualdrilla (*Reseda luteola* L.), nabo silvestre o saramao (*Eruca sativa* Mill.), mostacilla (*Rapistrum rugosum* L.), mostacilla común (*Sisymbrium irio* L.), trompillo (*Solanum elaeagnifolium* Cav.), hierba mora (*Solanum nigrum* L.), toloache (*Datura* spp), entre otras. Al momento de la plantación hay que colocar trampas pegajosas

amarillas para detectar la llegada de las chicharritas, los pulgones y las paratriozas y las mosquitas blancas para precisar el momento de aplicar un insecticida. Se sugiere acolchar el terreno con plástico de color plateado para reducir el número de insectos vectores que colonizan el cultivo durante las primeras tres a cuatro semanas después de la plantación, bien cubrir las plantas con malla anti-áfidos en micro-túnel (Mena-Covarrubias *et al.*, 2014).

La mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* (Doidge) Dye) y los nemátodos agalladores (*Meloidogyne* spp) pueden ser problemas que limitan la producción de chile; estas enfermedades y su manejo se describen para el cultivo de tomate, y las sugerencias indicadas en ese cultivo son aplicables al chile también.

CONTROL DE MALEZA: Se considera que es necesario mantener libre de maleza al cultivo al menos durante las 12 semanas posteriores al trasplante (Amador-Ramírez, 2002), para lograr lo anterior se recomienda realizar control cultural de la maleza, ya sea trasplantando en terrenos con poca infestación de maleza o bien realizando rotación de cultivos para disminuir la incidencia de malas hierbas, se puede realizar también el control mecánico, ya sea con la correcta y oportuna realización de escardas y el control manual con el uso del azadón, si se realizan correctamente las labores de cultivo la presencia de maleza será mínima. Cuando ya no es posible efectuar cultivos mecánicos por el desarrollo de las plantas o por la presencia de lluvias, es necesario efectuar deshierbes manuales; también se puede realizar el control químico de la maleza aplicando 2.5 kilogramos de trifluralin antes del trasplante e incorporarlo a través de un paso de rastra antes de 24 horas de aplicado; el uso de oxifluorfen se recomienda en el control de maleza aplicándolo como preemergente a la

maleza y postemergente al cultivo, para situaciones en las que se tiene que aplicar el herbicida una vez establecido el cultivo (Amador, 1988).

COSECHA: Los tipos de chiles como los mirasoles, anchos, pasillas, mulatos, puyas y de árbol, se cosechan como chile seco y generalmente se “verdea” sólo en los chiles anchos. La cosecha de los chiles anchos para verdear se realiza entre los 130 y 140 días después del trasplante y por lo general se le da un sólo corte y el resto se deja para cosechar como chile seco.

La cosecha en seco de los chiles anchos, mulatos y pasillas se lleva a cabo en varios cortes, conforme maduran en la planta, cuando cambian su color verde al rojo o café oscuro. Esto ocurre a partir de 150 días después del trasplante; se hacen hasta cinco cortes en el transcurso de mes y medio, según el tipo de chile (Alvarado *et al.*, 2006).

RENDIMIENTO POTENCIAL: 3 a 4.0 t/ha en surcos y 3.0 a 5.0 t/ha en camas con riego por goteo (Figura 2.3).

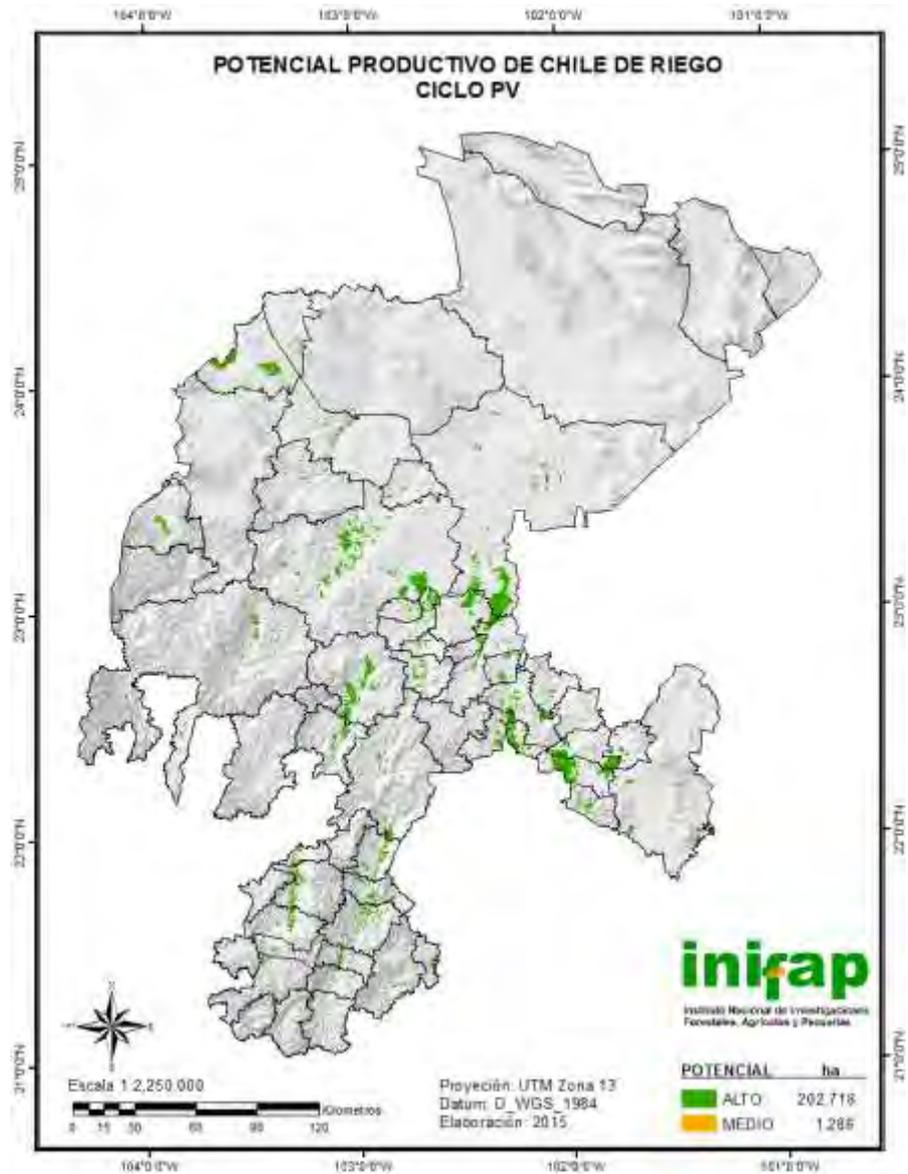


Figura 2.3. Zonas con potencial productivo para chile de riego en el estado de Zacatecas.

Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
Ciclo Primavera-verano
Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Previo a la preparación y para mejorar la agregación del suelo y favorecer el drenaje, se recomienda la incorporación de estiércol seco, o compostas. Es importante preparar el suelo de tal manera que los primeros 15 cm de superficie de la cama de siembra estén libres de maleza y terrones que puedan obstruir el marcado de las líneas de siembra y el trasplante, así como el fácil arraigo de las plantas.



VARIEDADES: En el Cuadro 2.17, se mencionan algunos cultivares propuestos para las condiciones agroecológicas regionales.

Cuadro 2.17. Cultivares de jitomate sugeridos para el estado de Zacatecas.

Cultivar (híbridos y variedades)	Densidad de siembra	Fecha de trasplante
Mariana Mónica Pampero Palomo Pony Express Toro Veloz Yaqui	18,600 a 26,800 plantas/ha	En abril o mayo una vez que haya pasado el riesgo de heladas

TRANSPLANTE: El cultivo de tomate se establece en campo usando plántulas provenientes de almácigos a campo abierto o producida en invernadero, siendo esta última la más recomendada. El porte y hábito de crecimiento de la planta son factores definitivos para establecer la densidad y el marco de plantación, mismo que dependerá del cultivar elegido. Es frecuente usar distancias entre surcos de 1.5 metros y de 30 a 50 centímetros entre plantas, también se llegan a establecer a doble hilera en camas de hasta 2.4 metros de ancho con plantación a tresbolillo donde las distancias entre plantas son de 40 a 50 centímetros. El período del cultivo desde trasplante a madurez de la primera floración varía de 70 a 90 días, dependiendo del cultivar que se establezca, las condiciones ambientales que prevalezcan y el manejo del cultivo (Lorenz y Maynard 1980).

FERTILIZACIÓN: En general, para producir 99 toneladas, el tomate extrae del suelo 260 kilogramos de nitrógeno, 97 de fósforo, 519 de potasio 40 de

magnesio y 60 kilogramos de azufre por hectárea. Por lo anterior, se recomienda que se realice un muestreo y análisis de fertilidad del suelo previo al establecimiento del cultivo a fin de conocer la disponibilidad de nutrientes en el suelo y aplicar la cantidad requerida para satisfacer la demanda de nutrientes necesarios, de acuerdo al potencial de producción esperado (Medina *et al.*, 2009).

RIEGOS: El primer riego se da al momento del trasplante; dos días después se aplica el “sobre riego”, ocho días después del segundo riego se aplica el tercero o “riego de ocho”. Después se sugiere no regar por un período de 20 días y posteriormente se reanudan los riegos con una frecuencia de cada 15 días. Los riegos deberán ser ligeros para evitar que la humedad llegue a la base del tallo.

CONTROL DE PLAGAS:

Gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella* (Walshingham))

Los adultos del gusano alfiler son palomillas nocturnas que miden de 6 a 8 mm de largo, son de color gris claro y con sus alas salpicadas con manchas oscuras. Las larvas desarrolladas son de color gris amarillento, con una banda irregular de color rojo o marrón a través de cada segmento; estas larvas se encuentran comúnmente en el fruto. El daño es ocasionado por las larvas cuando se alimentan de las hojas y los frutos, cuando las poblaciones son elevadas, pueden afectar el 100% de los frutos. La larva normalmente penetra los frutos a través del cáliz, aunque cuando las poblaciones son altas, penetran por cualquier parte. El manejo de este insecto plaga se puede mejorar considerablemente si se tiene un monitoreo de los adultos utilizando trampas con feromona, al ubicar las fases del cultivo con mayor incidencia de los adultos del insecto plaga, lo cual ocurre unas tres semanas antes de que se observen los daños al cultivo por la fase de

larva. Esfenvalerato, metomilo, abamectina, chlorantraniliprole e indoxacarb son algunos insecticidas utilizados para el control del gusano alfiler (Natwick et al., 2016).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El método de confusión sexual que reduce la probabilidad de que los sexos se encuentren para reproducirse, consiste en colocar 800 emisores de la feromona de la hembra por hectárea, con el fin de saturar el ambiente con feromona y evitar que los machos encuentren a las hembras para aparearse, es una opción de control contra este insecto plaga. Tener un periodo libre de plantación de tomate es una opción de manejo contra este insecto plaga en la zona de Los Cañones, entre más largo sea el periodo libre del cultivo, mejores son los resultados; en el altiplano esta opción no es viable. La destrucción de residuos del cultivo, inmediatamente después de la cosecha es otra acción de control importante. El insecticida biológico Bt es una opción de control efectiva contras los primeros instares del gusano alfiler del tomate (Natwick et al., 2016).

Gusano del fruto (*Heliothis zea* (Boddie))

Los adultos del gusano del fruto son palomillas de tamaño medio, con una expansión alar de 25 a 30 mm, su color es bronceado claro con tintes verdosos. La larva bien desarrollada tiene un color que va desde verde amarillento hasta el negro, con manchas negras en la base de los pelos de su cuerpo. El daño lo ocasionan las larvas cuando perforan los frutos para alimentarse de las semillas, con lo cual se pierde su valor comercial. Este insecto es común cuando los jitomates están junto a plantaciones de maíz de riego, especialmente después de que ha pasado el periodo de jilote. Algunos insecticidas que se pueden utilizar para eliminar las larvas son: metomilo, esfenvalerato, chlorantraniliprol y methoxyfenozide; sin embargo, se tiene solo uno o dos días para eliminar la

larva, que es el período que transcurre desde que nace del huevo hasta antes de que penetre al fruto, donde ya no es posible su control.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Los adultos del gusano del fruto pueden ser eliminados utilizando trampas con cebo alimenticio hecho al fermentar por cuatro días una mezcla de 3 kg de melaza, 1 litro de agua y un cuarto de piña madura hecha pedacitos; ese fermento se diluye al 90% en agua y es lo que se coloca en las trampas para capturar los adultos. Las trampas se pueden hacer con garrafones de plástico de 20 litros de capacidad, a los cuales se les hace un corte de 10 x 10 cm en tres de sus cuatro lados, los cortes se hacen al menos 10 cm arriba del fondo del garrafón, y se llenan con el cebo alimenticio casi hasta el ras de los cortes (Mena-Covarrubias, 2014a). Las trampas se exponen durante la noche, y en el día se tapan para evitar atrapar abejas y otros insectos benéficos. La colocación de las trampas es desde una semana previa a la plantación del cultivo (Mena Covarrubias, 2014). La avispa *Trichogramma* es una buena opción para controlar la fase de huevo del gusano del fruto en chile y tomate (Mena-Covarrubias, 2001). Hay insecticidas selectivos como Bt, spinosad, así como hongos entomopatógenos que se pueden aplicar contra las larvas de primer y segundo instar (Natwick *et al*, 2016).

Pulgón saltador del tomate o paratrioza (*Bactericera cockerelli* (Sulc))

Los adultos del pulgón saltador se parecen a un pulgón, con marcas de color amarillo o blanco sobre el tórax, y una banda transversal blanca en su abdomen, sus alas son de color transparente; tiene cinco fases ninfales, las cuales son aplanadas y de color naranja a verde. Tanto los adultos como las ninfas pueden dañar al cultivo con sus actividades de alimentación, pero el daño mayor ocurre por la transmisión de la bacteria *Candidatus Liberibacter solanacearum*, la cual

afecta el desarrollo y producción de la planta de chile. El monitoreo de los adultos en el cultivo se puede hacer con las trampas pegajosas amarillas. Algunos insecticidas que se pueden utilizar son: abamectina, imidacloprid, spirotetramat y spiromesifen, entre otros (Natwick *et al.*, 2016). Si se tiene la presencia de paratrioza en el cultivo, es importante no aplicar insecticidas del grupo de los carbamatos (carbarilo, metomilo, oxamyl) para el control de otras plagas, ya que estos insecticidas promueven el desarrollo de las poblaciones de paratrioza.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de acolchados de color plateado son repelentes a este insecto y son efectivos durante las primeras 3 a 4 semanas después de trasplantado el cultivo. Los parasitoides de la paratrioza atacan hasta el final del ciclo, por lo que no evitan la pérdida de cosecha. Con el fin de reducir el riesgo de transmisión de enfermedades virales o bacterianas, las especies de maleza de la familia Solanaceae (trompillo, mala mujer y mora) deben eliminarse antes de que se trasplante el cultivo. Se puede aplicar spinosad para controlar este insecto plaga (Natwick *et al.*, 2016).

CONTROL DE ENFERMEDADES:

Tizón temprano (*Alternaria solani* (Cook) Wint.)

La presencia de pequeñas manchas oscuras o café, como anillos concéntricos sobre las hojas, tallos y frutos es un síntoma típico del tizón temprano; las hojas de mayor edad son las que se infestan primero. La enfermedad se presenta si después de una lluvia se mantienen condiciones frescas y húmedas por varios días, en tanto que si el clima es seco y cálido no se presenta el tizón temprano. La aplicación de clorotalonil, mancozeb, compuestos a base cobre, azoxystrobin, iprodione, son fungicidas que controlan esta enfermedad; se

deben de aplicar cuando se observen los primeros síntomas de daño en campo (Davis *et al.*, 2016b).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Evitar rotación de cultivos con plantas que son de la familia Solanaceae como la papa, el chile y el tomatillo. La destrucción de los residuos de cosecha infectados es la primera línea de defensa contra el tizón temprano. Evitar tener excesos de humedad sobre el follaje del cultivo con densidades adecuadas de plantas, poda de ramas y hojas, y no sobre fertilizar con nitrógeno para prevenir la producción excesiva de follaje. *B. subtilis* es una bacteria que controla biológicamente esta enfermedad (Davis *et al.*, 2016b).

Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary)

Los primeros síntomas del tizón tardío son manchas acuosas pequeñas de color verde claro a gris que crecen rápidamente para formar manchas aceitosas de color café púrpura; los síntomas inician en los bordes y puntas de las hojas. Hojas enteras pueden morir y la infección se dispersa rápidamente hacia los peciolo y los tallos jóvenes de la planta; la fruta también puede ser afectada. El tizón tardío es favorecido por humedades relativas mayores de 90% y temperaturas entre los 15 y los 26°C.

Clorotalonil, mancozeb, oxiclóruo de cobre, azoxystrobin, dimethomorph, metalaxyl y mefenoxam son algunos de los fungicidas que controlan el tizón tardío; los tres primeros son preventivos y los últimos cuatro son curativos y de acción sistémica; se deben de aplicar antes de que se observen las plantas infectadas por la enfermedad, lo cual sucede cuando se tienen períodos fríos, nublados y con alta humedad ambiental; es clave tener un buen cubrimiento de la aspersión sobre todo el follaje de la planta (Pérez y Forbes, 2008).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La primera línea de defensa contra el tizón tardío es la rotación de cultivos con plantas que no son de la familia Solanaceae. Hay que incorporar al suelo el cultivo del tomate después de la cosecha con una rastra. Se deben evitar altas densidades de siembra en los semilleros y en el establecimiento del cultivo. Un amplio espaciamiento entre surcos y plantas y un adecuado control de malezas, disminuyen la severidad de la enfermedad. La poda de las hojas bajas, disminuye la humedad dentro del cultivo y reduce la severidad del tizón. Algunos autores reportaron que dosis altas de fósforo y potasio reducen el tizón tardío mientras que las dosis altas de nitrógeno incrementan la incidencia de la enfermedad. Evitar los riegos excesivos por inundación, especialmente en terrenos con drenaje deficiente, porque pueden crear microclimas favorables para el desarrollo de la enfermedad. Los restos de plantas o partes enfermas (hojas, tallos, frutos), se deben retirar del cultivo en bolsas plásticas. La aplicación preventiva de bio-fungicidas comerciales formulados a partir de *B. subtilis* que teóricamente impiden el establecimiento del patógeno, interrumpen su desarrollo e inducen a una resistencia adquirida en la planta, se encuentran en proceso de investigación, los resultados obtenidos bajo condiciones de campo son contradictorios en algunos casos y generalmente muestran baja eficacia. (Pérez y Forbes, 2008).

Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria* (Doidge) Dye)
Esta enfermedad ataca desde plántula hasta plantas maduras; en plántula puede ocasionar una defoliación severa. Los síntomas en las hojas inician como puntos acuosos de color verde claro amarillo que se tornan café oscuro o negro; los frutos también son afectados, pero solo cuando son pequeños. La mancha bacteriana se transmite por semilla, tanto interna como externamente. Las

temperaturas de 20°C o mayores favorecen la enfermedad, en tanto que las temperaturas durante la noche de 16°C, o menores, evitan la presencia de la enfermedad, independientemente de cuál sea la temperatura durante el día. Las gotas de lluvia son un importante factor de dispersión de la enfermedad, así como la manipulación de las plantas cuando hay rocío sobre las hojas (EPPO/CABI, 1996b).

Fungicidas a base de cobre controlan parcialmente la enfermedad, deben de ser aplicados de manera preventiva y cuidando de tener un excelente cubrimiento del follaje. Mancozeb, kasugamicina, sulfato de estreptomicina, terramicina también controlan mancha bacteriana.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de semilla sana es el primer paso en el manejo de esta enfermedad. Las semillas de tomate deben ser tratadas con hipoclorito de sodio al 1% durante 1 minuto. El tratamiento de semillas de tomate mediante inmersión en agua por calor a 64°C durante 3 minutos, o a 56°C por 30 minutos, controla la infección de la bacteria en la semilla. El tratamiento de semillas de tomate con ácido clorhídrico al 5% durante 10 minutos, también erradica la bacteria (EPPO/CABI, 1996b). El tratamiento térmico vía calor seco de semillas de tomate infectadas durante 96 horas a una temperatura de 70 ° C, erradica la bacteria y controla la infección por semilla. Evitar el riego por aspersión. La rotación de cultivos con plantas que no sean de la familia Solanaceae reduce el problema de mancha bacteriana, así como la eliminación de plantas silvestres de esta misma familia.

Cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganense* pv *michiganense* (Smith) Dye & Kemp)

En plantas jóvenes infectadas con esta bacteria hay poco crecimiento y un marchitamiento temporal de las ramas; las hojas inferiores se ponen amarillas y se marchitan; los síntomas pueden aparecer hasta que inicia la fructificación. En plantas maduras cuando se tiene una infección sistémica, los folíolos de las hojas más viejas se enrollan, amarillan y marchitan, y finalmente se vuelven café y se colapsan; algunas veces solo una parte de la hoja es afectada. Las plantas crecen poco y se marchitan. La médula del tallo es de color amarillo y posteriormente se vuelve café rojizo. La bacteria se mueve sistémicamente por el xilema, y de ahí invade el floema, la médula y la corteza de la planta (EPPO/CABI; 1996a).

Fungicidas a base de cobre, al igual que mancozeb, controlan parcialmente la enfermedad, deben de ser aplicados de manera preventiva y cuidando de tener un excelente cubrimiento del follaje. La kasugamicina, sulfato de estreptomycin, terramicina también pueden controlar cáncer bacteriano. En el manejo del cáncer bacteriano es fundamental que se utilicen las medidas preventivas (ver siguiente sección) junto con la aplicación de bactericidas.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de semilla sana es el primer paso en el manejo de esta enfermedad. El tratamiento químico de la semilla asegura una reducción sustancial de la infección (EPPO/CABI, 1996a). Tratar las semillas antes de la siembra durante 24 horas con ácido acético al 0.6 a 0.8% o la inmersión de la semilla en ácido clorhídrico al 5 a 8% por 24 horas o en hipoclorito de sodio al 1% por 40 minutos. El tratamiento de la semilla por inmersión durante 30 minutos en

sulfato de estreptomycin en dosis de 0.5 cc/l de agua también elimina esta bacteria. La rotación de cultivos con plantas que no sean de la familia Solanaceae, la eliminación de las plantas enfermas y de plantas silvestres susceptibles, y la incorporación de los residuos de cosecha, reducen el problema de cáncer bacteriano. Una vez que la enfermedad ha aparecido en el cultivo, medidas estrictas de higiene tales como la erradicación de plantas enfermas y el aislamiento de los surcos infectados puede minimizar las pérdidas en rendimiento. La destrucción de residuos de cosecha, desinfección de estructuras y de equipo es esencial para prevenir infecciones en los cultivos a proteger (EPPO/CABI, 1996a).

Nemátodos formadores de agallas (*Meloidogyne spp*)

Los nemátodos son una especie de gusanos redondos microscópicos, no segmentados, que al alimentarse de las raíces del cultivo hace que se formen bolas, nudos o agallas, las cuales limitan la conducción normal de agua y nutrientes desde la raíz hacia el resto de la planta, además de que producen heridas sobre las raíces que permiten la entrada de hongos del suelo que afectan a la planta (Velásquez y Medina, 2006). Externamente, las plantas de tomate reducen su desarrollo, el follaje adquiere un color amarillento y los frutos reducen su tamaño. El desarrollo de los nemátodos es favorecido por las temperaturas de 15 a 27°C en el suelo. Los nemátodos son más problema cuando el cultivo se establece en suelos arenosos. Algunos nematicidas que se pueden utilizar para manejar el problema de nemátodos en tomate son: metam sodio antes del trasplante, y oxamyl aplicado al momento del trasplante. Cuando se utiliza oxamyl, es posible requerir de dos o tres aplicaciones, después del trasplante, espaciadas cada dos semanas, través del sistema de riego por goteo.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La rotación de cultivos por dos o tres años, a base de pastos y cereales, excepto el sorgo, es una medida útil para reducir las poblaciones de nemátodos en Chile y tomate; la siembra del cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) en terrenos infectados disminuye las poblaciones de nemátodos presentes. Se debe evitar sembrar cultivos como frijol, tomate, calabaza o girasol, ya que estos favorecen el desarrollo de este problema; la maleza conocida como coquillo, *Cyperus spp* es una planta que también favorece el incremento de los nemátodos, aunque también hay otras especies de maleza que son hospederas de nemátodos. (Velásquez, 2006). La aplicación al suelo de una mezcla 1:1 vermi-composta: quitina redujo las poblaciones de nemátodos agalladores e incremento el área foliar y rendimiento del cultivo de tomate en invernadero, y promete ser una alternativa de control (Castro *et al.*, 2011).

CONTROL DE MALEZA: Realizar por lo menos dos escardas y deshierbes manuales. También se puede usar el herbicida metribuzin PH 70 a razón de 500 g/ha, o bensulide CE 48 en dosis de 12 a 14 L/ha, de preferencia en preemergencia a la maleza y antes del trasplante o después de 12 días de realizada la plantación (CIRNE, 2012).

COSECHA: Los frutos están listos para cosecha cuando toman una coloración verde clara y de tono brillante, esto ocurre entre los 55 y 85 días después del trasplante, dependiendo del genotipo establecido (SAGARPA, 2010).

RENDIMIENTO POTENCIAL: Con híbridos de hábito indeterminado 120 t/ha, mientras que con cultivares de hábito determinado es de 100 t/ha (Figura 2.4).

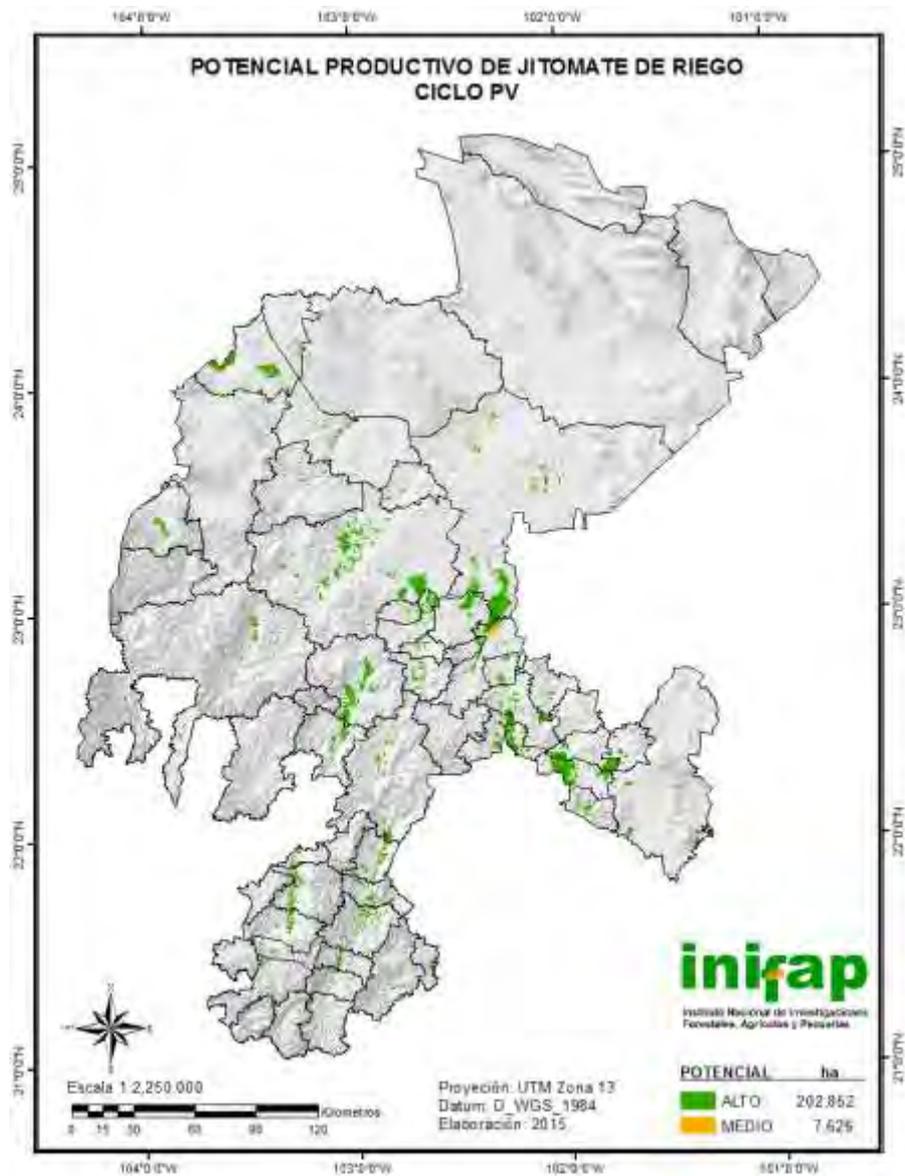


Figura 2.4. Zonas con potencial productivo para jitomate de riego en el estado de Zacatecas.

Lechuga (*Lactuca sativa* L.)
Ciclo Primavera-Verano
Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Previo a la preparación y para mejorar la agregación del suelo y favorecer el drenaje, se recomienda la incorporación de estiércol seco, o compostas. Es importante preparar el suelo de tal manera que los primeros 15 cm de superficie de la cama de siembra estén libres de maleza y terrones que puedan obstruir el marcado de las líneas de siembra y el trasplante, así como el fácil arraigo de las plantas.

VARIEDADES: Grandes lagos y Salinas son cultivares que se sugieren para su establecimiento en el estado de Zacatecas.



TRASPLANTE: el trasplante se puede realizar a los 25-30 días después de la siembra, cuando la plántula tiene de cuatro a seis hojas verdaderas, la época de trasplante inicia cuando el periodo de heladas ha terminado, en marzo y termina en junio (López *et al.*, 2014).

DENSIDAD DE PLANTACIÓN: Se recomienda usar surcos de 90 a 100 cm de ancho con dos hileras de planta establecidas sobre el lomo del surco a una distancia de 30 cm entre plantas y 30 cm entre hileras con una distribución en tresbolillo.

RIEGO: El cultivo de lechuga es altamente sensible al déficit de humedad en el suelo, ya que puede causar deformaciones de la cabeza y madurez prematura, afectando considerablemente el rendimiento.

En el establecimiento del cultivo, es importante aplicar un riego de tal manera que el suelo quede completamente mojado para garantizar el suministro de agua a la plántula y evitar daños por estrés hídrico, lo anterior se puede lograr aplicando una lámina de riego de 10 cm o más. Durante el ciclo del cultivo es importante cuidar que la humedad del suelo no se abata, el criterio de riego es aplicarlo de 85 a 90% de capacidad de campo, para lo anterior se sugiere aplicar una lámina de riego de cerca de 6 mm diarios durante los meses frescos y de 10 mm durante los meses cálidos.

FERTILIZACIÓN: Se recomienda el uso de la dosis 165-55-100 expresada en kilogramos por hectárea de nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K) respectivamente; aplicando la fórmula 25-55-20 antes del trasplante y el resto de acuerdo con la distribución sugerida en el Cuadro 2.18 (Díaz *et al.*, 2011).

Cuadro 2.18. Necesidades diarias de nutrientes por hectárea de acuerdo a la curva de absorción de nutrientes durante el ciclo de cultivo de lechuga.

Etapa	Duración en días	Demanda kg/ha/día		
		N	P	K
1	5	2	1	2
2	10	1.5	0.5	1
3	10	2.5	1	4
4	10	5	1.5	4
5	10	2.5	1	0
6	10	2	0.5	0

CONTROL DE PLAGAS:

Trips de las flores (*Frankliniella occidentalis* (Pergande))

El adulto del trips de las flores mide de 1-1.5 mm de longitud, es alargado y con color variable desde blanco-amarillento a marrón, siendo más oscuro en invierno y más claro en verano. Esta plaga se encuentra también en las malas hierbas localizadas en los márgenes del cultivo. El principal daño que ocasiona al cultivo es por la transmisión del virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV). La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis foliares, y rápidamente las plantas acaban muriendo.

Los insecticidas fosforados como el oxidemeton metilo, diazinon, y carbamatos como el metomilo son efectivos para el trips de las flores; otros insecticidas que controlan estos insectos son el imidacloprid y el thiamethoxam.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Hay varios enemigos naturales que se alimentan de trips: crisopas, catarinitas, chinche pirata, pero no evitan que este insecto ocasione un daño económico al cultivo. Los hongos entomopatógenos: *B. bassiana* y *V. lecanii* reducen las

poblaciones de trips, especialmente las fases inmaduras. La aplicación de piretrinas, el aceite de neem y el spinosad son efectivos para eliminar los trips, en especial las fases jóvenes de este insecto.

Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii* (Burgess) y *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard))

Los adultos son mosquitas de 2 mm de largo de color amarillo, con el dorso oscuro, mientras que sus larvas bien desarrolladas son de color amarillo; la fase de larva es la que ocasiona el daño al cultivo al hacer galerías o túneles continuos de color blanquizco o verdoso, con líneas conspicuas negras parecidas a hilos de excremento en los lados de la galería. En forma individual las galerías son de poca importancia; sin embargo, cuando la población larval es elevada pueden secar hojas enteras. Los problemas con los minadores de la hoja se han incrementado como resultado del uso de plaguicidas de amplio espectro debido a que sus enemigos naturales mueren y los minadores desarrollan resistencias a estos insecticidas.

El muestreo de este insecto se puede realizar mediante inspección visual de hojas o plantas completas para contabilizar larvas o minas; el monitoreo de adultos se puede hacer mediante trampas amarillas con pegamento. En el manejo de este insecto, es clave el monitoreo de adultos para detectar con oportunidad la invasión del minador, ya que durante la primavera es común la invasión súbita de poblaciones elevadas de adultos. Algunos insecticidas para el control de minador son: abamectina, cipermetrina, metomilo, diazinon.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Los insecticidas naturales: neem, rotenona y piretrina son efectivos para controlar este insecto plaga, aunque por su baja persistencia hay necesidad de hacer más de una aplicación. También hay productos altamente selectivos para el control de minador, como lo es el regulador de crecimiento cyromazina.

Mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)) varias especies de mosquita blanca pueden infestar la lechuga. Estos insectos se encuentran principalmente en el envés de las hojas. La alimentación de este insecto plaga puede ocasionar amarillamiento del follaje y achaparramiento de la planta; cuando existen poblaciones elevadas se pueden presentar mielecilla pegajosa sobre las hojas, la cual puede ser el medio para el desarrollo de hongos saprófitos de color negro, cuya presencia baja considerablemente el valor comercial del producto. Debido a que las mosquitas blancas tienen varios cultivos hospederos, es necesario establecer trampas pegajosas amarillas desde la plantación del cultivo para detectar la llegada de poblaciones elevadas de este insecto plaga y poder decidir con oportunidad el momento de iniciar el control.

Los insecticidas como el imidacloprid, dinotefuran, thiamethoxam, spirotetramat y spiromesifen pueden ser utilizados para manejar las poblaciones de mosquita blanca. Tener una buena cobertura de la aspersion, en especial el envés de las hojas, es clave en el manejo de este insecto plaga.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown & Smith y *V. lecanii* como biopesticidas para el manejo de mosquita blanca tiene buen potencial de control, en especial contra los primeros instares ninfales. La liberación de huevos

del depredador *Chrysopa* es una opción de control biológico contra este insecto plaga. La aplicación de jabón insecticida o piretrinas naturales es otra opción de control. Se menciona que la mosquita blanca puede ser indicador de deficiencia de fósforo y magnesio en un cultivo, por lo que una fertilización balanceada ayudará a tener menos problemas; esta consideración requiere de más investigación al respecto en cada cultivo.

Pulgones (*M. persicae* y *Macrosiphum solani* (Kittel))

El ataque de los pulgones suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Aunque si la planta es joven, y el ataque es considerable, puede arrasar el cultivo, además de ser entrada de alguna virosis que haga inviable el cultivo. Los pulgones colonizan las plantas desde las hojas exteriores y avanzando hasta el interior.

El monitoreo de la llegada de los adultos al cultivo de lechuga se puede hacer con la utilización de trampas amarillas pegajosas, las cuales se deben de cambiar y revisar cada semana. Los insecticidas que se pueden utilizar para su control son: imidacloprid, acetamiprid, thiamethoxam, metomilo y dimetoato.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de acolchados de color plateado son repelentes a este insecto y son efectivos durante las primeras 3 a 4 semanas después de trasplantado el cultivo. Los pulgones tienen muchos enemigos naturales nativos, los cuales se deben de proteger no aplicando insecticidas de amplio espectro en las primeras semanas del cultivo. Las piretrinas naturales y el jabón insecticida también controlan este insecto, solo hay que colocar la mayor parte de las gotas de aspersión en el sitio donde se encuentran los pulgones.

CONTROL DE ENFERMEDADES:

Antracnosis (*Marssonina panattoniana* (Berl.) Magnus)

También conocida como tiro de munición, la antracnosis inicialmente ocasiona lesiones de tamaño de punta de alfiler sobre las hojas externas, estas aumentan de tamaño hasta formar manchas angulosas-circulares, de color rojo oscuro, que llegan a tener un diámetro de hasta 4 cm. Cuando la enfermedad es severa, las lesiones coalescen y causan muerte descendente de la hoja y en algunos casos achaparramiento de la planta. A medida que las lesiones se hacen viejas, el tejido afectado se seca y eventualmente el centro del mismo se desprende y resulta en el síntoma de tiro de munición. Esta enfermedad requiere de condiciones húmedas y frescas para que se desarrollen los síntomas. El fungicida azoxystrobin está registrado para utilizarse en lechuga contra esta enfermedad.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La rotación de cultivos por más de cuatro años con especies que no sean lechuga es clave para reducir los niveles de inóculo del hongo en el suelo. Utilizar un sistema de riego que no moje las hojas (goteo o riego rodado).

Mildiu veloso (*Bremia lactucae* Regel.)

En el haz de las hojas aparecen unas manchas angulares de un color verde claro a amarillo sobre el haz de las hojas, y en el envés aparece un micelio veloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Las hojas viejas son las primeras en ser atacadas, y cuando el daño es severo pueden morir. En ocasiones este hongo se vuelve sistémico y ocasiona una decoloración oscura de los tejidos del tallo. Los ataques más importantes de esta enfermedad se suelen dar cuando se presentan periodos frescos y húmedos, además de humedad sobre las hojas. La lechuga es la principal hospedera de esta enfermedad, y el hongo no puede sobrevivir en el suelo.

Los fungicidas: fosetil-al, mefenoxam, fluopicolide, mancozeb, dimethomorph e hidróxido de cobre pueden utilizarse en el manejo de esta enfermedad.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El sistema de riego, en especial el riego por goteo que reduce la humedad en las hojas y el ambiente, reduce la severidad de la enfermedad, pero no evita el desarrollo de la enfermedad cuando las condiciones de clima son favorables para ésta.

Virus del mosaico de la lechuga (Lettuce Mosaic Virus)

Es una de las principales virosis que afectan al cultivo de la lechuga, debido a los importantes daños causados. Los síntomas producidos pueden empezar incluso en semillero, presentando moteados y mosaicos verdosos que se van acentuando al crecer las plantas, dando lugar a una clorosis generalizada, en algunas variedades pueden presentar clorosis foliares. Se transmite por semilla y pulgones.

Este virus se trasmite por semilla y por insectos vectores. Los pulgones (*Aphis gossypii* Glover, *A. craccivora* Koch, *M. persicae* y *M. euphorbiae* entre otros) son importantes por el riesgo de transmisión de este potyvirus, especialmente durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo. El monitoreo de la llegada de los adultos al cultivo de lechuga se puede hacer con la utilización de trampas amarillas pegajosas, las cuales se deben de cambiar y revisar cada semana y se deben establecer en campo antes de que emerjan las plantas de lechuga. Los insecticidas que se pueden utilizar para su control son: imidacloprid, acetamiprid, thiamethoxam, metomilo y dimetoato.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Uso de semilla libre de virus es el primer paso en el manejo de este virus. El uso de acolchados de color plateado son repelentes a este insecto y son efectivos durante las primeras 3 a 4 semanas después de trasplantado el cultivo. Los pulgones tienen muchos enemigos naturales nativos, los cuales se deben de proteger no aplicando insecticidas de amplio espectro en las primeras semanas del cultivo. Las piretrinas naturales y el jabón insecticida también controlan este insecto, solo hay que colocar la mayor parte de las gotas de aspersión en el envés de las hojas por ser el sitio de la planta donde se encuentran los pulgones.

Virus de la marchitez manchada del tomate (Tomato Spotted Wilt Virus)

Las infecciones causadas por este virus están caracterizadas por manchas foliares, inicialmente cloróticas, y posteriormente, necróticas e irregulares, a veces tan extensas que afectan a casi toda la planta que, en general, queda enana y se marchita en poco tiempo. Este virus es transmitido por el trips de las flores, *F. occidentalis*. El adulto del trips de las flores mide de 1-1.5 mm de longitud, es alargado y con color variable desde blanco-amarillento a marrón, siendo más oscuro en invierno y más claro en verano. Esta plaga se encuentra también en las malas hierbas localizadas en los márgenes del cultivo. El principal daño que ocasiona al cultivo es por la transmisión del virus de la marchitez manchada del tomate. La presencia de este virus en las plantas empieza por provocar grandes necrosis foliares, y las plantas pueden morir rápidamente.

Los insecticidas fosforados como el oxidemeton metilo, diazinon, y los carbamatos como el metomilo son efectivos para el trips de las flores; otros insecticidas que controlan estos insectos son el imidacloprid y el thiamethoxam.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Hay varios enemigos naturales que se alimentan de trips: crisopas, catarinitas, chinche pirata, pero no evitan que este insecto ocasione un daño económico al cultivo. Los hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* y *Verticillum lecanii* reducen las poblaciones de trips, especialmente las fases inmaduras. La aplicación de piretrinas, el aceite de neem y el spinosad son efectivos para eliminar los trips, en especial las fases jóvenes de este insecto.

CONTROL DE MALEZA: Es necesario mantener libre de maleza durante todo el ciclo de cultivo, se recomienda realizar control cultural de maleza, ya sea trasplantando en terrenos con poca infestación de maleza o bien realizando rotación de cultivos para disminuir la incidencia de malas hierbas, el control mecánico se puede realizar con escardas o el control manual con el uso del azadón.

Se puede realizar el control químico de la maleza aplicando 2.5 kilogramos de Trifluralin antes del trasplante e incorporarlo a través de un paso de rastra antes de 24 horas de aplicado; el uso de pendimethalin en dosis de 1.32 L ha⁻¹ o mezclado con oxifluorfen 0.36 L ha⁻¹ también son una alternativa de control efectivo.

COSECHA: La cosecha se realiza una vez que la cabeza de la lechuga se torna firme, esto sucede a los 60 a 90 días después del trasplante, dependiendo de la variedad.

RENDIMIENTO POTENCIAL: 65 t/ha. En la Figura 2.5 se presenta el mapa de las zonas con potencial para la producción de lechuga.

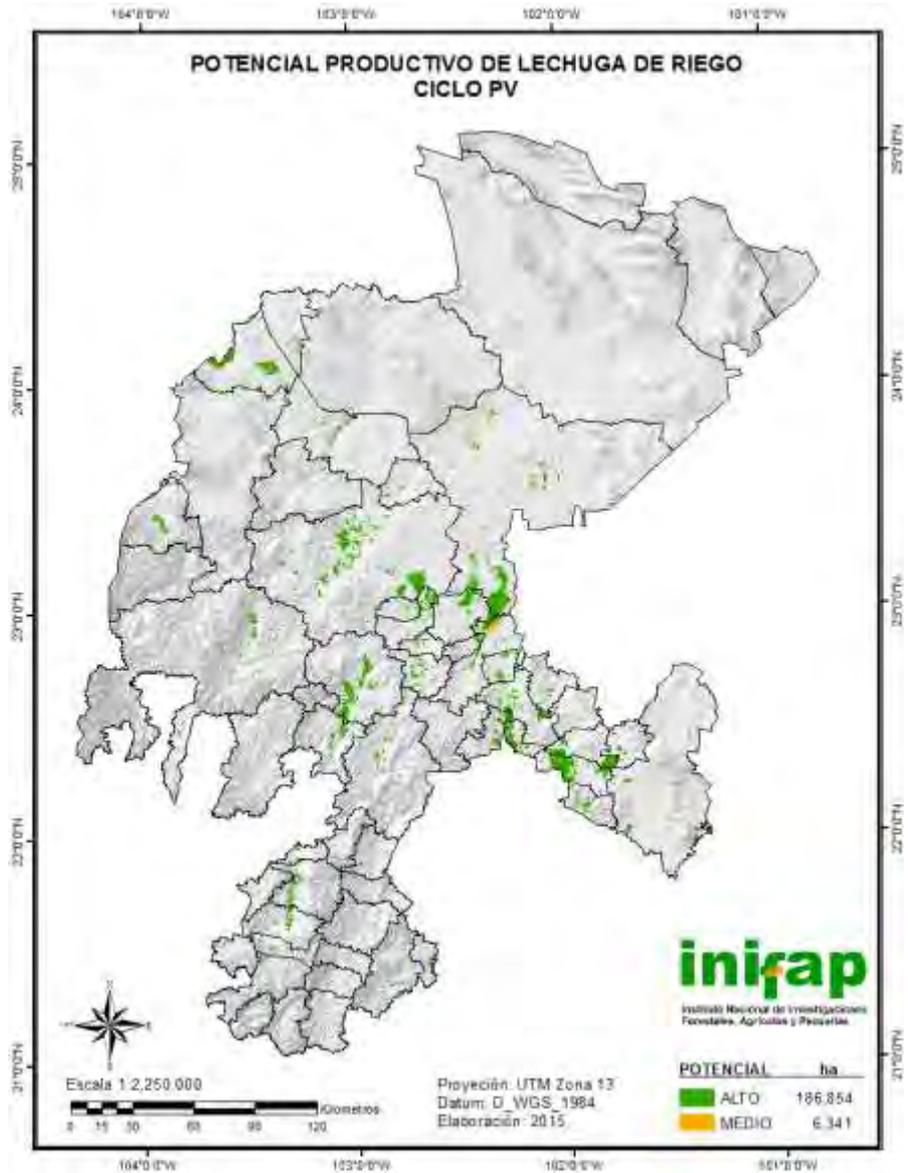


Figura 2.5. Zonas con potencial productivo para lechuga de riego en el estado de Zacatecas.

Nopalito (*Opuntia ficus-indica* Mill.)
Ciclo Perene
Modalidad riego

VARIEDADES: De la especie *O. ficus-indica* se usan: Copena F1, Copena V1, Milpa Alta, Jalpa, Chicomostoc, Villanueva y Esmeralda (Reveles-Hernández et al., 2014b).



Selección del material vegetativo

Es conveniente tomar en cuenta el vigor de la penca, el color, la sanidad a fin de evitar la utilización de pencas enfermas o portadoras de insectos plaga, sin heridas o daños físicos causados por el manejo o por roedores. Las pencas a utilizar deberán de tener de uno a cuatro años de edad ya que está demostrado que estas son las que entran en etapa reproductiva con mayor facilidad. Se

sugiere usar las pencas de mayor tamaño, ya que a mayor tamaño de la penca se logra mayor número de brotes después del establecimiento del cultivo (Reveles-Hernández *et al.*, 2012a).

PLANTACIÓN

Época de plantación

La época de plantación en condiciones de riego debe ser una vez que haya terminado el periodo de heladas lo cual ocurre entre la tercera decena de marzo y la primera decena de abril.

Manejo de la penca previo a la plantación

Previo al trasplante se recomienda dejar que las pencas cicatricen del punto de corte y de posibles heridas sufridas durante el traslado antes de ser plantadas, el periodo recomendado de cicatrización es de 10 a 15 días en condiciones de media sombra. Para favorecer la cicatrización, se recomienda realizar una aplicación en la herida de corte usando Caldo Bordelés utilizando 20 litros de mezcla para tratar cerca de 5000 pencas (Reveles y Blanco, 2006).

Preparación del terreno

Se recomienda realizar un paso con el subsolador o arado de cinceles, hasta 50 cm de profundidad, en general deberá realizarse a unos 10 cm por debajo del piso de arado que se pretende romper. Después, se recomienda voltear el terreno, aplicar siete toneladas de estiércol por hectárea, rastrearlo y nivelarlo.

Trazo de la Plantación

Si la pendiente está entre el 5 y 15 % se recomienda la formación de surcos o bordos a nivel de contorno. Al momento de trazar la plantación se recomienda

que el largo de los surcos o camas no exceda a los 40 metros a fin de facilitar las actividades de extracción de la cosecha, también es conveniente dejar pasillos de manera longitudinal a las camas o surcos para facilitar el manejo de la cosecha, estos pasillos deberán de localizarse cada dos camas de siembra o cada cuatro surcos.

Surcado o rayado

De acuerdo a la distribución y densidad de plantación a establecer es conveniente realizar el rayado para la colocación de las pencas, se realiza con el uso de una cultivadora con distancia entre surcos que van de los 76 a los 90 cm.

Densidades de Plantación

Se recomienda usar 6.5 plantas por metro cuadrado de terreno cultivado. Cuando la producción se realiza en túneles de cultivo cubiertos con plástico se llegan a usar densidades de plantación de hasta 47.6 plantas por metro cuadrado (Luna, 2001).

Plantación

Teniendo el material vegetativo oreado y tratado se procede a distribuirlo en el terreno, en cada lugar donde se va a plantar. Se recomienda utilizar una pala recta o pala jardinera para hacer una pequeña cepa donde habrá de plantarse la penca, de la cual se enterrará solamente su tercera parte inferior. Es conveniente colocar plástico para acolchar las camas de siembra a fin de ahorrar agua de riego y disminuir la aparición de malezas, el plástico a utilizar es el de color plata a fin de disminuir la incidencia de plagas que afectan al desarrollo de los cladodios.

MANEJO DEL RIEGO

Previo a la plantación se deberá realizar el trazo del riego, el cual se recomienda sea por goteo con el uso de cintilla de riego de calibre 6000 o superior con una distancia entre goteros de 20 cm, la cual deberá estar colocada en el centro del surco y con los emisores o goteros hacia arriba.

Después de la plantación se sugiere aplicar un riego pesado de tal manera que el bulbo de mojado rebase las líneas de plantación y que moje la totalidad del lomo del surco a cama de siembra, los riegos posteriores deberán realizarse al menos dos veces por semana buscando que el abatimiento de la humedad no rebase el 50% de la humedad aprovechable del suelo (Flores-Hernández *et al.*, 2005).

FERTILIZACIÓN

Conviene que en el suelo haya la disponibilidad de 237, 71, 1124, 954 y 417 kg/ha de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente, con la finalidad de obtener al menos 564 t/ha de materia fresca o 28 t/ha de materia seca (Blanco *et al.*, 2014). Para fines prácticos se recomienda aplicar la fórmula 70-70-70-70-00 kg/ha de N, P, K, Ca y Mg, antes de la plantación (fertilización de fondo) y el resto durante el ciclo del cultivo (167-00-1054-884-417).

CONTROL DE PLAGAS: Realizar una buena selección de la planta que se va a establecer; es decir, que sean plantas sanas y vigorosas. La limpieza del predio coadyuva a la reducción de las poblaciones de insectos, al eliminar los sitios de refugio y oviposición, por lo que se recomienda eliminar los residuos de las podas y demás arvenses. La visita periódica a la plantación (al menos una vez por semana) permite detectar su presencia oportunamente y controlar a tiempo los insectos, mediante prácticas sencillas como la remoción y destrucción de las

partes afectadas; se debe precisar cuándo hacer la aplicación de insecticidas para proteger al máximo la fauna benéfica presente (Lobos *et al.*, 2013; Mena-Covarrubias, 2009, 2010, 2013 y 2014b).

Estrategias de manejo de insectos

Antes de aplicar cualquier medida de control, se debe identificar la especie problema; al momento de seleccionar una medida de control, se deben preferir los mecanismos de regulación natural, el cuidado del medio ambiente, la salud de los productores y consumidores y la sostenibilidad de la producción. Preferentemente, se deben anteponer las medidas preventivas (selección rigurosa de la planta, poda sanitaria, revisión periódica de las plantas, destrucción de residuos, etc.) sobre las curativas (control químico) (Lobos *et al.*, 2013; Mena-Covarrubias, 2004, 2009, 2010, 2013 y 2014b).

Grana o cochinilla (*Dactylopius opuntiae* (Cockerell))

Las ninfas recién nacidas son de color rojo púrpura, con tres pares de patas y varios pelos largos en el cuerpo. La hembra adulta es de forma oval y mide de 2 a 2.5 mm de largo. Tanto los adultos como los estados jóvenes de la plaga dañan la planta al succionar los jugos de la penca, lo que ocasiona un debilitamiento que resulta en la producción de brotes débiles y en menor cantidad (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

La clave en el control químico es eliminar las cochinillas jóvenes, antes de que desarrollen la capa algodonosa protectora. Se requiere un buen cubrimiento de las gotas del producto asperjado hacia todos los lugares donde se encuentran las colonias de cochinilla (las dos caras de la penca y cubrir desde la base hasta la parte superior de la planta, (Lobos *et al.*, 2013). El momento adecuado para

realizar este control es durante los meses de abril y mayo. Se puede utilizar el insecticida malation (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Utilizar pencas libres de grana cochinilla al hacer plantaciones nuevas es el primer paso en el manejo de esta plaga. La poda para eliminar las pencas que se sobreponen es otro paso encaminado a manejar este insecto plaga. Se han registrado a los depredadores, *Symphorobius spp.*, *Baccha sp.*, *Chilocorus cacti* L., *Hyperaspis trifurcata* Schaeffer, *Laetilia coccidivora* (Comstock) bajo condiciones naturales, por lo que es importante cuidar estos depredadores y evitar aplicar insecticidas no selectivos (Mena-Covarrubias, 2009). Ha dado buenos resultados emplear un detergente en polvo (Foca) o el silicio orgánico, especialmente si se utiliza una pistola de aspersion con alta presión de aplicación (Mena-Covarrubias, 2011).

Chinche gris (*Chelinidea tabulata* (Burmester))

Los adultos son chinches que miden de 13 a 15 mm de largo, son de color café amarillento, con algunas áreas más oscuras; son de hábitos gregarios y rara vez vuelan cuando se les molesta, aunque tratan de ocultarse moviéndose hacia la parte opuesta de la penca donde se encuentran. Los estados juveniles (ninfas) tienen la parte anterior del cuerpo de color negro cuando están recién nacidas y después adquieren un color verde pálido. Los adultos y las ninfas dañan al nopal cuando chupan el jugo de las pencas y los frutos. En las pencas, el daño puede ocurrir en la penca madre si se trata de huertas de nopal recién plantadas, y en pencas tiernas de 1 a 2 años de edad en plantaciones en producción. La penca se debilita a medida que aumenta el número de puntos de alimentación, reduciendo el número de brotes, así como el vigor de los mismos. En caso de necesitarse la aplicación de un insecticida, el momento oportuno es durante el

mes de abril utilizando el insecticida malation (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Al podar se debe evitar dejar pencas muy juntas, especialmente en la parte baja de los árboles, con lo cual se busca reducir los sitios de hibernación, ya que esos son los sitios preferidos por este insecto para protegerse ahí durante el invierno (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

Gusano cebra (*Melitara (Olycella) nephelepsa* (Dyar))

Este insecto plaga se identifica fácilmente por la coloración de las once bandas de color negro azulado que presentan las larvas bien desarrolladas, las cuales llegan a medir de 6 a 7 cm de largo. Los adultos son palomillas de hábitos nocturnos, de color gris oscuro (hembra) a gris claro (macho) (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

El daño es ocasionado por la larva al alimentarse del interior de las pencas nuevas, en plantaciones de nopal que tienen de 1 a 3 años de edad; el daño se caracteriza por la formación de un tumor cerca del centro de la penca atacada, este daño detiene o retrasa la formación del segundo y tercer nivel de la nueva plantación. En huertas de un año, el gusano puede introducirse hasta la penca madre (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

Aplicar un insecticida para controlar las larvas pequeñas, antes de que empiecen a hacer sus galerías hacia la parte central de la penca, lo cual sucede durante los meses de abril a junio y de septiembre a noviembre. Sobre la base de los picos poblacionales de los adultos, también se puede aplicar un insecticida al anochecer, dirigido contra las palomillas adultas, durante los meses de abril a

junio y de septiembre a noviembre. Malation es el único insecticida con registro para uso en nopal (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de trampas de luz eléctrica permite eliminar los adultos (y así evitar que pongan sus huevos); se deben prender al anochecer durante los meses de abril a junio y de septiembre a noviembre (en estos tres últimos meses, el trapeo **también permita atrapar los adultos del gusano blanco “arroceró”**) (Mena-Covarrubias 2013, 2014b). También se deben destruir las pencas atacadas cuando la larva aún está dentro de ellas (se observa el tumor en la penca y aún no hay algún orificio de salida), durante los meses de diciembre a marzo y de mayo a julio. Hay avispa parásita de la fase de larva que en algunos meses son capaces de reducir hasta el 80% de la población de gusano cebra (Mena-Covarrubias, 2000 y 2009), por lo cual se deben de proteger y no aplicar insecticidas durante el verano y el otoño.

Picudo Barrenador (*Cactophagus spinolae* (Gyllenhal))

El adulto es un picudo grande y robusto que mide de 2.2 a 2.5 cm de largo, es de color negro con cuatro manchas naranjas en la parte posterior del cuerpo; la larva es de color blanco cremoso con la cabeza de color café a rojo oscuro, no tiene patas, es más gruesa en la parte media del cuerpo, y su tamaño es similar o un poco mayor al de los adultos. El daño más importante lo ocasiona la larva al alimentarse del tallo principal de la planta, cuando hace túneles que se dirigen hacia la parte basal de la misma. La estructura de la planta se debilita como consecuencia del daño y/o las pudriciones que se desarrollan, y como consecuencia de esto toda la planta puede caer al suelo. La aspersión de insecticidas se debe de realizar a las dos semanas de iniciadas las lluvias de

verano, debido a que es cuando ya ha emergido la mayor cantidad de adultos de este insecto plaga (Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Se debe de tener cuidado en mantener la huerta libre de pencas tiradas en el suelo, ya que el picudo barrenador prefiere esconderse, y reproducirse, en ellas, lo cual reduce la efectividad de esta acción de control. Los adultos se pueden eliminar con facilidad debido a que no pueden volar, son de movimientos lentos y de tamaño grande; estos adultos emergen durante las primeras lluvias del verano. Los machos adultos de este insecto se pueden utilizar como atrayente para las hembras y otros machos del picudo barrenador, al inicio de la temporada de lluvias (Mena-Covarrubias 2013, 2014b, Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

Picudo de la espina (*Cylindrocopturus biradiatus* Champion)

El adulto es un picudo pequeño que mide de 3 a 3.5 mm de largo, es de color grisáceo con manchas negras y amarillas, y una doble cruz amarilla con bordes blancos a mitad del cuerpo; cuando camina parece una araña gris que se desplaza rápidamente; las larvas son gusanos pequeños, curvos, de color blanco sucio. La alimentación de las larvas en la base de las espinas, de las pencas nuevas que se forman cada año, ocasiona la aparición de los listones de goma; como resultado del daño, las yemas de flor o vegetativas son destruidas y las pencas atacadas se debilitan (Mena-Covarrubias, 2005; Mena-Covarrubias y Rosas-Gallegos, 2007).

El insecticida Malation elimina el picudo de las espinas y debe aplicarse cuando la mayoría de los adultos han emergido de las pencas atacadas, lo cual sucede normalmente en la última semana de mayo o la primera de junio; esta fecha de

aplicación se puede precisar con base en el monitoreo de los hoyos de emergencia de los adultos; lo ideal es aplicar cuando ya se tiene al menos un 75 a 80% de emergencia (Mena-Covarrubias, 2005, 2010, 2013 y 2014b).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La eliminación de las pencas infestadas por este insecto plaga durante la poda de invierno (diciembre a febrero) es una buena alternativa de control, siempre y cuando las pencas podadas se entierren, quemen o se den como alimento al ganado, pero que no se dejen tiradas dentro de la huerta o a las orillas de la misma (Mena-Covarrubias, 2005, 2010, 2013 y 2014b).

CONTROL DE ENFERMEDADES:

Engrosamiento de cladodios o chatilla (agente causal desconocido)

En etapas tempranas, los síntomas de la enfermedad se manifiestan en una reducción gradual en el tamaño del fruto, seguida de la inhibición de la brotación floral y vegetativa, también provoca enanismo selectivo o generalizado; en las etapas finales la productividad de la planta se anula totalmente, aunque ésta puede sobrevivir por un largo periodo de tiempo. El engrosamiento de los cladodios es el problema número uno para la producción de nopal (Méndez-Gallegos *et al.*, 2013 y 2014). No se tiene aún identificado el agente causal, aunque se sospecha de un fitoplasma (Reveles-Torres *et al.*, 2007). No se tiene hasta el momento un método químico de control.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Uso de pencas sanas de la enfermedad es la mejor opción de control para plantaciones nuevas. Lo ideal es revisar la huerta de donde se obtendrán las pencas para cerciorarse que no hay nopales afectados por engrosamiento (Méndez-Gallegos *et al.*, 2013 y 2014).

Pudriciones Blandas (*Erwinia caratovora* (Smith) Yabuuchi y otras especies)

El tejido dañado de las pencas del nopal se torna decolorado, blando y acuoso; luego se forma una mancha café con el margen húmedo, para finalmente tornarse negra. En un estado avanzado de daño se presentan exudados amarillo-rojizos; una característica importante para diferenciarla, es la presencia de olores desagradables. La infección puede llevarse a cabo a través de aberturas o heridas naturales comunes durante el transporte de las pencas empleadas para plantar, por el daño de insectos y probablemente por contacto directo de la raíz (Méndez-Gallegos *et al.*, 2013 y 2014).

Una vez que aparecen los síntomas, no hay un bactericida que pueda detener el avance de la infección. Las aplicaciones con productos a base de cobre pueden prevenir infecciones nuevas.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El corte y destrucción de los tejidos afectados es una opción de control, en especial cuando se detectan los primeros síntomas. El desinfectar las herramientas de poda reduce el riesgo de dispersión de la enfermedad por este medio (Méndez-Gallegos *et al.*, 2013 y 2014).

Mancha Negra (*Pseudocercospora spp.*),

Este problema inicia como una decoloración de la cutícula, cambiando a un color claro con puntos pequeños de color verde olivo. Posteriormente, las manchas se tornan café-oscuro y su diámetro se incrementa a 3-4 cm, presentando además, un margen amarillo y la parte central se hunde. Luego la parte afectada se seca permaneciendo visible el tejido leñoso, el cual en muchas ocasiones se desprende dejando orificios que pueden atravesar la penca. Como se desconoce

la epidemiología de la enfermedad, es difícil indicar un momento adecuado de un fungicida preventivo (Méndez-Gallegos *et al.*, 2013 y 2014).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La mejor estrategia de manejo de la mancha negra es la eliminación de las pencas afectadas durante el invierno, antes de que las lesiones se empiecen a secar y las estructuras reproductivas del hongo se activen. Las pencas se deben de cortar y destruir, ya sea quemarlas o enterrarlas. Los nopales silvestres también son afectados por esta enfermedad, por lo que es necesario eliminar también en ellos las pencas dañadas durante el mismo período en que se hace en las plantaciones cultivadas (Méndez-Gallegos *et al.*, 2013 y 2014).

CONTROL DE MALEZA: Se recomienda el uso de herbicidas como el paraquat y el glifosato de acuerdo a la recomendación del fabricante, en aplicaciones dirigidas y cuidando siempre que no se presentes vientos fuertes durante la aplicación a fin de que no se moje la planta de nopal con la solución de herbicida. Para el control químico de malezas se recomienda realizar pruebas con el uso de herbicidas pre-emergentes buscando aquellos que no provoquen toxicidad con el nopal.

PODA: En general, en el nopal verdura se recomiendan cuatro tipos de poda: Poda de formación, sanitaria, rejuvenecimiento y de estimulación de raíces. Las plantas no deben dejarse crecer por encima de los 80 cm, lo anterior con el fin de facilitar las actividades de cosecha (Reveles-Hernández *et al.*, 2014d).

COSECHA: Es posible producir nopalito durante todo el año y cuando se cuenta con sistemas de producción bajo protección y con riego, se puede estar cosechando al menos cada 12 días.

En la Figura 2.6 se presenta el mapa de las zonas con potencial para la producción de nopalito.

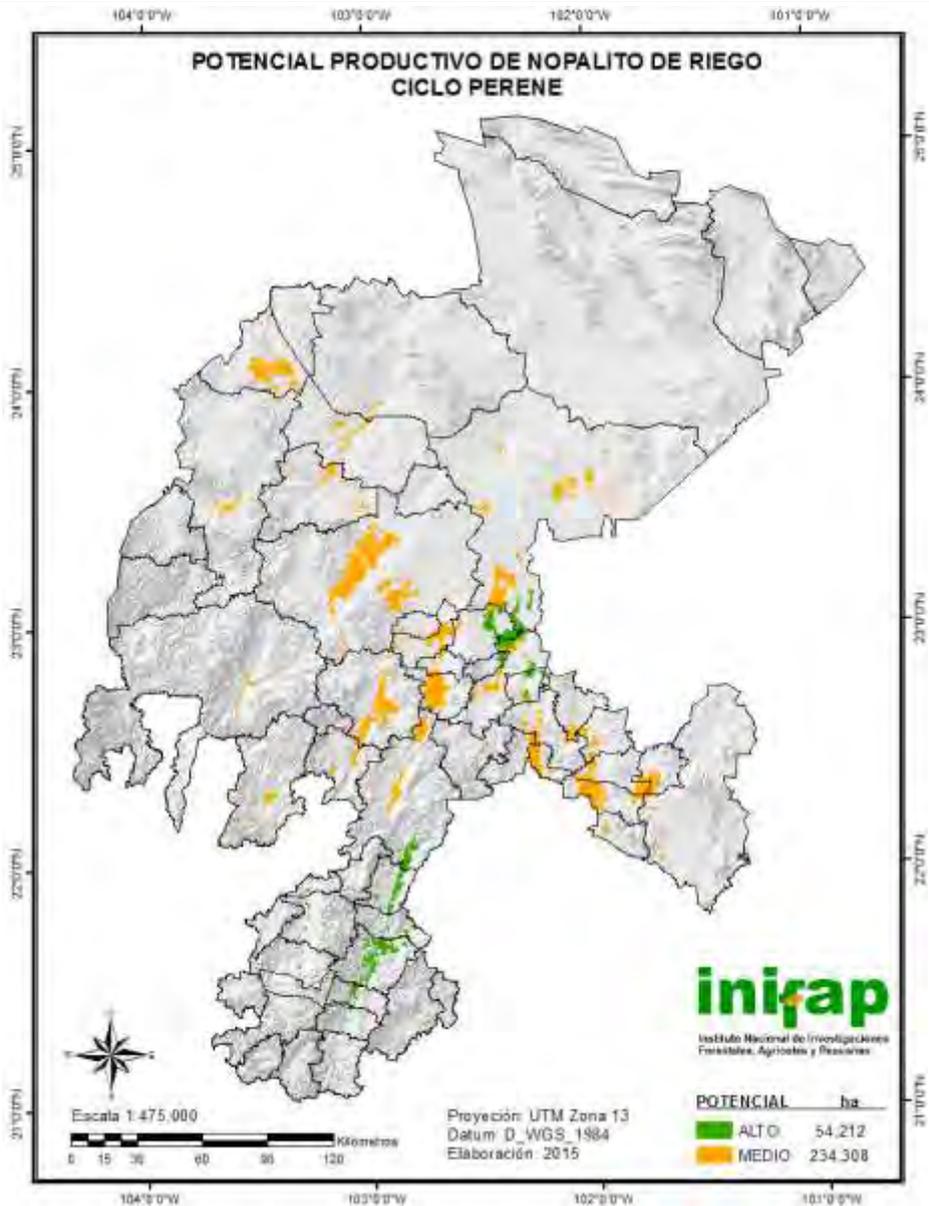


Figura 2.6. Zonas con potencial productivo para nopalito de riego en el estado de Zacatecas.

Papa (*Solanum tuberosum* L.)
Ciclo Primavera-Verano
Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Previo a la preparación y para mejorar la agregación del suelo y favorecer el drenaje, se recomienda la incorporación de estiércol seco, o compostas. Se sugiere realizar el volteo del terreno y el paso de la rastra de discos en una o más ocasiones para eliminar terrones y desmenuzar malezas que puedan interferir en las labores de rayado, siembra y tapado de los tubérculos durante el establecimiento del cultivo. En el cuadro 2.19 se enlistan algunas de las variedades recomendadas para su siembra en el altiplano de Zacatecas.



Cuadro 2.19. Características de variedades de papa sugeridas para el estado de Zacatecas (Medina *et al.*, 2009).

VARIEDAD	DENSIDAD DE SIEMBRA (plantas/ha)	ÉPOCA DE SIEMBRA
Alpha Adoras Atlantic Caesar Fiona Gigant Mondial Patrones Satina Vivaldi Yukon Gold	50,000 a 65,000 (2.5 t/ha de semilla)	Cuando haya pasado el riesgo de heladas (abril).

*Las variedades que se citan son las que se producen y comercializan por los productores en el Estado.

SIEMBRA: Se puede realizar de manera manual o mecanizada utilizando una sembradora diseñada para el cultivo. Cuando se establecen pequeñas superficies es factible realizar la siembra en surcos abiertos mecánicamente y depositando la semilla de forma manual para después taparla con el paso de una cultivadora. Cuidar que la profundidad de siembra quede entre los 5 y los 15 centímetros, dependiendo de la textura del suelo, de tal forma que en suelos arcillosos la profundidad sea menor, no así para suelos arenosos. La siembra se realiza con distancias entre plantas de 20 a 25 centímetros y entre surcos de 76 a 80 centímetros para obtener densidades de población de entre 50,000 y 65,000 plantas por hectárea.

FERTILIZACIÓN: Aplicar la dosis 220-200-180; la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y la mitad del potasio al momento de la siembra y la otra mitad del nitrógeno y potasio 50 días después. Como complemento se sugiere hacer una

o dos aplicaciones de nutrimentos foliares si se presentan deficiencias visibles de micronutrientes.

RIEGOS: La papa es un cultivo que está considerado como muy sensible a la sequía, por lo que se recomienda mantener siempre un buen nivel de humedad en el suelo, ya que los excesos pueden provocar que el desarrollo de los tubérculos se detenga y favorecer la aparición de enfermedades. Se considera como crítica la etapa de nacencia, durante la cual no debe presentarse déficit hídrico en el suelo, ya que este hecho afecta considerablemente el rendimiento.

CONTROL DE PLAGAS:

Palomilla de la papa (*Phthorimaea operculella* (Zeller))

Este insecto es importante porque la larva puede alimentarse de los tubérculos, lo que ocasiona pérdidas directas en la cosecha; entre más tiempo permanezcan las papas en el campo antes de cosecharse, y más superficiales se encuentren los tubérculos, mayor es el riesgo de pérdidas (Trivedi y Rajagopal, 1992). Si se utilizan insecticidas, éstos van dirigidos a eliminar las palomillas adultas, por lo que el uso de trampas con feromona es clave para detectar los picos poblacionales. La aplicación de productos como esfenvalerato, metomilo, indoxacarb y cyfluthrin se hacen cuando se detecta un pico poblacional de adultos. Cuando se tienen poblaciones altas, las aplicaciones se deben iniciar cuando se encuentren de 15 a 20 palomillas por noche (Trivedi y Rajagopal, 1992).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El manejo de esta plaga comienza por el manejo del suelo que evite la formación de grietas una vez que la planta entra en la fase reproductiva, para evitar que las larvas tengan acceso directo a los tubérculos; el riego rodado tiene mayor

riesgo de infestación que el riego por aspersión, y si se utiliza acolchado, el riesgo de daño es mínimo. Evitar dejar papas tiradas en el terreno de cultivo, ya que ello provee de un sitio de reproducción de la plaga todo el año, además de eliminar las plantas de papa que nacen prematuramente, porque ahí se incrementan inicialmente sus poblaciones. El uso de spinosad ayuda en el control de este insecto plaga (Trivedi y Rajagopal, 1992). Debido a que las palomillas adultas de este insecto se alimentan de soluciones azucaradas (Jordao *et al.*, 2010), el uso de las trampas alimenticias a base de melaza y piña fermentada descritas para el manejo de gusano del fruto y gusano soldado en jitomate y chile pueden ser utilizadas para su control (Mena-Covarrubias, 2014a).

Pulgón saltador del tomate o paratrioza (*Bactericera cockerelli* (Sulc))

Los adultos del pulgón saltador se parecen a un pulgón, con marcas de color amarillo o blanco sobre el tórax, y una banda transversal blanca en su abdomen, sus alas son de color transparente; tiene cinco fases ninfales, las cuales son aplanadas y de color naranja a verde (Mena-Covarrubias, 2006). La importancia de la paratrioza radica en que sus fases juveniles inyectan una toxina que ocasiona que la planta se produzca el síntoma conocido como amarillamiento o clorosis (tres a cuatro ninfas por planta son suficientes para que este síntoma se presente); en los tubérculos se produce una oxidación, lo que reduce su valor comercial grandemente; las pérdidas pueden ser de 20 a 50% de la cosecha, y los tubérculos en almacén comienzan a brotar prematuramente (Munyanza, 2012). Hay que colocar trampas pegajosas amarillas desde el inicio del ciclo para detectar la llegada de los adultos al cultivo. Se considera que la presencia de uno a dos paratriozas por hoja o diez por planta, son el umbral mínimo para iniciar la aplicación de insecticidas. Algunos insecticidas que se pueden utilizar son: abamectina, imidacloprid, spirotetramat y spiromesifen, entre otros. Si se tiene la presencia de paratrioza en el cultivo, es importante no aplicar

insecticidas del grupo de los carbamatos (carbarilo, metomilo, oxamyl) para el control de otras plagas, ya que estos insecticidas promueven el desarrollo de las poblaciones de paratrioza.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de acolchados de color plateado son repelentes a este insecto y son efectivos durante las primeras 3 a 4 semanas después de trasplantado el cultivo. Los parasitoides de la paratrioza atacan hasta el final del ciclo, por lo que no evitan la pérdida de cosecha. Con el fin de reducir el riesgo de transmisión de enfermedades tipo virus, las especies de maleza de la familia Solanaceae (trompillo, mala mujer y mora) deben eliminarse antes de que se trasplante el cultivo. Se puede aplicar spinosad para controlar este insecto plaga (Munyaneza, 2012).

CONTROL DE ENFERMEDADES:

Costra negra o viruela (*Rhizoctonia solani* Kuhn)

El follaje de las plantas afectadas por costra negra se vuelve de color amarillo o morado, y las hojas se enrollan hacia arriba; bajo el suelo, los tallos y estolones desarrollan lesiones hundidas de color café rojizas. *Rhizoctonia* es un hongo del suelo, aunque también se desarrolla en los tubérculos de la papa, y a veces esas papas infestadas son más importantes que el inoculo presente en el suelo. Este hongo solo afecta tejidos juveniles y es favorecido por suelos con alta humedad y temperaturas de 13 a 16°C. Algunos fungicidas que se pueden usar contra esta enfermedad son: fludioxonil, flutolanil, y la mezcla de tiofanato metilo con mancozeb.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de semilla certificada, libre del hongo, es el primer paso en el manejo de esta enfermedad. La rotación de cultivos por 2 a 3 años sin sembrar papa es una

acción que permite reducir el nivel de inoculo en el suelo. Las prácticas que permitan una emergencia más rápida de las plantas de papa reducen el daño por costra negra, estas prácticas incluyen el subir la temperatura de los tubérculos al plantarlos, así como colocar más superficialmente los tubérculos al momento de la siembra y plantar cuando las temperaturas del suelo son menos frías.

Pudrición bacteriana o vaquita (*Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum* (Smith))

En las partes aéreas de la planta, los síntomas son el marchitamiento, el enanismo y el amarillamiento del follaje. El marchitamiento causado por *R. solanacearum* es parecido al que es causado por falta de agua, por otros patógenos como *Fusarium* o *Verticillium* spp., por un daño mecánico. Es característico el marchitamiento inicial de solo parte de los tallos de la planta, o incluso un solo lado de una hoja o tallo. Si el desarrollo de la enfermedad es rápido, las plantas enteras se marchitan rápidamente. Un corte transversal de un tallo joven de papa que está enfermo, pone al descubierto una coloración marrón del sistema vascular. Con una ligera presión, suele exudar un mucilago lechoso. Un corte longitudinal presenta delgadas franjas oscuras debajo de la epidermis. No existen medidas de control químico que sean a la vez efectivas y prácticas hasta el momento.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Deben utilizarse sólo tubérculos-semillas libres de la enfermedad. Para asegurar que están libres de infección latente, los tubérculos-semillas deben provenir de áreas donde no ocurra la enfermedad. La rotación de cultivos con plantas no hospedantes reduce el potencial de inoculo en el suelo. Hay que considerar que las plantas espontáneas de papa y las malezas, especialmente de la familia de las Solanáceas, son hospedantes de *R. solanacearum*. Debido a la amplia gama

de hospedantes, la rotación de cultivos puede no ser la medida más práctica allí donde predomina la raza 1.

Tizón temprano (*Alternaria solani* (Cook) Wint.)

La presencia de pequeñas manchas oscuras o café, como anillos concéntricos sobre las hojas, tallos y frutos es un síntoma típico del tizón temprano; las hojas de mayor edad son las que se infestan primero. La enfermedad se presenta si después de una lluvia se mantienen condiciones frescas y húmedas por varios días, en tanto que si el clima es seco y cálido no se presenta esta enfermedad. La aplicación de clorotalonil, mancozeb, compuestos a base cobre, azoxystrobin, iprodione son fungicidas que controlan esta enfermedad; se deben de aplicar cuando se observen los primeros síntomas de daño en campo (Davis *et al.*, 2016b).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Rotación de cultivos con plantas que no son de la familia Solanaceae. La destrucción de los residuos de cosecha infectados es la primera línea de defensa contra el tizón temprano. Evitar tener excesos de humedad sobre el follaje del cultivo con densidades adecuadas de plantas, poda de ramas y hojas, y no sobre fertilizar con nitrógeno para prevenir la producción excesiva de follaje. *B. subtilis* es una bacteria que controla biológicamente esta enfermedad (Davis *et al.*, 2016b).

Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary)

Los primeros síntomas del tizón tardío son mancha acuosa pequeñas de color verde claro a gris que crecen rápidamente para formar manchas aceitosas de color café púrpura; los síntomas inician en los bordes y puntas de las hojas. Hojas enteras pueden morir y la infección se dispersa rápidamente hacia los

peciolos y los tallos jóvenes de la planta; la fruta también puede ser afectada. El tizón tardío es favorecido por humedades relativas mayores de 90% y temperaturas entre los 15 y los 26°C.

Clorotalonil, mancozeb, oxiclورو de cobre, azoxystrobin, dimethomorph, metalaxyl y mefenoxam son algunos de los fungicidas que controlan el tizón tardío; los tres primeros son preventivos y los últimos cuatro son curativos y de acción sistémica; se deben de aplicar antes de que se observen las plantas infectadas por la enfermedad, lo cual sucede cuando se tienen períodos fríos, nublados y con alta humedad ambiental; es clave tener un buen cubrimiento de la aspersión sobre todo el follaje de la planta (Pérez y Forbes, 2008).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La primera línea de defensa contra el tizón tardío es la rotación de cultivos con plantas que no son de la familia Solanaceae. Hay que incorporar al suelo el cultivo del tomate después de la cosecha con una rastra. Se deben evitar altas densidades de siembra en los semilleros y en el establecimiento del cultivo. Un amplio espaciamiento entre surcos y plantas y un adecuado control de malezas, disminuyen la severidad de la enfermedad. La poda de las hojas bajas, disminuye la humedad dentro del cultivo y reduce la severidad del tizón. Algunos autores reportaron que dosis altas de fósforo y potasio reducen el tizón tardío mientras que las dosis altas de nitrógeno incrementan la incidencia de la enfermedad. Evitar los riegos excesivos por inundación, especialmente en terrenos con drenaje deficiente, porque pueden crear microclimas favorables para el desarrollo de la enfermedad. Los restos de plantas o partes enfermas (hojas, tallos, frutos), se deben retirar del cultivo en bolsas plásticas. La

aplicación preventiva de bio-fungicidas comerciales formulados a partir de *B. subtilis* que teóricamente impiden el establecimiento del patógeno, interrumpen su desarrollo e inducen a una resistencia adquirida en la planta, se encuentran en proceso de investigación, los resultados obtenidos bajo condiciones de campo son contradictorios en algunos casos y generalmente muestran baja eficacia. (Pérez y Forbes, 2008).

CONTROL DE MALEZA: Es común que la nacencia de las malezas se observe antes de la del cultivo. En este caso, para eliminarlas se recomienda realizar un paso con un riel de tal manera que elimine la parte superior del bordo (descopetado) en donde estará la línea de plantas. Realizar de dos a cuatro cultivos mecánicos complementado con deshierbes manuales. También se puede usar el herbicida metribuzin PH 70 a razón de 750 g/ha, como pre o postemergente.

COSECHA: Se realiza cuando el tubérculo ha alcanzado su madurez, lo cual se distingue porque la piel es firme y no es posible desprenderla al frotarla con el dedo. En esta etapa el follaje se empieza a tornar de coloración clorótica y las hojas más viejas empiezan a secarse.

RENDIMIENTO POTENCIAL: 80 t/ha (Figura 2.7).

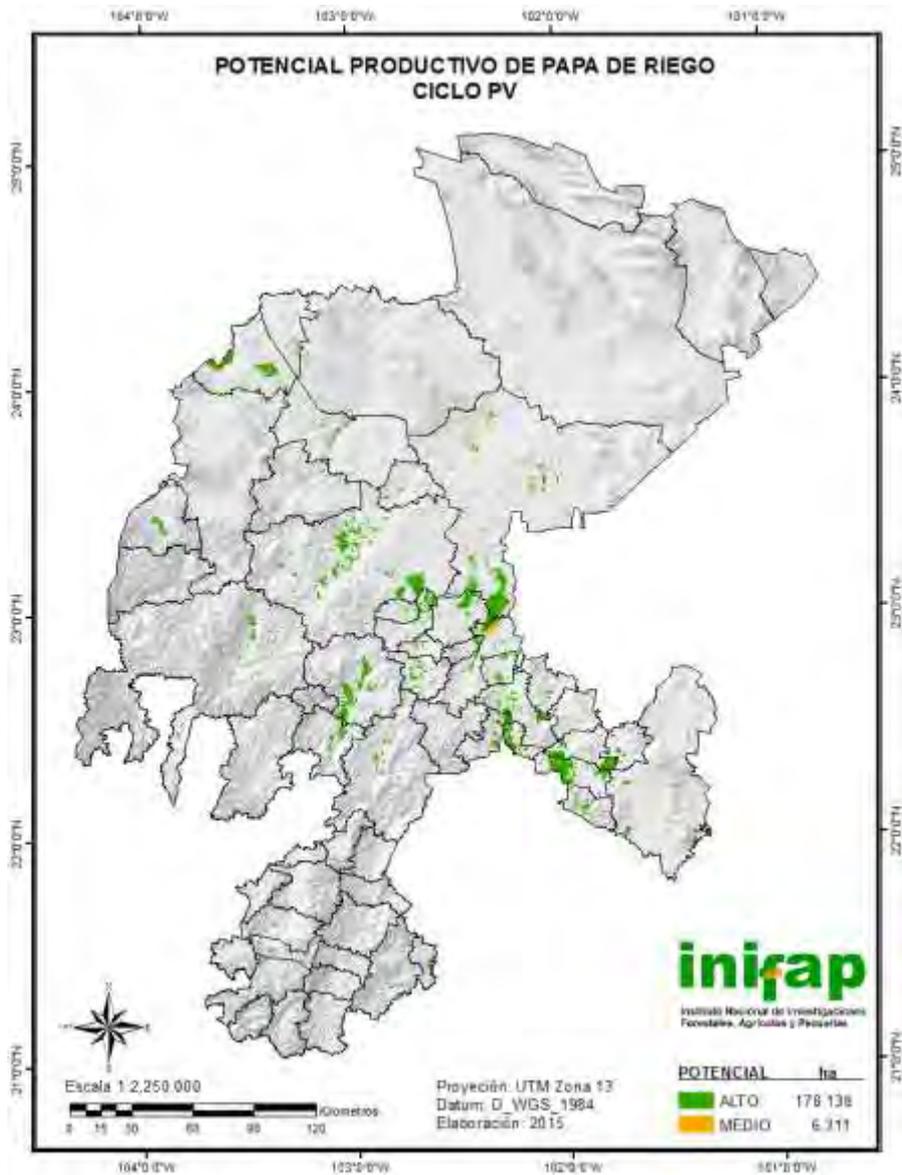


Figura 2.7. Zonas con potencial productivo para papa de riego en el estado de Zacatecas.

Tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.)
Ciclo Primavera-Verano
Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Previo a la preparación y para mejorar la agregación del suelo y favorecer el drenaje, se recomienda la incorporación de estiércol seco, o compostas. Se recomienda realizar un barbecho de aproximadamente 25 centímetros de profundidad, seguido de uno o varios pasos de rastra de tal manera que se eliminen los terrones y se facilita el rayado y trasplante.



VARIETADES Y FECHA DE SIEMBRA: El tomatillo es una planta que se puede establecer en siembra directa, sin embargo, es recomendable establecer almácigos y trasplantar cuando el periodo de heladas haya terminado.

Cuadro 2.20. Recomendaciones para el establecimiento de las variedades de tomatillo en el estado de Zacatecas

Nombre	Época de siembra del almácigo	Época de trasplante
Gran Esmeralda	15 de enero	15 de marzo a 15 de abril
Esmeralda		
Cerro gordo		
Michoacán		

TRASPLANTE: Se realiza a los 30 días después de la siembra del almácigo, cuando la plántula tiene entre 10 y 12 cm de altura

FERTILIZACIÓN: La dosis de fertilización se debe establecer de acuerdo con la meta de producción, tomando en cuenta que el tomatillo extrae por tonelada cosechada 8.0, 2.0, 10.0, 4.0, 1.8, 3.0, kilogramos de nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), respectivamente.

Se recomienda aplicar antes del trasplante el 25% del nitrógeno, todo el fosforo y la mitad de potasio; el resto del nitrógeno y el potasio se deberán aplicar en banda a los 30 días después del trasplante, cuando el cultivo se establezca en riego por gravedad.

Cuando el cultivo se establezca en riego por goteo, se sugiere aplicar la fórmula 50-100-100 (N-P-K) antes del trasplante, y 180-10-50 a través del sistema de riego distribuyéndolo durante el ciclo de cultivo distribuyéndolo como se indica en el Cuadro 2.21.

Cuadro 2.21. Porcentaje de nutrientes a aplicar a través del sistema de riego durante el ciclo de cultivo de tomatillo.

Semana después del trasplante	Nitrógeno (N)	Potasio (K)	Calcio (Ca)
2	3.6	2.9	4.5
3	3.6	2.9	4.5
4	6.4	5.9	4.5
5	9.9	8.8	9.0
6	12.7	11.7	9.0
7	17.9	20.5	13.6
8	22.4	23.5	22.6
9	24.0	23.5	31.7

RIEGOS: El primer riego se da al momento del trasplante; dos días después se aplica el “sobre riego”, ocho días después del segundo riego se aplica el tercero o “riego de ocho”. Después se sugiere no regar por un período de 20 días y posteriormente se reanudan los riegos con una frecuencia de cada 15 días. Después del primer corte (cosecha) se sugiere aplicar riegos ligeros sin suspender la aplicación de nutrientes.

CONTROL DE PLAGAS:

Gusano del fruto del tomate de cáscara (*Heliothis subflexa* (Guenée))

La palomilla posee alas de color castaño claro, con tres bandas oscuras oblicuas en las alas anteriores. Los huevecillos solitarios son depositados en las yemas terminales, cercanas a los botones, flores y frutos pequeños. La larva es de color blanco verdoso en sus primeras etapas de vida, posteriormente se torna amarilla, verde o gris con líneas oscuras longitudinales. Cuando emergen las larvas, se alimentan de las hojas tiernas y posteriormente se introducen al fruto

del que se alimentan hasta destruirlo por completo (Ramírez *et al.*, 2001). Algunos insecticidas que se pueden utilizar para eliminar las larvas son: metomilo, esfenvalerato, chlorantraniliprol y methoxyfenozide; debido a que las larvas se introducen dentro del fruto, tienen poco tiempo de exposición al insecticida y por tanto el control por este medio es limitado. El trapeo con feromonas permite ubicar los picos poblacionales de los adultos, que aunado al período de fructificación del cultivo, ayudan a precisar las épocas de mayor riesgo de infestación, y por tanto de aplicación de los insecticidas (Ramírez *et al.*, 2001).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Los adultos del gusano del fruto del tomate de cáscara pueden ser eliminados utilizando trampas con cebo alimenticio hecho al fermentar por cuatro días una mezcla de 3 kg de melaza, 1 litro de agua y un cuarto de piña madura hecha pedacitos; ese fermento se diluye al 90% en agua y es lo que se coloca en las trampas para capturar los adultos. Las trampas se pueden hacer con garrafones de plástico de 20 litros de capacidad, a los cuales se les hace un corte de 10 x 10 cm en tres de sus cuatro lados, los cortes se hacen al menos 10 cm arriba del fondo del garrafón, y se llenan con el cebo alimenticio casi hasta el ras de los cortes (Mena-Covarrubias, 2014a). Las trampas se exponen durante la noche, y en el día se tapan para evitar atrapar abejas y otros insectos benéficos. La colocación de las trampas es desde el inicio de la fase de floración del cultivo. La avispa *Trichogramma* es una buena opción para controlar la fase de huevo del gusano del fruto en tomatillo, chile y tomate. Hay insecticidas selectivos como Bt, spinosad, así como hongos entomopatógenos que se pueden aplicar contra las larvas de primer y segundo instar (Mena-Covarrubias, 2001 y 2004).

Pulgón saltador del tomate o paratrioza (*Bactericera cockerelli* (Sulc))

Los adultos del pulgón saltador se parecen a un pulgón, con marcas de color amarillo o blanco sobre el tórax, y una banda transversal blanca en su abdomen, sus alas son de color transparente; tiene cinco fases ninfales, las cuales son aplanadas y de color naranja a verde. Hay que colocar trampas pegajosas amarillas desde el inicio del ciclo para detectar la llegada de los adultos al cultivo (Mena-Covarrubias, 2006). Se considera que la presencia de uno a dos paratriozas por hoja o diez por planta, son el umbral mínimo para iniciar la aplicación de insecticidas en papa, aunque se desconoce el umbral para tomatillo. Algunos insecticidas que se pueden utilizar son: abamectina, imidacloprid, spirotetramat y spiromesifen, entre otros. Si se tiene la presencia de paratrioza en el cultivo, es importante no aplicar insecticidas del grupo de los carbamatos (carbarilo, metomilo, oxamyl) para el control de otras plagas, ya que estos insecticidas promueven el desarrollo de las poblaciones de paratrioza.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de acolchados de color plateado son repelentes a este insecto y son efectivos durante las primeras 3 a 4 semanas después de trasplantado el cultivo. Los parasitoides de la paratrioza atacan hasta el final del ciclo, por lo que no evitan la pérdida de cosecha. Con el fin de reducir el riesgo de transmisión de enfermedades virales las especies de maleza de la familia Solanaceae (trompillo, mala mujer y mora) deben eliminarse antes de que se trasplante el cultivo. Se puede aplicar spinosad para controlar este insecto plaga.

CONTROL DE ENFERMEDADES:

Tizón temprano (*Alternaria solani* (Cook) Wint.)

La presencia de pequeñas manchas oscuras o café, como anillos concéntricos sobre las hojas, tallos y frutos es un síntoma típico del tizón temprano; las hojas

de mayor edad son las que se infestan primero. La enfermedad se presenta si después de una lluvia se mantienen condiciones frescas y húmedas por varios días, en tanto que si el clima es seco y cálido no se presenta el tizón temprano. La aplicación de clorotalonil, mancozeb, compuestos a base cobre, azoxystrobin, iprodione son fungicidas que controlan esta enfermedad; se deben de aplicar cuando se observen los primeros síntomas de daño en campo.

Tizón tardío (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary)

El tizón tardío es favorecido por humedad relativa mayor de 90% y temperaturas entre los 15 y los 26°C. Clorotalonil, mancozeb, azoxystrobin, dimethomorph y mfenoxam son algunos de los fungicidas que controlan el tizón tardío; se deben de aplicar antes de que se tenga el campo invadido por la enfermedad y es clave el tener un buen cubrimiento de la aspersion sobre todo el follaje de la planta.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La primera línea de defensa contra el tizón tardío es la rotación de cultivos con plantas que no son de la familia Solanaceae. Hay que incorporar al suelo el cultivo del tomatillo después de la cosecha con una rastra. Se deben evitar altas densidades de siembra en los semilleros y en el establecimiento del cultivo. Un amplio espaciamiento entre surcos y plantas y un adecuado control de malezas, disminuyen la severidad de la enfermedad. La poda de las hojas bajas, disminuye la humedad dentro del cultivo y reduce la severidad del tizón. Los restos de plantas o partes enfermas (hojas, tallos, frutos), se deben retirar del cultivo en bolsas plásticas y eliminar.

Cenicilla (*Oidium* sp. y/o *Erysiphe* sp.)

Los primeros síntomas son pequeñas áreas decoloradas que se observan a contraluz, las cuales luego se llenan de una capa algodonosa; posteriormente el tejido se vuelve café y finalmente muere. Como consecuencia del daño de este hongo, las hojas se empiezan a caer y se reduce el potencial de rendimiento del cultivo. Para su control se puede aplicar: azoxystrobin, tiofanato metilo, myclobutanil o pyraclostrobin entre otros.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Evitar fertilizar con exceso de nitrógeno porque se favorece el crecimiento de follaje en abundancia y eso crea un micro ambiente en la planta favorable al desarrollo de la cenicilla. El azufre, el bicarbonato de potasio y la bacteria *Bacillus subtilis* también controlan la cenicilla; *B. subtilis* tiene menor efectividad que los demás fungicidas. Cuando se usan estos productos, es necesario tener cuidado de colocar la aspersión en el envés de las hojas, especialmente las que se encuentran más cercanas al suelo.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Hay varios enemigos naturales que se alimentan de trips: crisopas, catarinitas, chinche pirata, pero no evitan que este insecto ocasione un daño económico al cultivo. Los hongos entomopatógenos: *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii* reducen las poblaciones de trips, especialmente las fases inmaduras. La aplicación de piretrinas, el aceite de neem y el spinosad son efectivos para eliminar los trips, en especial las fases jóvenes de este insecto.

CONTROL DE MALEZA: Es necesario mantener libre de malezas al cultivo al menos durante los 60 días posteriores al trasplante, ya que este es el periodo crítico determinado para el cultivo; se recomienda realizar control cultural de

malezas, ya sea trasplantando en terrenos con poca infestación de maleza o bien realizando rotación de cultivos para disminuir la incidencia de malas hierbas, el control mecánico se realiza, ya sea con la correcta y oportuna realización de escardas y el control manual con el uso del azadón. El control químico de las malezas aplicando 2.5 kilogramos de trifluralina antes del trasplante e incorporarlo a través de un paso de rastra antes de 24 horas de aplicado; el uso de oxifluorfen ha dado buenos resultados en el control de malezas aplicándolo como pre-emergente a la maleza y postemergente al cultivo, para situaciones en las que se tiene que aplicar el herbicida una vez establecido el cultivo.

COSECHA: Se inicia cuando un alto porcentaje de frutos hayan llenado el cáliz (bolsa) que lo cubre.

RENDIMIENTO POTENCIAL: 30 t/ha. En la Figura 2.8 se presenta el mapa de las zonas con potencial para la producción de tomate.

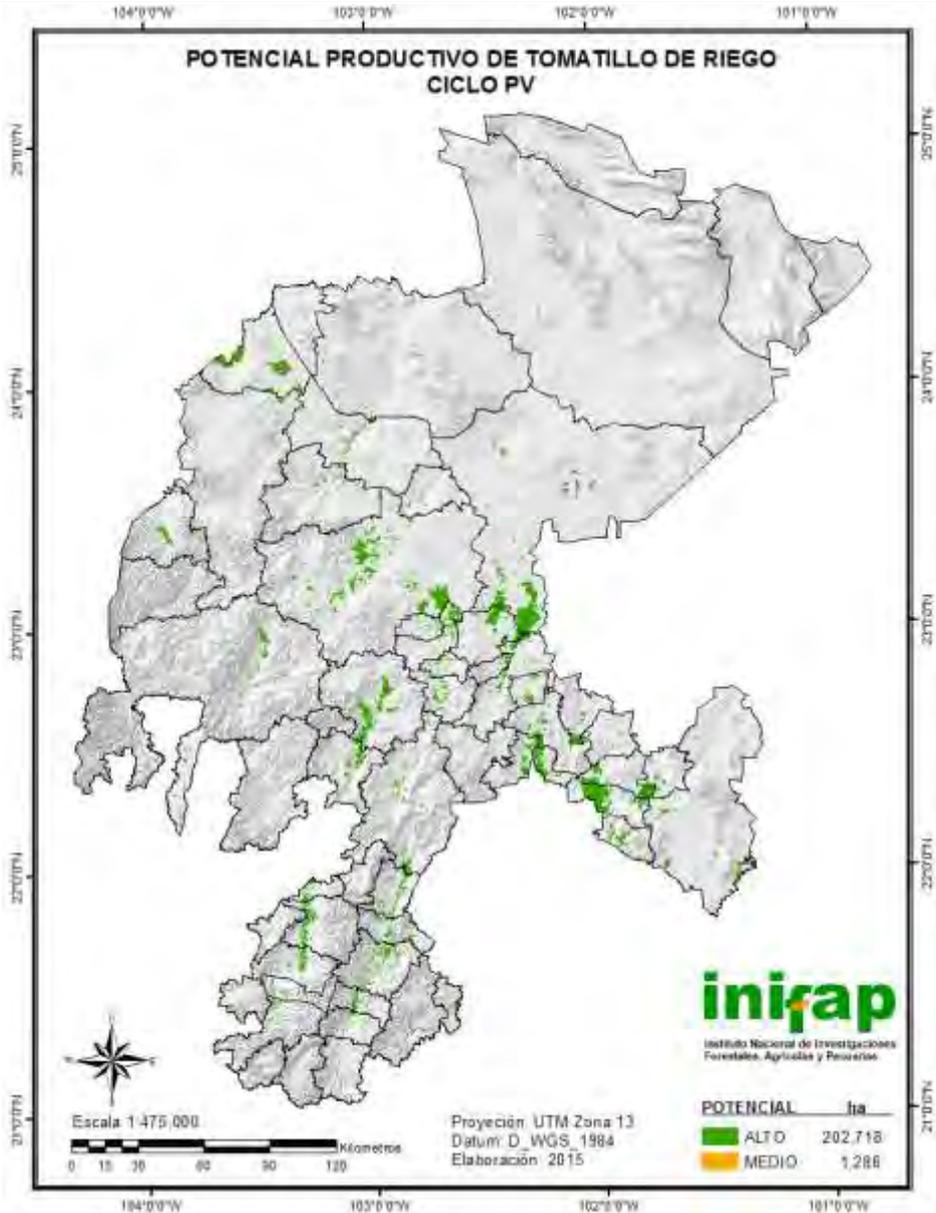


Figura 2.8. Zonas con potencial productivo para tomatillo de riego en el estado de Zacatecas.

Zanahoria (*Daucus carota* L.)
Ciclo Primavera-Verano
Modalidad riego

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Previo a la preparación y para mejorar la agregación del suelo y favorecer el drenaje, se recomienda la incorporación de estiércol seco, o compostas. Dado que las semillas de zanahoria son pequeñas, se requiere de una preparación del terreno, de tal manera que se facilite la emergencia de la plántula y el desarrollo de la raíz, por lo anterior se debe considera tener una cama de siembra libre de terrones y libre de residuos de cosecha o malezas.



SIEMBRA: El cultivo se puede establecer desde el mes de enero y hasta el mes de septiembre. El cultivo de zanahoria se establece en surcos de 76 a 90 cm de ancho, sembrando sobre el lomo del mismo dos hileras de plantas con una distancia de 25 cm entre ellas. El establecimiento del cultivo se realiza por siembra directa sobre el lomo de los surcos, depositando la semilla a chorrillo y a una profundidad de 1.0 a 1.5 cm.

DENSIDAD DE SIEMBRA: El destino de la producción, la variedad a establecer, el manejo del agua y manejo de la nutrición son factores que influyen en la densidad óptima del cultivo de zanahoria.; cuando se establecen dos hileras de plantas con 120 plantas por metro cuadrado, es necesario 1 200,000 semillas por hectárea.

VARIEDADES: Nantes, Esperanza, Musico F1, Natuna F1 y ConcertoF1 son los genotipos con mejor adaptación a las condiciones agroecológicas del estado de Zacatecas; su ciclo de cultivo varía de 120 a 160 días dependiendo de la fecha de siembra.

FERTILIZACIÓN: Para definir la cantidad de fertilizante a aplicar es pertinente considerar la cantidad de nutrientes requeridos por tonelada de producto que se desea obtener de acuerdo con el potencial del cultivo para la región, Se estima que por cada tonelada de producto el cultivo extrae cerca de 2.8, 0.5 y 4.8 kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente.

Se recomienda aplicar un 20% del nitrógeno, el total del fósforo y el total del potasio antes de la siembra, el resto del fertilizante nitrogenado se deberá aplicar a los 25 y 85 días después de la siembra en suelos de textura fina, mientras que en suelos de textura media a gruesa, se recomienda fraccionar el nitrógeno y

aplicarlo a los 25, 50, 80 y 100 días después de la siembra (García *et al*, 2006; Lipinski, 2013; Ortiz y Amado, 2002; Sosa *et al*, 2013).

RIEGO: Después del riego de siembra es necesario aplicar al menos un riego para humedecer la superficie del suelo y evitar el encostrado que puede dificultar la emergencia de las plántulas.

El cultivo de zanahoria requiere de humedad constante en el suelo, ya que cuando es sometido a deficiencia de humedad pueden presentarse problemas de formación de anillos en la raíz provocando estrangulamiento de la misma, sobre todo en suelos de textura fina.

Para la obtención de cosecha se requiere de una lámina de riego de entre 800 a 900 mm. En riego por gravedad se requieren de 4 a 6 riegos después de la emergencia para la obtención de cosecha, en riego por goteo se sugiere aplicar al menos dos riegos por semana, suministrando una lámina de riego de acuerdo al coeficiente de cultivo.

CONTROL DE PLAGAS

Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii* (Burgess) y *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard))

Los adultos son mosquitas de 2 mm de largo de color amarillo, con el dorso oscuro, mientras que sus larvas bien desarrolladas son de color amarillo; la fase de larva es la que ocasiona el daño al cultivo al hacer galerías o túneles continuos de color blanquizco o verdoso, con líneas conspicuas negras parecidas a hilos de excremento en los lados de la galería. En forma individual las galerías son de poca importancia; sin embargo, cuando la población larval es elevada pueden secar hojas enteras. Los problemas con los minadores de la hoja se han

incrementado como resultado del uso de plaguicidas de amplio espectro debido a que sus enemigos naturales mueren y los minadores desarrollan resistencias a estos insecticidas.

El muestreo de este insecto se puede realizar mediante inspección visual de hojas o plantas completas para contabilizar larvas o minas; el monitoreo de adultos se puede hacer mediante trampas amarillas con pegamento. En el manejo de este insecto, es clave el monitoreo de adultos para detectar con oportunidad la invasión del minador, ya que durante la primavera es común la invasión súbita de poblaciones elevadas de adultos. Algunos insecticidas para el control de minador son: abamectina, cipermetrina, metomilo, diazinon.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Los insecticidas naturales: neem, rotenona y piretrina son efectivos para controlar este insecto plaga, aunque por su baja persistencia hay necesidad de hacer más de una aplicación. También hay productos altamente selectivos para el control de minador, como lo es el regulador de crecimiento cyromazina.

Mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood))

Varias especies de mosquita blanca pueden infestar la lechuga. Estos insectos se encuentran principalmente en el envés de las hojas. La alimentación de este insecto plaga puede ocasionar amarillamiento del follaje y achaparramiento de la planta; cuando existen poblaciones elevadas se puede presentar mielecilla pegajosa sobre las hojas, la cual puede ser el medio para el desarrollo de hongos saprófitos de color negro, cuya presencia baja considerablemente el valor comercial del producto. Debido a que las mosquitas blancas tienen varios cultivos hospederos, es necesario establecer trampas pegajosas amarillas desde

la plantación del cultivo para detectar la llegada de poblaciones elevadas de este insecto plaga.

Los insecticidas como el imidacloprid, dinotefuran, thiamethoxam, spirotetramat y spiromesifen pueden ser utilizados para manejar las poblaciones de mosquita blanca. Tener una buena cobertura de la aspersion es clave en el manejo de este insecto plaga.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de V. lecanii y P. fumosoroseous como biopesticidas para el manejo de mosquita blanca es una opción de control efectiva contra las fases inmaduras de la mosquita blanca. La liberación de huevos del depredador *Chrysopa* es una opción de control biológico contra este insecto plaga. La aplicación de jabón insecticida o piretrinas naturales es otra opción de control. Se menciona que la mosquita blanca puede ser indicador de deficiencia de fósforo y magnesio en un cultivo, por lo que una fertilización balanceada ayudará a tener menos problemas; esta consideración requiere de más investigación al respecto en cada cultivo.

CONTROL DE ENFERMEDADES

Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary)

El moho blanco es la enfermedad más destructiva de las zanahorias durante el almacenamiento. *Sclerotinia* es un patógeno de temperaturas bajas, infectando principalmente a temperaturas entre 13-19 °C (Piccolo, 2013). Los primeros síntomas de la enfermedad en el campo son lesiones acuosas en la base del follaje, y si la humedad ambiental es alta, la infección es acompañada de un crecimiento micelial blanco algodonoso. En el almacén, el micelio blanco del hongo crece rápidamente e infecta gran parte de las zanahorias. Se encuentra

en el suelo y se disemina principalmente por medio de las labores de cultivo, acarreo en el agua de riego o de lluvia (Purdy, 1979). Los fungicidas a base de difolatan, vinclozolin o iprodione pueden ayudar a detener el desarrollo de la enfermedad si se aplican por aspersión.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

Para su control se recomienda eliminar las plantas enfermas antes de que los esclerocios sean liberados en el suelo; la rotación de cultivos en parcelas infestadas resulta eficiente en el control del patógeno si se usan cereales durante más de cinco años. En el almacén, las zanahorias se deben almacenar a una temperatura cercana a los 0°C y una humedad relativa menor del 95% (Piccolo, 2013).

Tizón de la hoja (*Alternaria sauci* (Kühn) Groves & Skolko)

Las lesiones de *Alternaria* ocurren principalmente sobre los márgenes de las hojas de zanahoria; son irregulares y de color marrón oscuro, y pueden abarcar los pecíolos, causando la muerte de la hoja entera. El hongo prefiere el follaje más viejo o débil. Las esporas se diseminan por el viento o la salpicadura de agua a consecuencia de las lluvias. A 28°C se tiene la temperatura ideal para el desarrollo de este hongo, aunque puede haber infecciones desde los 14 hasta los 35°C (Nunez *et al.*, 2016). Este hongo sobrevive durante el invierno en los restos de follaje infectado en el suelo y sobre malezas huéspedes. Se pueden diseminar con la semilla (Piccolo, 2013). Las esporas del hongo se producen de manera continua sobre el follaje, por lo que el manejo del mismo es clave durante sus primeras etapas. Los fungicidas tetracloroisoflato-nitrilo (preventivo), pyroclostrobin, iprodione, azoxystrobin (preventivos y curativos) se pueden utilizar en el manejo de esta enfermedad (Nunez *et al.*, 2016)

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

El uso de semilla no infectada por *Alternaria* es clave en el manejo de esta enfermedad. La incorporación del residuo de cosecha en el suelo es otra práctica adecuada para eliminar este hongo, ya que solo sobrevive en el suelo sobre los residuos de zanahoria infectados, pero muere una vez que esos residuos se descomponen. Hacer rotación de cultivos por 2 años también reduce el tizón de la hoja. El uso del riego rodado ayuda en la reducción de esta enfermedad de la zanahoria. La aplicación de la bacteria *Bacillus subtilis* es una alternativa orgánica para el control del tizón de la hoja, aunque debe ser aplicada de manera que se tenga un buen cubrimiento del follaje (Nunez *et al.*, 2016).

Nemátodos formadores de agallas (*Meloidogyne spp*)

Los nemátodos son una especie de gusanos redondos microscópicos, no segmentados, que cuando se alimentan de las raíces de la planta pueden dañar el punto de crecimiento de la raíz, lo que da como resultado zanahorias en forma de tenedor, distorsionada o deformada. Además de reducir el valor de la cosecha, las raíces deformes tienden a retener partes de suelo, incrementando el trabajo posterior de limpieza de las mismas, y por tanto se incrementan los costos. Los nemátodos también pueden reducir la densidad de plantas presentes, así como su rendimiento. Uno de los nematicidas que se pueden utilizar para manejar el problema de nemátodos en tomate es el metam sodio aplicado antes de la siembra.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente

La rotación de cultivos por dos o tres años, a base de pastos y cereales, excepto el sorgo, es una medida útil para reducir las poblaciones de nemátodos en chile y tomate; la siembra del cempasúchil (*Tagetes erecta* L.) en terrenos infectados disminuye las poblaciones de nemátodos presentes. Se debe evitar sembrar cultivos como frijol, tomate, calabaza o girasol, ya que estos favorecen el

desarrollo de este problema; la maleza conocida como coquillo, *Cyperus spp* es una planta que también favorece el incremento de los nemátodos, aunque también hay otras especies de maleza que son hospederas de nemátodos. (Velásquez y Medina, 2006). La aplicación al suelo de una mezcla 1:1 vermicomposta: quitina redujo las poblaciones de nemátodos agalladores (Castro et al., 2011).

CONTROL DE MALEZA: El periodo crítico del cultivo está comprendido entre la siembra y los 60 días después de la siembra, por lo que es importante mantener el cultivo libre de malezas durante esta etapa. Antes de que emerjan las plántulas se recomienda utilizar el herbicida linurón en dosis de 2 kg/ha. También se recomienda el uso de linuron y fluazufop-p-butil 940 y 250 g/ha aplicado a los 25 y 45 días después de la siembra.

COSECHA: El momento oportuno de la cosecha es cuando la punta de la raíz de la zanahoria toma una forma achatada, esto ocurre entre los 120 a 160 días después de la siembra, dependiendo de la variedad y la época de cultivo.

Clasificación de la cosecha de zanahoria, para su comercialización se realiza la separación del producto de acuerdo a su tamaño y calidad en: leña, mayor a 16 cm de largo y 3.0 cm de ancho; mediana, de 13 a 16cm de longitud y de 2.5 a 3.0 cm de ancho; polvo grande, de 9.5 a 13 cm de largo y 2 a 2.5 cm de diámetro; polvo chico, de 8.0 a 9.5 cm de largo y y de 1.5 a 2.0 cm de diámetro; perica, con deformaciones y/o hombros verdes; trozo, aquellos trozos mayores de 10cm de largo y 2.5 de diámetro.

POTENCIAL DE PRODUCCIÓN: 90 Ton/ha. En la Figura 2.9 se presenta el mapa de las zonas con potencial para la producción de zanahoria.

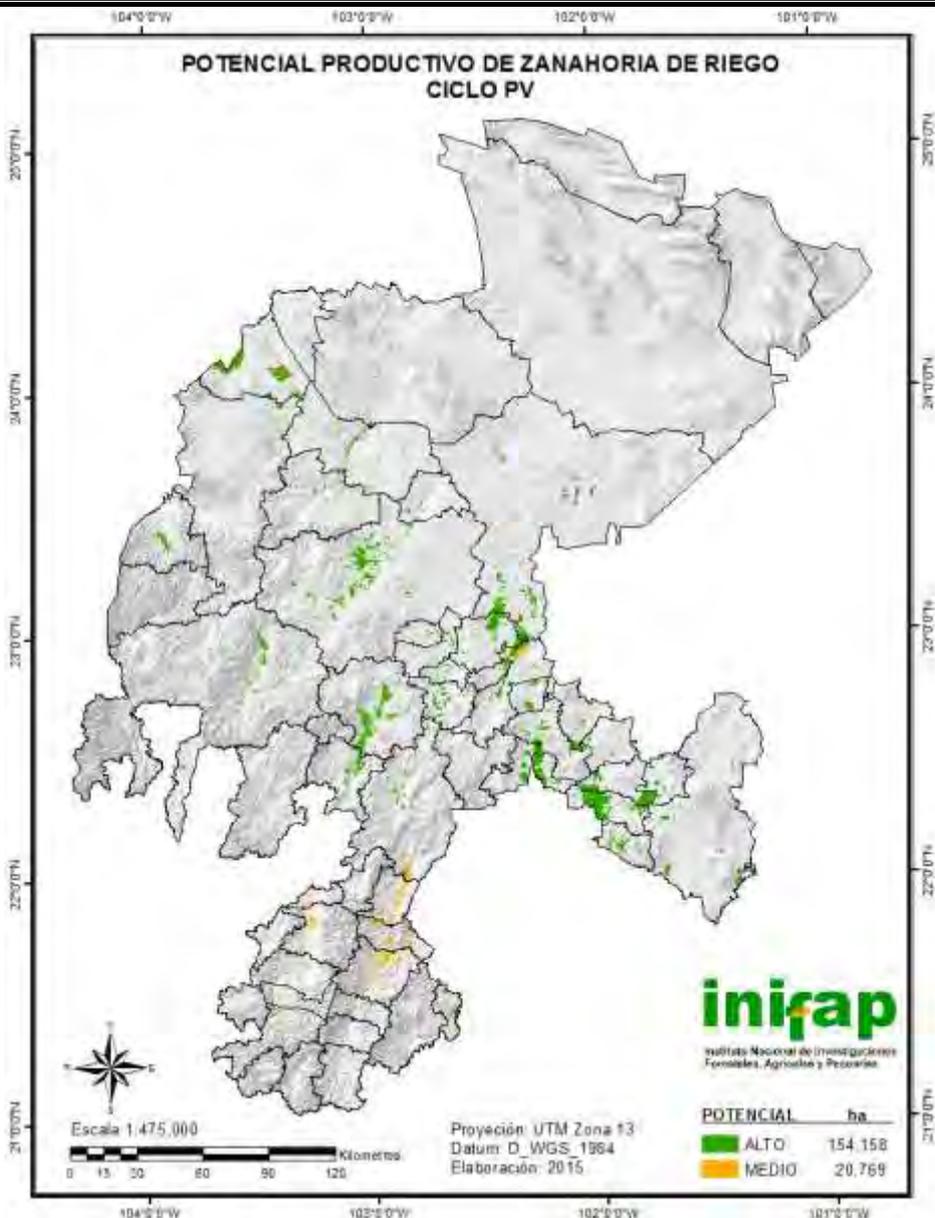


Figura 2.9. Zonas con potencial productivo para zanahoria de riego en el estado de Zacatecas.

Literatura citada

- Ajith P.S. and Lakshmidivi, N. 2010. Effect of Volatile and Non-volatile compounds from *Trichoderma* spp. against *Colletotrichum capsici* incitant of Anthracnose on Bell peppers. *Nature and Science*. 8:265-269.
- Alvarado N. D.; Velásquez V., R.; y Mena C. J. 2006. Cosecha, postcosecha y productos agroindustriales de chile seco. En: Bravo L. A.; Galindo G. G. y Amador R. M. D. (Compiladores) *Tecnología de producción de chile seco*. Libro Técnico Num. 5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zac., México. P 195-221.
- Amador R., M. D. 1988. Uso y manejo de herbicidas en maíz y frijol en Zacatecas. Folleto para productores Num. 16. Campo Experimental Zacatecas, Centro de investigación Regional Norte Centro, INIFAP, SARH. Calera de Víctor Rosales, Zac., México, 19p.
- Amador-Ramírez, M. D. 2002. Critical period of weed control in transplanted chilli pepper. *Weed Res*. 42: 203-209.
- Arévalo V., A. 2000. Control de Malezas. In Heredia G., E. y Delgadillo S., F. *El ajo en México, origen, mejoramiento genético, tecnología de producción*. Libro Técnico Num. 3. División Agrícola. INIFAP. León, Guanajuato, México. 102 p.
- Blanco M., F; Reveles-Hernández, M. y Valdez C., R. 2014. Fertilización del cultivo de nopal para verdura. En: Reveles-Hernández M.; Blanco-Macías, F. (Eds.), *Memoria del curso-taller: Establecimiento y manejo del cultivo de nopal para la producción de nopalito*. El Orito, Zacatecas, México. P 51-60.
- Bravo L., A. y Mojarro D., F. 2006. Riego por goteo y Fertirrigación. En: *Tecnología de producción de chile seco*. Comp. Bravo L., A.; Galindo G., G. y Amador R., M. D. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No. 5. pp 61-76.

- Cabañas, C., B.; Galindo G. G.; Reveles H. M. y Bravo L. A. G. 2006. Selección, producción y conservación de semilla de cultivares de chile seco. En: Bravo L. A.; Galindo G. G. y Amador R. M. D. (Compiladores) Tecnología de producción de chile seco. Libro Técnico Num. 5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zac., México. P 25-44.
- Castro, L., L. Flores, y L. Uribe. 2011. Efecto del Vermicompost y Quitina sobre el control de *Meloidogyne incognita* en tomate a nivel de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 35 (2): 21-32.
- CIRNE. 2012. Paquetes tecnológicos 2012. Tomate. En: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Paquetes2012/149.pdf>, consultada en línea el 22 de agosto de 2016.
- Corpus R. A. 2009. Crecimiento, distribución de biomasa e índice de cosecha en variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) bajo niveles de podas. Tesis de doctor en ciencias. Universidad Autónoma de Baja California, Instituto de Ciencias Agrícolas. 100p.
- Corrales, O., E. Vargas, y M.A. Moreira, 1990. Effect of organic matter in the control of basic putrefaction of the sweet pepper (*Capsicum annum*) caused by *Phytophthora capsici*. *Agronomía Costarricense* (Costa Rica). 14 (1): 9-13.
- Chávez, S., N. 2001. Producción de plántula de hortalizas en invernadero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Delicias. México. Folleto Técnico Num. 7.
- Davis, R. M., B. J. Aegerter, T. Turini y A. Ferry-Abee. 2016a. UC IPM Pest Management Guidelines: Onion and Garlic. UC ANR Publication 3453, Agriculture and Natural Resources, University of California.
- Davis, R. M., G. Miyao, K.V. Subbarao, J.J. Stapleton y B. J. Aegerter, 2016b. UC IPM Pest Management Guidelines: Tomato – Diseases. UC ANR

- Publication 3470, Agriculture and Natural Resources, University of California.
- Díaz E., L. F.; Arévalo V., A.; García L. L.; Bujanos M. R. 2011. Fertirrigación en el cultivo de lechuga en Guanajuato. Folleto para productores Núm. 3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto. México. 28p.
- EPPO/CABI. 1996a. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. In: *Quarantine pests for Europe*. Smith, I.M.; McNamara, D.G.; Scott, P.R.; Holderness, M. (eds.). CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK. 2nd edition.
- EPPO/CABI. 1996b. *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*. In: *Quarantine pests for Europe*. Smith, I.M.; McNamara, D.G.; Scott, P.R.; Holderness, M. (Eds.). CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK. 2nd edition.
- Everts, K. L. and Lacy, M. L. 1996. Factors influencing infection of onion leaves by *Alternaria porri* and subsequent lesion expansion. *Plant Disease*, 80 (3): 276-280.
- Ezziyyani, M.; C. Pérez S.; M. E. Requena, A. Sid A. & M. E. Candela. 2004. Evaluación del biocontrol de *Phytophthora capsici* en pimiento (*Capsicum annum* L.) por tratamiento con *Burkholderia cepacia*. *Anales de Biología* 26: 61-68.
- Flores-Hernández A.; Trejo-Calzada R.; Arreola-Ávila, J.G.; Orona-Castillo I.; Murillo-Amador B.; Rivera-González M.; Martínez-Rodríguez J.G.; y García-Gallegos E.A. 2005. Producción estacional de nopal verdura (*Opuntia* spp.) bajo riego por goteo en una Región Agrícola de México. *J. PACD* 7:84-96.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2004. Manual Hot pepper seed and crop production in the Bahamas. Roma, Italia, 39 p.
- Fournier, F., G. Boivin, y R. K. Stewart. 1995. Effect of Thrips *tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on yellow onion yields and economic thresholds for its management. *J. Econ. Entomol.* 88(5): 1401-1407.

- García Z., R.; Mendoza M., S. F.; Moreno D., L. 2006. Producción de melón (*Cucumis melo*, L.) y zanahoria (*Daucus carota*, L.) bajo riego por cintilla en la comarca Lagunera. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 5:19-26.
- Galindo R., M. A.; M. Reveles H.; F. Garibaldi M.; S. Huchín A.; y E. Gonzalez G. 2011. Calidad de plántula de chile mirasol en función de nutrición y cavidad de charola. Memoria XXIII Semana Internacional de Agronomía. Gomez Palacio, Dgo., Mexico. 610-614.
- Galindo R., M. A.; y M. Reveles H. 2012. Calidad de plántula de chile tipo “Ancho” en respuesta a la nutrición y volumen de la celda. Memorias 9ª Convencion Mundial del Chile. Zacatecas, Zac., México. p 406-414.**
- Garza A. M. y Molina V. M. 2008. Manual de producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León. Gobierno del estado de Nuevo León, SAGARPA. 183p.
- Gómez D. y Vásquez M. 2011. Plántulas de invernadero. Serie: Producción orgánica de hortalizas de clima templado. Programa PYMERURAL, Cooperación Suiza en América Central. PRONAGRO/SAG, Tegucigalpa, Honduras. 34p.
- Gooden, D. T. and J. W. Rideout. 2005. Greenhouse seedling production recommendations. In South Carolina tobacco growers guide 2006. NSCU. <http://www.clemson.edu> consultada en línea el 8 de febrero de 2006.
- Hossain, M.M., K.M. Khalequzzaman, M.S. Alam, M.T.R. Mondal. 2014. Development of bio-rational based IPM packages against thrips in garlic. Int. J. Sustain. Crop Prod. 9(3): 10-14.
- Huchín A., S.; M. Reveles H.; y S. L. Gómez F. 2010a. Crecimiento de plántulas de tomate en fibra de coco. Memoria de la XXII Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Dgo., México. p 919-922.
- Huchín A., S.; M. Reveles H.; y S. L. Gómez F. 2010b. Uso de corteza de pino como sustrato en plántula de tomate en Durango, Mexico. Memoria de la XXII

- Semana Internacional de Agronomía. Gómez Palacio, Dgo., México. p 923-926.
- Jepson, S.B. 2008. *Penicillium* on stored garlic (Blue mold). Oregon State University Extension Service. 2p. (http://www.science.oregonstate.edu/bpp/Plant_Clinic/Garlic/Penicillium.pdf).
- Jordao, A. L., O. Nakano, O., y V. Janeiro. 2010. Adult carbohydrate feeding affects reproduction of *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical entomology*, 39(3), 315-318.
- Lara T., A.; Reveles H., M.; y Reveles T., L. R. 2011. Evaluación del desarrollo vegetativo y radicular en plántulas de chile (*Capsicum annuum* L.) por biofertilización con *Glomus* intraradices. Memorias 3er. Congreso internacional de Biología, Química y Agronomía. Guadalajara, Jalisco. México.
- Lobos, E., D.M. Passos da Silva, J. Mena, G. Logarzo y L. Varone. 2013. Principales plagas en *Opuntia* (Main plagues in *Opuntia*). *Cactus Newsletter Special issue* 13: 137-158.
- Lipinski V. 2013. Capítulo 4. Fertilidad y riego. En: Gaviola J. C (Editor), Manual de producción de zanahoria. Ediciones Instituto Nacional de tecnología agropecuaria. Argentina. Pp 71-100.
- López L. G., Magaña L. N., Vázquez R. C. 2014. Carta Tecnológica del Cultivo de Lechuga. Carta Tecnológica Número 12. SAGARPA. Asociación Nacional de Egresados de Chapingo A.C. México, 2p.
- Lorenz, O. A. and D. N. Maynard 1980. *Handbook for Vegetable Growers*. John Wiley & Sons New Cork. 407 pp.
- Luna V. J. 2001. Producción intensiva de nopal verdura. Folleto para productores Num. 28. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Palma de la Cruz, San Luis Potosí, S.L.P., México. 14p.

- Martínez-González, E.; G. Barrios Sanromá; L. Rovesti y R. Santos Palma. 2006. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico. Centro Nacional de Sanidad Vegetal (CNSV), Cuba.
- Maynard D. N. and Hochmuth G. J. 2007. **Knott's Handbook for Vegetable Growers**, Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc. 621p.
- Medina G. G.; Zegbe D. J. A.; Mena C. J.; Gutiérrez L. R., Reveles H. M., Zandate H. R.; Ruiz C. J. A.; Díaz P. G.; Luna F. M. 2009. Potencial productivo de especies agrícolas en el Distrito de Desarrollo Rural Zacatecas, Zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Publicación Técnica No. 3, 207p.
- Mena, C. J. 2006. Manejo integrado de plagas: una propuesta para el cultivo de ajo. p. 38 – 46. En: Programa y Memorias. II Foro Nacional de Ajo. Zacatecas, Zacatecas, México. 124 p.
- Mena-Covarrubias, J. 2000. Control biológico natural del “gusano cebra”, *Olycella nephelepsa* (Lepidoptera: Pyralidae) en nopal, en Zacatecas. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Control Biológico, del 9 al 10 de Agosto, Chihuahua, Chih. pp 135-138.
- Mena-Covarrubias, J. 2001. Manual para el control de plagas mediante la avispa parasitoide *Trichogramma*. INIFAP, Campo Experimental Zacatecas, Calera, Zacatecas. Publicación especial # 13, 38 p.
- Mena-Covarrubias, J. 2004. Cuidados en el transporte, manejo y liberación de insectos benéficos en hortalizas. In S. Tarango and F. Baez Iracheta (eds). Memorias del primer curso regional sobre Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades de Hortalizas con énfasis en Control Biológico. Ciudad Delicias, Chihuahua, México, Mayo 12-14, 2004. Campo Experimental Delicias, INIFAP. pp. 105-113.
- Mena-Covarrubias, J. 2005. Bioecología y manejo del picudo de las espinas, *Cylindrocopturus biradiatus* Champion (Coleoptera: Curculionidae) en nopal tunero. Entomología Mexicana. 4: 633-637.

- Mena-Covarrubias, J. 2006. Estrategia de manejo integrado contra insectos plaga del chile. In A. Bravo, G. Galindo y M.D. Amador (eds). Tecnología de producción de chile seco. Campo Experimental Zacatecas, Calera, Zacatecas, México. Libro técnico # 5, pp. 97-119. Mena-Covarrubias, J. 2006b. Manejo integrado de plagas: una propuesta para el cultivo del ajo. II Foro Nacional del Ajo, Zacatecas, Zacatecas, 20, 21 y 22 de abril de 2006. pp. 38-46.
- Mena-Covarrubias, J. 2009. Alternativas de control biológico de plagas del nopal. pp. 95-110. In Vázquez A.R.E., Blanco, F. Blanco M., R. Valdéz C. (eds.). Memorias del VIII Simposium-Taller nacional y 1er Internacional de producción y Aprovechamiento del Nopal. Campus de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L., México. 285p.
- Mena-Covarrubias, J. 2010. Insectos plagas del nopal: como tomar decisiones con un enfoque de manejo integrado. 65-73. In Vázquez A.R.E., Blanco, F. Blanco M., R. Valdez C. (eds.). Memorias del IX Simposium-Taller nacional y II Internacional de Producción y Aprovechamiento del Nopal Y Maguey. Campus de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, N.L., México. 300p.
- Mena-Covarrubias, J. 2011. Alternativas para el manejo integral de grana cochinilla, *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae) en nopal tunero. 73-81. In Vázquez A.R.E., Blanco, F. Blanco M., R. Valdez C. (eds.). Memorias del X Simposium-Taller nacional y III Internacional de Producción y Aprovechamiento del Nopal Y Maguey. Campus de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, N.L., México. 300p.
- Mena-Covarrubias, J. 2013. Tecnologías de manejo integrado para los insectos plaga del nopal tunero en el Altiplano Mexicano. In: Gallegos-Vázquez, C.; Méndez-Gallegos, S. de J. y Mondragón-Jacobo, C. (eds.). Producción sustentable de tuna en San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados - Fundación Produce San Luis Potosí. San Luis Potosí, SLP. México. pp. 125-161.

- Mena-Covarrubias, J. 2014a. Diseño de una trampa alimenticia para el manejo de insectos plaga en cultivos básicos y hortalizas. XXIV Seminario estatal de investigación y desarrollo tecnológico agropecuario y VIII Foro para la presentación de estrategias didácticas en el marco del PRODEFORMS. Subdirección de Coordinación de enlace operativo de la DGETA en Zacatecas, Calera, Zacatecas, 4 de diciembre del 2014. Pv.
- Mena-Covarrubias, J. 2014b. Evaluación de los métodos para control de insectos plaga en nopal tunero en México. 79-86. In Blanco-Macías, F.; R. E. Vázquez-Alvarado; R.D. Valdez-Cepeda; J.A. Santos-Haliscak (eds.). Memorias del XII Simposium-Taller nacional y V Internacional de Producción y Aprovechamiento del Nopal Y Maguey. Campus de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, N.L., México. 244p.
- Mena-Covarrubias, J. 2014c. Insectos vectores de virus y fitoplasmas en el cultivo de chile en México. 129-154. In Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L.R., Mauricio-Castillo, J.A., Mena-Covarrubias, J., Amador-Ramírez, M.D., Salas-Muñoz, S., Reveles-Hernández, M., Creamer, R., Chew-Madinaveitia, Y.I., Chapa-Oliver, A.M., Mejía-Teniente, L., González-Chavira, M.M. y Cid-Ríos, J.A. 2014. Virus y fitoplasmas de chile: una perspectiva regional. Libro técnico No. 10. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 279 p.
- Mena-Covarrubias, J. y S. Rosas-Gallegos. 2007. Guía para el Manejo Integrado de las Plagas del Nopal Tunero. INIFAP, Campo Experimental Zacatecas, Calera, Zacatecas, México. Publicación Especial # 14, Segunda Reimpresión, 34 p.
- Mena-Covarrubias, J., R. Velásquez-Valle y L.R. Reveles-Torres. 2014. Bioecología y manejo de chicharritas (Homoptera: Cicadellidae) que son vectores de virus y fitoplasmas en chile. 248-255. In J.J. Luna, A.G. Bravo, M. Ramírez, A. Lara, M. González, J.L. Pons, H. Villalón y J. Mena (eds.). 11ª Convención mundial del chile, Morelia, Mich., México, 2-4 de octubre del 2014. 255p.

- Méndez-Gallegos, S.J., J. Mena-Covarrubias, C. Gallegos-Velázquez y C. Mondragón-Jacobo. 2013. Principales enfermedades y recomendaciones para su control en el nopal tunero en el Altiplano Mexicano. In: Gallegos-Vázquez, C.; Méndez-Gallegos, S. de J. y Mondragón-Jacobo, C. (eds.). Producción sustentable de tuna en San Luis Potosí. Colegio de Postgraduados - Fundación Produce San Luis Potosí. San Luis Potosí, SLP. México. pp. 163-172.
- Méndez-Gallegos, S. de J.; García-Herrera, E. J.; Blanco-Macías, F.; Valdez-Cepeda R. D. y Reveles-Hernández M. 2014. Manejo fitosanitario del nopal para verdura. En: Reveles-Hernández M.; Blanco-Macías, F. (Eds.), Memoria del curso-taller: Establecimiento y manejo del cultivo de nopal para la producción de nopalito. El Orito, Zacatecas, México.
- Mojarro D., F.; Rubio D., S. y Bravo L., A. 2006. Riego y Fertilización en surcos. En: Tecnología de producción de chile seco. Comp. Bravo L., A.; Galindo G., G. y Amador R., M. D. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No. 5. pp. 77-96.
- Munyaneza, J. E. 2012. Zebra chip disease of potato: biology, epidemiology, and management. *American Journal of Potato Research*, 89(5): 329-350.
- Muñoz R., J. J. 2003. La producción de plántula en invernadero. In Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. Celaya, Guanajuato, México. p 207-230.
- Muñoz R. J. J. 2008. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: Castellanos J. Z. (Ed.). Manual de producción de tomate en invernadero. Intagri, México. 216p.
- Natwick. E.T., C.S. Stoddard, F.G. Zalom, J.T. Trumble, G. Miyao, J.J. Stapleton. 2016. UC IPM Pest Management Guidelines: Tomato – Insect pests. UC ANR Publication 3470, Agriculture and Natural Resources, University of California.

- Nunez, J., R.M. Davis y T.A. Turini. 2016. UC IPM Pest Management Guidelines: Carrot– Diseases. UC ANR Publication 3470, Agriculture and Natural Resources, University of California.
- Ortiz F., P. y Amado A., J. P. 2002. Producción de zanahoria utilizando fertirrigación con riego por goteo en el noroeste de Chihuahua. Desplegable para productores Num. 7. Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 6p.
- Osuna, C. F. de J. y Ramírez, R. S. 2013. Manual para cultivar cebolla con fertirriego y riego por gravedad en el estado de Morelos. Libro Técnico No. 12. Campo Experimental Zacatepec – INIFAP. Zacatepec, Morelos, México. 155 p.
- Pérez, W. y G. Forbes. 2008. Manual técnico El tizón tardío de la papa. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 39p.
- Piccolo, R. 2013. Enfermedades de la zanahoria. In Gaviolo, J.C. (ed.). Manual de producción de zanahoria. INTA, Mendoza, Argentina. pp 153-167.
- Purdy, L. 1979. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. *Phytopathology*, 69(8): 875-880.
- Ramírez, R. S., A. P. Salazar P. y T. Nakagome. 2001. Manual de plagas y enfermedades del cultivo de jitomate, tomate de cascara y cebolla. Campo Experimental Zacatepec, CIRCE, INIFAP, México. Publicación Especial No. 28, 128p.
- Ramiro C., A. 1992. VR-91 Variedad de chile mirasol o guajillo para el norte centro de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental Palma de la Cruz, S.L.P., México. 12 p. (Folleto Técnico No. 2).
- Ramiro C., A. 2001. Guajillo San Luis y Guajillo INIFAP, nuevas variedades del chile mirasol para el norte-centro de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de

- Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental Palma de la Cruz, S.L.P., México. 14 p. (Folleto Técnico No. 14).
- Reveles H., M. 2005. Memoria del curso producción de plántula en invernadero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. México. 6 p.
- Reveles H., M. 2006. Fertilización y sistema de siembra a seis hileras de la cebolla en el estado de Zacatecas. Innovaciones Tecnológicas 2005 para mejorar la competitividad y sostenibilidad de las cadenas agroalimentarias y agroindustriales. Folleto Técnico No. 4. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. p 97-98.
- Reveles H., M. 2007a. Efecto de la fecha de siembra sobre el rendimiento y la calidad del ajo en Zacatecas. Memoria 2º Taller: Tecnología para el establecimiento del cultivo de ajo. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP, Calera, Zac., México. p11-16.
- Reveles H., M. 2007b. Efecto de la posición de la semilla al momento de la siembra sobre el rendimiento y calidad en ajo en Zacatecas. Memoria 2º Taller: Tecnología para el establecimiento del cultivo de ajo, Campo Experimental Zacatecas, INIFAP, Calera, Zac., México. p 30-33.
- Reveles H. M. y F. Blanco M. 2006. Establecimiento de huertas de nopal forrajero en Zacatecas. In: Valdez C. R. D., F. Blanco M., M. Reveles H., F. A. Rubio A. Aréchiga F.C.F. y J.J. Urista T. 2º Simposium- Taller sobre nopal forrajero: El nopal en la producción animal. pp. 5-14.
- Reveles H., M. y R. Velásquez V. 2010. Sistema de producción de ajo en altas densidades y uso de la variedad CEZAC 06. In Salinas G., H.; U. Figueroa V.; J. Verastegui Ch.; A.F. Rumayor R.; A. Pajarito R.; H. M. Quiroga G.; A. Peña Ramos; A. Quiñones Ch.; G. A. Chávez R. (Eds.) Estrategias de investigación para la innovación tecnológica: principales logros en el Norte-Centro de México. Libro Técnico. Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro. Matamoros Coah. pp 117-130.

- Reveles H., M. y Velásquez, V R. 2010a. Densidad de Siembra de Ajo. Memoria 3er. Taller Demostración: Tópicos para la Producción Intensiva de ajo. Saín Alto, Zac., 27 de mayo de 2010. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. p 1-8.
- Reveles H., M.; R. Velásquez V.; S. Huchín A.; M. A. Velásquez V. y A. G. Bravo L. 2010. Efecto de la fertilización sobre el crecimiento de plántulas de chile mirasol en invernadero. Memorias I Foro para productores de chile. Zacatecas, Zac., México. p 148-152.
- Reveles H. M.; Velásquez V. R. Trejo C. R. y Ruiz T. J. 2012. Rendimiento de cebolla en camas de siembra con 6 hileras de plantas Zacatecas. Memoria VIII Nacional Recursos Bióticos de Zonas Áridas. p 271-275.
- Reveles H., M.; Cid R., J. A., Trejo C. R. 2014. Densidad relativa de bulbos de ajo variedad Barretero, característica sobresaliente del nuevo genotipo para Zacatecas. Actualidades y desafíos de la Investigación en Recursos Bióticos de Zonas Áridas. 627-633.
- Reveles H. M.; Cid R. A.; y Trejo C. R. 2013a. Dos densidades de plantación de cebolla de fotoperiodo corto en Calera, Zacatecas. Memoria XXV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. p 279-274
- Reveles H. M.; Cid R. A.; y Trejo C. R. 2013b. Rendimiento y calidad de siete cultivares de cebolla de fotoperiodo intermedio en Calera, Zacatecas, México. Memoria XXV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. p 675-679
- Reveles H. M.; Cid R. A.; Velásquez V. R. y Trejo C. R. 2013c. Crecimiento, rendimiento y calidad de cebolla en dos densidades de plantación de cebolla en Calera, Zacatecas, México. AGROFAZ 13: 85-92.
- Reveles-Hernández M.; Cid-Ríos, A. y Trejo-Calzada R. 2013a. Productividad y calidad de bulbo de cinco cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) de fotoperiodo corto en Calera, Zacatecas. Memoria del Congreso I

Internacional, IX Nacional Recursos Bióticos de Zonas Áridas y VI Nacional orégano y otras aromáticas. pp 313-321

Reveles-Hernández, M.; Cid-Ríos J. A.; Trejo-Calzada R. 2013b. Evaluación de rendimiento de cuatro cultivares de cebolla (*Allium cepa* L.) morada en Calera, Zacatecas. Memoria del Congreso I Internacional, IX Nacional Recursos Bióticos de Zonas Áridas y VI Nacional orégano y otras aromáticas. pp 322-329

Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R. y Bravo-Lozano, A. G. 2009. Tecnología para cultivar ajo en Zacatecas. Libro Técnico No. 11. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. México. 272 p.

Reveles-Hernández, M.; R. Velásquez-Valle y S. Rubio-Díaz. 2010a. CEZAC 06 variedad de ajo jaspeado para la región norte centro de México. In Vidal M., V. A.; B. Coutiño E.; R. E. Preciado O.; S. Montes H. (Editores), Memoria de resúmenes Congreso XXIII Nacional, III Internacional de Fitogenética. p 415.

Reveles-Hernández M.; Huchín-Alarcón, S.; Velásquez-Valle, R.; Trejo-Calzada, R.; y Ruiz-Torres, J. 2010b. Producción de Plántula de Chile en Invernadero. Folleto Técnico Núm. 41. Campo Experimental Valle del Guadiana, CIRNOC-INIFAP, 40p.

Reveles-Hernández, M.; S. Huchín-Alarcón; R. Velásquez-Valle; y M. S. González-Rivera. 2011a. Efecto de la lombricomposta en el desarrollo de plántula de chile en invernadero. Memoria Octava Convención Mundial del Chile. León, Gto., México. p 128-133.

Reveles H., M.; L. R. Reveles T.; R. Velásquez V. y J. Carrillo F. 2011. Efecto de la aplicación de *Glomus* intraradices en el desarrollo vegetativo y radicular de plántula de *Cucurbita pepo* L. AGROGAZ. 11: 67-72

Reveles-Hernández, M.; R. Velásquez-Valle; S. Huchín-Alarcón; y C. J. Candelas-Mejía. 2011b. Efecto de la fertilización en el desarrollo y calidad comercial de plántula de chile mirasol. Memoria Octava Convención Mundial del Chile. León, Gto., México. Pp 133- 138.

- Reveles-Hernández M. y Velásquez-Valle R. 2012. Fertilización de cebolla en seis hileras de plantas con riego por goteo. XXXVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Zacatecas, Zac., México. p 83-85
- Reveles-Hernández, M., Trejo-Calzada, R. y Ruiz-Torres, J. 2012a. Influencia del tamaño de la penca madre sobre la brotación de nopal verdura Cv. Villanueva. Memorias VIII Simposio Internacional sobre Flora Silvestre en Zonas Áridas. 633-638.
- Reveles-Hernández, M.; Huchín-Alarcón, S. y Velásquez-Valle, R. 2012b. Producción de plántula de chile en invernadero: Manual para el productor. Folleto para productores Núm. 37. Campo Experimental Zacatecas, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. 28p
- Reveles-Hernández M.; Velásquez-Valle R.; Trejo-Calzada R. y Ruiz-Torres J. 2012c. Fertirriego para cebolla en camas con seis hileras de plantas. Memoria 3er Conferencia de Cebollas. Irapuato, Gto., México. s/p
- Reveles-Hernández M. y Velásquez-Valle R. 2014. Manejo de malezas en cebolla con altas densidades de plantación. Memoria Curso tecnología para producción de cebolla con altas densidades. Izucar de Matamoros, Puebla, México. Chemtura Agrosolutions. P 11-21
- Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R.; Reveles-Torres L. R. y Cid-Ríos J. A. 2014a. Guía para producción de cebolla en Zacatecas. Folleto Técnico No. 62 Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México. 40 p.
- Reveles-Hernández M.; Blanco-Macías, F.; Valdez-Cepeda R. D. y Méndez-Gallegos S. de J. 2014b. Establecimiento de la huerta de nopal para verdura. En: Reveles-Hernández M.; Blanco-Macías, F. (Eds.), Memoria del curso-taller: Establecimiento y manejo del cultivo de nopal para la producción de nopalito. El Orito, Zacatecas, México.

- Reveles-Hernández, M.; Velásquez-Valle, R. y Cid-Ríos J. A. 2014c. Barretero, variedad de ajo jaspeado para Zacatecas. Folleto Técnico No. 61 Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México. 32 p.
- Reveles-Hernández M.; Blanco-Macías, F.; Valdez-Cepeda R. D. y Méndez-Gallegos S. de J. 2014d. Tecnología de manejo de la huerta de nopal para nopalito. En: Memoria del curso-taller: Establecimiento y manejo de un huerto comercial de nopal verdura. "XIII Simposium-Taller Nacional y VI Internacional sobre Producción y Aprovechamiento del Nopal y Maguey". Escobedo, Nuevo León, México. P 83-89
- Reveles-Hernández M.; Velásquez-Valle, R. y Cid-Ríos J. A. 2015. Platero, nueva variedad de ajo jaspeado para Zacatecas. Folleto Técnico No. 69 Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, México. 28 p.
- Reveles-Torres, L.R., L. Berumen, J. Mena-Covarrubias y M. M. González. 2007. Presencia de fitoplasmas determinados por PCR-anidado en nopal (*Opuntia spp*) con síntomas de engrosamiento. In M.D. Amador R., J.A. Zaegbe D., L.R. Reveles T., J. Mena C. y A. Serna P. (eds.) Memorias del XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. 14 al 17 de agosto del 2007, Zacatecas, Zac. México. p 109.
- Rini C.R. and K.K. Sulochana. 2006. Management of seedling rot of chilli (*Capsicum annuum* L.) using *Trichoderma* spp. and fluorescent pseudomonads (*Pseudomonas fluorescens*). *Journal of Tropical Agriculture* 44: 79-82
- SAGARPA, 2010. Monografía de cultivos, jitomate. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios, SAGARPA. México. 10 p.
- Servín, P.M., Serna, P.A., Sánchez G.R. 2012, Producción de chile seco con riego por goteo sub-superficial. Folleto Técnico No. 41. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 45p.
- SIACON, 2014. Información de la Producción Agrícola Nacional por Entidad Federativa de los años 1980 a 2014. SAGARPA. En:

<http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialasiacon-zip/>
consultada en línea el 4 de febrero de 2016.

- Sosa A., Ruiz G.; Bazante I.; Mendoza A.; Etchevers J. D.; Padilla J.; Castellanos J. Z. 2013. Absorción de nitrógeno, fósforo y potasio en zanahoria (*Daucus carota* L.) cultivada en el Bajío de México. IAH 11: 27-30.
- Trivedi, T. P., y D. Rajagopal. 1992. Distribution, biology, ecology and management of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller)(Lepidoptera: Gelechiidae): a review. International Journal of Pest Management, 38(3): 279-285.
- Vavrina, Ch. S. 2002. An introduction to the production of containerized vegetable transplants. Fact Sheet HS849 Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 17p. <http://edis.ifas.ufl.edu/>. Consultado en línea el 11 de mayo de 2005.
- Velásquez V., R. y M. M. Medina A. 2004. Guía para conocer y manejar las enfermedades más comunes de la raíz del ajo en Aguascalientes y Zacatecas. Campo Experimental Pabellón, Folleto para productores núm. 34. México. 18 pp.
- Velásquez V., R. y M. M. Medina A. 2006. Manejo Integrado de enfermedades. En: Bravo L. A.; Galindo G. G. y Amador R. M. D. (Compiladores) Tecnología de producción de chile seco. Libro Técnico Num. 5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. Calera, Zac., México. P 121-158.
- Velásquez V., R. y Medina A., M. M. 2007. Guía para identificar las enfermedades de la raíz del ajo en Aguascalientes y Zacatecas. p. 66 - 79. In: Tecnología reciente del cultivo de ajo. Comp. F. J. Robles E., L. M. Macías V. y L. H. Maciel P. Publicación Especial Núm.33.
- Velásquez V. R., M. D. Amador R., M. Reveles H. 2008. Logros y rezagos en la investigación fitopatológica realizada por el Instituto Nacional de

- Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en Aguascalientes y Zacatecas. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes Número 42:4-10.
- Velásquez V., R. y Amador R., M. D. 2009. Enfermedades bióticas del ajo y chile en Aguascalientes y Zacatecas. Libro Técnico No. 9. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Aguascalientes, Ags., México. 181 p.
- Velásquez V., R.; Mena C., J.; Reveles H., M.; Amador R., M. D. y Schwartz H. F. 2010. El virus de la mancha amarilla del iris: una nueva amenaza para el ajo y la cebolla en Aguascalientes y Zacatecas. Folleto Técnico No. 21. Campo Experimental Zacatecas –INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 37 p.
- Velásquez, V. R., Chew, M. I. Y., Reveles, H. M. y Amador, R. M. D. 2010c. Enfermedades provocadas por virus en el cultivo de ajo en el norte centro de México. Folleto Técnico No. 22. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. 62 p.
- Velásquez, V. R., Mena, C. J. y Reveles, T. L. R. 2011. Amarillamiento del chile para secado en el Norte – Centro de México. Folleto Técnico No. 35. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC-INIFAP, 43 p.
- Velásquez, V.R., Reveles, H. M. y Medina, A. M. M. 2011a. Ecología del hongo causante de la pudrición blanca del ajo y la cebolla y saneamiento de parcelas infestadas. Folleto Técnico No. 32. Campo Experimental Zacatecas – INIFAP. Calera de V. R., Zacatecas, México. 24p.
- Velásquez-Valle, R. y Medina-Aguilar, M. M. 2004. Persistencia de esclerocios de *Sclerotium cepivorum* Berk. En: suelos infestados de Aguascalientes y Zacatecas, México. Revista Mexicana de Fitopatología 22:143-146.
- Velásquez-Valle, R. y Reveles-Hernández, M. 2011. Detección del Iris Yellow Spot Virus en el cultivo de cebolla en Zacatecas, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 2. Núm. 6., p 971-978.

Velásquez-Valle, R., Reveles-Hernández, M., Ramírez-Amador, M.D. 2012. Desarrollo de pudrición blanca en ajo en función del número inicial de plantas sintomáticas. Revista AGROFAZ. Vol. 12. Núm. 4.



CAPÍTULO 3
CULTIVOS FRUTÍCOLAS

CAPÍTULO 3 CULTIVOS FRUTÍCOLAS

Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez
Dr. Jaime Mena Covarrubias
Dr. Guillermo Medina García
Dr. Alfonso Serna Pérez
Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez

Introducción

Los frutales caducifolios se cultivan en el centro y norte del país donde la temperatura, al final del otoño y durante el invierno, es lo suficientemente baja para que ocurra una defoliación de los árboles, y presenten un letargo durante el invierno. Durante esta etapa, la actividad interna se minimiza para prevenir que el crecimiento de los árboles se active durante el invierno, y así, protegerlos contra las bajas temperaturas presentes durante esta época. Una vez que los árboles alcanzan el letargo, empieza la acumulación de frío durante el invierno, el cual es indispensable para la floración en la primavera e inicio de un nuevo ciclo vegetativo y reproductivo. Esta particularidad de los frutales caducifolios, ha forzado a buscar nichos ecológicos que permitan el desarrollo adecuado de cultivos como el chabacano, ciruelo, durazno, manzano y vid, entre otros. Un caso especial es el cultivo de la guayaba, que, siendo un árbol perennifolio, se le induce un letargo al través de la técnica del déficit hídrico (conocido como

“calmeo”) con el objetivo de programar la cosecha y escapar a los daños ocasionados por las bajas temperaturas.

En México, en 2014 se dedicaron 222, 327 ha a cultivos frutales tales como: ciruelo, chabacano, durazno, guayaba, manzano, nopal tunero y vid. Esta superficie representó 3% y 12% en relación a la dedicada a cultivar maíz y frijol a nivel nacional, respectivamente (Figura 3.1) (SIAP, 2015).

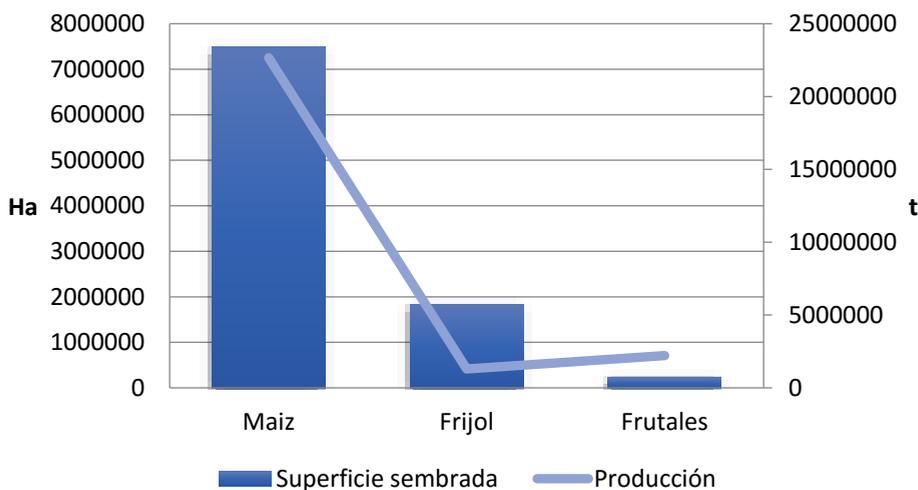


Figura 3.1. Superficie sembrada y producción de maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y siete frutales a nivel nacional en 2014.

En 2014, el valor de la producción de los siete frutales, antes mencionados, representó 19.1% del valor de la producción de maíz; en contraste, el valor de la producción de los frutales fue 13.8% mayor que el valor registrado en frijol (SIAP, 2015).

En términos de productividad, en 2014 a nivel nacional se registraron las siguientes cifras: 3.0, 0.86 y 9.4 t/ha para maíz, frijol y los siete frutales mencionados, respectivamente. En ese mismo orden el precio medio rural fue de \$ 3, 548.0, \$ 11, 910.0 y \$ 6, 793.0, respectivamente. Lo anterior resalta la importancia de los cultivos frutícolas como generadores de economía y bienestar social.

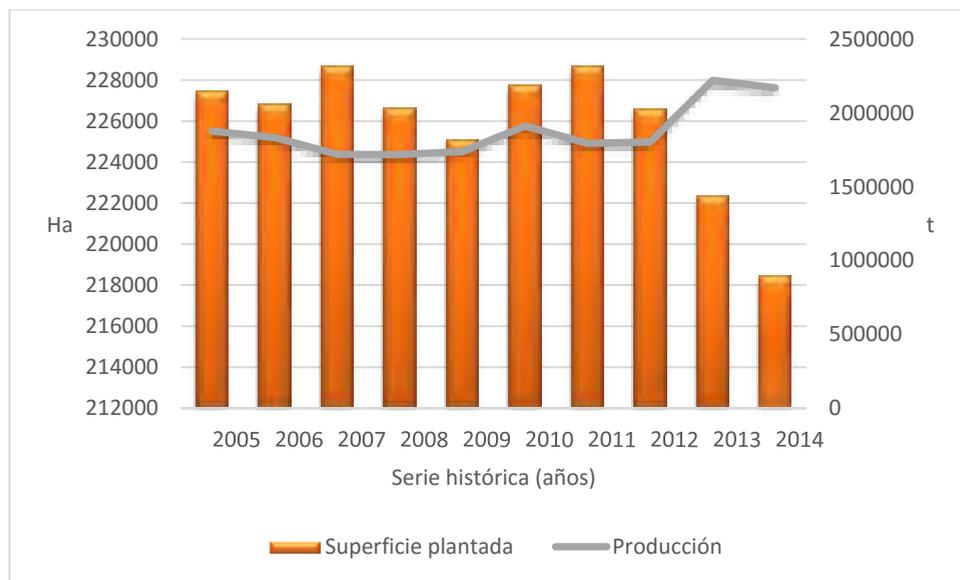


Figura 3.2. Superficie plantada y rendimiento históricos de chabacano, ciruelo, durazno, manzano, nopal tunero, vid y guayaba a nivel nacional (SIAP, 2015).

En Zacatecas, la mayor parte de la superficie sembrada se dedica al cultivo de frijol, principalmente bajo condiciones de temporal en el ciclo primavera-verano. En 2014, se sembraron 677, 073 ha, de las cuales, sólo el 4.1% se estableció bajo condiciones de riego. En contraste, los frutales perennes y el maíz representaron únicamente 5.7% y 28.5% de la superficie dedicada al cultivo de

frijol (Figura 3.3). Sin embargo, en productividad, los frutales produjeron 7.9 t/ha, mientras que frijol y maíz reportaron 0.68 t/ha y 1.74 t/ha, respectivamente. Aunque en términos económicos, el frijol y maíz alcanzaron precios de 3, 744 \$/t y 7, 499 \$/t, respectivamente; mientras que en los cultivos frutales fue de 5, 788 \$/t.

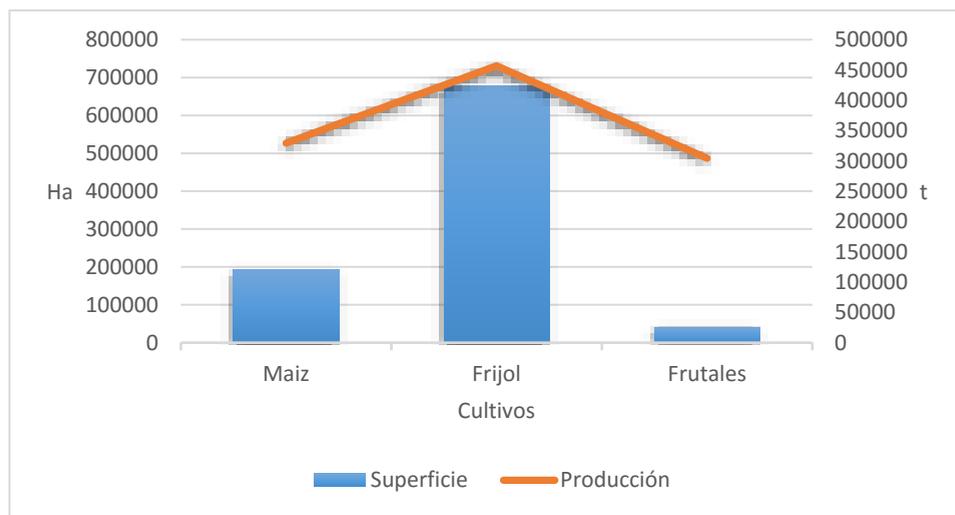


Figura 3.3. Comparación de la superficie y producción anual de frijol y maíz con cultivos frutales caducifolios de importancia económica en el estado de Zacatecas (SIAP, 2015).

Zacatecas es considerado el principal productor de tuna con una superficie de 18, 012 ha y en segundo lugar se ubica el Estado de México con 16, 774 ha, en términos de productividad, en 2014, se registraron 12.5 y 10.8 t/ha de tuna para estas dos entidades, respectivamente. Sin embargo, estados como Puebla con menor superficie plantada (4, 937 ha) registraron rendimientos de 19.0 t/ha.

El cultivo del durazno bajo condiciones de temporal, es un caso atípico a nivel nacional y mundial, ya que en Zacatecas 11, 119 ha son explotadas bajo estas condiciones; mientras que poco más de 1, 000 ha se encuentran bajo el sistema de riego. Por lo antes citado, el estado de Zacatecas es señalado como el principal productor de durazno criollo de hueso pegado, aunque con rendimientos muy bajos (1.1 t/ha), en promedio, en comparación con el durazno producido bajo riego en el estado de Morelos (8.4 t/ha).

Después de Sonora (20, 393 ha), Zacatecas es el segundo productor de uva para mesa e industria con una superficie de 3, 589 ha. Los productores de vid, indican rendimientos de 10.7 y 14.3 t/ha en Zacatecas y Sonora, respectivamente.

El guayabo es un frutal perenne que se cultiva en la zona con clima sub-tropical **del estado de Zacatecas, conocida como “Los Cañones”**. Junto con el estado de Aguascalientes forman una zona compacta de producción. En superficie, Zacatecas (3, 040 ha) ocupa el tercer lugar, después de Michoacán (9, 450 ha) y Aguascalientes (6, 269 ha). Sin embargo, los rendimientos de guayaba son similares en los tres estados con 14.7, 15.4 y 15.6 t/ha en Aguascalientes, Michoacán y Zacatecas, respectivamente.

El chabacano, ciruelo y manzano se producen principalmente en zonas compactas de los municipios de Jerez y Fresnillo. La superficie dedicada al chabacano y manzano ha permanecido relativamente sin cambios. En contraste, el área destinada a ciruela creció 307% entre 2009 y 2013 (Figura 3.4).

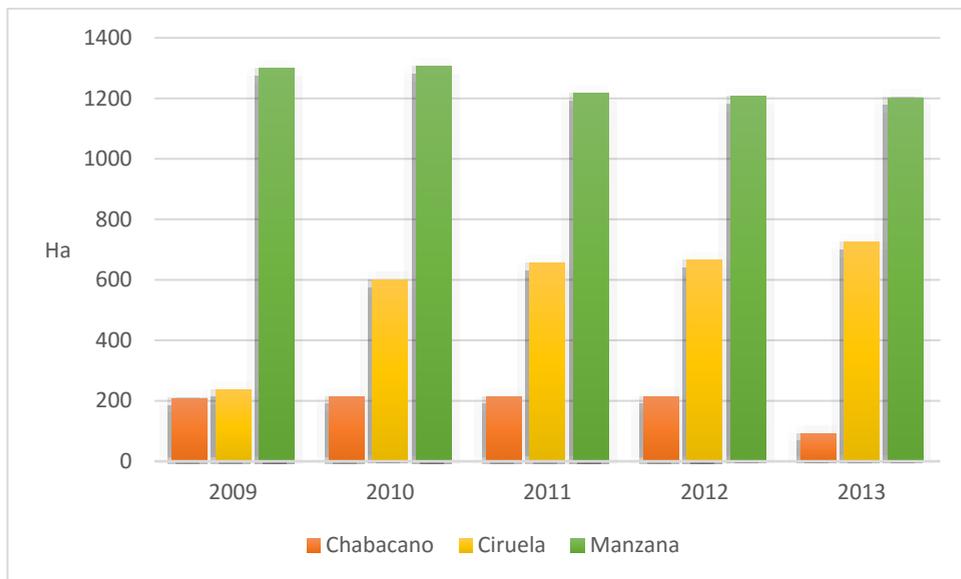


Figura 3.4. Superficie dedicada a la producción de chabacano, ciruela y manzano en el estado de Zacatecas (SIAP, 2015).

En comparación con el durazno que se produce en Zacatecas, el chabacano y la ciruela son cultivos con mayor rendimiento por unidad de superficie (Figura 3.5). En 2014, éstos alcanzaron precios por tonelada de \$ 5, 378.0, \$ 5, 625.4 y \$ 6, 203.0 para chabacano, ciruela y manzana, respectivamente.

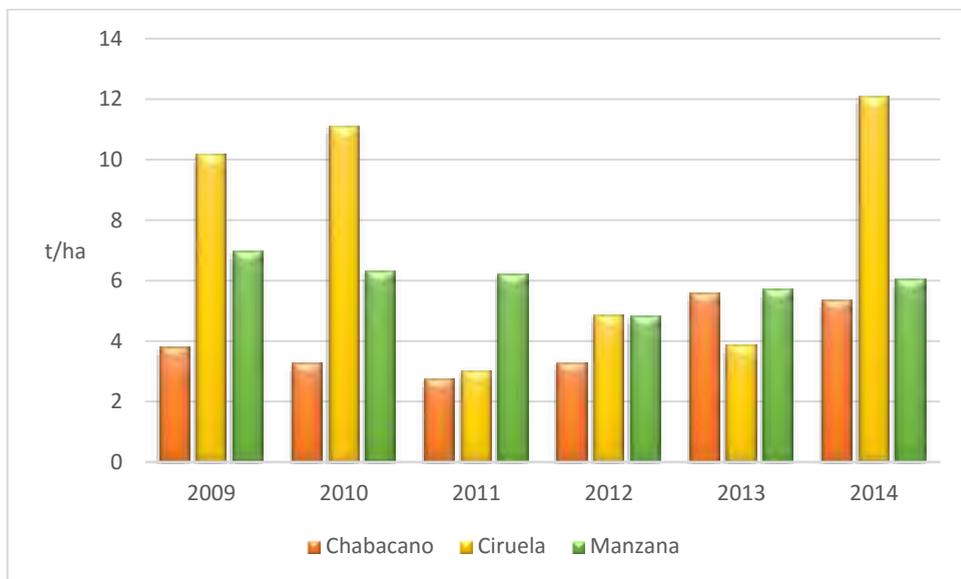


Figura 3.5. Rendimiento del chabacano, ciruela y manzano en el estado de Zacatecas (SIAP, 2015).

En el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 08 Jalpa se cultivan otros frutales de menor importancia económica, pero con un alto valor social. Estos cultivos son cítricos: lima (*Citrus* spp.) (17 ha), limón (*Citrus citrus x aurantifolia* (Christm.) Swingle) (55 ha), mandarina (*Cirtus reticulata*) (8 ha), naranja (*Citrus x sinensis*) (17 ha) y pitaya silvestre (*Stenocereus* spp.) y se encuentran distribuidos en la selva baja caducifolia de ese DDR (SIAP, 2015).

Chabacano (*Prunus armeniaca* L.)
 Ciclo Perenne
 Régimen de humedad: riego



CULTIVARES*	PORTAINJERTOS*	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha)	ÉPOCA DE PLANTACIÓN
1. Selección 7-11 2. Selección 10-1 3. Canino 4. Marité 5. Tania 6. Blenheim (Royal) 7. Moongold	1. Durazno prisco 'Nemaguard' y 'Lovell' 2. GF 305' (híbrido almendro x durazno) 3. Citation (híbrido durazno x almendro) 4. 'Mirobolano 29C' (<i>Prunus cerasifera</i>) 5. 'Marianna 2624' (<i>Prunus cerasifera</i> x <i>Prunus munsoniana</i>).	1. 8 x 8 m = 156 2. 7 x 6 m = 238 3. 7 x 4.5 m = 317 4. 5 x 5 m = 400	Durante el invierno a raíz desnuda o en maceta. Durante la estación lluviosa en maceta

*Mondragón et al. (2004) y Grijalva et al. (2006)

MÉTODO DE PLANTACIÓN. Después de un barbecho poco profundo (15 cm de profundidad), y con el uso opcional del arado de cinceles en lugar de arado de discos y el paso de una rastra cruzada, se procede a trazar la huerta, según las características topográficas del terreno (Mondragón *et al.*, 2004). La plantación puede realizarse en cepas individuales o en bordos. El diseño de la plantación puede ser marco real (cuadrado) y/o rectangular, principalmente. En terrenos con pendientes iguales o mayores a 1%, el trazo de la huerta deberá ser siguiendo el contorno del terreno construyendo los bordos en curvas a nivel.

PODA.

Poda de formación. El chabacano es un árbol vigoroso por lo cual la formación resulta relativamente difícil. Además, para un buen desarrollo del color de la fruta, se requiere de una buena exposición a la luz solar; por lo tanto, se recomienda que los árboles sean formados en el sistema a centro abierto (Rieger, 2006).

Poda de fructificación. Esta frutal fructifica en tres tipos de ramas que se formaron el año anterior; éstas son conocidas como “bouquets” de mayo, “chifones” y ramas mixtas (Zegbe y Esparza, 2007). La poda se lleva al cabo anualmente durante el invierno antes de la floración. Inicia con un despunte relativamente severo en la parte alta de los árboles, lo cual tiene como objetivos regular el tamaño y promover ramas productivas para el siguiente ciclo de producción. Posteriormente, para facilitar la entrada de luz solar a través de la copa de los árboles, se eliminan los crecimientos orientados hacia el centro de los mismos; después se continua con el raleo de ramas mixtas y la eliminación de “chifones” y “bouquets” de mayo, ya que estas ramillas producen fruta de mala calidad (Grijalva *et al.*, 2006). La intensidad de la poda debe considerar los daños posibles que puede ocasionar la presencia de una helada tardía.

Poda en verde. Esta poda se lleva a cabo cuando hay un exceso de frutos sombreados por brotes nuevos, o aquellos que no fueron podados durante el invierno previendo un descenso de temperatura durante la floración, lo cual es común en la zona productora de Jerez, Zacatecas. Esta práctica consiste en eliminar exceso de ramas y follaje para permitir la entrada de la radiación solar hacia zonas más bajas de la copa de los árboles.

ACLAREO DE FRUTA. Debido a la presencia de heladas primaverales, ésta práctica no es común entre los productores de chabacano. Sin embargo, comercialmente, se sugieren producciones moderadas con buen tamaño de fruta. Esto último se logra combinando la poda de fructificación y aclareo de la fruta (Zegbe y Esparza, 2007). El aclareo se hace manualmente cuando el fruto alcanza **1.5 cm de diámetro (≈ 20 días después del amarre de fruto) dejando un fruto por yema mixta** (Ingels *et al.*, 2001). Esta práctica reduce la sobrecarga de fruta, el desgajado de ramas y se minimiza la alternancia en la producción (Webster y Spencer, 2000).

PROGRAMA DE RIEGO: El riego es indispensable para este cultivo; pero su volumen y frecuencia dependen del tipo de suelo, condiciones climáticas, edad, tamaño de los árboles y la etapa de crecimiento de los árboles durante el ciclo de producción (fenología del cultivo). Por regla general, los suelos arenosos tienen baja capacidad de retención agua y como consecuencia el volumen de agua a aplicar es bajo pero con intervalos entre riegos cortos. Lo opuesto sucede con suelos arcillosos, los cuales no son recomendables para este frutal. Ante el abatimiento de los acuíferos y el ineficiente uso de aguas superficiales, es imperativo cambiar el sistema de riego por gravedad (por melgas) hacia un sistema presurizado por goteo.

Dependiendo del tipo de suelo, condiciones climáticas y edad de los árboles se requerirán entre 5 y 7 riegos por año con láminas de 10 y 15 cm. El primer riego (lámina de 10 cm) se aplica antes de la brotación. El segundo riego (lámina de 10 cm) se aplica al observarse el amarre de frutos (\approx ocho días después de floración completa). Posterior a esta etapa se aplican dos riegos (lámina de 15 cm en cada uno) con intervalos de 20 a 25 días. Como la fruta madura a mediados de mayo, después de la cosecha se aplica el quinto riego con una lámina de 15 cm en espera de que el temporal de lluvias se establezca. El riego puede suspenderse dependiendo de la frecuencia y cantidad de la precipitación durante la estación lluviosa o auxiliarse con la aplicación de dos o tres riegos ligeros (láminas de 10 cm cada uno) hasta el final de la estación de crecimiento del cultivo. Con el riego por gravedad se aplican aproximadamente 9,000 m³/ha, mientras que mediante el riego por goteo es posible utilizar hasta 7,000 m³/ha (Kaya *et al.*, 2011; Pérez *et al.*, 2014) lo cual implica un ahorro del agua de riego del 22%. Este último porcentaje puede incrementarse hasta un 56% con un programa de déficit hídrico regulado (reducción del riego en alguna etapa de crecimiento del árbol) (Torrecillas *et al.*, 2000). Cuando se planea usar riego por goteo, es recomendable contactar a los técnicos del Campo Experimental Zacatecas para diseñar un programa de riego más adecuado a las condiciones de suelo, clima y topografía de la huerta.

FERTILIZACIÓN. Dependiendo del análisis físico-químico del suelo, los primeros cuatro años del huerto se aplica la fórmula 15-5-10 de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), respectivamente. Para árboles en el quinto año de producción se sugiere la dosis 40-10-20 de NPK. Un exceso de nitrógeno promueve más crecimiento vegetativo, lo cual resulta en detrimento del crecimiento reproductivo y se afecta también negativamente la firmeza y el color de la fruta. Considerando la necesidad de una fertilización mineral, ésta debe fraccionarse como sigue: la

mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio se aplican mezclados con el primer riego (antes o cercano a la brotación) usando la dosis 40-10-20 de NPK. La otra mitad del nitrógeno se aplica después de la cosecha, tan pronto como sea posible (Radi *et al.*, 2003). Sin embargo, estas recomendaciones deben seguirse considerando el vigor de los árboles y la concentración foliar de los macro y micronutrientes (Milošević y Milošević, 2011). La concentración adecuada de cada nutrimento se indica en el Cuadro 3.1. Valores por debajo del mínimo o por arriba del máximo indican deficiencias y excesos, respectivamente. Lo anterior se puede verificar con un análisis foliar colectando 60 hojas de la parte media de las ramas en producción de 10 árboles (Westwood, 1993) en la segunda quincena de julio o 130 días después de floración completa. Con valores menores al 1% de contenido de materia orgánica en el suelo, se sugiere la incorporación de estiércol seco o compostas hasta por 3 t/ha.

Cuadro 3.1. Intervalo de suficiencia de macro y micronutrientes en hojas de chabacano.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
Valor	(%)					(mg kg ⁻¹)				
Mínimo	2.0	0.10	1.8	1.5	0.4	100	35	30	6	25
Máximo	3.5	0.15	2.8	4.5	0.9	200	60	60	30	50

CONTROL DE PLAGAS. Ocasionalmente se observan daños por araña roja [*Eotetranychus lewisi* (McGregor)] en el follaje y el barrenador de las ramas [*Anarsia lineatella* (Zeller)] que daña los brotes tiernos; su descripción y control se describen a continuación (Medina *et al.*, 2007; Mena, 1997; Mena, 2001b).

La araña roja es un ácaro de color verde claro, con algunas manchas oscuras a lo largo del cuerpo, con cuatro pares de patas, y de tamaño milimétrico, que se encuentra preferentemente en el envés de las hojas. La época de mayor abundancia del ácaro es de abril a junio. Como la araña roja se alimenta del

contenido celular de las células de las hojas, esto ocasiona defoliación prematura del árbol, y por lo tanto, el peso y tamaño de la fruta se reducen significativamente. Se sugiere controlar esta plaga cuando se encuentre un promedio de cinco a siete ácaros por hoja, o cuando se presenten las primeras áreas amarillentas cerca de la base de las hojas. El cubrimiento del follaje del árbol, y en particular, el envés de la hoja es crítico en el control de este ácaro. Por lo tanto, la aplicación de los acaricidas debe ser de abajo hacia arriba, e iniciarse desde la base de los árboles y asperjar rama por rama tratando de colocar la mayor cantidad de la aspersion en la parte inferior de las hojas. Para el control químico de la araña roja se sugiere la aplicación de la abamectina, el spiroadiclofen o el metidation.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Otras opciones para el control de la araña roja incluyen prácticas dirigidas a disminuir la cantidad de polvo en el ambiente. Esto último se puede lograr controlando el polvo en los caminos de mayor tráfico con las siguientes prácticas: a) instalando reductores de velocidad, cubriendo los caminos con grava y b) manteniendo una cobertera vegetal viva o de materiales inertes (como pajas) entre las hileras de los árboles o reduciendo el número de pasos de rastra. La aplicación de jabón biodegradable es efectiva para el control de la araña roja, siempre y cuando se tenga un buen cubrimiento con la aspersion.

Barrenador de las ramas del duraznero, es un insecto que se aloja dentro de la fruta y en las ramas. La larva de este insecto es de color chocolate, con anillos de color oscuro y claro a lo largo del cuerpo. El daño de importancia económica es cuando la fruta presenta el cambio de color (envero), en la cosecha y durante el almacenamiento. La fruta infestada presenta pequeñas cicatrices y goma en la parte externa (epidermis), a lo largo de la sutura y cerca del pedúnculo. El

daño en los brotes tiernos ocurre principalmente entre marzo y mayo, por lo cual resulta de mayor importancia económica en huertas en desarrollo (de uno a tres años de edad).

El momento oportuno para controlar esta plaga es a partir del inicio del hinchamiento de las yemas, cuando la población de larvas es la más baja, en las horquetas de madera de uno a dos años de edad y en las yemas terminales. Para controlar las larvas se requiere la aplicación de los insecticidas: esfenvalerato, diazinon o fosmet, de preferencia mezclados con aceite mineral al 2% y un emulsificante para su mezcla. Cuando el árbol ya tiene hojas y es necesario hacer una aplicación, se utiliza cualquiera de los insecticidas señalados, sin mezclarlos con el aceite. Para determinar el momento óptimo de las aplicaciones durante la primavera y el verano, es necesario colocar trampas con feromona sexual a partir del mes de marzo. Una vez que se capturan palomillas en tres muestreos consecutivos, se contabilizan entre 220 y 280 unidades calor (UC) (con temperatura base de 10 °C) y entonces se hace la primera aplicación contra los adultos. Para generaciones posteriores, el insecticida se aplica a las 120 UC, después del pico máximo de captura de dicha generación.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Durante la primavera y el verano se puede usar el insecticida biológico *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bt) o bien el insecticida spinosad. Estos productos deben asperjarse cubriendo uniformemente el follaje y los frutos. La época de aplicación de los plaguicidas se define con base al trampeo con feromonas sexuales descrito anteriormente. La liberación de avispa *Trichogramma* spp. contra la fase de huevo del barrenador en dosis de al menos 120,000 avispitas por hectárea (equivale a 48 cuadros de 2.5 cm x 2.5 cm de huevos parasitados, cada cuadro contiene 2,500

pupas de *Trichogramma*), dos veces por semana, durante los picos poblacionales de los adultos del barrenador es otra opción de control.

CONTROL DE ENFERMEDADES. El chabacano normalmente tiene pocos problemas con enfermedades. Ocasionalmente se pueden presentar: tiro de munición [*Coryneum berijerinckii* (Oud.)], la pudrición morena [*Monilinia frutícola* (Wint.)] y [*Monilinia laxa* (Ehrenberh)], la pudrición del cuello (*Phytophthora cactorum*, *P. megasperma*, *P. cambivora*, *P. drechsleri*, y/o *P. cryptogea*) y el cáncer perenne [*Leucostoma personii* / *Cytospora* (Nitschke) Höhn] (Medina et al., 2007; Adaskaveg et al. 2012).

El tiro de munición es una enfermedad que ataca yemas, flores, frutos, hojas y ramas. En la primavera, en las hojas aparecen manchas rojas (aproximadamente 1.0 mm de diámetro), éstas se expanden como lesiones circulares más grandes (3.0 mm de diámetro) con un centro necrótico café, y los márgenes se tornan de color rojo púrpura. El centro de las lesiones en las hojas se desprende más tarde, causando el efecto conocido como tiro de munición. Los frutos se cubren con grandes cantidades de manchas rojizas, algunas veces ásperas y corchosas que muestran un exudado gomoso. Todos los frutales de hueso son atacados por esta enfermedad, aunque el duraznero, el nectarino, el almendro y el chabacano son los más susceptibles. En ciruelo rara vez se presenta esta enfermedad.

El hongo puede sobrevivir por varios años en las yemas y brotes infectados, y sus conidias son dispersadas por la lluvia. Las condiciones que favorecen el desarrollo de este hongo son períodos largos de lluvia, niebla o rocío. Bajo condiciones secas, las conidias quedan viables por varios meses, pero no se pueden desprender ni dispersarse por el viento hasta la presencia de las lluvias.

Para el control de esta enfermedad, se sugiere aplicar fungicidas a base de clorotalonil como preventivos, y pyraclostrobin, azoxystrobin que funcionan como preventivos y curativos. La primera aplicación debe realizarse después de podar (preventiva), y es la más importante en el manejo de esta enfermedad.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. El manejo adecuado de la fertilidad y el riego del árbol crea un ambiente menos propicio para el desarrollo de la enfermedad. La aplicación de fungicidas inorgánicos a base de cobre después de la caída de las hojas o durante el invierno es efectiva contra el tiro de munición.

La pudrición café del fruto se presenta en frutos maduros, y es caracterizada por la presencia de manchas circulares, firmes, de color café oscuro que se expanden rápidamente sobre el fruto. Todos los frutales de hueso son susceptibles a la pudrición café. Este hongo pasa el invierno como algodoncillo café sobre los frutos secos de la cosecha anterior, pero también en los pedicelos donde se desarrollaron los frutos, ramitas y flores infectadas, y en los cánceres de las ramas.

La floración y el inicio de la maduración de los frutos son las etapas donde ocurre la infección; cabe mencionar que rara vez se presentan las condiciones propias para que ocurra la infección durante la floración en Zacatecas. La susceptibilidad del fruto se incrementa a medida que madura, tres semanas antes de cosecharse, y si las condiciones son favorables, pueden quedar totalmente podridos en un período de 48 horas. La infección puede ocurrir también después de la cosecha y durante el almacenamiento. Cuando el fruto empieza a madurar se recomienda hacer de una a dos aplicaciones de fungicidas (tebuconazole, tiofanato metilo, myclobutanil, e iprodione), la primera se debe efectuar tres

semanas antes de la cosecha, y si el clima es muy húmedo, es necesario realizar la siguiente aplicación una semana antes de cosechar.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Las prácticas que favorecen la circulación del viento y reducen el tiempo de secado del follaje y el fruto son útiles para reducir el riesgo de infección de la pudrición café. Manejar adecuadamente la fertilidad y el riego del árbol crea un ambiente menos propicio para el desarrollo de la enfermedad. Durante la cosecha es importante evitar golpes y lesiones en los frutos; la temperatura en que se conserve y transporte la fruta ayuda a prevenir el ataque de esta pudrición. También, la eliminación de todos los frutos dañados en los árboles y después de la cosecha es importante.

Los síntomas de la pudrición de cuello se manifiestan con una reducción del crecimiento y vigor del árbol, así como un amarillamiento y marchitamiento de las hojas. Otro síntoma de esta enfermedad es la presencia de una coloración café-rojiza en la parte interna de las raíces y en el cuello del árbol. Los árboles infectados pueden declinar lentamente en uno o varios años; o bien, pueden morir rápidamente después de reanudar el crecimiento en la primavera. Una vez que el cuello está infectado y han aparecido los síntomas del declinamiento, ya no es posible controlarla. El duraznero, chabacano, nectarino y cerezo son más susceptibles a la enfermedad en comparación con el ciruelo. Para prevenir esta enfermedad se sugiere el uso de metalaxyl aplicado en la base del cuello del árbol en dosis de 1.0, 2.0, 3.0, y 4.0 ml/árbol para diámetros de tronco ≤ 2.5 cm, entre 2.5 y 7.5 cm, entre 7.5 a 12.5 cm y para **diámetros de tronco ≥ 12.5 cm**, respectivamente. Fungicidas como fosetil-al, etridazole y propamocarb podrían utilizarse para la prevención de esta enfermedad.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. El exceso de humedad en el suelo es un factor determinante para la aparición de esta enfermedad. Las siguientes prácticas culturales son esenciales para el manejo de la pudrición del cuello: a) nivelar el terreno y trazar la huerta siguiendo curvas de nivel si es necesario, b) en huertos establecidos sobre suelos pesados, instalar tubos colectores para drenar el exceso de agua, c) hacer canales para desviar la entrada de agua al huerto, d) realizar subsoleo en las partes del huerto que más se inundan, para favorecer el drenaje del agua y e) no aplicar riegos pesados, para evitar encharcamientos, en lo posible evitar el riego por inundación y utilizar el riego por goteo. La práctica del rastreo puede favorecer el desarrollo del hongo causante de la pudrición del cuello, porque produce un sinnúmero de heridas en la raíz. Esta enfermedad puede ser minimizada con el uso del hongo *Trichoderma harzianum* a razón de 2 kg/ha. La aplicación debe ser preventiva y dirigida hacia la base del cuello del árbol al inicio de la primavera durante la floración.

El cáncer perenne es una enfermedad que ataca al chabacano sólo si existe una herida o tejido muerto. Está asociada con un grupo de factores tales como daños mecánicos, por frío, sequía y deficiencia de potasio que acortan la vida productiva de los árboles. Los síntomas más frecuentes son malformaciones o exudados que se forman en el tronco principal, horquetas, ramas principales y viejas. Los primeros síntomas de la infección son gotas de goma sobre heridas que aparecen al inicio de la primavera. Las hojas ubicadas arriba del sitio de infección se decoloran y marchitan en tonalidades que van del verde al café. En varios años se forman una serie de crestas de tejidos de callo muertos a medida que el cáncer crece, hasta que eventualmente éste puede rodear completamente una rama, de tal manera que la porción de la rama más allá del cáncer muere. Muchas infecciones nuevas ocurren en las heridas ocasionadas

con la poda cuando los cortes se hacen a principios de la temporada invernal. Las aplicaciones en invierno con los fungicidas clorotalonil, thiram y ziram reducen las infecciones por cáncer que se originan entre la yema y el peciolo de la hoja. Posteriormente, durante la poda, hay que cubrir los cortes con una mezcla de pintura de aceite blanca en combinación con alguno de los tres fungicidas antes mencionados.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Una vez que el cáncer está establecido en una huerta, es difícil su control. Sin embargo, una estrategia del manejo integrado recomienda: 1) disminuir el daño por frío, insectos y enfermedades, 2) promover un crecimiento adecuado y evitar aplicaciones excesivas de nitrógeno, 3) las plantaciones nuevas se deben podar cuando las yemas comiencen a hincharse, y estar relativamente aisladas de las fuentes de inóculo, 4) remover toda la madera débil o muerta del árbol, 5) al podar, cortar al menos de 20 a 30 cm abajo del sitio donde esté presente un cáncer y quemar los residuos de la poda fuera de la huerta, 6) cubrir los cortes de poda con una mezcla de pintura de aceite blanca además de un fungicida a base de cobre, y 7) una aplicación de cobre durante el invierno ayuda a reducir las infecciones por cáncer que se originan en los puntos de anclaje de las hojas.

CONTROL DE MALEZA. La maleza compite con los árboles por agua, nutrientes y luz, por lo tanto, mantener libre de maleza las hileras de los árboles es altamente recomendable. En contraste, entre hileras de árboles, la maleza se puede dejar crecer hasta cierto punto para después segarla periódicamente. El periodo más crítico para el control de la maleza es después de la cosecha, cuando el temporal de lluvias se establece en esta región. Si no se hace un control adecuado entre árboles e hileras durante la estación lluviosa, el efecto se notará en el siguiente ciclo con una reducción significativa en el rendimiento. El control se puede hacer

con pasos de una desvaradora o chapeadora entre las hileras de los árboles y manual o químico dentro de las hileras de árboles. Si se decide por el método químico, se puede aplicar glifosato (maleza de hoja ancha) y fluazifop-p-butil (gramíneas) en dosis de 1 a 4 L/ha y de 0.125 a 0.375 kg/ha, respectivamente. No se recomienda el laboreo mecánico del suelo entre hileras de árboles, ya que esto favorece la pérdida de humedad del suelo, reduce la agregación del suelo, favorece la exposición de materia orgánica y promueve la erosión hídrica y eólica del suelo.

COSECHA Y POSTCOSECHA. El chabacano que se cultiva en la región es para consumo en fresco, principalmente, pero una mínima parte se deja para la elaboración de mermelada. Esta fruta es sumamente delicada, por lo tanto, se cosecha manualmente por las mañanas y se deposita en bolsas cosechadoras especializadas cuando visualmente el fruto cambia de verde a amarillo (estado amarillo-verdoso). Como la fruta no madura toda al mismo tiempo, la cosecha puede llevarse dos o tres eventos. Los requerimientos mínimos en sólidos solubles totales son de 10° Brix y acidez moderada (0.7 - 1.0%). La fruta se empaca en el mismo campo y se envía a mercados locales para la comercialización. La corta vida de anaquel de esta fruta (dos a tres días), la sensibilidad al daño mecánico durante la cosecha y la falta de infraestructura postcosecha, limitan el manejo postcosecha y almacenamiento de esta fruta.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO. En general, la fruta puede ser frigo-conservada como sigue (Wills *et al.*, 1998):

Cuarto frío:

TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
(°C)	(%)	(Semanas)
-0.5 - 1	90 - 95	1 y 2

Atmósfera controlada: Las ventajas de este sistema durante el almacenamiento y transporte son el mantener la firmeza y el color de la fruta: Esto último se logra con 2 a 3% de O₂ y 2 a 3% de CO₂. Las condiciones de almacenamiento en cuarto frío o en atmósferas controladas depende del cultivar y contenido de sólidos solubles totales.

ACTIVIDADES POSTCOSECHA. El periodo de desarrollo del fruto es muy corto (\approx 65 días), el follaje permanece por el resto de la estación de crecimiento hasta la llegada del otoño. La primera actividad a realizar, después de la cosecha, es la segunda aplicación de la mitad del nitrógeno. Esto ayuda a la preparación de la planta para el siguiente ciclo. Esta actividad se puede hacer con la aplicación de un riego ligero (entre 5 y 10 mm) y dependiendo de la humedad del suelo prevaleciente. Dependiendo de las condiciones del temporal, la aplicación de riegos someros debe continuar. El monitoreo de insectos plaga y enfermedades debe continuar hasta la caída natural de las hojas. Efectuar la poda de fructificación entre enero y febrero antes del inicio de la brotación de yemas florales. Cerca de la brotación del siguiente ciclo y antes de hacer el primer riego, purgar las líneas regantes, revisar emisores y reparar fugas.

RENDIMIENTO POTENCIAL. La productividad del chabacano depende del cultivar, de la región donde se establezca la huerta, del manejo agronómico y de la presencia o ausencia de temperaturas bajas durante la floración. En los países productores del Mediterráneo se consignan rendimientos superiores a las 30 t/ha. En contraste, en Sonora y Zacatecas se mencionan, en promedio, 3.3 y 6.4 t/ha, respectivamente (SIAP, 2015). Las áreas potenciales para este cultivo en Zacatecas se indican en la Figura 3.6.

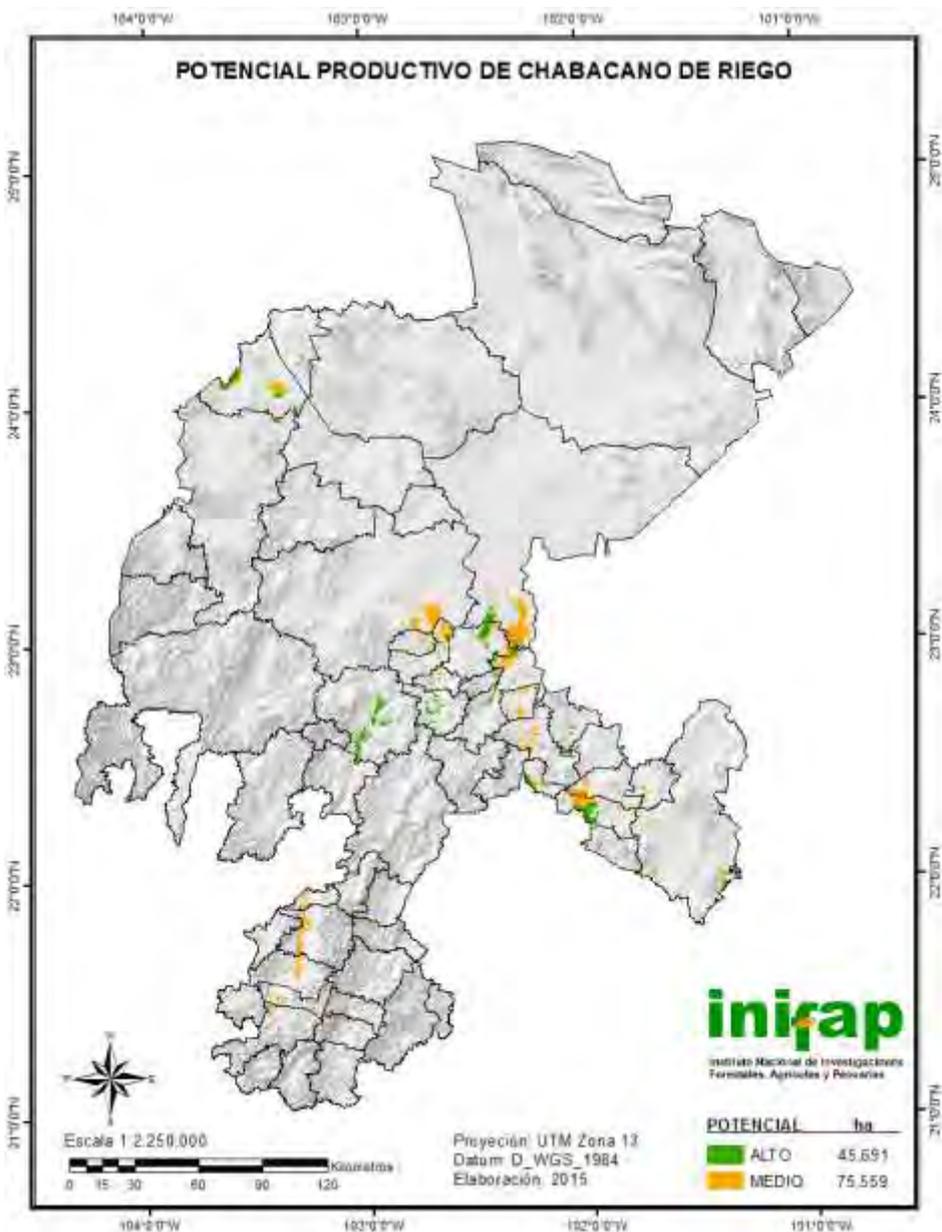


Figura 3.6. Áreas potenciales para cultivar chabacano en Zacatecas.

Ciruelo Japonés (*Prunus salicina* Lindl.) y
 Ciruelo Europeo (*Prunus domestica* L.)
 Ciclo Perenne
 Régimen de humedad: riego



CULTIVARES*	PORTAINJERTOS*	DENSIDAD DE PLANTACIÓN	ÉPOCA DE PLANTACIÓN
1. Ozark Premier 2. Burbank 3. Burmosa 4. Methley 5. Frontera 6. Santa Rosa 7. Laroda 8. Nubian 9. Shiro 10. Stanley (ciruela pasa)	1. duraznero Lovell y Nemagar 2. Marianna 2624 (<i>Prunus cerasifera</i> x <i>Prunus munsoniana</i>) 3. Mirobolano 29C (<i>Prunus cerasifera</i>) 4. San Julián (<i>Prunus insititia</i>)	1. 3.5 x 3.5 m = 816 2. 3 x 5 m = 667 3. 4 x 5 m = 500 4. 5 x 5 m = 400 5. 6 x 6 m = 278	Durante el invierno a raíz desnuda o en maceta. Durante la estación lluviosa en maceta

*Arellanos (1988), Rumayor (1991; 1995), Kruger et al. (2005), Rieger (2006) y Polák y Oukrope (2010).

MÉTODO DE PLANTACIÓN. Después de un barbecho moderado del suelo con el uso opcional del arado de cinceles en lugar del arado de discos y el paso de una rastra cruzada, se realiza el trazo de la huerta, según las características topográficas del terreno. La plantación puede llevarse a cabo en cepas individuales o en bordos. El diseño de la plantación puede ser en marco real (cuadrado) y/o tresbolillo, principalmente. En terrenos con pendientes iguales o mayores a 1%, el trazo de la huerta deberá ser siguiendo el contorno del terreno y construyendo los bordos con base en curvas a nivel.

PODA.

Poda de formación. El ciruelo es un árbol vigoroso pero su formación resulta relativamente más sencilla que el chabacano; por lo tanto, se recomienda que los árboles sean formados en el sistema a centro abierto. Este sistema favorece la calidad de la fruta, mejora la penetración de la redición solar, la aireación y la vigorización de los árboles (LaRue y Johnson, 1989).

Poda de fructificación. Esta especie frutal fructifica en dos tipos de ramas: “dardos” y “brindillas”. Los “dardos” son ramillas de 1.0 a 10.0 cm de longitud de más de dos años de edad donde se encuentran yemas florales agrupadas en dos o hasta cinco en cada nudo. Las “brindillas” son ramillas de un año de edad con una longitud entre 10 y 30 cm provistas de yemas florales y una yema vegetativa apical, las cuales se formaron el año anterior. La poda se realiza anualmente durante el invierno antes de la floración. Se inicia con un despunte relativamente severo en la parte alta de los árboles; lo cual tiene como objetivos regular el tamaño y promover ramas productivas para los siguientes ciclos de producción. En forma posterior, para facilitar la entrada de luz solar y aire a través de la copa, se eliminan crecimientos orientados hacia el centro de los árboles. Después se

continúa con el raleo de ramas productivas, manteniendo las mejor ubicadas, que no se despuntan con el objetivo de promover la formación de “dardos”. La intensidad de la poda debe considerar la posible presencia de heladas tardías.

Poda en verde: Esta poda se realiza cuando hay un exceso de crecimiento vegetativo que sombrea la fruta; o bien sobre aquellos crecimientos que no fueron podados durante el invierno previendo un descenso de temperatura durante la floración, lo cual es común en la zona de Jerez, Zacatecas.

ACLAREO DE FRUTA. Debido a la presencia de heladas durante la primavera, ésta práctica no es común entre los productores de esta fruta; además, al igual que el chabacano, esta especie frutal presenta una floración abundante, lo cual limita que esta actividad se realice anualmente. El aclareo manual es el método más efectivo para regular el número de frutos por árbol, sin embargo, esta alternativa es costosa. No obstante, si el productor decide hacerlo, entonces se debe hacer 30 días después del amarre de fruto, dejando de uno a dos frutos por dardo, o de tres a cuatro yemas entre frutos en ramas mixtas (Westwood, 1993). También, es necesario recordar que, con la poda, muchas ramas productivas son eliminadas y esto, en parte, sirve como aclareo de frutos. Los beneficios adicionales por practicar el aclareo se reflejan en el incremento en el tamaño y calidad de la fruta, así como también se previene el rompimiento de ramas y se reduce la alternancia de la producción.

PROGRAMA DE RIEGOS. El ciruelo requiere una lámina anual de riego por gravedad entre 110 y 120 cm; sin embargo, ésta depende del tipo de suelo, condiciones climáticas y edad de los árboles. El primer riego (lámina de 10 cm) se aplica antes de la brotación. El segundo riego (lámina de 13 cm) se aplica durante el amarre de fruto (\approx ocho a diez días después de la floración completa). Posterior

a esta etapa se aplican tres riegos (lámina de 15 cm en cada uno) a intervalos entre 20 y 25 días. El tercer riego debe considerar la presencia de la lluvia y probablemente suspenderlo para evitar el agrietamiento de la fruta, ya que, dependiendo del cultivar, la fruta madura a partir de la segunda semana de julio. De 15 o 20 días después de la cosecha se aplica otro riego (lámina de 10 cm), y después láminas de riego someras (5 cm) hasta el inicio de la caída de hojas. Bajo ese sistema de riego se aplican aproximadamente de 10, 000 a 12, 000 m³/ha, mientras que a través del riego por goteo se utilizan aproximadamente de 5, 000 a 7, 000 m³/ha, lo cual implica un ahorro de agua de riego que podría llegar hasta un 50% (Del Ángel *et al.*, 2001). La eficiencia en el uso del agua puede mejorarse con un programa de déficit hídrico regulado aplicado en el último tercio del crecimiento del fruto (Intrigliolo y Castel, 2010; Hussein *et al.*, 2013).

FERTILIZACIÓN. Este frutal es menos exigente en las necesidades de nutrientes en comparación con chabacano y durazno. La fertilización recomendada para los primeros tres años de la huerta es la dosis 10-5-10 de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), respectivamente. Para huertas en producción, a partir del cuarto año, aplicar la dosis 40-20-20 de NPK, respectivamente. El programa de fertilización para árboles en producción consiste en aplicar de forma fraccionada la mitad de la dosis de N, todo el P y K en cuatro eventos de riego. Los fertilizantes se aplican disueltos con el riego por goteo. Si no se cuenta con riego presurizado, la fertilización se aplica en un solo evento previo al segundo riego. En ambos casos, la otra mitad del nitrógeno se aplica un mes después de la cosecha junto con un riego. La concentración adecuada de cada nutrimento se indica en el Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Intervalo de suficiencia de macro y micronutrientes en hojas de ciruelo y ciruelo pasa (Faust, 1989).

Valor	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
	(%)					(mg kg ⁻¹)				
Mínimo	2.2	0.12	1.4	1.0	0.24	50	18	25	4	35
Máximo	2.8	0.30	3.0	2.5	1.0	400	100	200	50	80

CONTROL DE MALEZA. Las épocas críticas para el control de la maleza son durante la segunda fase de crecimiento del fruto (junio), en la maduración del fruto y en postcosecha, cuando se fertiliza, por lo tanto, el mantener las hileras de árboles libres de maleza es altamente deseable. Entre hileras, el control de la maleza puede hacerse con pasos de una desvaradora o chapeadora y manual (azadón) o química (uso de herbicidas) dentro de las hileras. Si se decide por el método químico, aplicar glifosato (maleza de hoja ancha) y fluazifop-p-butil (gramíneas) en dosis de 1 a 4 L/ha y de 0.125 a 0.375 kg/ha, respectivamente. A menos que sea estrictamente necesario, se recomienda no mover el suelo (evitar el paso de rastra o cincel al suelo) entre hileras de árboles.

CONTROL DE PLAGAS. Al igual que chabacano, el ciruelo es dañado ocasionalmente por la araña roja y el barrenador de las ramas, que dañan el follaje y los brotes tiernos, respectivamente (Medina *et al.*, 2007). Para conocer ambos insectos, su control químico y alternativas de manejo amigables con el ambiente de estos insectos plaga, se sugiere seguir las recomendaciones señaladas para el chabacano.

CONTROL DE ENFERMEDADES. El ciruelo es un cultivo con pocos problemas de enfermedades. Aun cuando este frutal es más tolerante al anegamiento que el chabacano y el durazno, es posible que se presente la pudrición del cuello. También se puede presentar el cáncer perenne (Medina *et al.*, 2007). Por lo tanto, en caso

de que se presenten estas enfermedades se sugiere aplicar las indicaciones descritas para el chabacano.

COSECHA Y POSTCOSECHA. La cosecha se realiza en dos a seis eventos, cuando visualmente el fruto cambie de verde a verde-amarillo o rosado. Otro criterio para cosechar es cuando la concentración de azúcares se encuentre entre 14 y 18° Brix y la firmeza del fruto, medida con un penetrómetro, se encuentre entre 4.5 y 9.1 kg. Los criterios anteriores dependen de los cultivares (Manganaris *et al.*, 2008). Esta fruta es delicada, por lo tanto, se cosecha manualmente depositándola en bolsas cosechadoras especializadas. La fruta se empaqueta en cajas de plástico en el mismo campo y se envía a mercados locales para su comercialización. La corta vida de anaquel de esta fruta (4 a 7 días) y la falta de infraestructura, limitan un mejor manejo postcosecha.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO: Antes de almacenar la fruta, ésta es enfriada con agua a baja temperatura, aire frío forzado o en cuarto frío con temperaturas entre 0° C y 1 °C, después la fruta es desinfectada, cepillada, encerada y finalmente separada por tamaño. No obstante que falta hacer investigación en este tema, de manera general, la fruta puede ser frigo-conservada como sigue (Wills *et al.*, 2000; Singh y Singh, 2013):

Cuarto frío:

TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
(°C)	(%)	(Semanas)
-1 - 0	90 - 95	1 y 8

Atmósfera controlada. Las ventajas de este sistema durante el almacenamiento y transporte son el mantener la firmeza y el color de la fruta. Esto último se logra con 1 a 2% de O₂ y 3 a 5% de CO₂.

ACTIVIDADES POSTCOSECHA: El periodo de desarrollo del fruto es más largo que el chabacano (≈ 120 días) y el follaje permanece por el resto de la estación de crecimiento. La primera actividad a realizar, después de la cosecha, es la aplicación de la segunda mitad de la dosis de nitrógeno recomendada. Esto ayuda a la preparación de la planta para el siguiente ciclo y se puede realizar a través de la aplicación de un riego somero. Dependiendo de las condiciones del temporal, la aplicación de riegos someros debe continuar o detenerse. El monitoreo de insectos plaga y enfermedades se debe continuar hasta la caída natural de las hojas. Efectuar la poda de fructificación entre enero y febrero en invierno antes del inicio de la brotación de yemas florales. Cerca de la brotación del siguiente ciclo y antes de hacer el primer riego, purgar las líneas regantes, revisar emisores y reparar fugas.

RENDIMIENTO POTENCIAL. La productividad del ciruelo depende del cultivar, de la región donde se establezca la huerta, del manejo agronómico y de la presencia o no de temperaturas bajas durante la floración. En los países productores del Mediterráneo se consignan rendimientos que van de 11.6 a 32.0 t/ha. En Zacatecas se citan, en promedio, rendimientos entre 3.0 y 5.0 t/ha (SIAP, 2015). Sin embargo, considerando los factores que pueden incidir en el crecimiento y desarrollo de este cultivo, el rendimiento puede incrementarse significativamente aplicando un manejo agronómico como el que aquí se menciona. Las áreas potenciales para este cultivo en Zacatecas se señalan en la Figura 3.7.

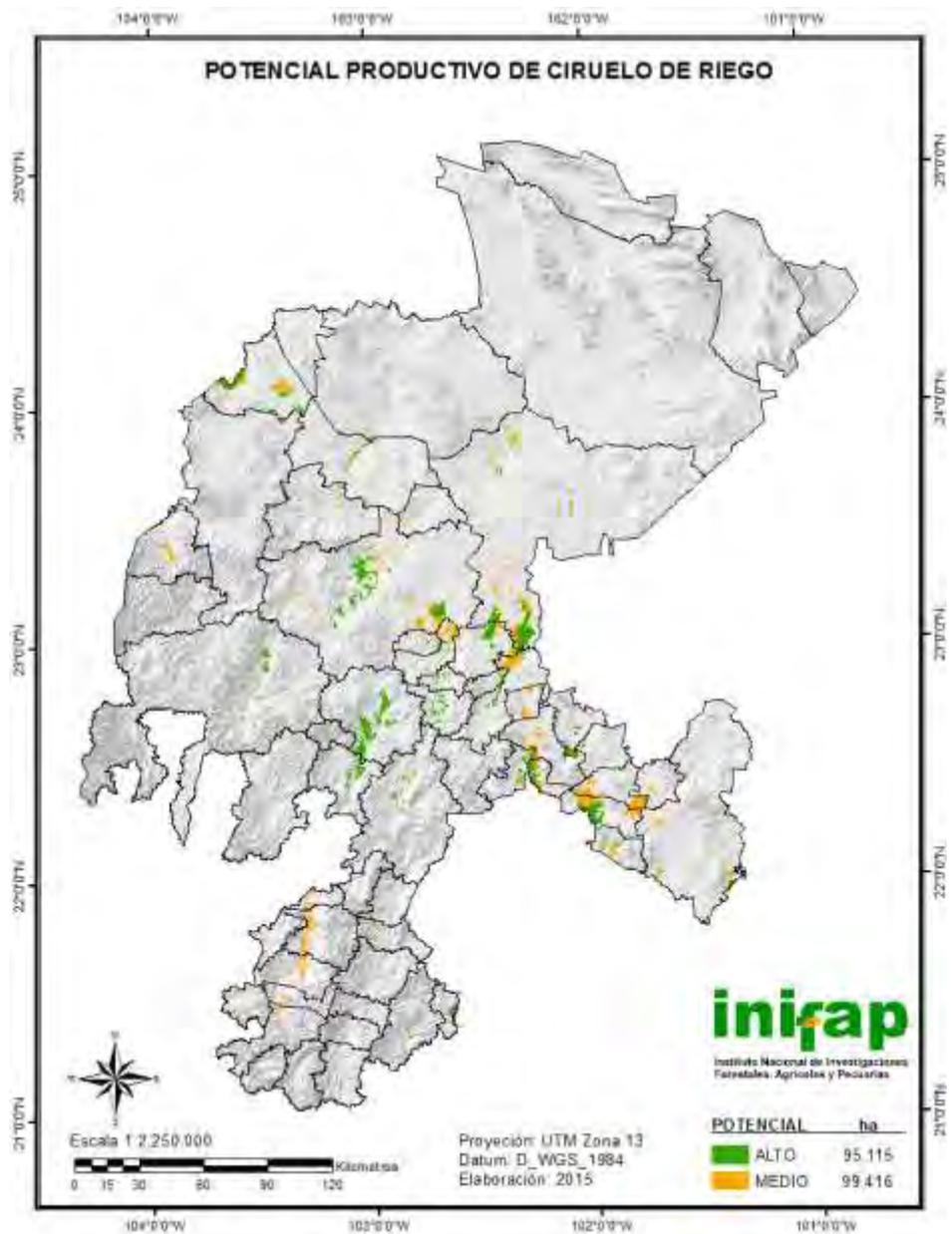


Figura 3.7. Áreas potenciales para cultivar ciruelo en Zacatecas.

Durazno [*Prunus persica* (L.) Batsch]
Ciclo Perenne
Régimen de humedad: riego y temporal



CULTIVARES *	PORTA INJERTOS **	DENSIDAD DE PLANTACIÓN ***	ÉPOCA DE PLANTACIÓN ****
1. Durazno criollo 2. Victoria 3. San Juan 4. Uban 5. Chapeado 6. Victoria Temprano 7. Florencia 8. Amarillo Nueva Australia	1. Durazno prisco 2. Durazno 3. Nemaguard y Lovell 4. Adesoto 101 (Prunus insititia L. Bullace) 5. Cadaman (híbrido ciruelo x durazno) 6. GF 677 (almendro x durazno)	1. 5 x 5 m = 400 2. 4.5 x 4.5 m = 494 3. 4 x 4 m = 625 4. 3 x 4 m = 833	Durante el invierno a raíz desnuda o en maceta. Durante la estación lluviosa en maceta

* Hesse (1975), Hansche (1988), Zegbe *et al.* (1999), Rumayor *et al.* (2009), Fernández *et al.* (2011).

** Moreno *et al.* (1995) y Rieger (2006).

*** Rieger (2006).

**** GID (1987) y Zegbe (1995a).

MÉTODO DE PLANTACIÓN. Después de un barbecho moderado del suelo y el paso de una rastra cruzada, se diseña el trazo de la huerta, según las características topográficas del terreno. La plantación se puede hacer en cepas individuales o en bordos. El diseño de la plantación puede ser marco real (cuadrado) y/o rectangular, principalmente (Fernández, 1988). En terrenos con pendientes iguales o mayores a 1%, el trazo de la huerta deberá ser siguiendo las curvas de nivel, en especial en aquellas huertas que son establecidas bajo el régimen de temporal (GID, 1987; Zegbe, 1994).

PODA.

Poda de formación. Se realiza en árboles jóvenes en desarrollo. Se sugiere el uso del sistema de vaso abierto con tres y cuatro ramas primarias o cargadores, para huertos establecidos en temporal y riego, respectivamente (Zegbe *et al.*, 2000).

Poda de fructificación. El durazno fructifica en madera formada en el ciclo inmediato anterior, por lo tanto, antes de podar se debe distinguir las ramas productivas de esta especie frutal como los “bouquets” de mayo, “chifones” y ramas mixtas. Las dos primeras son ramillas aproximadamente de 3 a 5 cm y 10 cm de longitud, respectivamente. Estas estructuras están provistas de yemas florales y una sola yema vegetativa en la punta. Por otro lado, las ramas mixtas tienen una longitud mayor a los 20 cm y las yemas están dispuestas en grupos de tres, la central es vegetativa; mientras que las laterales son las yemas florales. La poda de fructificación se lleva a cabo en árboles adultos y productivos. Durante la poda de fructificación se eliminan los “chifones” y “bouquets” de mayo porque producen fruta pequeña y de baja calidad, así como las ramas que se encuentren mal ubicadas (hacia el centro del árbol), secas o dañadas por plagas y/o enfermedades. También se hace una poda de las ramas más altas para mantener la altura de los árboles. Las ramas mixtas se ralean y aquellas que son mantenidas para producción, se despuntan (se elimina sólo un cuarto de su longitud). Esta práctica sirve, en parte, como raleo de fruta y asegura la renovación de la madera productiva para el próximo año, estableciendo un equilibrio entre el crecimiento de los brotes nuevos y la fruta. Esta práctica ayuda a mantener un tamaño adecuado de los árboles. Cabe mencionar que si esta práctica no se lleva a cabo anualmente, los frutos cada vez estarán ubicados en las partes más altas de los árboles, haciendo más difícil

y costosa la cosecha. Además, los árboles perderán paulatinamente su productividad, por lo que será necesaria una poda de rejuvenecimiento. El despunte de ramas mixtas durante el verano no se recomienda (Zegbe *et al.*, 1988; 1998a; 1998b; Zegbe y Esparza, 2007).

Poda de rejuvenecimiento. Después de producir cierto número de años, los árboles de duraznero pierden paulatinamente su capacidad productiva. Esto se manifiesta como una reducción tanto en el crecimiento vegetativo, madera productiva, área foliar, y un incremento en la producción de frutos pequeños. Estos síntomas aparecen con mayor rapidez en árboles cultivados bajo condiciones de temporal. Cuando ocurra lo anterior, es conviene estimular el crecimiento vegetativo mediante una poda severa, que consiste en eliminar de uno a dos tercios de la copa del árbol. La nueva producción se presenta en el término de dos años. Esta práctica debe llevarse a cabo durante el invierno en huertos bajo riego y poco antes de la época de lluvias en huertos establecidos en temporal (Zegbe y Rumayor, 1998).

Poda en verde. Esta poda se practica en mayo (huertas de temporal) o junio (huertas en riego) en ramas jóvenes del mismo año que se encuentran en crecimiento vegetativo. Con esta poda se eliminan ramas mal ubicadas (al centro del árbol), ramas en exceso, ramas que siguen una dirección hacia el centro del árbol inadecuada, o ramas enfermas. Al quitar estas ramas se favorece además el desarrollo de otras ramas que se encuentren en buena posición. Para árboles cultivados en temporal, la poda en verde atenúa la falta de agua durante la época seca del año (marzo-junio). Es decir, que esta poda es una labor importante en árboles cultivados bajo condiciones de temporal, ya

que al cortar ramas se eliminan hojas, lo que reduce la pérdida parcial de agua de los árboles (Zegbe *et al.*, 2005).

ACLAREO DEL FRUTO. El raleo se debe realizarse entre 30 y 35 días después de plena floración o a más tardar antes del endurecimiento del hueso, lo cual ocurre en Zacatecas a finales del mes de mayo (Zegbe, 1995b). Sin embargo, la decisión de cuándo realizar esta actividad está en función de la fecha del último descenso de la temperatura, el cual ocurre normalmente entre la primera y segunda semana de abril. Independientemente del daño por bajas temperaturas durante la floración, se sugiere dejar una distancia entre tres o cuatro yemas libres (sin fruto) entre cada fruto y eliminar los frutos cuates a lo largo de las ramas mixtas. La falta de raleo reduce el tamaño de los frutos, siendo más severo en aquellos árboles cultivados en temporal (Zegbe, 2004; Zegbe y Esparza, 2007).

PROGRAMA DE RIEGOS. Aplicar de cinco a siete riegos por año con láminas de 10 a 15 cm. El primer riego se aplica antes de la brotación (lámina de 10 cm), posterior a esta etapa se aplican dos riegos (láminas de 15 cm cada uno) con intervalos de 20 a 25 días hasta el establecimiento de la estación lluviosa y al final se aplican cuatro riegos ligeros después de la cosecha (lámina de 10 cm cada uno). Sin embargo, el programa de riego deberá ajustarse en caso de cultivar variedades tempranas, intermedias o tardías. En lugar de riego por gravedad, se recomienda la instalación de un sistema de riego por goteo para mejorar la eficiencia y ahorro del agua y obtener una mayor efectividad en la aplicación de fertilizantes. Este sistema de riego requiere una mayor especialización, ya que las láminas de agua dependen del estado fenológico del cultivo, evaporación prevaeciente y del contenido del agua en el suelo antes de cada riego (Crisosto *et al.*, 1994). Bajo este sistema, la lámina de agua a aplicar fluctúa entre los 5, 000 y 6, 500 m³/ha

anuales; mientras que con el riego por gravedad se aplican de 11, 000 a 12, 000 m³/ha. El riego por goteo y un programa de riego deficitario regulado (aplicar un volumen menor de agua en ciertas etapas de crecimiento del árbol), puede incrementar significativamente el ahorro y conservación del agua para riego (Bravo y Zegbe, 2009). Para ello es recomendable contactar a los técnicos del Campo Experimental Zacatecas quienes lo ayudarán a diseñar un programa de riego más adecuado a las condiciones de suelo, clima y topografía de la huerta.

FERTILIZACIÓN: Los primeros tres años los árboles se fertilizan con la fórmula 25-25-25 de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), respectivamente, tanto para árboles cultivados en temporal como riego (Zegbe, 1995a). Para huertas en producción bajo condiciones de riego se sugiere la fórmula 65-65-65 de NPK, respectivamente (Zegbe y Rumayor, 1996). Para regiones productoras de temporal se sugiere la dosis 30-30-30 de NPK, respectivamente (GID, 1987). Para árboles de uno a tres años de edad el nitrógeno, fósforo y potasio se aplican mezclados en cuatro eventos de riego durante la estación de crecimiento. En huertas de temporal, el fertilizante se aplica cuando la estación lluviosa se haya establecido. A partir del cuarto año (árboles en producción), el nitrógeno se aplica después de la cosecha, mientras que el potasio y el fósforo se aplican al inicio de la estación de crecimiento en cuatro eventos con el riego; durante la primera y segunda etapa de crecimiento del fruto (abril y mayo respectivamente). En condiciones de temporal, la aplicación de N, P y K dependerá de la disponibilidad y aplicación del agua por “acarreo” y del establecimiento de la temporada de lluvias. Algunos productores de temporal aplican el agua mecánicamente en cajetes en dos o tres ocasiones y después esperan la presencia del temporal. Por lo tanto, el programa de fertilización se ajusta al programa de riego del productor (Zegbe et al., 2005).

Para saber si existen excesos o deficiencias nutricionales, el análisis foliar debe compararse con concentraciones óptimas de nutrientes y hacerse en junio o julio (Zegbe, 2005). Los valores de los nutrientes se indican en el Cuadro 3.3. La aplicación de micronutrientes está en función de alguna posible deficiencia, la cual puede ser detectada visualmente con algún cambio en color de las hojas aparentemente sanas o con el análisis foliar (Faust, 1989).

Cuadro 3.3. Intervalo de suficiencia de macro y micronutrientes en hojas de durazno (Westwood, 1993).

Valor	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
	(%)					(mg kg ⁻¹)				
Mínimo	2.0	0.08	1.0	0.20	0.18	40	10	20	1	30
Normal	2.8	0.12	1.5	1.0	0.24	50	18	25	4	35
Máximo	3.8	0.30	3.0	2.5	1.0	400	100	200	50	80

CONTROL DE MALEZA. Se considera que las épocas críticas para el control de maleza son en la tercera etapa de crecimiento del fruto (junio-agosto), en la maduración del fruto (agosto-septiembre) y en postcosecha (septiembre-octubre) cuando se fertiliza, siendo esto más crítico en árboles cultivados en temporal. En esta última condición, es necesario, segar la maleza entre hileras, pero manteniendo libre de maleza en la hilera de árboles. El control se puede hacer con pasos de una desvaradora (chapeadora) y manual entre las hileras. Para evitar erosión eólica e hídrica, se recomienda no pasar la rastra entre hileras de árboles y hacerla sólo cuando sea estrictamente necesario. Para huertas con riego, entre hileras de árboles puede implementarse una cobertera con la misma maleza, pero controlándola periódicamente con una desvaradora; esto, al paso del tiempo, favorece el establecimiento de pasto nativo, mismo que minimiza la erosión eólica e hídrica. En contraste, la hilera de árboles debe mantenerse siempre libre de maleza, lo cual se logra con el control químico (herbicidas). Para maleza de hojas anchas y gramíneas, aplicar glifosato (1 a 4 l) y fluzafop-p-butil en dosis de 0.125

a 0.375 kg de ingrediente activo por hectárea o hacer un control manual de la maleza.

CONTROL DE PLAGAS. Las principales plagas que afectan al duraznero en Zacatecas son: La escama europea de los frutales [*Parthenolecanium corni* (Bouché)], barrenador de las ramas del duraznero [*Anarsia lineatella* (Zeller)], araña roja [*Eotetranychus lewisi* (McGregor)], trips [*Frankliniella occidentalis* (Pergande)] y pulgón negro [*Brachycaudus persicae* (Passerini)] (Mena, 1997; Zegbe *et al.*, 2000; Mena, 2001b; Medina *et al.*, 2007).

El barrenador de las ramas del duraznero y la araña roja, son plagas de mayor importancia económica para el durazno que para el chabacano y ciruelo. Para el control de ambos organismos dañinos se recomienda seguir las indicaciones hechas para chabacano.

La escama europea de los frutales es un insecto que se identifica con facilidad por la forma del cuerpo oval y convexo de las hembras adultas similar a la concha de una tortuga en miniatura de color café brillante a café rojizo que mide entre 3 y 4 mm de largo. El daño más importante es el ennegrecimiento de la epidermis del fruto de durazno, como consecuencia del desarrollo de un hongo llamado *fumagina*. Este hongo vive sobre la mielecilla que producen las ninfas de la escama. Un efecto negativo adicional de la mielecilla, es que atrae a las hormigas, las cuales limitan el efecto de los enemigos naturales. La aplicación de insecticidas de amplio espectro (la mayoría de los insecticidas fosforados, carbamatos y piretroides) incrementa la severidad del problema. La escama europea ataca, además del duraznero, al ciruelo, nectarino, vid, tejocote, nogal, manzano y árboles silvestres de diferentes especies. Existen dos épocas importantes de manejo de la escama europea del duraznero: 1) durante el

invierno y 2) cuando nacen la mayoría de las ninfas de primer instar entre el mes de mayo y junio. Las ninfas “vagabundas” (fase móvil del insecto) son la etapa de desarrollo más susceptible a la aplicación de insecticidas debido a su movilidad y exposición, esta fase del insecto ocurre justo después de que los huevos eclosionan. Los insecticidas que se pueden utilizar para manejar este insecto plaga son diazinon, dimetoato, sales potásicas, así como diazinon mezclado con detergente biodegradable.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. La prevención es el método de control más efectivo y barato para el manejo de plagas insectiles. En la formación de árboles en vivero, revisar que el material para injertar esté perfectamente desinfectado y que los árboles nuevos se encuentren libres de esta plaga. En árboles infestados, durante la poda invernal, es imperativo eliminar y quemar la madera podada, en particular, aquellas ramas contaminadas con ninfas. También, después de la poda se puede aplicar un producto a base de aceite, ya sea citrolina o aceites ligeros como el Saf-T-side al 2%. Es importante que la aplicación cubra lo mejor posible el cuerpo de la escama. Esta aplicación, es de suma importancia en el control de la escama, ya que, haciéndola correctamente, no habrá necesidad de hacer aplicaciones adicionales por el resto de la temporada. El uso de neem y las piretrinas son útiles para eliminar las ninfas de la escama europea.

El trips es un insecto pequeño de cuerpo alargado y delgado de 1.0 a 1.4 mm de largo, café claro a amarillo, con dos pares de alas delgadas y con pelos como flecos en las orillas. El daño que ocasiona al fruto es cosmético por las cicatrices que deja en la epidermis del fruto, conocidas localmente como “lacreado”. La época crítica en que ataca este insecto es durante la floración y la caída de los pétalos. El nectarino es más susceptible al ataque de este insecto, ya que el fruto

puede deformarse completamente, quedando sin valor comercial. El control químico del trips debe realizarse cuando la yema esté en punta rosa o después de la caída de pétalos (antes de que el cáliz se vuelva rígido alrededor del ovario) con cualquiera de los siguientes insecticidas: dibromo, abamectina y metomilo entre otros. Como los trips se encuentran dentro de las flores, la mejor opción es el insecticida dibromo, porque aparte de su efecto por contacto, tiene acción fumigante. No se recomienda el control químico del trips durante la floración completa, debido a que los insecticidas indicados no son selectivos y afectan a los insectos benéficos como a las abejas.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Se recomienda eliminar la **maleza “gualdrilla”**, la cual sirve como hospedera a los trips, antes de que las yemas del árbol comiencen a hincharse, con la finalidad de reducir las poblaciones de este insecto. Si se tienen lotes cercanos de alfalfa, evitar hacer cortes entre el hinchamiento de yemas y la caída de los pétalos, ya que esta leguminosa es una de las hospederas preferidas del trips durante el invierno. La aplicación de spinosad y/o piretrinas, es efectiva para combatir a los trips, en especial durante las fases inmaduras de este insecto.

El pulgón negro del duraznero es un insecto de cuerpo pequeño, redondo, de color verde oscuro, con placas esclerotizadas que mide de 3 a 4 mm de largo. El daño que ocasiona este insecto inicia en las puntas de los brotes tiernos; el ataque en esta parte ocasiona que las hojas terminales adquieran una forma de **roseta denominada localmente “chongo”**. **Los brotes afectados presentan una** apariencia de miel en las hojas, y los pulgones se encuentran en el envés de éstas. Es una plaga típica en huertas jóvenes (árboles de 1 a 2 años), lo que limita el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los pulgones se alimentan de los brotes en desarrollo a inicio de la primavera, por lo que abril es el mes más

apropiado para realizar el control de esta plaga. Los insecticidas que se pueden utilizar para controlar el pulgón negro son pirimicarb, metomilo y el imidacloprid. Para controlar el pulgón es necesario dirigir las aplicaciones de insecticidas sólo a los árboles afectados. El control de las hormigas que acompañan al pulgón ayuda a reducir sus daños, debido a que éstas interfieren negativamente con los enemigos naturales del pulgón.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Se debe eliminar cada brote afectado tan pronto como se detecte para evitar que el pulgón se disperse a otros árboles. El brote cortado se debe de sacar de la huerta y quemarlo. Hay hongos que destruyen a los pulgones, como el caso de *Beauveria bassiana* (Balsamo). La aplicación de neem [*Azadirachta indica* (Juss)] insecticida botánico reduce las poblaciones de pulgones. Cuando se aplique alguno de los productos mencionados anteriormente, se debe tener cuidado de cubrir lo mejor posible las áreas del follaje (envés de la hoja, principalmente) donde se encuentran los pulgones.

CONTROL DE ENFERMEDADES. Las enfermedades más importantes del duraznero son: la cenicilla polvorienta [*Podosphaera pannosa* (Wallr.: Fr.)], pudrición café del fruto [*Monilinia fruticola* (Wint.) y *Monilinia laxa* (Ehrenberh.)], verrucosis [*Taphrina deformans* (Berk), Tul.], agalla de la corona [*Agrobacterium tumefaciens* (Smith y Townsend) Conn], tiro de munición [*Coryneum berijerinckii* (Oud.)], roya [*Tranzschelia discolor* ((Fuck.) Tranz y Litv.), pudrición del cuello, (*Phytophthora* spp.), cáncer perenne [*Leucostoma personii* / *Cytospora* (Nitschke) Höhn] y cáncer bacterial (*Pseudomonas syringae* van Hall) (GID, 1987; Zegbe *et al*, 2000; Mena 2001a; Medina *et al*, 2007; Adaskaveg *et al*. 2012).

El síntoma más fácil para identificar a la cenicilla polvorienta es la presencia de áreas de color blanco, polvoso, de consistencia afelpada en envés de las hojas, yemas, flores y frutos de los árboles infectados. A medida que pasa el tiempo, las áreas blanquecinas se vuelven de color café. La cenicilla pasa el invierno en forma de algodoncillo blanco pegado a las puntas de los brotes infectados y en las escamas de las yemas florales. Sin embargo, el daño económico se produce en la fruta durante el endurecimiento el hueso (mes de mayo en Zacatecas). Esta enfermedad es favorecida por noches húmedas y días cálidos. Cuando estas condiciones ambientales se presentan, nuevas lesiones aparecerán en el término de diez días. Para el control de la cenicilla se sugieren de dos a tres aplicaciones de fungicida: la primera se realiza durante la floración si se presentan lluvias durante este tiempo, la segunda entre tres a seis semanas después de la floración, y si las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad, se debe hacer una tercera aplicación antes de que el fruto endurezca el hueso. Es importante destacar que la primera y segunda aplicación son las más importantes. Algunos de los fungicidas que se pueden aplicar para el manejo de la cenicilla son propiconazole, azoxystrobin y tiofanato metilo. El uso repetido de estos fungicidas conduce a que el hongo desarrolle resistencia, por lo tanto, es importante alternar las aplicaciones con azufre o bicarbonato de potasio y no asperjarlos más de dos veces por ciclo de cultivo.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Para que ocurra una infección, la mayoría de las enfermedades requieren que las hojas o los frutos permanezcan húmedos por un cierto período de tiempo. Por lo tanto, las siguientes acciones reducen el tiempo que un tejido de la planta permanece mojado después de una lluvia o rocío son: 1) podar las árboles de manera que la luz solar penetre a toda la copa del árbol, 2) espaciar los árboles de manera que se permita la circulación del viento, 3) plantar los árboles de tal manera que

reciban los rayos del sol desde que sale por la mañana y que la circulación del viento no sea bloqueada por edificios u otras plantas, y 5) evitar el riego por aspersión en la huerta. Otro aspecto clave es reducir las fuentes de inóculo del hongo dentro de la huerta eliminando los residuos de la poda invernal y ápices de ramas que presentan el polvo blanquecino característico de la enfermedad. El azufre, el bicarbonato de potasio y la bacteria *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn también controlan la cenicilla; sin embargo, *B. subtilis* tiene menor efectividad que los fungicidas sugeridos.

Las hojas producidas en la primavera y afectadas por verrucosis se observan engrosadas, enrolladas y con un color verde amarillento, rojizo o amarillo, un daño severo provoca la muerte de los brotes. En ocasiones se observan lesiones rojizas irregulares en la superficie del fruto. Infecciones repetidas debilitan los árboles y matan las ramas. La presencia de esta enfermedad es más importante al final del invierno cuando ocurre el hinchamiento de las yemas vegetativas, y las escamas de las mismas se encuentran más separadas y el riesgo continúa hasta que las primeras hojas han emergido totalmente de las yemas. La incidencia de esta enfermedad es mayor cuando las lluvias trasladan las esporas invernantes del hongo a las yemas, y las temperaturas frescas retrasan la emergencia de las hojas, quedando expuestas a esta enfermedad. La verrucosis se puede controlar con una sola aplicación de fungicida realizada durante el invierno, antes de que las yemas comiencen a hincharse; esta aplicación contribuye preventivamente al control de tiro de munición. Los fungicidas que controlan esta enfermedad son clorotalonil, thiram y ziram.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Algunas prácticas adicionales para manejar la verrucosis son: a) eliminar y quemar los brotes y hojas que presenten daños, b) mantener el vigor del árbol, c) reducir la falta de

agua en el suelo y d) aplicar fertilizante nitrogenado al suelo. La aplicación de fungicidas inorgánicos a base de cobre después de la caída de las hojas o durante el invierno es efectiva contra la verrucosis.

La roya se manifiesta en frutos, hojas y ramas. El daño en las hojas son pequeñas pústulas circulares que miden de 0.5 a 2.0 mm de diámetro, son de color amarillo y café en el haz y envés de la hoja, respectivamente. En ramillas infectadas se notan hinchadas con pústulas circulares. Esta enfermedad puede traer consigo una reducción significativa del peso del fruto o una caída del mismo provocado ocasionalmente por una defoliación prematura del árbol. Los frutos durante la maduración presentan manchas húmedas de color café rojizo. Este hongo sobrevive el invierno en hojas infectadas que permanecen en el árbol o en las lesiones de las ramas. La roya entra en actividad durante la primavera y el otoño cuando se presenta el tiempo húmedo. La aplicación de fungicidas debe hacerse durante el invierno utilizando los productos sugeridos para el manejo de verrucosis y tiro de munición.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. La reducción de focos de infección al cortar y quemar las ramas infectadas por roya con la poda de invierno es un paso importante en su manejo. La aplicación preventiva de fungicidas inorgánicos a base de azufre, tres a seis semanas después de la floración, o 2 semanas antes de la cosecha, son efectivas contra la roya.

La agalla de la corona es una enfermedad ocasionada por una bacteria que se manifiesta primero con el crecimiento de pequeños abultamientos en forma de tumores en el cuello del tronco de los árboles. Los tumores jóvenes son de color crema, de formas semiesféricas y superficie suave. A medida que éstos crecen

se tornan más oscuros de consistencia leñosa, áspera y agrietada. Los tumores miden entre 0.5 y 30 cm de diámetro.

Esta enfermedad infecta la planta sólo a través de las heridas, por lo que el daño mecánico sobre el cuello y las raíces de las plantas, causadas con la maquinaria para cultivar, animales e insectos, son las principales causas que propician la infección. También, las heridas causadas cuando se injertan las plantas (especialmente en el vivero), son otro punto importante de infección. Temperaturas muy frías favorecen la predisposición del árbol al ataque por agalla de la corona, sobre todo en las partes de la huerta con suelos arenosos. La bacteria puede sobrevivir indefinidamente sobre residuos de plantas en el suelo, así como en forma sistémica en el tejido de una planta afectada.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Al momento de la plantación, los productores de durazno tienen la oportunidad de minimizar la infección con agalla de la corona con las siguientes recomendaciones: a) plantar sólo árboles que estén libres de agallas, las cuales son perfectamente identificables a simple vista y b) aplicar *Agrobacterium radiobacter* Cepa 84 (Galltrol es el nombre comercial) a la raíz y cuello de los árboles al momento del trasplantar. Otras prácticas que ayudan a minimizar esta enfermedad son: mantener un buen vigor del árbol a través de una poda que equilibre tanto la producción como el crecimiento vegetativo y desinfectar los instrumentos de poda con una solución de cloro al 20%.

El cáncer bacterial, tizón o gomosis bacterial, se caracteriza por muerte descendente de las ramas y la presencia de cánceres callosos durante la primavera, principalmente en árboles de entre 2 y 12 años de edad. Cantidades grandes de goma alrededor de las lesiones están asociadas generalmente con

los cánceres activos, aunque la goma, no siempre es una indicación positiva de esta enfermedad. Cuando el cáncer bacteriano estrangula las ramas o el tronco, las hojas de arriba del área con cáncer se enrollan y se tornan amarillentas, el crecimiento de los árboles se detiene y éstos eventualmente mueren. Esta enfermedad puede presentar dos fases diferentes: la de tizón de las flores, y el de yemas muertas. El cáncer bacteriano se mantiene durante el invierno en cánceres activos, sistémicamente en el tejido vascular, en yemas infectadas, en la superficie de árboles afectados. Esta enfermedad es más agresiva después de inviernos fríos y primaveras lluviosas. La mayoría de los cánceres dejan de crecer cuando el clima es seco. Los antibióticos tradicionales como sulfato de estreptomina y oxitetraciclina pueden ser utilizados como apoyo de una estrategia para manejar el cáncer bacterial, y su uso debe ser como acción preventiva, más que curativa.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. La incidencia del cáncer bacterial puede reducirse con las prácticas siguientes: 1) antes de hacer la poda invernal, las herramientas (tijeras, tijerones, serruchos, etc.) deben esterilizarse sumergiéndolas en una solución con 4.0 litros de agua en 1 litro de cloro 2) podar las ramas con cánceres, ubicando el corte al menos de 20 a 30 cm abajo del sitio dañado, 3) eliminar la maleza que crece alrededor del área de goteo del árbol, porque incrementa el estrés por agua y nutrientes, pero también pueden ser hospedera de esta bacteria, 4) la aplicación preventiva de un fungicida a base de cobre durante el otoño, cuando las hojas se empiezan a caer, y 5) cortar y/o raspar los cánceres de las ramas durante los meses más secos y calientes del año (abril y mayo en Zacatecas) y aplicarles pasta bordelesa.

Problemas Fitosanitarios Potenciales. El monitoreo de plagas potenciales que pueden dañar significativamente, no sólo al cultivo del durazno sino también

otros frutales de hueso (nectarino, chabacano y ciruelo) es de importancia, entre estos se pueden citar las chinches del fruto de la familia *Pentatomidae*, pudriciones del fruto probablemente ligadas a su ataque, así como la palomilla oriental de la fruta (*Grapholita molesta* Busck). Se debe tener especial atención con el virus del Sharka (Polák y Oukropec, 2010).

COSECHA Y POSTCOSECHA. En Zacatecas, el duraznero criollo requiere en promedio de 120 a 180 días desde floración completa hasta la madurez del fruto. Un indicador de la madurez del fruto es cuando el color amarillo (propio de esta fruta) empieza a sobreponerse al color verde y la acumulación de azúcares es alta (≥ 12 °Brix), pero no la máxima. La vida de anaquel de esta fruta depende de los cuidados que se tienen durante la cosecha. La recolección de la fruta es manual y desde aquí la fruta debe ser protegida (Crisosto y Mitchell, 2002a). El fruto debe ser desprendido del árbol, tomándolo suavemente de manera que los dedos no queden marcados en la piel del fruto. Después, la fruta debe colocarse suavemente en bolsas cosechadoras. Una vez que las bolsas estén llenas, el producto debe depositarse suavemente dentro de los recipientes o cajas, desprendiendo la parte inferior de las bolsas y haciendo un giro leve rotatorio para disminuir el golpeteo entre los frutos. No se recomienda usar cubetas de plástico o rejas de madera, ni aventar los frutos en ningún momento, pues esto induce magulladuras que acortan el tiempo de almacenamiento y comercialización de la fruta. También, los rasguños en la piel de los frutos acortan la vida de anaquel. Los golpes y lesiones inducen la aparición de manchas negras que hacen poco atractivo el producto; además, dichas heridas son la puerta de entrada de microorganismos que conducen a la pudrición de la fruta. Independientemente del programa de fertilización, la aplicación precosecha de calcio (0.68 g l^{-1} de ingrediente activo), potasio (1.28 g l^{-1}) y el carbendazim ($0.4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$) y adherente (1 ml l^{-1}) coadyuvan a mejorar la

vida de anaquel de esta fruta. Las aspersiones al fruto y partes sombreadas del árbol hasta el punto de goteo, deben realizarse 45 días antes de la cosecha y repetirse 3 veces con intervalos de 10 días (Melero *et al.*, 2011).

La cosecha se debe hacer temprano por la mañana, nunca después de una lluvia o mañanas con alta humedad relativa. Después de cosechar la fruta y depositarla en contenedores, se coloca en lugares sombreados. También, se **recomienda bajar la temperatura del fruto “temperatura de campo” hasta 4 °C**, lo cual se logra al sumergir la fruta en agua fría, o sometiéndola a cámaras con aire frío presurizado durante un período de 9 horas, cuando esta infraestructura esté disponible (Crisosto y Mitchell, 2002a). Adicionalmente a estas prácticas se puede colocar la fruta en cámaras con atmósferas controladas y con una temperatura no menor a 0 °C, con esto se aumenta el periodo de almacenamiento del producto hasta por seis semanas.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO/TRANSPORTE. No obstante que falta hacer investigación en este tema, de manera general, la fruta puede ser frigoconservada como sigue (Wills *et al.*, 1998; Crisosto y Mitchell, 2002):

Cuarto frío:

TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
(°C)	(%)	(Semanas)
0 - 1	90 - 95	2 - 6

Atmósfera controlada. Las ventajas de este sistema durante el almacenamiento y transporte son el mantener la firmeza y el color de la fruta, esto se logra con 1 a 2% de O₂ y 3 a 5% de CO₂ (Crisosto y Mitchell, 2002)

ACTIVIDADES POSTCOSECHA: La primera actividad a realizar, después de la cosecha, es la aplicación de la segunda mitad de la dosis de nitrógeno recomendada. Esto ayuda a la preparación de la planta para el siguiente ciclo. Esta actividad se puede hacer a través de la aplicación de un riego somero de tres a cuatro semanas después de la cosecha. Dependiendo de la humedad del suelo o presencia de lluvias tardías, la fertilización nitrogenada se podría llevar a cabo en huertas bajo temporal después de la cosecha. El monitoreo de plagas y enfermedades se debe continuar hasta la caída natural de las hojas. Efectuar la poda de fructificación entre enero y febrero en invierno antes del inicio de la brotación de las yemas florales. Para las huertas con riego, cerca de la brotación del siguiente ciclo y antes de hacer el primer riego, purgar las líneas regantes, revisar emisores y reparar fugas (Zegbe *et al.*, 2005).

RENDIMIENTO POTENCIAL. Independientemente de la tecnología que se aplica en el cultivo del durazno, la productividad de este frutal depende del régimen hídrico. En los últimos 13 años, el rendimiento promedio del durazno cultivado bajo temporal se sitúa entre 0.8 y 2.2 t/ha; mientras que, en riego, el rendimiento alcanza entre 2.0 y 4.2/ha (SIAP, 2015). Sin embargo, la productividad de este frutal también depende de la región en donde se cultiva (Rumayor *et al.*, 1998). Por ejemplo, en el ciclo agrícola 2013, el rendimiento promedio fue de 2.86, 4.62, 7.56 y 7.72 t/ha en los distritos de desarrollo rural de Jerez, Fresnillo, Ojocaliente y Río Grande, respectivamente (SIAP, 2015). No obstante, el duraznero criollo tiene un potencial de producción aproximado entre 20 y 26 t/ha (Esparza *et al.*, 2002). Las áreas potenciales para el cultivo del durazno bajo riego y temporal en Zacatecas se indican en la Figura 3.8 y 3.9, respectivamente.

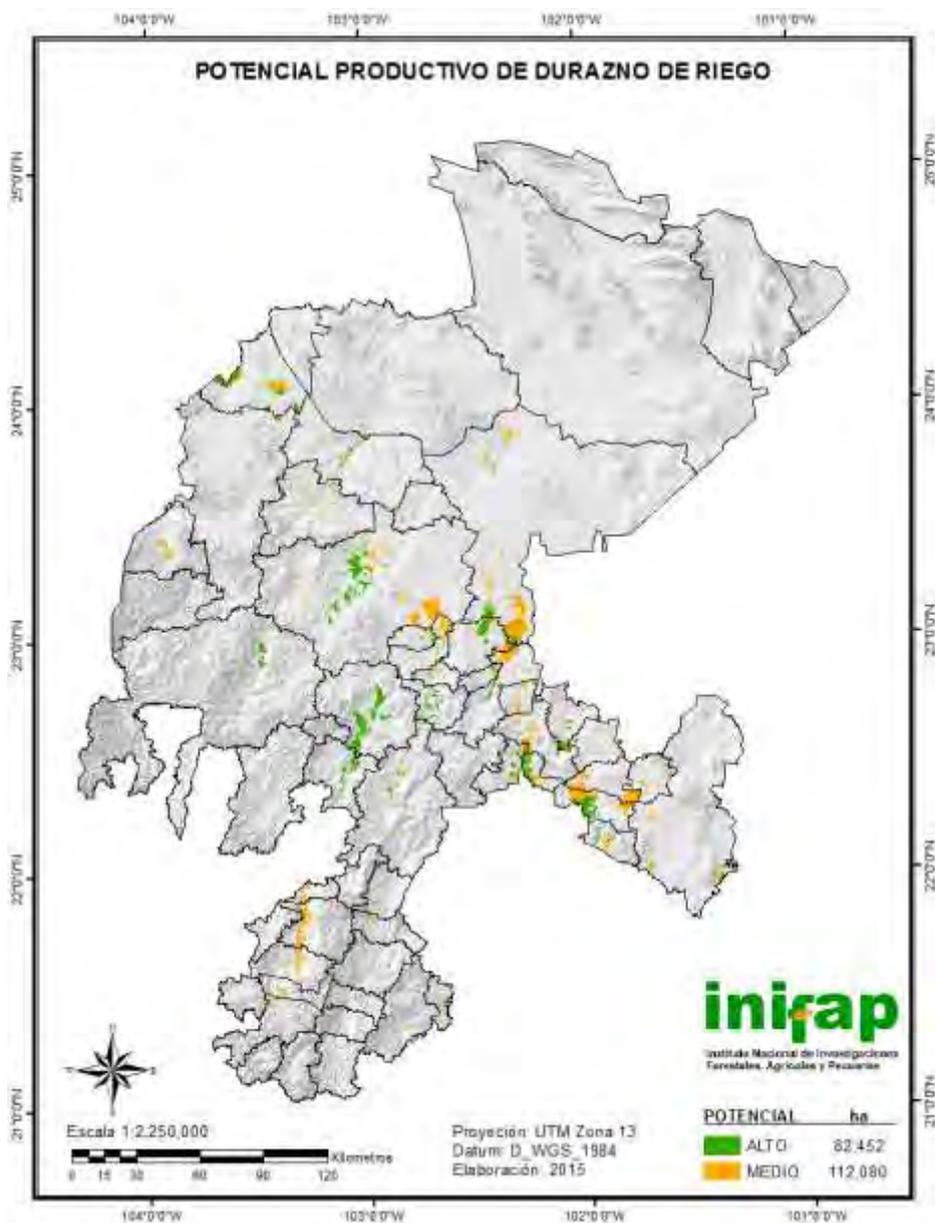


Figura 3.8. Áreas potenciales para cultivar durazno bajo riego en Zacatecas.

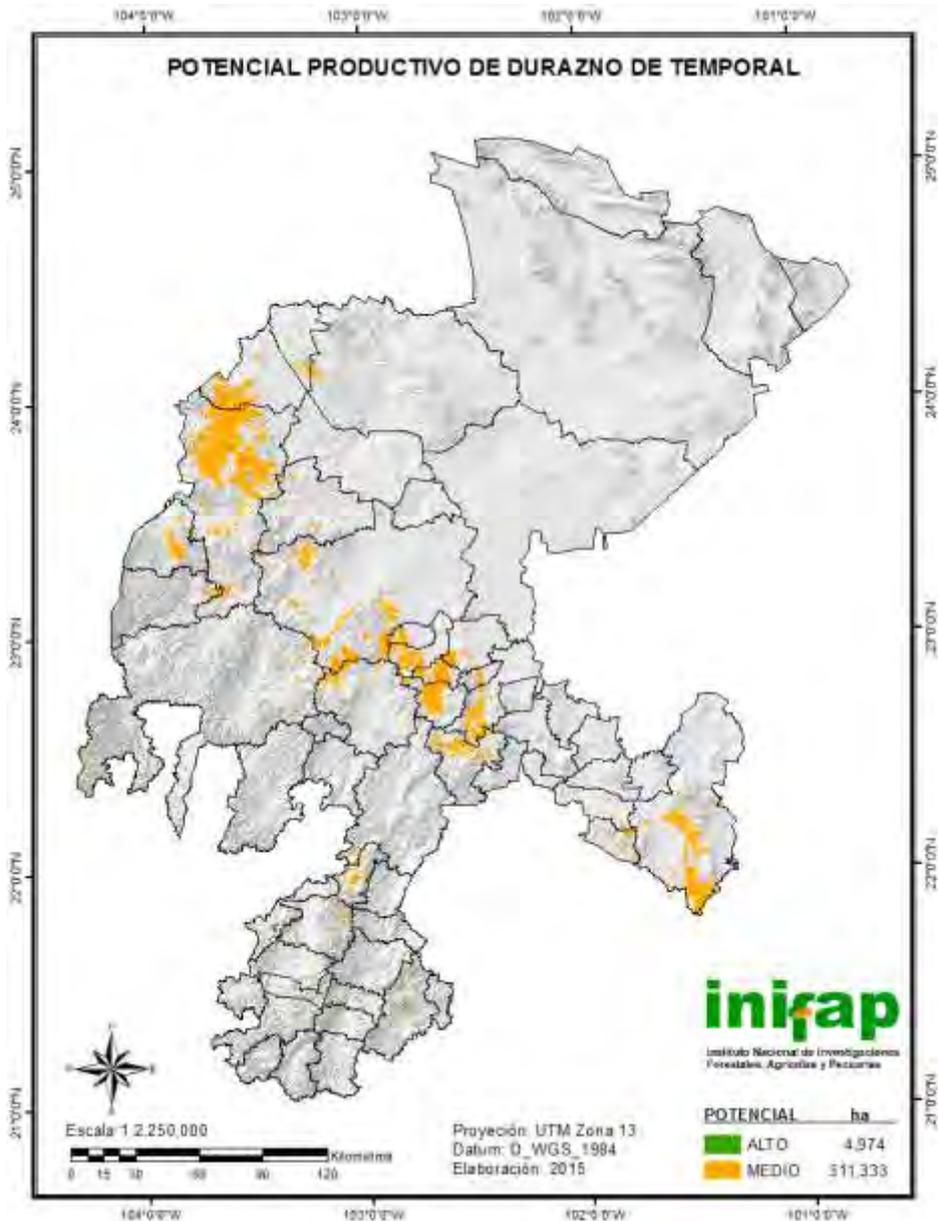


Figura 3.9. Áreas potenciales para cultivar durazno de temporal en Zacatecas.

Guayabo (*Psidium guajava* L.)
 Ciclo Perenne
 Régimen de humedad: riego

CULTIVARES*	PORTAINJERTOS**	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha)***	ÉPOCA DE PLANTACIÓN****
1. Tipo China 2. Tipo Media china 3. Hidrozac 4. Caxcana 5. Merita, 6. Huejucar 7. Calvillo Siglo XXI	No se usa portainjerto. Las plantas son propagadas por acodo aéreo que provienen de árboles madre altamente productivos y con fruta apta para la industria y consumo en fresco	1. 7 m x 7 m = 204 2. 6 m x 6 m = 278 3. 4 m x 4 m = 625 4. 2 m x 1 m = 5000	Al inicio de la primavera en maceta Durante la estación lluviosa (junio-agosto) en maceta

*González *et al.* (2002).

**Mata y Rodríguez (1990).

*** Mata y Rodríguez y (1990), González *et al.* (2002) y Padilla *et al.* (2014).

**** Mata y Rodríguez (1990).

MÉTODO DE PLANTACIÓN. Una vez que el sitio ha sido seleccionado y dependiendo de las condiciones del suelo y pendiente del terreno se procede al trazo de la huerta, considerando una orientación norte-sur de las hileras de árboles. Este frutal se establece en terrenos con pendientes pronunciadas, por lo tanto, los árboles deben ser establecidos en curvas a nivel o en terrazas individuales, escavando cepas de 80 x 80 x 80 cm (Rodríguez y Mata, 1990).

PODA.

Poda de formación. Los árboles se forman en un sistema a centro abierto con tres o cuatro cargadores principales.

Poda de fructificación. Esta actividad anual consiste en despuntar brotes lignificados del mismo año (brotes de forma redonda, lisa y café) dejando al menos 12 yemas, o despunte apical de 10 cm, lo cual favorece significativamente el amarre de fruta, y, por ende, el rendimiento (Sahar y Abdel-Hameed, 2014). El vigor de los brotes es importante, por lo tanto, el **despunte debe ser menos severo en brotes vigorosos (diámetro ≥ 0.9 cm) y más fuerte en brotes con vigor medio (0.4 a 0.6 cm de diámetro)** (González et al., 2002).



Poda de mantenimiento y sanitaria. Ésta consiste en eliminar chupones, brotes mal orientados (principalmente hacia la superficie del suelo o hacia el centro de la copa), aquellos que interfieren con las prácticas de manejo del cajete, ramas y brotes muertos o enfermos. Esto permite un mejor desempeño en las labores de campo y cosecha (González *et al.*, 2002).

Poda de rejuvenecimiento. Esta práctica se lleva a cabo cuando los árboles no han sido podados o han sido descuidados. En esta situación, la poda es severa y prácticamente consisten en construir de nuevo la copa del árbol. Por lo tanto, se recomienda hacer una poda de mantenimiento y sanitaria periódicamente (Mata y Rodríguez, 1990).

CALMEO O LETARGO INDUCIDO. El guayabo es un árbol perennifolio que, para las condiciones climáticas de la región productora, es necesario tratarlo como un árbol caducifolio por dos motivos. El primero es para protegerlo contra el daño por bajas temperaturas el invierno; y el segundo motivo es para programar la cosecha buscando ventanas de oferta con mejor valor comercial. Lo anterior se logra suprimiendo el riego después de la cosecha (calmeo) y durante el periodo seco del año. La falta de riego induce la defoliación de los árboles y lleva a éstos a un estado de letargo (ecoletargo), el cual se interrumpe con un riego o con la presencia de lluvias.

CAVA. Esta práctica se lleva a cabo antes del primer riego postcosecha y consiste en aflojar y voltear el suelo de la capa de cada árbol a una profundidad de 10 a 15 cm. Esta actividad permite la aeración del sistema radical, promueve nuevas raicillas y la incorporación de fertilizante mineral y orgánico. Sin embargo, debido a los altos costos que imprime esta actividad, esta práctica se

ha sustituido por una una “pica” que consiste en aflojar, con un azadón, la capa superficialmente del suelo (≈ 5 cm).

FERTILIZACIÓN. En los municipios de Villanueva, Tabasco y Huanusco, aplicar la dosis 40-80-40 al rompimiento del calmeo; posteriormente, aplicar la dosis 40-00-40 cuando el fruto está en etapa de canica. En los municipios de Jalpa, Apozol, Juchipila y Moyahua, aplicar la dosis 40-100-50 al rompimiento del calmeo; posteriormente, aplicar la dosis 40-00-50 cuando el fruto está en etapa de canica. El fertilizante se debe depositar dentro del cajete de los árboles, a una distancia aproximada de 1.0 metro del tronco del árbol, e incorporar a una profundidad de 15 cm y en seguida dar un riego pesado. Si es necesario, se recomienda aplicar anualmente hasta 20 kg de abono orgánico por árbol al terminar el calmeo e incorporarlo a una profundidad de alrededor de 15 cm (Rubio y Serna, 1999). El estado nutricional es importante para la sanidad y productividad de los árboles, por lo tanto, se recomienda hacer al menos un diagnóstico foliar de macro y micro elementos en hojas a la mitad del ciclo del cultivo (Natale *et al.*, 2002). La concentración de los macro y micro elementos en las hojas se indica en el cuadro 3.4. Valores menores o mayores indican deficiencias o exceso, respectivamente.

Cuadro 3.4. Intervalo de suficiencia de macro y micronutrientes en hojas de guayabo (Natale *et al.*, 2002).

Valor	N P K Ca Mg					Fe Zn Mn Cu B				
	(%)					(mg kg ⁻¹)				
Mínimo	20	1.4	14	7	2.5	50	25	40	10	20
Máximo	26	1.9	20	15	4	150	35	250	40	25

PROGRAMA DE RIEGOS: Para plantaciones en producción en suelos con textura media se sugiere aplicar de 11 a 12 riegos con intervalos de 15 a 20 días, con una lámina de 8 a 10 cm cada uno. En un cajete de 3 x 3 m se capta un volumen entre 720 y 900 litros por riego.

CONTROL DE LA MALEZA. Generalmente esta actividad se realiza manualmente con un machete curvo tipo “cazanga” o con una desbrozadora a gasolina. Se sugiere hacer dos deshierbes, uno en agosto y el segundo antes del período de cosecha. El control químico de la maleza en las calles se puede realizar con paraquat a una dosis de 2 L/ha aplicado con boquilla TJ8004, procurando no tocar ninguna parte del guayabo porque lo quema. Otro producto que se puede utilizar para eliminar la maleza de los cajetes es el glifosato a una dosis de 1.0 a 2.0 L/ha aplicado con boquilla TJ8001. En ambos casos son necesarias dos aplicaciones por año.

CONTROL DE PLAGAS. Las plagas de importancia económica para este frutal son el picudo de la guayaba [*Conotrachelus dimidiatus* (Champ.)] y la mosca de la guayaba [*Anastrepha striata* (Schiner)], las cuales se describen a continuación (Medina *et al.*, 2007).

El adulto del picudo de la guayaba es un insecto de apariencia robusta que mide de 6 a 8 mm, es café rojizo con una mancha amarilla en forma de V invertida que cubre dorsalmente el pronoto, y en la parte posterior de los élitros se presenta una macha rojiza que cubre toda esa área. Tiene cuatro fases de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. Los adultos ocasionan daños significativos al ovipositar en frutos de 2.0 cm de diámetro llamados fruto canica durante junio a septiembre. Las larvas, al alimentarse de la pulpa en el interior del fruto, ocasionan un arriñonado y pseduomaduración del fruto, por lo

cual este cae al suelo. Los frutos afectados pierden su valor comercial ya que presentan el interior café y con residuos de excrementos de la larva. Este insecto presenta una generación por año y prefiere ciertos árboles dentro de la huerta. Los adultos emergen durante el temporal de lluvias de verano, el pico poblacional se presenta en julio y pueden permanecer vivos hasta septiembre y octubre. El control químico va dirigido a eliminar los adultos del picudo, para tal efecto se realiza el “manteo” en los árboles marcados como preferidos por el insecto o con mayores daños en ciclos anteriores. Esta actividad consiste en colocar una manta en el suelo, abarcando el área de goteo de los árboles, para después sacudir repetidamente las ramas de los árboles; los picudos como un medio de defensa se dejan caer al suelo y son fácilmente detectados sobre la manta. El manteo, aunque efectivo, es una actividad laboriosa que puede ser sustituida por el “escuteo” o revisión de frutos, para detectar el inicio de la actividad de la plaga, al observar la presencia de agujeros sin sellar (alimentación) y/o sellados es indicativo de que la ovoposición ha comenzado y que las actividades de combate se deben realizar. El control químico se justifica cuando en el “manteo” se captura un adulto (González *et al.*, 2002). Para el mercado nacional y de exportación sólo se permite el uso del Malation.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Las piretrinas solas o en mezcla con el butóxido de piperonilo son una opción para controlar adultos del picudo, siempre y cuando se tenga un buen cubrimiento del árbol. La aplicación del hongo entomopatógeno *B. bassiana* al suelo desde fines de julio hasta septiembre reduce la población de larvas de larvas invernantes. También el uso de nematodos benéficos como *Heterorhabditis bacteriophora* (Poinar) y

Steinernema glaseri (Steiner), aplicados junto *B. bassiana*, pueden controlarlas las larvas del picudo en el suelo. El uso de los nematodos requiere de entrenamiento previo para su aplicación a nivel campo. Otra alternativa es eludir la presencia del insecto. Esto se logra adelantando o retrasando la producción de guayaba, de manera tal que, no haya frutos susceptibles de daño entre junio y septiembre.

Los adultos de la mosca de la guayaba son de color café amarillento, tienen una mancha negra en forma de herradura "U" en el dorso, miden en promedio 2.0 cm, poseen un par de alas, las cuales tienen dos franjas oscuras en forma de S. Tiene cuatro fases de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto. El daño es ocasionado por la larva al alimentarse de la pulpa del fruto cuando éste empieza a madurar. La detección de los adultos se realiza mediante trampas del tipo "McPhail", a las cuales se les coloca un atrayente alimenticio a base de cuatro partes de proteína hidrolizada, dos de bórax y 94 partes de agua. Se requiere de una trampa por ha y realizar revisiones semanales. El control se realiza cuando se detecte en promedio 0.08 moscas por trampa por día (número de moscas capturadas en siete días). El control de los adultos de la mosca de la guayaba se realiza con insecticidas cebos elaborados con cuatro partes de proteína hidrolizada, una parte de malation y 95 partes de agua.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Spinosad es un insecticida efectivo y aceptado para el control de mosca de la guayaba y para producir fruta orgánica. La eliminación de los frutos dañados antes de que éstos caigan del árbol es una acción que reduce las poblaciones de larvas de la siguiente

generación. La liberación de avispidas parasitoides es otra opción de control que ayudan en el manejo integrado de la mosca de la guayaba

CONTROL DE ENFERMEDADES. Las enfermedades conocidas como **clavo** [*Pestalotia= Pestalotiopsis psidii* (Pat.)] y el debilitamiento de los árboles por problemas de raíz (*Phytophthora* spp. y nematodos noduladores del género *Meloidogyne*) son las de mayor consideración económica (Medina *et al.*, 2007).

El clavo de la guayaba es una de las enfermedades que reducen significativamente la cantidad y calidad de la guayaba. El hongo causante de esta enfermedad ocasiona lesiones circulares y costrosas que sobresalen de la epidermis del fruto, de coloración café oscuro, lo que da origen a su nombre de clavo, El daño a los frutos es donde se tiene la mayor pérdida económica ya que los frutos afectados sufren demerito al comercializarse. Esta enfermedad afecta también a las hojas, se desarrolla en climas con humedades relativas entre 80 y 100% y temperaturas mayores a 23°C. El clorotalonil, thiram, mancozeb y zineb son fungicidas preventivos con buen de control sobre el clavo de la guayaba. También hay fungicidas curativos como el benomilo, carbendazim y el kasumin. Desafortunadamente ninguno de los fungicidas mencionados tiene registro para su uso en el cultivo del guayabo en México.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Como el clavo es una enfermedad que requiere de humedad relativa alta, la poda del árbol que permita una mejor circulación del aire es el primer paso de control. También, la eliminación de la maleza en el cajete del árbol reduce la humedad ambiental presente en la copa del árbol. La aplicación de *Trichoderma harzianum* como

agente de control biológico tiene posibilidades de reducir las poblaciones del clavo de la guayaba. El control químico con fungicidas a base de cobre es otra opción. Los fungicidas deben aplicarse de julio a octubre y antes de que se presenten los síntomas de la enfermedad. Hay genotipos de guayaba que son menos afectados por el clavo, y pueden servir de base para incorporar los genes de resistencia en la formación de nuevos cultivares comerciales.

El debilitamiento y muerte de los árboles de guayaba está fuertemente asociado con la presencia del hongo *Phytophthora* spp. en las raíces de los árboles afectados; simultáneamente también se observa la presencia de nemátodos agalladores del género *Meloidogyne*. Los síntomas asociados a este problema son: apariencia raquítica de los árboles, escaso crecimiento vegetativo, hojas pequeñas y de color rojizo y escasa producción de frutos. La corteza del tronco y ramas se torna grisácea y no se desprende, lo que contrasta con árboles sanos cuya corteza se desprende (descascara) constantemente. Contra *Phytophthora* algunos fungicidas como metalaxyl pueden ser efectivos aplicados preventivamente al cuello de los árboles en combinación con las prácticas de control cultural que se mencionan en el siguiente párrafo. Otros fungicidas con potencial de control son fosetil-al, etridazole y propamocarb. Una vez que el cuello del tronco de los árboles está infectado y han aparecido síntomas de declinamiento, la aplicación de fungicidas no soluciona el problema. Para el control de nemátodos agalladores los productos carbofuran, fenamifos y etoprofos son una opción. Desafortunadamente, ninguno de los productos químicos mencionados para el control del debilitamiento y muerte de los árboles tienen registro para usarse en este cultivo en México

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. El exceso de humedad en el suelo es el factor que dispara la aparición de esta enfermedad por lo que hay que evitar los riegos pesados y los encharcamientos, por lo tanto, el riego por goteo es preferible en lugar del riego por inundación. Es importante también no estresar al árbol por falta de agua durante la estación de crecimiento. La **práctica de “la cava” puede favorecer el desarrollo de *Phytophthora***, porque ésta produce un sinnúmero de heridas en la raíz. Esta enfermedad puede ser minimizada con el uso del hongo *T. harzianum*. La aplicación del hongo debe ser preventiva y aplicada en todo el cajete del árbol junto con el primer riego al inicio del ciclo de producción del guayabo. Debido a que los nemátodos se dispersan con el movimiento de suelo y material vegetativo infectado, es importante tener control sanitario de la herramienta que se usa en el laboreo del suelo: mientras que, al establecer la huerta, utilizar plantas que no tengan tumoraciones (agallas) en la raíz. La incorporación al suelo de residuos de brócoli y otras crucíferas, reducen las poblaciones de nematodos agalladores.

COSECHA Y POSTCOSECHA. La cosecha de la guayaba es manual. Debido a que el fruto puede madurar después de cosechado, la fruta puede cortarse en diferentes grados de madurez dependiendo del destino de la fruta y ya que el color de la fruta es el principal indicador de la madurez. Los criterios de cosecha basados en el color son verde-amarillo para cierto tipo de mercados y consumidores; amarilla-verde para transporte a largas distancias y amarilla y suave para mercados locales. Otros criterios importantes para distintos mercados son el tamaño, forma del fruto y la coloración de la pulpa. En general se debe cosechar cuando visualmente el fruto cambia de color verde a verde-amarillo. Esta fruta es delicada, por lo tanto, se cosecha manualmente, se deposita en botes y rejas de

plástico y se selecciona por tamaño dentro de la huerta en forma manual en pequeñas seleccionadoras o en centros de acopio en donde se selecciona por color y peso. Se empaqueta en rejas de madera o cajas de cartón principalmente de 12 kg, para transportarla hacia diferentes mercados nacionales e internacionales. La fruta se transporta a la bodega de empaque donde se deposita en un tanque de inmersión para lavarla, desinfectarla, separarla por tamaños, empaquetarla, pre-enfriarla (aire-forzado/agua fría a 10 °C) y cargarse en vehículos para su distribución en los centros de comercialización, o de otra manera, para almacenarla en cuartos fríos o en cuartos con atmósferas controladas (Reyes y Paull, 1995).

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO/TRANSPORTE. No obstante que falta hacer investigación en este tema, de manera general, la fruta puede ser frigoconservada como sigue (Wills *et al.*, 1998):

Cuarto frío:

FRUTA/TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
(°C)	(%)	(Semanas)
Amarilla-limón (8 – 10)	90	2 y 3
fruta madura (5 – 8)	90	1

Atmósfera controlada. Las ventajas de este sistema durante el almacenamiento, es retrasar la maduración de la fruta verde-amarilla y parcialmente madura. Lo anterior se logra con un tratamiento de 2 y 5% de O₂ a 10 °C por 24 horas. La vida de la fruta en almacenamiento es de aproximadamente de dos semanas, dependiendo del cultivar (Kader, 1999).

RENDIMIENTO POTENCIAL. El guayabo tiene un potencial de producción entre 9.5 y 15.6 t/ha usando una tecnología promedio (SIAP, 2015). En contraste, el rendimiento puede alcanzar hasta 70 t/ha con densidades de 5, 000 árboles/ha (Padilla *et al.*, 2014). Las áreas potenciales para el cultivo del guayabo en Zacatecas se indican en la Figura 3.10.

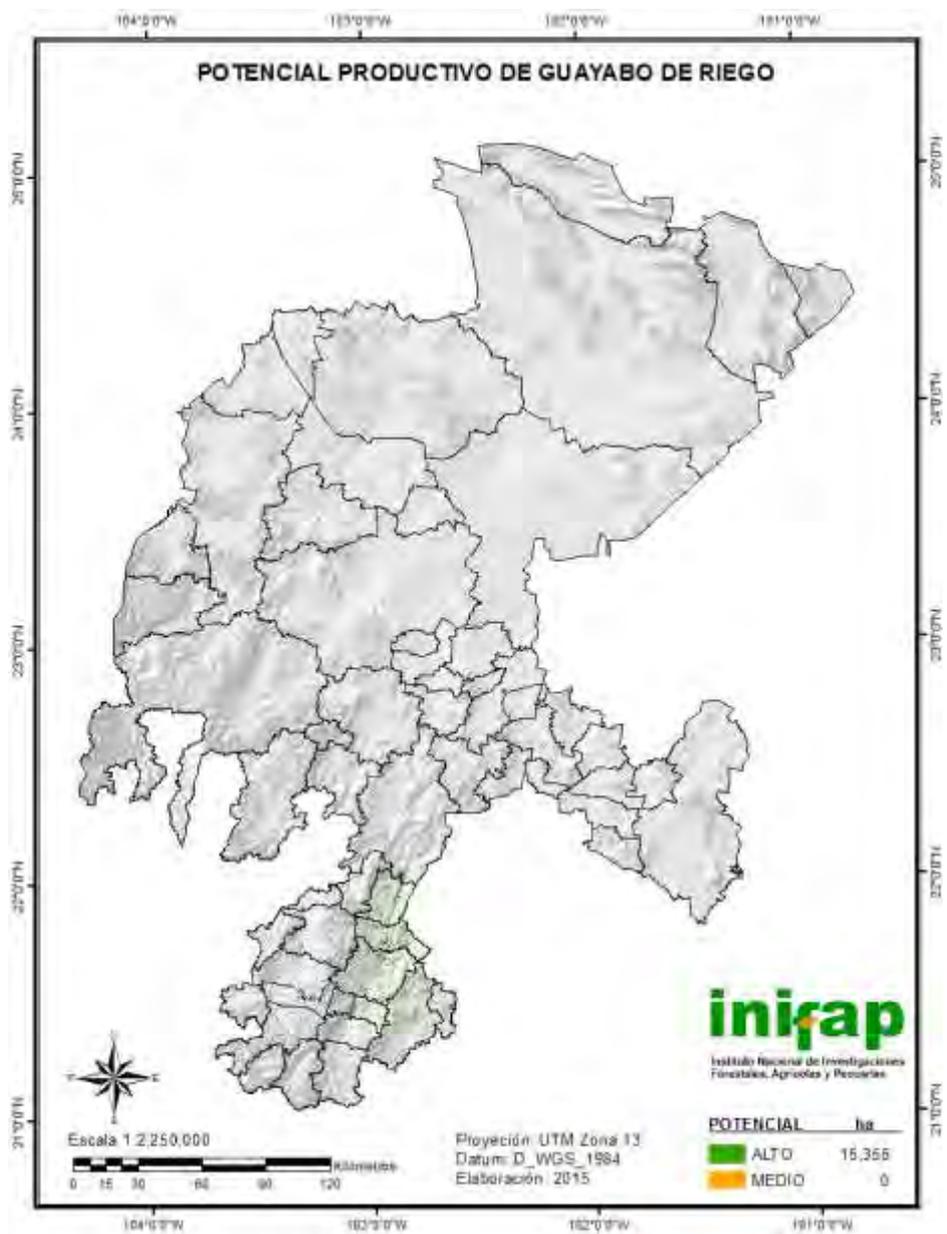


Figura 3.10. Áreas potenciales para cultivar guayabo en Zacatecas.

Manzano (*Malus domestica* Borkh)
 Ciclo Perenne
 Régimen de humedad: riego

CULTIVARES *	PORTAINJERTOS **	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha) ***	ÉPOCA DE PLANTACIÓN ****
1. Golden Delicious (Agua Nueva) 2. Grimes Golden 3. Granny Smith 4. Anna 5. Braeburn 6. Fuji, 7. Royal Gala 8. Pink Lady 9. Red Delicious 10. Winter Banana 11. Selecciones mutantes	Semi enanos 1. MM.109 2. MM.111 3. MM.106 Enanos 1. M.7 2. M.9 3. M.26 4. M.27	1. 3.0 m x 5.0 m = 667 2. 3.5 m x 4.0 m = 714 3. 3.0 m x 4.5 m = 741	Durante el invierno o cerca de la primavera a raíz desnuda antes de que los árboles broten

*Medina *et al.* (2007).

**Westwood (1993) y Perry (1999).

*** Medina *et al.* (2007) y Zegbe y Serna (2012).

**** Medina *et al.* (2007).

Método de plantación. Después de un barbecho poco profundo (15 cm de profundidad) y con el uso opcional de arado de cinceles en lugar de arado de discos y el paso de una rastra cruzada, se traza la huerta según las características topográficas del terreno. La plantación puede llevarse a cabo en cepas individuales o en bordos. El diseño de la plantación puede ser marco real (cuadrado) y/o rectangular, principalmente. En terrenos con pendientes iguales o mayores a 1%, el trazo de la huerta deberá seguir las curvas de nivel, en particular en aquellas huertas que son establecidas bajo temporal. Esto con la

finalidad de captar la humedad pluvial y reducir la erosión hídrica (Fernández, 1988).



PODA

Poda de formación. Se realiza en árboles jóvenes en desarrollo. Se sugiere el uso del sistema de líder central que consiste en mantener una rama central vertical sobre la cual y alrededor de ella se forman los pisos de ramas productivas. Estas últimas se arquean tanto para formar los pisos, como para la fijación de los puntos de fructificación cuando los árboles entren en la fase adulta. Este sistema puede utilizarse en árboles establecidos tanto en temporal como en riego.

Poda de fructificación. El manzano fructifica en madera de dos o más años, la cuales deben de despuntarse tanto para renovar la madera, como para inducir puntos de producción o fijar los puntos de fructificación. Esta poda debe equilibrar el crecimiento vegetativo con el productivo para que la producción se prolongue el mayor tiempo posible. La mejor fruta del manzano se produce en ramitas llamadas “lamburdas”, o en un conjunto de ellas (bolsas de “lamburdas”), cada una producirá de cinco a seis flores (Fernández, 1988; Rieger, 2006).

Poda de rejuvenecimiento. Una clara señal de envejecimiento de este árbol es la reducción del crecimiento vegetativo, floración y un incremento en frutos de baja calidad. Entonces, se recomienda hacer una poda severa sobre las ramas viejas, y así, promover brotes vegetativos nuevos, para después volver a fijar los nuevos puntos de producción.

Poda en verde. Se practica en ramas jóvenes del mismo año que se encuentran en desarrollo vegetativo. Con esta poda se eliminan ramas mal ubicadas (al centro del árbol), en exceso, que siguen una dirección inadecuada, o ramas enfermas. Esta práctica favorece además el desarrollo de otras ramas que se encuentren en buena posición e incrementa la penetración de la luz solar y aeración.

ACLAREO DE FRUTA. Al igual que en los frutales de hueso, la presencia de heladas primaverales limita esta práctica. Sin embargo, comercialmente, se busca obtener producciones moderadas con un buen tamaño de fruta. Esto se logra haciendo un aclareo manual de fruta dejando dos frutas por “lamburda” o seis frutos por centímetro cuadrado del área transversal del tronco. En esta actividad se recomienda mantener dos frutas, la fruta reina (la más vigorosa) y otra fruta

de vigor intermedio. Esta práctica se realiza entre los 30 y 40 días después de plena floración (Zegbe y Behboudian, 2008).

PROGRAMA DE RIEGO. El riego es indispensable para este cultivo; pero el volumen y la frecuencia dependen del tipo de suelo, condiciones climáticas, edad, tamaño de los árboles y etapa fenológica durante el ciclo de producción. Este frutal requiere, en promedio, una lámina de riego por gravedad de 1, 237 a 1, 645 mm por ciclo productivo. Esta cantidad se puede aplicar de la siguiente manera: el primer riego antes de la brotación (marzo), el segundo riego después del amarre de fruto (mayo), y dependiendo del tipo de suelo y condiciones de evapotranspiración, el resto de ellos a intervalos de 20 o 25 días hasta la presencia de lluvias. El último riego se aplica en octubre dependiendo también del estado del agua en el suelo. Debido a la sequía recurrente y al acelerado abatimiento de los mantos acuíferos, la recomendación es cambiar a riego presurizado por goteo. En esta tecnología, la lámina promedio a aplicar será de 690 mm (Zegbe y Serna, 2012) a 750 mm (Parra *et al.*, 2009), los cuales pueden ser suministrados de acuerdo a las condiciones de evapotranspiración prevalecientes en cada sitio. Con este sistema de riego, el agua se puede aplicar con mayor eficiencia usando la técnica de riego parcial de la raíz (RPR). Bajo esta última técnica de riego, la lámina a aplicar, en promedio, es de 365 mm (Zegbe *et al.*, 2009 y 2012). A diferencia del riego deficitario regulado (Behboudian y Mills, 1997; Mpelasoka *et al.*, 2001; Leib *et al.*, 2006; Parra *et al.*, 2009), el RPR no afecta el rendimiento ni la calidad de la manzana, y puede ahorrar hasta 52% del agua de riego.

FERTILIZACIÓN. A partir del tercer año y en árboles en plena producción aplicar la dosis 75-75-75. La mitad del nitrógeno, todo el fósforo y potasio se aplica en cuatro eventos de riego desde antes de la brotación hasta la mitad del ciclo de cultivo. La otra mitad del nitrógeno se aplica después de la cosecha en dos o cuatro

eventos junto con riegos ligeros (Zegbe y Serna, 2012). La concentración adecuada de los macro y micro elementos en hojas de manzano se indica en el Cuadro 3.5 (Westwood, 1993; Zegbe *et al.*, 2011). Con valores menores al 1% de contenido de Materia orgánica, se sugiere la incorporación de estiércol seco o composta hasta por 3 t/ha.

Cuadro 3.5. Intervalo de suficiencia de macro y micronutrientes en hojas de Manzano.

Valor	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
	(%)					(mg kg ⁻¹)				
Mínimo	1.5	0.08	0.9	0.2	0.18	40.0	10.0	20.0	1.0	30.0
Normal	2.0	0.12	1.2	1.0	0.24	50.0	18.0	25.0	4.0	35.0
Máximo	2.3	0.70	3.0	2.5	1.0	400.0	100.0	200.0	50.0	80.0

CONTROL DE MALEZA. Chapear o desvarar entre hileras de árboles cuando sea necesario para mantener la maleza bajo control. El suelo no debe moverse en ninguna época del año, a menos que sea estrictamente necesario. Mantener libre de maleza dentro de la hilera de árboles ya sea mecánica o químicamente como se indicó en chabacano, ciruelo y durazno.

CONTROL DE PLAGAS. Las plagas insectiles más importantes para este cultivo son la palomilla de la manzana [*Cydia pomonella* (L.)] y el pulgón lanígero del manzano [*Eriosoma lanigerum* (Hausmann)] (Ohlendorf y Clark, 1991; Mena 2002; y Medina *et al.*, 2007).

El adulto de la palomilla de la manzana, mide aproximadamente 8 mm de longitud, y tiene hábitos nocturnos. Se distingue porque sus alas tienen líneas grises más claras y se observa un parche café cobrizo cerca de los márgenes de las alas anteriores. El daño lo ocasiona la larva cuando se alimenta de las semillas, la fruta atacada la cual pierde su valor comercial. La época crítica de daño es después del amarre del fruto (cuajado), cuando éstos ya tienen semillas en su interior. Este

insecto también ataca al peral y nogal. En la zona productora de Zacatecas este insecto presenta al menos dos generaciones por año. Se considera que menos del 1% de daño por palomilla de la manzana es el mínimo aceptable por los productores. Cuando se aplica el control químico contra este insecto, se recomienda que la primera aplicación sea durante la primera quincena de mayo, después del cuajado de fruto. El mejor método para decidir cuándo aplicar, es detectando los picos poblacionales de la palomilla con el uso de trampas con feromona sexual, y esperar la acumulación de 110 unidades calor (temperatura base = 10 °C) después de dicho pico para aplicar el insecticida. Algunos productos que se sugieren para el control del insecto son lambda cyhalotrina, fosmet y spinetoram, entre otros.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. El método de confusión sexual, donde se establecen en campo 400 dispersores de feromona por ha, es una alternativa efectiva para manejar el problema de palomilla de la manzana. El uso de la avispa parasitoide *Trichogramma platneri* (Riley) es un buen complemento para el manejo integrado de este insecto plaga. Esta avispa debe ser liberada de manera uniforme en toda la huerta en dosis de por lo menos 120,000 avispas por ha por liberación (equivale a 48 cuadros de 2.54 x 2.54 cm de huevos parasitados). La *trichogramma* debe liberarse dos veces por semana por tres semanas consecutivas, especialmente durante la segunda generación de la palomilla de la manzana. La liberación de las avispas debe de coincidir con los picos poblacionales de los adultos capturados en las trampas con feromona. El spinosad es un insecticida aceptado para producir fruta orgánica que es efectivo para el control de la palomilla de la manzana (Mena, 2002).

Las hembras adultas del pulgón lanígero del manzano miden entre 1.5 y 2.0 mm de largo, son de color pardo rojizo y están recubiertas de un polvo blanquecino

y una lanosidad blanca abundante. Las formas aladas del insecto aparecen en el verano y otoño, mientras que los insectos sin alas están presentes todo el año. Forman numerosas colonias en las raíces, en ramillas, huecos de corteza y axilas de hojas del manzano; sin embargo, las poblaciones que se desarrollan en las raíces son la principal fuente de infestación de las partes aéreas del árbol en cada ciclo de cultivo. Este insecto afecta especialmente las raíces del árbol, y por ende, reduce el rendimiento y la vida productiva de la huerta. Si se opta por el control químico, se debe aplicarse al suelo formando un cajete alrededor del árbol, coincidiendo con la brotación del árbol. Se recomiendan los insecticidas disulfoton y carbofuran, estos se deben distribuirse uniformemente en el cajete, se cubren con tierra y después se aplica un riego para activar el insecticida. Spirotetramat es uno de los pocos insecticidas de acción sistémica que aplicado al follaje del árbol, pueden moverse y llegar hasta las raíces para afectar las colonias madre del pulgón lanífero.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Este insecto se puede **eliminar totalmente con el uso de portainjertos resistentes de la serie 'Malling-Merton'**. Estos portainjertos tienen, además, un efecto semi-enanizante en el vigor de los árboles, lo que permite incrementar la densidad de plantas de manzano por hectárea.

CONTROL DE ENFERMEDADES. El tizón de fuego [*Erwinia amylovora* (Burril)] es la enfermedad más común en Zacatecas (Medina *et al.*, 2007; Adaskaveg *et al.* 2012;).

El tizón de fuego es una enfermedad causada por una bacteria que puede devastar las plantaciones jóvenes y vigorosas de manzano y peral. Al principio las ramas principales y secundarias, así como las yemas infectadas dan lugar a

hojas, racimos de flores y frutas jóvenes que se tornan negras (peral) o cafés (manzano). Las hojas muertas a menudo permanecen adheridas al árbol; las flores son el tejido más susceptible a esta enfermedad. La época más favorable para el desarrollo de la enfermedad es durante la floración del árbol, cuando se presentan lluvias o alta humedad relativa, y la temperatura fluctúa entre 24 y 29 °C. Las abejas son uno de los principales medios de dispersión de esta bacteria. En el control químico se recomienda la aplicación de antibióticos como estreptomycin, tetraciclina y kasugamicina. Estos productos son sistémicos con actividad preventiva y curativa, que aplicados durante la floración (desde punto rosa hasta caída de pétalos) son efectivos para controlar el problema de tizón de fuego. Aunque no es tan efectivo como los antibióticos, el fungicida fosetil-al induce los mecanismos de resistencia natural de la planta y ayuda a controlar esta enfermedad.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Como esta enfermedad inverna en los tejidos infectados de ramas y yemas, la poda es el primer elemento de control. En brotes infectados durante la temporada, podarlos al menos 15 cm por debajo de donde se observó el tejido infectado. La herramienta para la poda debe ser desinfectada con alcohol cada vez que se hace un corte. También, evitar fertilizar con exceso de nitrógeno y no utilizar riego por aspersión. Aplicaciones a base de hidróxido o sulfato de cobre, o bien el uso de *Bacillus subtilis* son productos que también ayudan a manejar al tizón de fuego.

COSECHA Y POSTCOSECHA. Cosechar cuando visualmente el fruto cambia de color verde a verde-amarillo o tonalidades de rosadas a rojo-anaranjado-amarillo, dependiendo de la variedad (Westwood, 1993). También, los días contados desde floración completa, es otro criterio de cosecha por ejemplo ‘Golden Delicious’

(‘Golden Delicious’ - ‘Agua Nueva’) y ‘Red Delicious’ tardan 130 a 145 días de flor completa a maduración de la fruta, respectivamente (Zegbe y Serna, 2012). Esta fruta es delicada, por lo tanto, se cosecha manualmente y se deposita en bolsas cosechadoras especializadas. La fruta se transporta a la bodega de empaque donde se deposita en un tanque de inmersión para lavarla, desinfectarla, encerarla, separarla por tamaños, empacarla, peletizarla, pre-enfriarla (aire-forzado/agua fría) para cargarse en vehículos para su distribución en los centros de comercialización, o de otra manera, para almacenarla en cuartos fríos o en cuartos con atmósferas controladas (Mitcham y Mitchell, 2002).

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO/TRANSPORTE. La fruta se frigoconserva como sigue (Mitcham y Mitchell, 2002):

Cuarto frío:

TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
(°C)	(%)	(Meses)
0 - 1	90 – 95	4 - 11

Atmósfera controlada. Las ventajas de este sistema durante el almacenamiento y transporte son el mantener la firmeza y el color de la fruta, esto se logra con un 1 a 2% de O₂ y 1 a 5% de CO₂ (Mitcham y Mitchell, 2002).

ACTIVIDADES POSTCOSECHA: Efectuar la poda de fructificación en invierno (enero-febrero). En esta zona se cultivan variedades de alto y bajo requerimiento de frío. Los cultivares que no satisfacen los requerimientos de frío invernal requieren de la aplicación de estimuladores de la brotación, tales como la citrolina emulsificada (4%) en combinación con el thidiazurón (1%). La concentración de cada sustancia depende de la acumulación del frío invernal. Esta última práctica mejora la brotación, la uniformiza y ayuda a sincronizar la brotación de árboles que

se utilizan como polinizadores y productores al mismo tiempo (Zegbe y Serna, 2012). También, se debe dar mantenimiento al sistema de riego para asegurar el óptimo funcionamiento del mismo antes de iniciar el programa de riego.

RENDIMIENTO POTENCIAL. El manzano tiene un potencial de producción entre 9.5 y 40 t/ha usando portainjertos semi enanos, variedades de bajo frío y aplicación de riego. El rendimiento en zonas productoras con árboles francos y sin riego oscila entre menos de una y dos t/ha (SIAP, 2015). Las áreas potenciales para la explotación del manzano en Zacatecas se indican en la Figura 3.11.

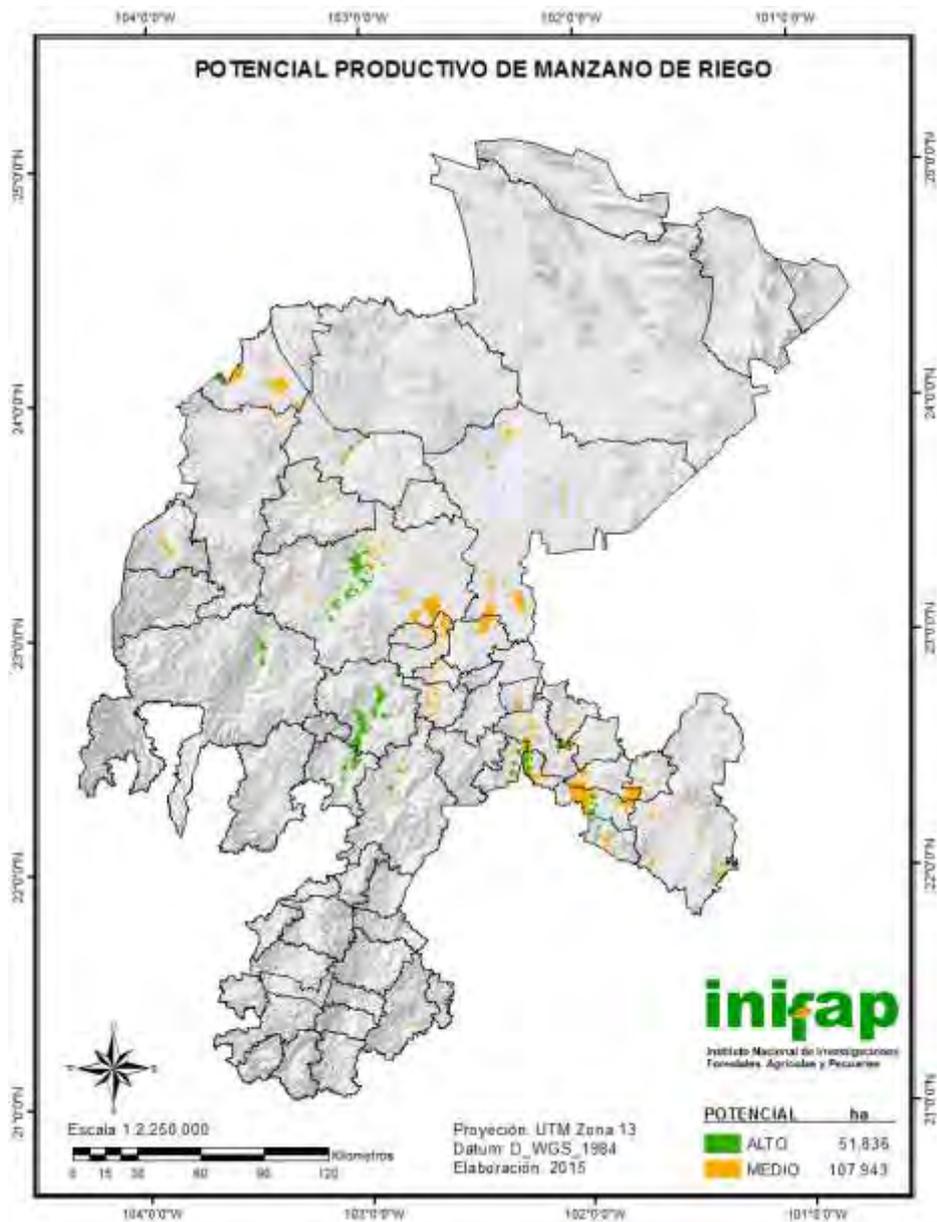


Figura 3.11. Áreas potenciales para cultivar manzano en Zacatecas.

Nopal tunero (*Opuntia* spp.)
 Ciclo Perenne
 Régimen de humedad: riego y temporal

CULTIVARES *	PORTAINJERTOS **	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (árboles/ha) ***	ÉPOCA DE PLANTACIÓN ****
1. Cristalina 2. Reyna 3. Amarilla Montesa 4. Amarilla Pico Chulo, 5. Amarilla Plátano 6. Amarilla Olorosa 7. Naranjona 8. Rojo Liso, 9. Rojo Vigor 10. Dalia Roja	Este frutal no requiere portainjerto. La propagación de los cultivares es vegetativa a través de pencas o cladodios sanos de dos o más años	1. 5 x 5 m = 400 2. 4.5 x 4.5 m = 494 3. 5 x 4 m = 500 4. 4 x 4 m = 625 5. 5 x 3 m = 667 6. 4 x 3.5 m = 714 7. 4.0 x 3.0 m = 833	Los cladodios deshidratados se pueden plantar de abril a junio. Aplicar riego 30 o 40 días después de la plantación. Plantar 20 o 40 días antes del periodo de lluvias

*Fernández *et al.* (2000) y Luna *et al.* (2012)

**Pimienta (1986) y Sáenz (1998)

*** Zegbe y Mena (2008), Luna *et al.* (2012) y Zegbe *et al.* (2015)

****Pimienta (1986), Sáenz (1998) y Luna *et al.* (2012)

Selección del material vegetativo. Toda vez que el cultivar ha sido seleccionado, el siguiente paso es la recolección del material vegetativo. Los cladodios deben estar sanos y tener una edad mínima de dos años. Los cladodios originados en la penca madre aseguran mejor prendimiento. El material seleccionado debe estar sano y libre de lesiones mecánicas. Las lesiones, durante el transporte, en cultivares con espinas, se pueden minimizar intercalando una capa de cladodios con una paja de frijol, maíz o algún cereal (Luna *et al.*, 2012).

Deshidratado de cladodios. Antes de plantar los cladodios, éstos deben deshidratarse por lo menos 15 días bajo una media sombra. Para evitar pudriciones durante y después del secado, es recomendable aplicar, en las heridas de los cortes, pasta bordelesa. Ésta se prepara con 1 kilogramo de sulfato de cobre más 1 kilogramo de cal en cinco litros de agua.



Método de plantación. Después de un barbecho moderado, el cual puede realizarse con arado de cinceles en lugar del arado de discos y un paso cruzado de rastra, se traza la huerta según las características topográficas del terreno. La plantación puede llevarse a cabo en cepas individuales o en bordos enterrando la mitad del cladodio y orientando las caras de oriente a poniente. En terrenos con pendientes iguales o mayores a 1%, el trazo de la huerta deberá ser siguiendo el contorno del terreno en curvas de nivel. Esto reduce la erosión

eólica e hídrica del suelo y se aprovecha el agua de escorrentía entre hileras de plantas (Sáenz, 1998). Esto último es de particular importancia cuando las plantaciones se realizan bajo temporal.

PODA. A diferencia de otros frutales, la poda en nopal tunero no es una actividad común entre los productores. Sin embargo, cuando ésta se lleva a cabo eficientemente, mejora la arquitectura de la planta e incrementa el rendimiento, calidad de la tuna y la vida productiva de las plantas. La poda implica hacer cortes en las uniones de los cladodios, por lo tanto, se sugiere desinfectar las herramientas (machetes y gallos) antes de podar o recolectar cladodios entre plantas. Esto se logra dejando la herramienta por un minuto en una solución a base de cloro y agua en una proporción de 1 a 1. También, en cualquier tipo de poda, es altamente aconsejable, sacar de la huerta todo el residuo de poda, ya que éste es hospedero de plagas y enfermedades, que podrían atacar plantas sanas (Sáenz, 1998).

Poda de formación. Esta actividad se realiza entre febrero y marzo durante los tres primeros años. Consiste en dar un arreglo adecuado a la estructura de la planta formando pisos en forma de orejas de ratón hasta formar un vaso abierto con tres o cuatro ramificaciones vigorosas. Durante este proceso, se eliminan cladodios en mala posición, improductivos, dañados mecánicamente o que hayan sido atacados por alguna plaga o enfermedad. Esta formación facilitará las prácticas de manejo, pero sobretodo la cosecha de la fruta (Luna *et al.*, 2012).

Poda de fructificación: Esta actividad, dependiendo del cultivar, se puede realizar a partir del tercer año. Consiste en el aclareo de cladodios de un año de edad que estén en exceso y sombreando a otros que son productivos. También

se eliminan aquellos cladodios en mala posición (hacia el centro o hacia la parte más externa de la planta y hacia abajo), improductivos, dañados mecánicamente o que han sido atacados por alguna plaga o enfermedad.

Poda sanitaria. Esta actividad se realiza durante la poda de formación y fructificación; no obstante, es recomendable inspeccionar la huerta durante todo el año y eliminar aquellos cladodios atacados por insectos plaga y enfermedades. Los insectos plaga que pueden detectarse en los cladodios con mayor frecuencia son: picudo de la espina, picudo de la penca, barrenador de la unión de la penca y cochinilla del nopal, entre otros (Mena y Rosa, 2008).

ACLAREO DE FRUTA: Esta práctica no es realizada regularmente por los productores. Sin embargo, el aclareo mejora significativamente el tamaño de la tuna sin reducir el rendimiento comercial. El aclareo se realiza de una a dos semanas antes de la floración y cuando el peligro de daños por heladas primaverales es menor. Esta consiste, primero en eliminar yemas florales que se generan en pares; y segundo, eliminar, alternadamente, yemas florales a lo largo de cada cladodio. Los espacios que se quedan sin yemas son cubiertos con los frutos formados al final de la temporada, de manera tal, que el rendimiento no se reduce (Zegbe y Mena, 2010a).

RIEGO. El nopal tunero es una planta xerófita adaptada a las zonas áridas y semiáridas del centro-norte de México. Esta especie presenta un metabolismo fisiológico altamente eficiente en el uso de agua (Cushman y Bohnert, 1999). Esto ha hecho posible el aprovechamiento de 18, 200 hectáreas agrícolas cuya principal limitante es justamente el agua; pero donde, además, la distribución y cantidad del agua de lluvia es errática. Esto ha dado como resultado que la producción de tuna en temporal varíe entre 3.4 y 12.3 t/ha. En contraste, el

3.0% de la superficie establecida es actualmente irrigada por goteo con un rendimiento promedio de 21.9 t/ha. Empero como ya se indicó, este recurso es limitado, por lo que la aplicación del agua de riego debe ser eficiente. Por lo tanto, para huertas ya establecidas o que se pretendan cultivar bajo riego se recomienda el riego suplementario. Con esta forma de riego por goteo se puede ahorrar hasta 56% del agua de riego y el rendimiento resulta ser comparable a un riego completo (Maldonado, 2013). El riego suplementario consiste en aplicar el primer riego una semana antes de la brotación y el segundo riego 40 días después del primero. El tiempo de riego puede ser de 9 horas y 6 horas para el primer y segundo riego, respectivamente, utilizando 4 goteros por planta con un gasto de 4 l/h cada uno. La frecuencia y tiempo de riego varía en función del tipo de suelo y evapotranspiración del cultivo. Una vez establecido el periodo de lluvias, el riego se suspende temporalmente hasta después de cosecha para hacer la aplicación del fertilizante nitrogenado.

FERTILIZACIÓN. Esta planta responde satisfactoriamente a la fertilización orgánica e inorgánica (Pimienta, 1986; Fernández y Mondragón, 1998; Pimienta y Ramírez, 1999; Felker y Bunch, 2009). El primer año se sugiere aplicar ocho kilogramos de estiércol seco de bovino + 150 gramos de sulfato de amonio por planta. En el segundo año aplicar 150 g de sulfato de amonio + 150 g de superfosfato de calcio simple + 100 g de cloruro de potasio por planta. En el tercer año la fórmula consiste en 16 kilogramos de estiércol + 200 g de sulfato de amonio + 150 g de superfosfato de calcio simple + 100 g de cloruro de potasio por planta. A partir del cuarto año el estiércol se aplica en años alternos, en tanto que el fertilizante se aplica cada año tal como se sugiere para el tercer año. En condiciones de temporal, la fertilización se debe llevar a cabo al inicio del temporal de lluvias. La fórmula que se usa a partir del cuarto año es: 45-15-15 de NPK, respectivamente. En contraste, bajo condiciones de riego, la

fertilización debe aplicarse de la siguiente manera: la mitad del nitrógeno y todo el fósforo y potasio se aplicarán con el primer riego una semana antes de la brotación. El resto del nitrógeno se aplicará después de la cosecha aprovechando la humedad residual del suelo o con la aplicación de un riego. La fórmula a usarse a partir del tercer año es 90-30-30 de NPK, respectivamente. La aplicación del potasio, podría llevarse a cabo, alternadamente, cada dos o tres años, dependiendo de la fertilidad del suelo (Zegbe *et al.*, 2014). Esta consideración es válida tanto para temporal como para riego. Por lo tanto, se sugiere hacer un análisis físico-químico del suelo antes de hacer la plantación. También el análisis de la concentración de nutrientes en los cladodios es importante para una buena producción. La concentración de macro y micro nutrientes se indica en el Cuadro 3.6. Con valores menores al 1% de contenido de materia orgánica, se sugiere la incorporación de estiércol seco o composta hasta por 3 t/ha.

Cuadro 3.6. Concentración de nutrimentos en la parte apical del cladodio de nopal tunero (Zegbe *et al.*, 2014).

Valor	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu	B
	(%)					(mg kg ⁻¹)				
Máximo	0.76	0.25	3.40	6.0	0.95	50.0	19.9	831.1	22.7	75.2
Promedio	0.72	0.24	3.22	5.7	0.91	45.7	18.9	753.3	19.2	69.2
Mínimo	0.69	0.22	3.05	5.5	0.87	41.3	17.8	675.6	15.8	62.9

CONTROL DE MALEZA. La maleza anual se debe controlar especialmente durante la temporada de lluvias, en tanto la maleza perenne debe vigilarse la mayor parte del año. Entre plantas la maleza puede ser controlada manualmente o con el uso de una desbrozadora a gasolina. Entre hileras de plantas, el control de ésta se efectuará desvarando o segándola; esto reducirá significativamente la erosión hídrica y eólica del suelo.

CONTROL DE PLAGAS. El picudo barrenador [*Cactophagus spinole* (Gyllenhal)], picudo de la espina [*Cylindrocopturus biradiatus* (Champs)], el gusano blanco [*Laniifera cyclades* (Druce)], gusano cebra [*Olycella nephelepsa* Heinrich)], cochinilla o grana [*Dactylopius opuntiae* (Cockerell)], trips [*Neohydatothrips* (*Sericothrips*) *opuntiae* (Hood)] son las plagas de importancia económica para este cultivo (Mena y Rosas, 2008). Éstas se describen a continuación

El adulto del picudo barrenador es un insecto grande, robusto, de color negro, mide entre 2.2 y 2.5 cm de largo, con cuatro manchas naranjas en la parte dorsal-posterior del cuerpo y pueden vivir hasta un año. El daño lo produce la larva al alimentarse del interior del cladodio, pudiendo destruir brazos enteros e incluso una planta completa en un ciclo de producción. La larva es de color blanco cremoso con la cabeza de color café a rojo oscuro, no tiene patas, es más gruesa en la parte media del cuerpo, y su tamaño es similar o un poco mayor al de los adultos. Los adultos emergen con el inicio de las lluvias y ese es el momento oportuno para su control con malation a razón de 1.0 L/ha. El control se puede hacer de manera dirigida sólo a los nopales infestados, ya que este insecto no vuela; las áreas infestadas en años anteriores o bien los nopales con las bolas de goma en los troncos y ramas principales son los principales indicadores de las plantas infectadas con este picudo.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. La colecta de los adultos de este insecto es una manera efectiva de reducir significativamente sus poblaciones, ya que los adultos no vuelan, son fáciles de observar y recolectar. Para este propósito, es necesario ubicar las áreas de la huerta donde se ubican las infestaciones. Evitar dejar residuos de la poda tirados en los surcos de la

huerta de nopal, ya que los adultos utilizan esas pencas para reproducirse y ocultarse.

El adulto del picudo de la espina es un insecto pequeño que mide de 0.30 a 0.35 cm de largo, de color grisáceo con manchas negras y amarillas en el dorso formando una doble cruz amarilla con bordes blancos a la mitad del cuerpo; cuando camina parece una araña gris que se desplaza rápidamente. Las larvas son gusanos pequeños, curvos, de color blanco sucio. La alimentación de las larvas en la base de las espinas ocasiona la aparición de los listones de goma; como resultado del daño, las yemas de flor o vegetativas son destruidas y las pencas atacadas se debilitan. Sólo ataca las pencas nuevas que se forman anualmente. A fines de mayo ocurre la emergencia de este insecto de las pencas infectadas y es el momento adecuado para aplicar el control químico con el insecticida malation (1 L/ha).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Con la poda, entre diciembre y febrero, es posible eliminar totalmente la población del picudo de las espinas que está presente en la huerta, ya que con esta actividad se eliminan cladodios infectados que fueron atacados en el ciclo inmediato anterior.

La presencia del gusano blanco se puede identificar cuando en el suelo, en la base de las plantas, se observan “**montoncitos de arroz**”. Los **gusanos pequeños** son de color café amarillento, con manchas oscuras que forman uno o dos anillos alrededor de cada segmento del cuerpo, el color es blanco cremoso cuando ya están bien desarrollados y miden poco más de 4 cm. El adulto es una palomilla de hábitos nocturnos, con el cuerpo color claro entremezclado con áreas oscuras; tiene los bordes de las alas de color dorado. Es una plaga que se encuentra únicamente en huertas en producción. Las colonias de gusano blanco

se localizan barrenando el tronco principal, o pueden incluso, llegar hasta la penca madre, tiene una sola generación por año. Si el control químico es necesario, éste debe hacerse directamente donde se encuentre la colonia. Para lograrlo, es necesario ubicar el orificio más cercano a dónde se encuentra la colonia por dentro del nopal (esto se logra viendo donde caen las excretas frescas de las larvas, y en línea perpendicular se ubicará el orificio por donde las arrojan al exterior). Una vez que la colonia ha sido identificada se inyecta el malation, único insecticida aprobado para usarse en nopal.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. La poda, entre octubre y noviembre, es una práctica eficaz para eliminar una infestación del gusano blanco, debido a que en ese momento sólo se requiere destruir una o dos pencas para eliminar las colonias de este insecto. La aplicación del hongo *B. bassiana* es otra opción para el control de este gusano. El hongo debe aplicarse dentro de la colonia de gusanos como se indicó con el uso del insecticida malation.

El gusano cebra se identifica fácilmente por la coloración de las once bandas de color negro azulado que presentan las larvas bien desarrolladas, las cuales llegan a medir entre 6 y 7 cm de largo. Los adultos son palomillas de hábitos nocturnos, de color gris oscuro (hembra) a gris claro (macho). El daño al nopal es ocasionado por la larva al alimentarse del interior de las pencas nuevas, en plantaciones que tienen entre uno y tres años de edad. El daño se caracteriza por la formación de un tumor cerca del centro de la penca atacada, este daño detiene o retrasa la formación del segundo y tercer nivel de las plantas. En huertas de un año, el gusano puede introducirse hasta la penca madre. El daño del gusano cebra es insignificante en plantas que ya están en producción; sin embargo, ocasionalmente puede atacar a la fruta durante su crecimiento. El control químico es difícil de lograr porque la larva tarda de uno a tres días en

penetrar la penca y los adultos son de hábitos nocturnos que aparecen comúnmente entre marzo y mayo y entre agosto y octubre. Se requiere de un monitoreo intenso para detectar con oportunidad la ventana para controlar la larva y aplicar el insecticida malation.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. El gusano cebra se puede controlar mecánicamente cortando el tumor y destruyendo el gusano; esta práctica se debe realizar al menos dos veces al año, siguiendo el crecimiento de los adultos instalando trampas de luz.

La cochinilla o grana, se considera como el insecto plaga de mayor importancia económica para este cultivo. Se identifica fácilmente como masas algodonosas en la penca cerca de la base de las espinas, las cuales al presionarlas producen un líquido de color rojo–morado. Las ninfas recién nacidas son de color rojo púrpura, con tres pares de patas y varios pelos largos en el cuerpo. La hembra adulta es de forma oval y mide entre 0.2 y 0.25 cm de largo. Tanto los adultos como los estados jóvenes de la plaga dañan la planta al succionar la savia de la penca y de la fruta, provocando la caída de pencas, un debilitamiento general de la planta e incluso su muerte. Los frutos dañados por este insecto son desabridos. El control de la grana debe orientarse a eliminar las ninfas cuando son jóvenes, antes de que cubran su cuerpo con los filamentos cerosos, mediante la aplicación de malation. La aplicación debe dirigirse hacia los sitios más protegidos del nopal (la parte interna de las pencas y la planta, así como las partes cercanas al suelo).

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. La poda es importante para formar plantas cuyas pencas no se sobrepongan unas con otras, ya que estos sitios son los preferidos para el desarrollo de este insecto plaga; pero además

esos sitios también protegen al insecto de la aplicación del control químico. El jabón biodegradable, sólo o mezclado con silicio en polvo, son productos que controlan la grana cochinilla, especialmente si se aplican con pistolas de alta presión. Este insecto cuenta con una gran cantidad de enemigos naturales, los cuales deben protegerse; por tanto, debe evitarse la aplicación de insecticidas convencionales en entre septiembre y octubre, época del año cuando se presentan las mayores poblaciones de estos agentes que controlan biológicamente a la grana.

Los trips adultos son insectos pequeños que miden 0.1 cm de largo, de forma alargada, de color amarillo a verde claro, con una hilera de manchas café a lo largo de cada orilla del cuerpo, las alas son delgadas con presencia de pelos largos en las orillas; mientras que las ninfas jóvenes son de color amarillo claro y las más desarrolladas tienen una coloración salmón. El daño de mayor importancia económica ocurre en la tuna, debido al rompimiento del tejido afectado. Como este daño sucede cuando las tunas son pequeñas, a medida que crece la tuna, el tejido muerto se hace más grande y toda la cáscara tiene una **aparición “roñosa”, lo que hace que ese fruto sea más difícil de vender.** La época crítica de daño es entre la brotación y el inicio de la floración. Su control químico es con aplicaciones de malation durante la brotación de las yemas florales.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Los jabones agrícolas, los aceites de verano y los hongos entomopatógenos pueden ser utilizados para reducir las poblaciones de trips en el nopal. La chinche pirata es uno de los depredadores más efectivos contra el trips y se puede liberar para su control, junto con liberaciones de *Chrysopa*. También, spinosad es un insecticida efectivo y aceptado para el control del trips y aceptado para producir fruta orgánica.

CONTROL DE ENFERMEDADES. El engrosamiento de cladodio o chatilla, la pudrición suave o bacteriana (*Erwinia* spp.), la mancha negra (*Macrophomina* o *Glomerella* spp.) y el mal del oro (*Alternaria* spp.) son enfermedades que atacan a este cultivo (Medina *et al.*, 2007).

El engrosamiento de cladodio o chatilla es el factor biótico de mayor importancia económica que limita la producción de tuna en México. Los síntomas más comunes son el engrosamiento de las pencas que además se tornan de color amarillento. Los frutos cada vez son más pequeños, con la epidermis más gruesa y empiezan a desarrollarse sobre la cara de las pencas. Su agente causal se desconoce, pero se ha asociado a fitoplasmas y virus. Las plantas afectadas no tienen posibilidades prácticas de recuperación y son improductivas, por lo tanto, se recomienda su eliminación (extraerlas, quemarlas o enterrarlas) completa de las plantas tan pronto como se detecten. Para el establecimiento de nuevas plantaciones nuevas, verificar cuidadosamente que las plantas madre estén completamente sanas y que no existe la presencia de la enfermedad.

La pudrición suave o bacteriana, la mancha negra y el mal del oro, son otras tres enfermedades comunes para el nopal tunero. Sin embargo, se desconocen aspectos importantes de su epidemiología, hasta el momento la mejor estrategia para su control, es eliminar y quemar las pencas infectadas tan pronto como se detectan en campo. También, identificar a los cultivares de tuna **más susceptibles al ataque de estas enfermedades** (e.g. 'Cristalina' y 'Rojo Liso' son altamente susceptible al mal del oro).

COSECHA. Existen varios criterios que permiten la recolección de la fruta. Cuando la fruta es para exportación o para mercados distantes,

independientemente del color de la tuna (blanca, amarilla, roja o morada), ésta deberá cosecharse al cambio del color, es decir “rayada”. En este estado la tuna no tendrá el máximo contenido de azúcares totales que una tuna cosechada a punto de madurez de consumo, pero la vida de anaquel será mucho mayor, ya sea si se almacena a temperatura ambiente (apaseramiento) o en cuarto frío, la tuna tolera más el manejo durante la cosecha y postcosecha. Si la tuna se cosecha en el punto de madurez de consumo, el color será el característico del cultivar (blanca, amarilla, roja o morada), el receptáculo floral estará completamente “lleno”, pero la vida de anaquel de la tuna será mucho menor que aquella cosechada para exportación. La recolección de la tuna debe ser en las primeras horas del día, cuando la humedad relativa es relativamente alta. Esto limita el desprendimiento de las espinas, permite que la recolección sea “más cómoda” para los cosechadores y reduce el riesgo de accidentes, tales como la caída de espinas en los ojos, la cual ameritaría la asistencia médica inmediata. Los cosechadores deberán vestir ropa apropiada para protegerse de las espinas, esto incluye lentes industriales, ropa tipo “rompe-vientos”, pechera plástica y guantes industriales. La cosecha se hace manualmente con guantes de plástico industrial y un cuchillo bien afilado. La mano, protegida con guante, hace una leve inclinación de la tuna y con el cuchillo se hace un corte entre la unión del fruto con el cladodio. El corte no debe dañar la parte basal de la tuna. Evitar el método tradicional de cosecha, es decir, el girar la fruta y luego arrancarla. La fruta se recolecta en botes de plástico evitando en todo momento el golpeteo entre frutas y luego se deposita en rejillas plásticas de no más de 25 kg para ser transportada hacia instalaciones tipo bodega para continuar con el proceso postcosecha de la fruta. Se recomienda que el transporte de la fruta sea lo más pronto posible y evitar la exposición de ésta al sol por periodos prolongados. Además, el golpeteo entre frutos en la cosecha, es el factor que más influye en la vida de anaquel de la tuna (Sánchez *et al.*, 2010).

POSTCOSECHA. Se deja la fruta por un día a temperatura ambiente para que cicatrice la herida hecha durante el corte. Posteriormente, la fruta se desespina mecánicamente, después se aplica un tratamiento hidrotérmico, se encera, selecciona por tamaño, color y contenido mínimo de azúcares (10 °Brix como mínimo, dependiendo del cultivar). Después se empaqueta en diferentes presentaciones, lo cual depende del mercado destino, se estiban, para finalmente embarcarlas a los centros de destino o se almacenan ya sea en edificios *ex profeso* a temperatura ambiente y ventilación (apaseramiento) o se almacena en cuarto frío, después de un tratamiento de pre enfriado con aire frío forzado (Pelayo *et al.*, 2010). Con el almacenamiento se busca tener fruta fuera de temporada con mejores precios de venta.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO. Las alternativas de conservación de la tuna son las siguientes (Cantwell, 1995; Corrales y Hernández, 2005; Zegbe y Mena, 2010b; Zegbe *et al.*, 2015):

Temperatura ambiente:

TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
(°C)	(%)	(Semanas)
25 ± 1	37 ± 8	3 - 6

Cuarto frío:

TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO
(°C)	(%)	(Semanas)
10 y 12	90 - 95	6 - 8

PRODUCCIÓN DE TUNA FUERA DE TEMPORADA: El nopal tiene la capacidad de producir hasta dos cosechas por año. Sin embargo, en Zacatecas, el factor limitante es el descenso de la temperatura en el otoño e invierno. Es decir, que, dependiendo del cultivar, el nopal tunero tiene la particularidad de rebrotar y entonces retrasar la cosecha hasta por un mes. El retraso de la cosecha evade la estacionalidad de la producción y alivia, en parte, la caída del precio. Esta práctica se realiza regularmente en Sicilia, Italia, donde los productores la denominan “*Scozzolatura*” (Barbera *et al.*, 1991). Esta práctica, al menos en Jerez, Zacatecas, se puede llevar al cabo eliminando todas las yemas florales del año en curso antes de la floración. Después, las plantas se “fertilizan” siguiendo los protocolos arriba descritos. Posteriormente, las plantas se riegan con intervalos de 20 días hasta que se establezca la temporada de lluvias. El segundo flujo de yemas florales y vegetativas se observará a los ocho días y la cosecha se atrasará aproximadamente 45 días en comparación a la primera cosecha. En estas condiciones, el productor observará una reducción en el rendimiento entre el 55 y 65%, pero la tuna será de mayor peso y tamaño en comparación a la tuna de la primera cosecha; mientras que la calidad de la fruta, en términos de firmeza, peso de pulpa y cáscara, concentración de sólidos solubles totales y materia seca del fruto, serán semejantes en ambas cosechas. También, se producirá un exceso de yemas vegetativas, lo cual requerirá un aclareo de éstas en la fase de “nopalito” (Zegbe y Mena, 2008). El cultivar ‘Cristalina’ responde positivamente a esta práctica.

ACTIVIDADES POSTCOSECHA. Un mes después de la cosecha, la aplicación de nitrógeno coadyuva a la preparación de la planta para el siguiente ciclo. Se puede hacer a través de la aplicación de un riego somero o manualmente dependiendo de la humedad residual del suelo, esto último para el caso de huertas bajo condiciones de temporal. En las huertas bajo riego, antes de hacer el primer

riego, purgar las líneas regantes, revisar emisores y reparar fugas. Efectuar la poda de fructificación entre enero y febrero en invierno antes del inicio de la brotación de las yemas tanto vegetativas como reproductivas, y después aplicar el raleo de fruta unos 15 a 20 días antes de la floración.

RENDIMIENTO POTENCIAL: La productividad del nopal tunero, depende de la variedad, de la región, régimen hídrico y del manejo agronómico que se aplique durante la estación de crecimiento. En general, bajo el régimen de temporal, la producción puede variar, en promedio, entre 3.0 y 8.8 t/ha; mientras que, en riego, ésta puede ubicarse entre 4.4 y 15.8 t/ha (SIAP, 2015). Sin embargo, considerando los tres aspectos indicados previamente, la producción de ‘Cristalina’ y ‘Rojo Liso’ puede alcanzar hasta 33.5 y 32.6 t/ha, respectivamente (Zegbe y Mena, 2009 y 2010). Considerando, el tipo de suelo, temperatura y precipitación, las zonas agro-ecológicas con potencial productivo para nopal tunero se indican en el mapa (Figura 3.12).

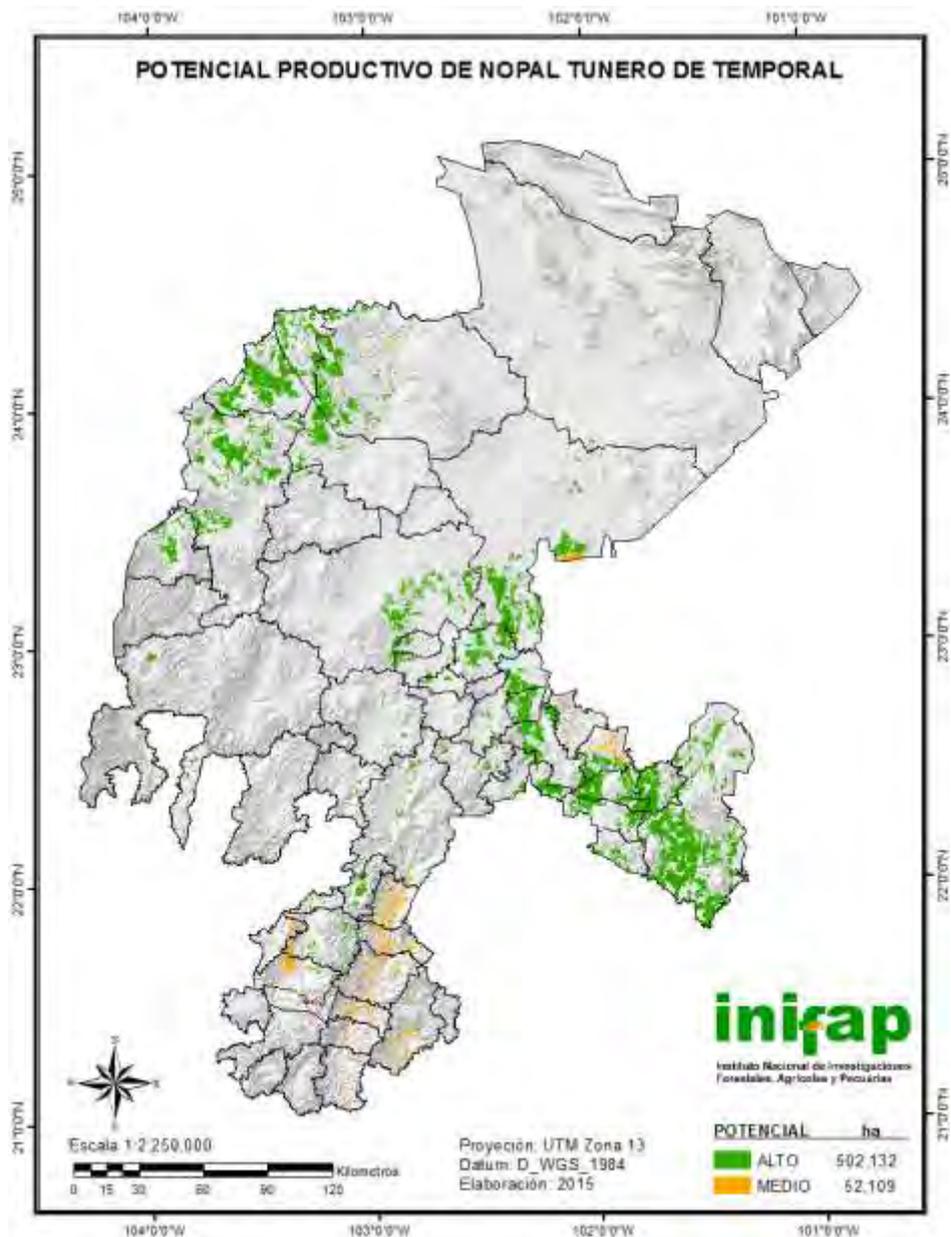


Figura 3.12. Áreas potenciales para cultivar nopal tunero en Zacatecas.

Vid (*Vitis vinifera* L.)
Ciclo Perenne
Régimen de humedad: riego

Las variedades de vid se distribuyen en regiones con base en su uso (consumo en fresco o industrial), suelo y acumulación de calor para la maduración de la baya (Winkler *et al.*, 1974). Con esos criterios, se tienen dos grandes zonas productoras donde se cultivan vides para ambos propósitos: Región I (región fría) (Cuadro 3.7) y Región II (región moderadamente cálida) (Cuadro 3.8).



Cuadro 3.7. Variedades para vinificación y mesa para la Región I (Medina *et al.*, 2007).

Variedades de uva				
Vinificación		Mesa		
Rojas	Blancas	Blancas	Rojas	Negras
1. Aleático 2. Cabernet Sauvignon 3. Cabernet Franc 4. Gamay 5. Malbec 6. Merlot 7. Petite Syrah 8. Pinot Noir 9. Valdepeñas 10. Zinfandel.	1. Chardonnay 2. Gewürztraminer 3. Melón 4. Sauvignon Blanc 5. Semillón 6. Sylvaner 7. White Riesling	1. Calmeria 2. Dattier de Beyrouth 3. Italia 4. Olivette Blanche 5. Servant	1. Emperador 2. Flame Tokay 3. Queen 4. Red Globe 5. Ruby Seedless	1. Black Rose 2. Ribier

Cuadro 3.8. Variedades para vinificación y mesa para la Región II (Medina *et al.*, 2007).

Variedades de uva				
Vinificación		Mesa		
Rojas	Blancas	Blancas	Rojas	Negras
1. Aleático 2. Barbera 3. Cabernet Franc 4. Cabernet Sauvignon, 5. Carignán 6. Gamay 7. Grenache 8. Malbec 9. Merlot 10. Nebiolo 11. Petite Syrah 12. Pinot Noir 13. Sangiovese 14. Shiraz 15. Souzao 16. Valdepeñas 17. Zinfandel	1. Blanche 2. Chasselas Doré 3. Chardonnay 4. Chenin Blanc 5. Clairette Blanche 6. Melón 7. Gewürztraminer 8. Red Veltliner 9. Sauvignon 10. Semillón 11. Sylvaner 12. White Riesling	1. Dattier de Beyrouth 2. Italia 3. Muscat Flame	1. Kishmishi 2. Málaga Roja 3. Queen 4. Red Globe	1. Exotic 2. Moscatel de Hamburgo

PORTAINJERTOS: Desde 1985, la filoxera [*Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch)] ha afectado el 65% de los viñedos de uva para mesa en el distrito de desarrollo de Ojocaliente, Zacatecas; mientras que los viñedos que producen uva para la industria en el distrito de desarrollo de Fresnillo, hasta ahora, se han mantenido libres de esta plaga. No obstante, para ambas regiones, se sugiere el uso de portainjertos resistentes a filoxera como ‘Rupestris du lot’, ‘110 Richter’, ‘99 Richter’, ‘SO4’, entre otros (Omer *et al.*, 1999; Rieger, 2006) (Cuadro 3.9).

Selección del material vegetativo: La elección de la variedad de uva está en función de la región y el destino de la uva (Cuadros 3.7 y 3.8). Se sugiere, para nuevas plantaciones y en particular para el sureste de Zacatecas, el uso de portainjertos resistentes a filoxera u otros patrones para resolver problemas relacionados con el suelo o déficit hídrico (Márquez *et al.*, 2007) (Cuadro 3.9).

Época de plantación. Ésta puede ser a finales del invierno (entre febrero y marzo) con planta enraizada (barbados) de un año de edad o bien, plantar dos sarmientos encallados por cepa (pie franco), para asegurar el arraigo de al menos uno. Si se utiliza planta injertada (variedad sobre portainjerto), verificar que el injerto haya sido exitoso en el vivero. Esto último contribuye a desarrollar un viñedo uniforme (Márquez *et al.*, 2004)

Método de plantación. Después de un barbecho moderado del suelo, el cual puede llevarse a cabo con arado de cinceles en lugar de arado de discos y el paso de una rastra cruzada, el viñedo se traza según las características topográficas del terreno, siguiendo el contorno del terreno en curvas a nivel. La plantación puede llevarse a cabo en cepas individuales.

Cuadro 3.9. Características y adaptabilidad de algunos portainjertos para vid (Stafne y Carrol, 2008).

Genealogía/ Portainjero	Vigor	Suelo húmedo	Déficit hídrico	Filoxera	Nemátodos	pH alto del suelo
<i>Vitis riparia</i>						
Riparia Glorie*	2	3	1	5	2	1
<i>Vitis rupestris</i>						
Rupestris St. George (Du Lot)	4	1	2	4	2	3
<i>V. riparia x V. rupestris</i>						
1202 Coudrec	3	NI	2	2	1	3
1613 Coudrec	3	2	2	2	4	1
1616 Coudrec	3	2	1	3	1	1
3309 Coudrec	2	3	2	4	1	1
<i>V. berlandieri x V. riparia</i>						
SO4	2	3	3	4	4	3
5BB Kober	2	3	1	4	3	5
<i>V. berlandieri x V. rupestris</i>						
99 Richter	4	1	3	5	4	3
100 Richter	3	3	4	5	4	3
<i>Otros portainjertos</i>						
A x R No. 1	3	NI	2	2	1	3
Dog Ridge	4	2	2	2	4	4
Freedom	3	NI	2	2	4	NI
Harmony	3	NI	2	2	4	NI

1 = baja resistencia, bajo vigor, o muy susceptible al problema especificado; 5 = alta resistencia, vigoroso, o muy tolerante al problema especificado. NI = no hay información.

Densidad de plantación. Las densidades dependen de los implementos agrícolas disponibles, vigor de las variedades y del sistema de conducción/formación. Para variedades industriales menos vigorosas (e.g., ‘Merlot’, ‘Cabernet Franc’, ‘White Riesling’ y ‘Gewürztraminer’) se recomiendan altas densidades [3,333 (2 x 1.50 m) y 4,000 (2 x 1.25) plantas/ha]. En contraste, para variedades vigorosas (e.g., ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Malbec’, ‘Valdepeñas’, ‘Semillón’ y ‘Chardonnay’) se recomiendan bajas densidades de

plantación [2,222 (3 x 1.50 m) y 2,666 (3 x 1.25 m) plantas/ha]. Para variedades de mesa, se recomienda una densidad de plantación de 1, 851 (3 x 1.80 m) plantas/ha; aunque podría reducirse la distancia entre plantas hasta 1.5 m para lograr una densidad de 2, 222 plantas/ha (Medina *et al.*, 2007).

Sistemas de conducción. Para la uva industrial, los sistemas pueden ser en cabeza, en vaso, parral, y cordón bilateral, entre otros. Lo anterior depende del vigor de la variedad, densidad de plantación, condiciones climáticas y de los implementos agrícolas disponibles. Para variedades de uva para mesa, se sugieren sistemas de conducción de amplia expansión vegetativa como “telégrafo” (Madero, 2007). La formación de las parras también juega un papel importante en la expansión vegetativa y productividad de las parras. Entre otros sistemas de formación, las plantas pueden formar en cargadores cuadrilaterales, doble unilateral o en “S” (ese).

Poda. Esta actividad depende del vigor de la planta, de la variedad y del sistema de conducción. La poda de fructificación puede ser corta (una o dos yemas por pitón), poda larga (cañas con cuatro o cinco yemas) o poda mixta (combinación de las dos primeras) a lo largo de los cargadores. Independientemente de tipo de poda, los “pitones” deben quedar en la parte superior de los cargadores; el resto de los “pitones” se eliminan.

Poda en verde y conducción de cañas. Esta se lleva a cabo entre mayo y junio. Consiste en eliminar “en verde” todos aquellos brotes que estén mal colocados (sobre todo orientados hacia el suelo), en exceso o improductivos en favor de aquellas cañas verdaderamente útiles y productivas. Estos últimos se conducen y amarran manualmente en el segundo alambre para darles mayor exposición al follaje, a la radiación solar, para facilitar las labores de cultivo,

reducir la incidencia de plagas y enfermedades y despuntar aquellos brotes con crecimiento excesivo en favor de un mejor crecimiento del racimo.

Deshoje. Esta práctica favorece la exposición de los racimos a la luz solar, mejora el microclima alrededor de los racimos y favorece el control de organismos dañinos. El deshojado se realiza a nivel del racimo, descubriendo tres cuartas partes de éste, se lleva a cabo desde que el crecimiento del racimo es evidente hasta el inicio de envero, eliminando no más de 3 a 4 hojas por brote. En uva para mesa 'Red Globe', el máximo crecimiento del racimo se logra con 12 cm² de hoja por gramo de peso fresco del racimo; mientras que, en uvas para vinificación, esta práctica mejora el color y maduración del racimo, la iluminación incrementa la acumulación de taninos y antocianinas en favor de la calidad del vino (Percival *et al.*, 1994; Pearce y Combe, 2008). No obstante, un exceso de deshoje puede producir quemaduras en el racimo por exposición excesiva a la luz solar.

Aclareo de racimos. El raleo de racimos en uvas para mesa consiste en eliminar racimos pequeños en relación al tamaño comercial según la variedad (Dokoozlian *et al.*, 2011). Es conveniente, dejar racimos con tamaños uniformes y bien distribuidos a lo largo de las cañas. También, los racimos que se mantuvieron, pueden ser despuntados en el ápice del racimo, en las puntas en las alas y en los hombros para mejorar la forma del racimo (Márquez *et al.*, 2004; Madero 2007). En contraste, aun cuando el raleo de racimos disminuye el rendimiento en uvas para vinificación, esta práctica favorece la concentración de los componentes organolépticos en beneficio de la calidad del vino, y una mejora en el color, en el caso de vinos tintos (Combe, 1992).

PROGRAMA DE RIEGOS. Para viñedos nuevos y sin riego por goteo (primer año), aplicar el riego de plantación (lámina de 48 mm); después, semanalmente regar con una lámina de 16 mm hasta que las lluvias se establezcan. Para viñedos en producción, los riegos se distribuyen cada 20 a 25 días, desde la brotación hasta la cosecha. En los viñedos en pos cosecha, o después de la caída de las hojas, se debe mantener una ligera humedad en el suelo hasta la brotación. En riego por goteo, el número de horas de riego semanales debe compensar un porcentaje del agua evapotranspirada durante esa misma semana. La aplicación del agua por goteo se hace por día con base en observaciones de la disminución del agua en el suelo, o con la medición de la evaporación del día anterior (tanque evaporímetro tipo A) y un coeficiente de cultivo (K_c) previamente determinado. La vid requiere una lámina de 572 mm de agua de marzo a septiembre sin considerar la precipitación anual (Mojarro *et al.*, 2007).

FERTILIZACIÓN. Para viñedos nuevos (primer año), aplicar la dosis 00-50-250 de N, P y K justo antes de la plantación (fertilización de fondo), al fondo de la zanja o cepa donde se establecerán las plantas. Los siguientes dos años y con el riego, fertilizar con la dosis 80-25-80 NPK, respectivamente. En viñedos en producción, de cuatro años en adelante y con el riego, aplicar la dosis 120-35-120 de NPK, respectivamente. La mitad del N y la totalidad del P y K se aplican proporcionalmente desde la brotación hasta el envero (cambio de coloración de la uva al iniciar la maduración) y la otra mitad del N después de la cosecha (Medina *et al.*, 2007). Se recomienda que el P y el K se apliquen alternadamente, es decir un año sí y otro no. Sin embargo, un análisis de la fertilidad del suelo será indispensable para ajustar las cantidades a aplicarse de cada nutriente.

NUTRICIÓN. Como en otras especies frutales, la concentración de los nutrientes varía a través del crecimiento vegetativo y reproductivo (Davenport y Horneck, 2011). Si después de un análisis foliar alguno de los nutrientes se encuentra fuera de los intervalos indicados en el Cuadro 3.10, el programa de fertilización tiene que ser ajustado nuevamente.

Cuadro 3.10. Concentración de nutrientes en peciolo de hojas de vid (Davenport y Horneck, 2011).

Nutriente	Etapa fenológica	
	Floración	Envero
Nitrógeno (N, %)	2.50-3.50	2.10-3.0
Fósforo (P, %)	0.15-0.45	0.15-0.45
Potasio (K, %)	0.75-1.50	0.50-1.0
Ca (Ca, %)	1.0-3.0	1.0-3.0
Magnesio (Mg, %)	0.25-0.50	0.25-0.50
Boro (B, mg kg ⁻¹)	30-100	30-100
Zinc (Zn, mg kg ⁻¹)	25-100	15-50
Hierro (Fe, mg kg ⁻¹)	> 75	> 75
Cobre (Cu, mg kg ⁻¹)	6-20	6-20
Manganeso (Mn, mg kg ⁻¹)	30-100	30-100

CONTROL DE LA MALEZA. Entre líneas de parras dar un paso de desvaradora y entre parras deshierbar periódicamente de manera manual o mecánica con una desvaradora rotativa. Si para el control de la maleza dentro de la línea se selecciona el control químico aplicar herbicidas sistémicos para pastos (fluazifop 2.0 L/ha) y para maleza de hoja ancha y angosta (glifosato 3.0 L/ha). Todas estas aplicaciones son entre parras calibrando específicamente la aspersora para cada caso ya que se emplean diferente tipo de boquilla.

CONTROL DE PLAGAS. Los insectos plaga de importancia económica para este cultivo son la filoxera [*Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch)], el trips de las flores [*Frankliniella occidentalis* (Pergande)], la araña amarilla o ácaro de Lewis [*Eotetranychus lewisi* (McGregor)], el pulgón de la vid [*Aphis illinoisensis* (Shimer)], el descarnador occidental de la vid [*Harrisina brillians* (Barnes & McDunnough)] y el barrenador de los sarmientos de la vid [*Amphicerus bicaudatus* (Say)] (Medina *et al.*, 2007). Estos insectos plaga se describen a continuación.

La filoxera de la vid es una especie de pulgón pequeño, de color café amarillento a naranja, que mide 1.0 mm de largo y 0.5 mm de ancho. Pasa por cuatro estadios ninfales, de los cuales, el primero de ellos es la fase “**vagabunda**”, la cual es la fase importante en su dispersión. Se alimentan de las raíces de la vid formando tuberosidades que luego son infestadas por hongos y bacterias, lo que conduce primero a un declinamiento (menos follaje, crecimientos y racimos pequeños y follaje amarillento) y después a la muerte de la parra. Una vez establecida la filoxera en un viñedo es imposible eliminarla, y se necesita un solo insecto para infestar un viñedo. La mayoría de los viñedos en Zacatecas no están injertados y son susceptibles de ser infectados por la filoxera. El uso de insecticidas para el control de filoxera como el imidacloprid, spirotetramat, dinotefuran o thiamethoxam, aplicados a través del riego por goteo, una o dos veces durante la primavera y el verano, contribuyen a reducir las poblaciones de este insecto plaga y el daño a las parras.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Para convivir con la filoxera se recomienda utilizar portainjertos resistentes y que se adapten al tipo de suelo (Garnett *et al.*, 2001). Algunos portainjertos que se pueden utilizar son Richter 110 (110 R), Richter 99 (99 R) 1103 P, 101-14, SO4, 140 Ru, Riparia Glorie,

Rupestris St. George (Rupestris Du Lot.). Los portainjertos Freedom and Harmony son moderadamente tolerantes a esta plaga. Es importante evitar introducir barbados de otras áreas donde se sabe que el problema está presente, como lo es el distrito de Ojocaliente; cabe mencionar que el distrito de Fresnillo aún se considera libre de filoxera.

Los trips de las flores son insectos pequeños que miden entre 12 y 15 mm de largo, son de forma alargada, de color amarillo a café con dos pares de alas delgadas con pelos largos en las orillas. Las ninfas jóvenes son de color amarillo claro. Tanto las ninfas como los adultos se alimentan de los tejidos tiernos de las plantas, en cada punto donde se alimenta un trips queda un hueco en el tejido, el cual adquiere un color plateado, que luego se necrosa formando cicatrices. El daño más importante ocurre cuando se alimentan de los racimos en formación de las variedades de uva blanca para mesa, y en algunas **variedades rojas como 'Red Globe'**. El daño ocurre durante la floración y amarre del fruto; por lo tanto, esta época es crítica para su control, pudiendo aplicar imidacloprid, metomilo y spinetoram, entre otros.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. La eliminación de la maleza de invierno, como la gualdrilla que crece entre hileras, antes de que broten las parras, contribuye a reducir la población del trips que daña a las flores y racimos en formación. Los jabones agrícolas, los aceites de verano y los hongos entomopatógenos pueden ser utilizados para reducir las poblaciones del trips. La chinche pirata es uno de los depredadores más efectivos contra este insecto y se puede liberar para su control. Spinosad es un insecticida aceptado para producir fruta orgánica que es efectivo para el control de trips en los viñedos. La aplicación de piretrinas es efectiva para eliminar este insecto, en especial las fases inmaduras.

La araña amarilla o ácaro de Lewis, es en realidad un ácaro de color verde claro a amarillo, con algunas manchas oscuras a lo largo del cuerpo, con cuatro pares de patas, y de tamaño milimétrico que se encuentra preferentemente en el envés de las hojas. La época de mayor abundancia es durante los meses más secos del año (abril a junio). Se ha observado que ataca ciertos lugares del viñedo, especialmente los cercanos a caminos de terracería. El daño de la araña amarilla es por alimentación de los productos elaborados en la hoja, lo cual induce una defoliación prematura de las parras y una reducción significativa del peso del racimo. Se sugiere controlar esta plaga cuando se encuentren las primeras áreas amarillentas cerca de la base de las hojas. Es importante que la aplicación de los acaricidas propargite, abamectina, oxido de fenbutation, fenpyroximato y pyridaben se realice rama por rama, de abajo hacia arriba, comenzando en la base de la parra para colocar la mayor cantidad de la aspersión en la parte inferior de las hojas.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Otras alternativas para el control de la araña amarilla incluyen prácticas dirigidas a disminuir la cantidad de polvo en el ambiente como: a) poner topes y/o tirar grava en los caminos de mayor tráfico de vehículos automotores y b) mantener una cobertera vegetal viva o de materiales inertes (como pajas) entre las hileras de los árboles, además de reducir el número de pasos de rastra a un mínimo. La aplicación de jabones biodegradables (e.g., jabón Foca) tiene la ventaja de controlar la araña amarilla sin afectan insectos benéficos que se alimentan de esta plaga.

El pulgón de la vid es un insecto de color café oscuro. Las hembras llegan a medir aproximadamente 2.5 mm de largo y pueden o no tener alas. Es una plaga que puede presentarse a partir de la mitad del ciclo (de envero a cosecha) y ocasionalmente puede representar un problema. Este insecto se observa en

manchones, por lo que las aplicaciones deben ser dirigidas hacia las puntas de los brotes jóvenes. Los insecticidas que se pueden aplicar son imidacloprid, metomilo y acetamiprid.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Se recomienda eliminar (sacar de la huerta y quemar) los brotes afectados, tan pronto como se detecte el insecto para evitar que se disperse a otras parras. El hogo entomopatógeno *B. bassiana* se puede utilizar para el control de los pulgones. La aplicación de neem reduce las poblaciones de pulgones. Las aplicaciones deben ser lo más uniforme para cubrir totalmente las áreas de follaje afectadas por los pulgones.

El descarnador occidental de la vid se presenta durante todo el ciclo de crecimiento de la vid en las zonas productoras, aunque no se encuentra en todos los viñedos. El adulto es una palomilla de color azul brillante que mide entre 14 y 16 mm de largo de hábito diurno. La palomilla pone sus huevos en grupos de varias decenas en el reverso de la hoja. Los gusanos recién nacidos son de color crema, pero adquieren un color amarillo con bandas de color azul brillante en sus últimos estadios. Los primeros tres estadios del gusano se alimentan en grupos por el envés de la hoja y dejan sólo la epidermis; en tanto que el cuarto y quinto estadio dejan sólo las nervaduras de la hoja. La defoliación prematura puede ocasionar quemadura de los racimos por radiación solar, pero también debilita las parras. Durante la cosecha, esta plaga es un problema para los trabajadores ya que produce comezón inducida por los pelos urticantes de los gusanos. Este insecto se puede controlar químicamente con los insecticidas acetamiprid, methoxifenozone, imidacloprid, abamectina y metomilo.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Este insecto puede controlarse con la bacteria *B. thuringiensis* o Bt aplicando una dosis de 1.0 a 1.5

L/ha. Este insecticida es más efectivo aplicado en la primera y segunda fase de desarrollo de la larva del descarnador. También se puede utilizar spinosad contra este insecto plaga.

Los adultos del barrenador de los sarmientos de la vid, son escarabajos de color café oscuro a negro, de forma cilíndrica que miden 1.0 cm de largo. Las larvas son de color blanco, con la cabeza café y tres pares de patas cortas que miden hasta 8 mm de largo. Los adultos de este escarabajo barrenador se alimentan del interior de los sarmientos de la vid a partir del mes de agosto. Normalmente ataca la parte del sarmiento donde se une el crecimiento del año anterior con el crecimiento nuevo. Los sarmientos dañados se debilitan y se pueden romper con facilidad durante la poda o al conducir las cañas. El tamaño y peso de los racimos se reduce significativamente, y por lo tanto el rendimiento y calidad de la uva. La aplicación de insecticidas se dirige hacia la eliminación de los adultos cuando éstos emergen de las vides infestadas, lo cual ocurre normalmente cuando la planta inicia el proceso de brotación. Se sugiere aplicar metomilo, diazinon, fosmet o permetrina.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Las poblaciones bajas de barrenador se pueden eliminar del viñedo con la poda y destrucción de los sarmientos afectados y madera muerta de las parras antes de que emerjan los adultos en la primavera. El uso de hongos entomopatógenos como *B. bassiana* puede ser otra alternativa de control con efecto limitado ya que se requiere precisar con oportunidad las aplicaciones contra los adultos antes de que penetren los sarmientos.

CONTROL DE ENFERMEDADES. Las enfermedades de mayor importancia económica en este cultivo son la cenicilla polvorienta [*Uncinula necator*]

(Schw.) Burr], el mildiu o cenicilla vellosa [*Plasmopara viticola* (Berk. and. Curt.)], la pudrición del racimo [*Botrytis cinerea* (Pers Ex Fr.)] (Medina *et al.*, 2007). Estas enfermedades brevemente se describen a continuación.

La cenicilla polvorienta, es un hongo que ocasiona manchas de color rojizo en los sarmientos durante el invierno. En la superficie de las hojas (haz) se observan como manchas cloróticas y al reverso de las hojas (envés) se presenta el micelio del hongo en forma de un algodoncillo de color blanco. A medida que madura el hongo se liberan esporas, las cuales dan una apariencia polvosa en los tejidos infectados. En el raquis y la baya este hongo aparece como áreas polvosas blancas que pueden colonizar toda la superficie de las uvas. Debido a que las primaveras con baja humedad relativa en Zacatecas son comunes, entonces las primeras infecciones ocurren en el follaje durante el mes de mayo o a principios de junio; por lo tanto, se recomienda hacer inspecciones semanales en el viñedo para detectar la presencia de la enfermedad y controlarla oportunamente. Algunos de los fungicidas que pueden ser aplicados contra este hongo son propiconazole, azoxystrobin, tiofanato metilo, myclobutanil y benomilo. El uso repetido de estos fungicidas puede llevar a que el hongo desarrolle resistencia, por lo tanto, es importante alternarlos con azufre o bicarbonato de potasio y no asperjarlos más de dos veces por ciclo de cultivo.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Podar las parras de modo tal que la luz solar penetre y a la vez permita la circulación del viento, pero además evitar la sobre fertilización con nitrógeno, ya que limitar el follaje en exceso es crucial para el control de la enfermedad. Otro aspecto importante es reducir las fuentes de inóculo del hongo dentro de la huerta, por lo tanto, durante la poda de invierno se recomienda eliminar y quemar ápices de ramas que presenten manchas rojizas, características de la enfermedad. El azufre, el

bicarbonato de potasio y la bacteria *B. subtilis* también controlan la cenicilla. Sin embargo, *B. subtilis* tiene menos efectividad que los demás.

El mildiu o cenicilla vellosa es otro hongo que ataca todas las partes verdes de la vid, en especial las hojas. Las lesiones pueden ser amarillentas y aceitosas o bien angulares, amarillas, rojizas o cafés, limitadas por las venas de las hojas. Cuando el hongo esporula (reproducción asexual del hongo) aparece un crecimiento algodonoso, blanco, denso y delicado sobre las lesiones. Las uvas jóvenes son muy susceptibles a la enfermedad. Cuando las uvas están infectadas adquieren una coloración grisácea, pero a medida que éstas maduran se tornan más resistentes al ataque de mildiu; sin embargo, el raquis del racimo siempre es susceptible al ataque de este hongo. Los inviernos con lluvias, seguidos de lluvias al final de primavera favorecen el daño por mildiu; afortunadamente, estas condiciones de clima son poco frecuentes en Zacatecas. Para controlar la cenicilla vellosa se sugiere aplicar los fungicidas azoxystrobin, pyraclostrobin, mefenoxam, y metalaxil, entre otros.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Todas las prácticas de manejo del viñedo que permitan reducir la alta humedad relativa, incluyendo un drenaje eficiente de la lluvia, además de reducir las fuentes de inóculo a través de la poda, y evitar el uso de riego por aspersión, son decisivas para el control del mildiu. Las aplicaciones de hidróxido o sulfato tribásico de cobre son efectivas si se hacen de manera preventiva y con un buen cubrimiento de la aspersión del producto sobre el follaje.

La pudrición del racimo inicia como una mancha verde decolorada rodeando una nervadura cuya lesión se necrosa rápidamente. No obstante que el hongo también puede ocasionar un tizón en las flores y los brotes. La infección y

podrición de las uvas en proceso de maduración es la etapa más frecuente, la cual se dispersa rápidamente a todo el racimo. En uvas blancas, la piel se vuelve de color café y se arruga; mientras que, en uvas de color, la piel adquiere un color rojizo. Si las condiciones son favorables para la enfermedad, se produce un crecimiento café grisáceo mullido que contiene esporas. Las infecciones son más severas durante la maduración de las uvas si la humedad relativa es igual o mayor a 92%. Los cultivares con racimos muy compactos, cerrados y pegados son más susceptibles a esta enfermedad. Para controlar la podrición del racimo se sugiere la aplicación de los siguientes fungicidas: iprodione, cyprodinil, fenhexamid, pyraclostrobin y mancozeb. En años secos, normalmente sólo se requiere aplicar durante la fase de maduración de la uva, pero si hay lluvias durante el invierno o la primavera, entonces se requerirá una aplicación durante la floración.

Alternativas de manejo amigables con el ambiente. Un primer paso en reducir la posible podrición del racimo es el remover el exceso de hojas de las parras para reducir la humedad relativa dentro del racimo. Los fungicidas orgánicos a base de azufre, cobre y bicarbonato de potasio no son efectivos para el control de *B. cinerea*; sin embargo, en sistemas de producción orgánica, *B. subtilis* es una alternativa de control para esta enfermedad.

COSECHA Y POSTCOSECHA: En este cultivo es necesario distinguir, principalmente dos tipos de uva, a) para consumo en fresco y b) industrialización. Para el primer tipo de uva la apariencia, el tamaño del racimo y la concentración de azúcares son criterios utilizados para la vendimia; mientras que, para el segundo grupo de uvas, la concentración de azúcares (°Brix) es de primordial importancia para asegurar la elaboración de vinos de calidad. Esto último depende de la variedad, concentración de azúcares (entre 20.5 y 23°Brix) y acidez menor a 3.3

(pH del jugo). Esta fruta es cosechada manualmente o mecánicamente y luego depositada a granel en contenedores especializadas y transportada a los centros de procesamiento (Lanzarini y Mangione, 2009).

La uva de mesa se cosecha manualmente. La apariencia, color, tamaño del racimo y la concentración de sólidos solubles (CSS) son criterios utilizados como índices de cosecha. En relación a la CSS, la concentración mínima varía entre 14 y 18% (°Brix), la cual depende de la variedad y zona productora. Para el caso de uvas tintas y negras, además de la CSS, el mercado exige un mínimo de color del racimo. Una vez que los índices de cosecha han sido cubiertos, la uva para mesa se cosecha manualmente y se deposita en contenedores especializados (Crisosto y Mitchell, 2002b). Para reducir mermas, durante el proceso de cosecha y empaque la uva no debe perder más allá del 2% de su peso y enfriar la uva lo más pronto posible para evitar la deshidratación del raquis (Crisosto *et al.*, 2001). Antes de almacenar la fruta, ésta debe ser pre-enfriada en cuartos con aire forzado y fumigarse con dióxido de azufre (SO₂) para prevenir pudrición del racimo por *B. cinérea*, para tal efecto, se sugiere fumigar semanalmente con SO₂ durante el almacenamiento en cuarto frío (Luvisi *et al.*, 1992). La fruta puede almacenarse entre 4 y 6 semanas entre 0.5 y 2.5°C y entre 90 y 95% de humedad relativa (Crisosto y Mitchell, 2002b). La cosecha de uva industrial puede ser manual o mecanizada. Esta última tiene la ventaja de reducir costos por mano de obra; sin embargo, tiene un alto riesgo de producir principalmente oxidaciones de los mostos, maceraciones incontroladas, fermentaciones alcohólicas, entre otras, y finalmente vinos de baja calidad.

OTRAS ACTIVIDADES: La poda de formación se realiza del segundo al cuarto año, en los meses de febrero y marzo. A partir del quinto año la poda de invierno se efectúa entre los meses de enero a marzo (antes de la brotación) y la poda

en verde se practica durante la etapa de crecimiento (abril-julio), eliminando brotes mal ubicados. En uvas de mesa, el aclareo y despunte de racimos se realiza cuando los granos tienen el tamaño de una munición.

RENDIMIENTO POTENCIAL: La productividad de la vid depende de la variedad y el mercado a que va destinada. La producción de variedades poco vigorosas para vinificación (e.g., 'Merlot', 'Cabernet', 'Ruby Cabernet', entre otras) puede variar entre 10 y 15 t/ha; mientras que variedades más vigorosas para mesa (e.g., 'Aleático', 'Red Globe', 'Dattier de Beyrouth', entre otras) pueden producir hasta 30 t/ha. La viticultura moderna en uva industrial no exige cantidad de uva sino calidad. La industria del Mediterráneo prefiere 6 t/ha de uva de buena calidad (alta concentración de azúcares) que 10 o 15 t/ha de mediana o de baja calidad (baja concentración de azúcares), como la que se produce en la región. Las regiones productoras potenciales para la región I y II se indican en los mapas de las Figuras 3.13 y 3.14, respectivamente.

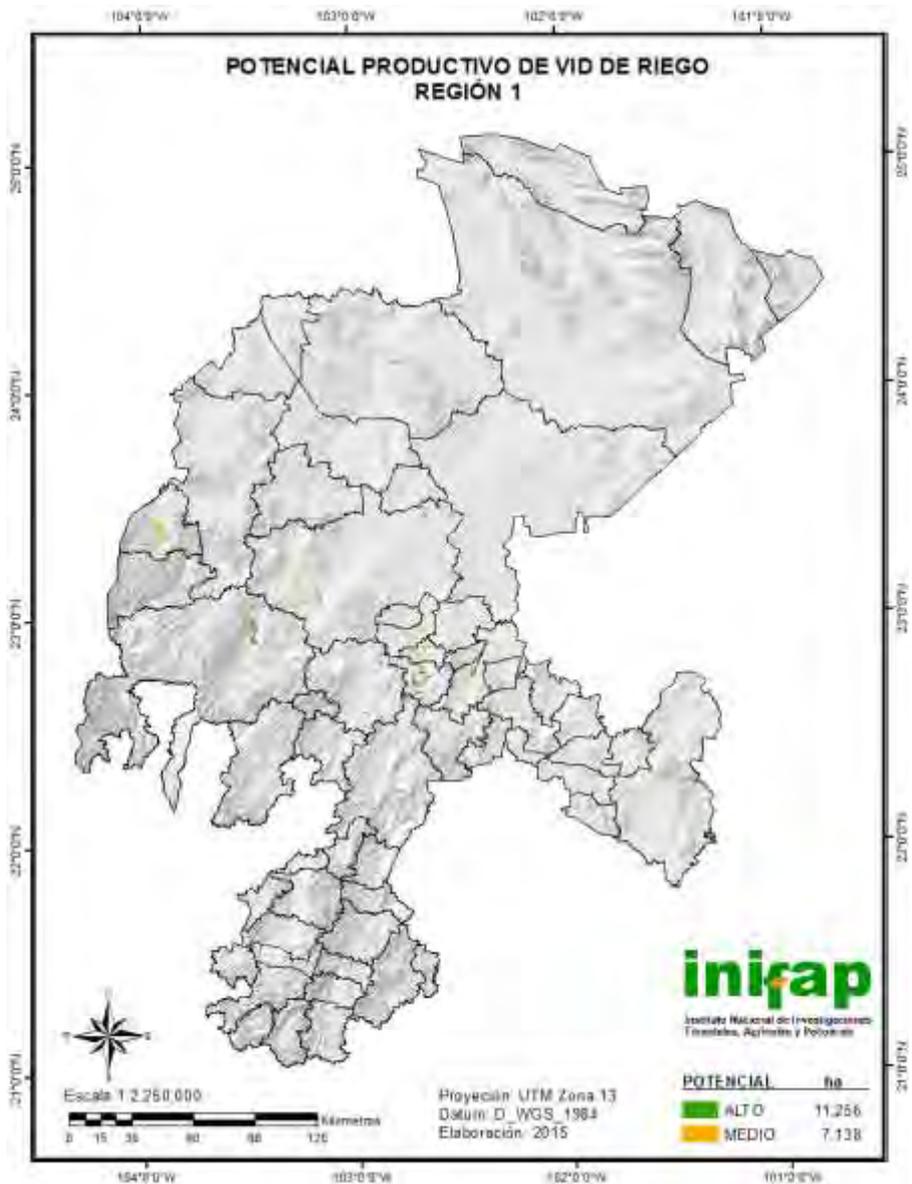


Figura 3.13. Áreas potenciales para cultivar uva de mesa e industrial para la región I de Zacatecas.

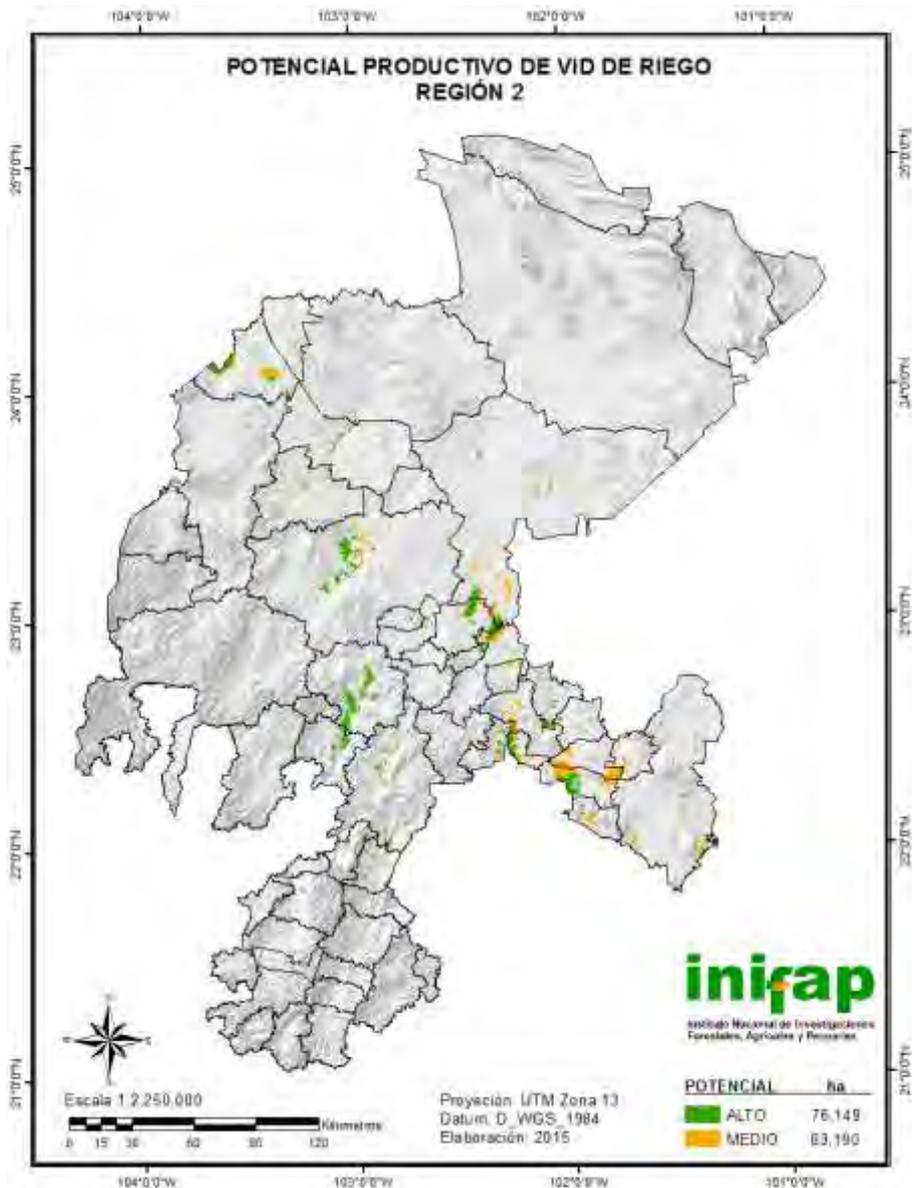


Figura 3.14. Áreas potenciales para cultivar uva de mesa e industrial para la región II de Zacatecas.

Literatura citada

- Adaskaveg, J., D. Gubler y T. Michailides. 2012. Efficacy and timing of fungicides, bactericides and biologicals for deciduous tree fruit, nut, strawberry, and vine crops 2012, available at <http://ucanr.edu/sites/plp/files/146650.pdf>.
- Arellanos L., T. de J. 1988. Variedades de ciruelo para zacatecas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas. Calera de V.R., Zacatecas, México. 8 p. (Folleto para Productores Núm. 2).
- Barbera, G.; Carmi, F. and Inglese, P. 1991. The reflowering of prickly pear *opuntia ficus-indica* (L.) Miller: influence of removal time and cladode load on yield and fruit ripening. *Adv. Hort. Sci.* 5:77–80.
- Behboudian, M.H. and Mills, T.M. 1997. Deficit irrigation in deciduous orchards. *Hort. Rev.* 21:105-131.
- Bravo L., A.G. y Zegbe D., J.A. 2009. Tecnología para el ahorro y uso eficiente del agua en durazno. Memoria del V Congreso Nacional del Sistema Producto Durazno Zacatecas, Zacatecas, México. pp. 52-62.
- Cantwell, M. 1995. Post-harvest management of fruits and vegetable stems: *In*: Barbera, G.; Inglese, P. and Pimienta, B., E. (Eds.). *Agro-ecology, cultivation, and uses of cactus pear*. FAO Plant Production and Protection paper 132. Roma, Italy. 120–136 pp.
- Combe, B.G. 1992. Research and development and ripening of the grape berry. *Amer. J. Enol. Vitic.* 43:101-110.
- Crisosto, C.H.; Johnson R.S.; Luza, J.G. and Crisosto, G.M. 1994. Irrigation regimes affect fruit soluble solids concentration and rate of water loss of 'O'Henry' peaches. *Hortscience* 29:1169-1171.

- Crisosto, C.H.; Smilanick, J.L. and Dokoozlian, N.K. 2001. Table grapes suffer water loss, stem browning during cooling delays. *California Agri.* 55:39-42.
- Crisosto, C.H. and Mitchell, F.G. 2002a. Postharvest handling systems: stone fruits I. Peach, nectarine, and plum. *In: A.A. Kader (Ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops.* University of California. Agriculture and Natural Resources. Publication 3311. 345-350 pp.
- Crisosto, C.H. and Mitchell, F.G. 2002b. Postharvest handling systems: small fruits. I. Table grapes. *In: A.A. Kader (Ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops.* University of California. Agriculture and Natural Resources. Publication 3311. 357-363 pp.
- Corrales G., J. y Hernández S., J.L. 2005. Cambios en la calidad postcosecha de variedades de tuna con y sin semillas. *Rev. Fitotec. Mex.* 28(1):9-16.
- Cushman, J.C. and Bohnert, H.J. 1999. Crassulacean acid metabolism: molecular genetics. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biotechnol.* 50:305-352.
- Davenport, J.R. and Horneck, D.A. 2011. Sampling guide for nutrient assessment of irrigated vineyards in the inland Pacific Northwest. A Pacific Northwest Extension Publication. Washington State University. PNW 622. 5 p.
- Dejong, T. M.; Day, K. R. and Johnson, R. S. 2006. Barreras fisiológicas y técnicas para incrementar la eficiencia productiva del cultivo de durazno en california. II Congreso Nacional del Sistema Producto Durazno. Memorias de Conferencias. Aguascalientes, Ags., México. 8-18 pp.
- Del Ángel J., J. E.; Tijerina Ch., L; Acosta H., R. y López J., A. 2001. Producción de ciruelo con fertirriego en función de contenidos de humedad y coberturas orgánicas. *Terra* 19(4):317-326.
- Dokoozlian, N.; Luvisi, D.; Moriyana, M. and Schrader, P. 1996. Influence of cultural practices on the berry size and composition of red globe table

- grapes. University of California, Tulare County, Cooperative Extension. Paper No. Pub. Tb6-96.
- Esparza, F. G.; Gallegos, C.; Rumayor, A. and Dejong, T. M. 2002. Modeling productivity of zacatecan peaches. *Acta Hort.* 584: 21-28.
- Faust, M. 1989. *Physiology of temperate zone fruit trees.* John Wiley & Sons, USA. 338 p.
- Felker, P. and Bunch, R.A., 2009. Mineral nutrition of cactus for forage and fruits. *Acta Hort.* 811:389-394.
- Fernández E., R. 1988. *Planificación y diseño de plantaciones frutales.* Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Fernández M., M.R. y Mondragón J., C. 1998. *La fertilización en nopal tunero.* Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro, Campo Experimental Norte de Guanajuato. Celaya, Guanajuato, México. (Desplegable para Productores Núm. 2).
- Fernández M., M.F.; Mondragón J., C.; Luna V., J.; Gutiérrez A., F.; Sáenz Q., L.A.; Zegbe D., J.A.; Méndez-G., S.J. y Martínez G., J.C. 2000. *Principales cultivares mexicanos de nopal tunero.* Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro, Campo Experimental Norte de Guanajuato. Celaya, Guanajuato, México. 34 p. (Publicación Técnica No.1.)
- Fernández M., M.R.; Pérez G., S.; Parra Q., R.A.; Roa D., R.; Zacatenco G., Ma.G.; Chávez J., A.L. y Rumayor R., A.F. 2011. *Variedades mejoradas y selecciones de durazno del INIFAP.* Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro, Campo Experimental Norte de Guanajuato. Celaya, Guanajuato, México. (Folleto Técnico Núm. 15).

- Garnett, J.; Walker, M.A.; Kocsis, L. and Omer, A.D. 2001. Biology and management of grape phylloxera. *Annu. Rev. Entomol.* 46:387-412.
- González G., E.; Padilla R., J.S.; Reyes M., L.; Perales de la C., M.A. y Esquivel V., F. 2002. Guayaba su cultivo en México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Ags., México. 182 p. (Libro Técnico Núm. 1).
- Grijalva C., R.L.; Macías D., R. y Robles C., F. 2006. Productividad del chabacano en el noroeste de México. *Agric. Téc. Méx.* 32:17-25.
- Grupo Interdisciplinario de Duraznero (GID). 1987. Tecnología para la producción de duraznero de riego y temporal. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas (Hoja Desplegable para Productores Núm. 3).
- Hansche, P.E. 1988. Respuesta a la selección *In*: Moore, N. y Janick, J. (Eds.). *Métodos Genotécnicos en Frutales*. Agt Editor, S.A. México. D.F., México. Pp 207-230.
- Hesse, C.O. 1975. Peaches. *In*: Janick, J. and Moore, J.N. (Eds.). *Advances in Fruit Breeding*. Purdue University Press. West Lafayette, Indiana, USA. Pp 285-335.
- Hussein, S.M., Fathi, M.A. and Eid, T.A. 2013. Effect of shifting to drip irrigation on some plum cultivars grown in clay loamy soil. *Egypt J. Agric. Res.* 91:217-233.
- Ingels, C.; Geisel, P.M.; Unruh, C.L. and Lawson, P.M. 2001. Fruit trees: thinning young fruit. Pub. 8047. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. 4 p.

- [Intrigliolo](#), D.S. and [Castel](#), J.R. 2010. Response of plum trees to deficit irrigation under two crop levels: tree growth, yield and fruit quality. [Irrig. Sci.](#) 28:525-534.
- Kader, A.A. 1999. Guava-produce facts. University Of California. Perishables Handling Quarterly 97:19-20.
- Kaya, S.; Evren, S.; Dasci, E.; Adiguzel, M.C. and Yilmaz, H. 2011. Evapotranspiration, irrigation water applied, and vegetative growth relations of young apricot trees under different irrigation regimes. *Sci. Res. & Essays* 6(4):738-747.
- Kruger, L.; Holcroft, D.M.; Huysamer, M. and Cook, N.C. 2005. **High-density orchards improve the quality of ‘SonGold’ plums from lower, more shaded canopy positions.** *S. Afr. J. Plant & Soil.* 22:84-88.
- Lanzarini, J.L. y Mangione, J. 2009. La cultura de la vid y el vino: La vitivinicultura hace escuela. Fondo Vitícola Mendoza. Mendoza, Argebtina. 187 p.
- LaRue, J.J. and Johnson, R.S. 1989. Peaches, plums and nectarines. Growing and handling for fresh market. University Of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 3331.
- Leib, B.G.; Caspari, H.W.; Redulla, C.A.; Andrews, P.K. and Jabro, J.J. 2006. **Partial rootzone drying and deficit irrigation of ‘Fuji’ apples in a semi-arid climate.** *Irrig. Sci.* 24:85-99.
- Luna V., J.; Zegbe D., J.A.; Mena C., J. and Rivera L., M. 2012. Manejo de plantaciones de nopal tunero en el altiplano Potosino. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Centro de Investigación Regional del Noreste, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. 23 p. (Folleto para Productores Núm. 59).

- Luvisi, D.A.; Shorey, H.H.; Thompson, J.F.; Gump, B.H. and Knutson, J. 1992. Sulfur dioxide fumigation of table grapes. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Bulletin 1932. 21 p.
- Madero T., J. 2007. Mejoramiento de la calidad de la uva de mesa en el estado de Zacatecas. *In*: Amador R., M.D. y Quiroga G., H.M. (Eds.). Catálogo de Productos y Servicios 2007 -INIFAP Zacatecas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte-Centro. pp. 37-38 (Catálogo Núm. 3).
- Maldonado Rodríguez, Ma.R. 2013. Riego suplementario, una alternativa para incrementar la productividad del nopal tunero (*Opuntia* spp.) y el ahorro de agua. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Zacatecas “Francisco García Salinas”. **Unidad Académica de Agronomía.**
- Manganaris, G.A.; Vicente, A.R. and Crisosto, C.H. 2008. Effect of pre-harvest and post-harvest conditions and treatments on plum fruit quality. *Cab Rev.* 9:1-10.
- Márquez C., J.A.; Osorio A., G.; Martínez D., G.; Núñez M., J.H.; Fu C., A.A.; Gardea G., J.; Valdez G., B.; Miranda B., J.L. y Ávila S., J. 2004. Vid de mesa. Establecimiento y manejo en la Costa de Hermosillo y Pesquería. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Noroeste, Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Son., México. 50 p. (Folleto Técnico Núm. 27).
- Márquez C., J.A., Núñez M., J.H. y Martínez D., G. 2007. Portainjertos: una herramienta para la viticultura. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Noroeste, Campo Experimental Costa de Hermosillo. Hermosillo, Son., México. 50 p. (Folleto Técnico Núm. 32).

- Mata B., I. y Rodríguez M., A. 1990. Cultivo y producción del guayabo. Editorial Trillas, S.A. De C.V., México, D.F., México. 160 p.
- Medina G., G.; Zegbe D., J.A.; Cabañas C., B.; Mena C., J.; Ruiz C., A.; Bravo L., Ag.; Amador R., Md.; Zandate H., R.; Reveles H., M.; Gutiérrez S., R.; Díaz P., G.; Madero T., J. y Rubio D., S. 2007. **Potencial productivo de especies agrícolas en el distrito de desarrollo rural Ro Grande, Zacatecas.** Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. 34 p. (Libro Técnico Núm. 6).
- Melero V.M., V.; Zegbe D., J.A. Y Rumayor R., A.F. 2011. Mejora de la vida de anaquel del durazno con aplicaciones de calcio, fungicida y manejo de la temperatura. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas Ficha tecnológica Transferida.
- Mena C., J. 1997. Guía para el control del barrenador de las ramas del duraznero en Zacatecas. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas. 35 p.
- Mena C., J. 2001a. Enfoque para un manejo integrado de las enfermedades del durazno. *In:* Fuentes D., G. y Ireta M., J. (Eds.). Enfermedades y Normatividad de Frutales del Pacífico – Sur de México. Sociedad Mexicana de Fitopatología, Cd. Obregón, Son., México pp. 93-110
- Mena C., J. 2001b. Problemática y alternativas de solución para realizar un mejor control de plagas en duraznero. *In:* Pérez S., G.; González C., M.P. y Quintos E., M. (Eds.). Tópicos de Fitosanidad del Cultivo del duraznero de la región Durango-Zacatecas. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Rural Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. Durango, Dgo. México.

- Mena C., J. 2002. Oportunidades en el control biológico de la palomilla de la manzana, *Cydia pomonella* (LEPIDOPTERA: TORTRICIDAE) utilizando *Trichogramma* spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE). In: Pérez S., G.; González C., M.P. y Quintos E., M. (Eds.). Alternativas de Manejo y Fitosanidad de Los Principales Frutales (durazno, manzano, membrillo, nogal y vid) de la Región Norte-Centro de México. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Rural Unidad Durango, Instituto Politécnico Nacional. Durango, Dgo. México. pp. 38-41.
- Mena C., J. y Rosas G., S. 2008. Guía para el manejo integrado de las plagas del nopal tunero. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. 34 p. (Publicación Especial Núm. 14).
- Mitcham, E.J. and Mitchell, F.G. 2002. Postharvest handling systems: pome fruits. In: A.A. Kader (Ed.). Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California. Agriculture and Natural Resources. Publication 3311. 333-344 pp.
- Mojarro D., F.; Hernández P., J.; González T., J.; Ortiz L., M. y Juárez B. A. 2007. Riego y fertirriego en vid. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de investigación Regional Norte-Centro, Campo Experimental Zacatecas. 37 p. (Folleto Técnico Núm. 16).
- Milošević, T. and Milošević. N. 2011. Diagnose apricot nutritional status according to foliar analysis. Plant Soil Environ. 57:301-306.
- Mpelasoka, B.S.; Behboudian, M.H. and Ganesh, S., 2001. Fruit quality attributes **and their interrelationships of 'Braeburn' apple in response to deficit irrigation and to crop load.** Gartenbauwissenschaft 66:247-253.
- Mondragón J., C.; Fernández M., M.R. y Pérez G., S. 2004. El chabacano o albaricoque. Una alternativa frutícola para la región central de México.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Centro de Investigación Regional del Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, Celaya, Guanajuato, México. p. 39 (Folleto Técnico Núm. 1).
- Moreno, M.A.; Tabuenca, M.C. and Cambra, R. 1995. Adesoto 101, a plum rootstock for peaches and other stone fruit. *HortScience* 30:1314–1315.
- Natale, W.; Coutinho, E.L.M.; Pereira, F.M. and Boaretto, A.E. 2002. Nutrients foliar for high productivity cultivars of guava in Brazil. *Acta Hort.* 594:383-386.
- Ohlendorf, B.L.P. and Clark, J.K. 1991. Integrated pest management for apple and pears. University of California State-Wide IPM Program, Davis Ca. UC ANR Publication 3340, pp. 68-147.
- Omer, A.D.; Garnett, J. and Shelbelut, C.W. 1999. Effect of attack intensity on host utilization in grape phylloxera. *Crop Protection* 18:341-347
- Padilla R., J.S.; Rodríguez M., V.M.; González G., E.; Pérez B., Ma. H. y Osuna-García, J.A. 2014. Aplicación de paclobutrazol en el rendimiento de genotipos de guayabo (*Psidium guajava* L.) establecidos en altas densidades. *Acta Fitogenética* 1:197.
- Parra Q., R.A.; Ortiz F, P.; Amado Á., J.P. y Chávez S., N. 2009. Productividad y crecimiento de manzano bajo déficit de riego controlado. *Terra Latinoamericana*, 27:337-343.
- Pearce, I. and B.G. Coombe. 2008. Grapevine phenology. *In: Dry, P.R. and Coombe, B.G. (Eds.). Viticulture, Vol. 1: Resources.* Winetitles Pty, Ltd., Ashford, South Australia. 150-166 pp.
- Pelayo Z., C.; Castillo Á., D.; Chatelain M., S. y Siade B., G. 2010. Manejo postcosecha de la nochtli o tuna (*Opuntia* spp.). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México, D.F.

- Percival, D.C.; Fisher, K.H. and Sullivan, J.S. 1994. Use of fruit zone leaf removal with *Vitis vinifera* l. cv. Riesling. I. Effect on canopy structure, microclimate, bud survival, shoot density and vine vigor. *Amer. J. Enol. & Vitic.* 45:123-132.
- Pérez P., A., Ruiz S., M.C. and Domingo, R. 2014. Effects of timing and intensity of deficit irrigation on vegetative and fruit growth of apricot trees. *Agric. Water Manage.* 134:110-118.
- Perry, R. 1999. **Rootstocks and systems for high density apples in Michigan.**
[Http://Www.Hrt.Msu.Edu/Department/Perry/Apple_Articles/Applestocks.Htm](http://Www.Hrt.Msu.Edu/Department/Perry/Apple_Articles/Applestocks.Htm) (Consultado 02 de noviembre de 2014).
- Pimienta B., E. 1986. Establecimiento y manejo de plantaciones de nopal tunero en Zacatecas. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. 34 p. (Publicación Especial Núm. 5).
- Pimienta B., E. y Ramírez-Hernández, B.C. 1999. Contribuciones al conocimiento agronómico y biológico de los nopales tuneros. *Agrociencia* 33:323-331.
- Polák, J. and Oukropec, I. 2010. Identification of interspecific peach and *Prunus* spp. Hybrids resistant to plum pox virus infection. *Plant Protect. Sci.* 46:139–144.
- Reyes, M.U. and Paull, R.E. 1995. Effect of storage temperatures and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava* L.) fruit ripening. *Postharv. Biol. Technol.* 6:357-365.
- Rieger, M. 2006. Introduction to fruit crops. Haworth Food & Agricultural Products Press. New York, USA. 462 p.

- Radi, M.; Mahrouz, M., Jaouad, A. and Amiot, M.J. 2003. Influence of mineral fertilization (NPK) on quality of apricot fruit (cv. Canino). The effect of the mode of nitrogen supply. *Agronomie*, 23:737-745.
- Rubio D., S. y Serna P., A. 1999. Guía para fertilizar el guayabo en la región del cañón de Juchipila. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. (Desplegable para Productores Núm. 14).
- Rumayor R., A. F. 1991. Efecto de la temperatura en la producción de 12 cv de ciruelo (*Prunus* spp.). Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, A.C. Memorias del IV Congreso Nacional. Universidad Autónoma Agraria Antio Narro. Saltillo, Coahuila, México. pp. 74.
- Rumayor R., A. 1995. Multiple regression models for the analysis of potential cultivation areas for japanese plums. *Hortscience* 30:605-610.
- Rumayor R., A.; Zegbe, J.A. and Medina G., G. 1998. Use of a geographical information system (GIS) to describe suitable production areas for peach. *Acta Hort.* 465:549-556.
- Rumayor R., A.F., Llamas Ll., J., Melero M., V. y Zegbe D., J.A. 2009. Descripción fenotípica de material genético de durazno para Zacatecas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. (Publicación Especial Núm. 16).
- Sáenz C., L.A. 1998. Guía para cultivar nopal tunero en Zacatecas. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Calera. (Folleto para Productores Núm. 19).

- Sahar, A.F., and Abdel-Hameed, A.A. 2014. Effect of pruning on yield and fruit quality of guava trees. *J. Agri. Vet. Sci.* 7:41-44.
- Sánchez G., R.A.; Zegbe D., J.A.; Mena C., J. y Hernández C., G. 2010. Factores que influyen en la vida de anaquel de la tuna (*Opuntia* spp.): Un estudio exploratorio. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Zacatecas. (Folleto Técnico Núm. 25).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. Anuario estadístico de la producción agrícola. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 (Mayo de 2015).
- Singh, P. and Singh, Z. 2013. Postharvest cold storage-induced oxidative stress in japanese plums (*Prunus salicina* lindl. cv. Amber Jewel) in relation to harvest maturity. *Austr. J. Crop Sci.* 7:391-400.
- Stafne, E.T. and Carrol, B. 2008. Rootstocks for grape production. Oklahoma State University. Oklahoma Cooperative Extension Service. Paper Hla-6253
- Torrecillas, A.; Domingo, R.; Galego, R. and Ruiz S., M.C. 2000. Apricot tree response to withholding irrigation at different phenological periods. *Sci. Hort.* 85:201-215.
- Webster, A.D. and Spencer, J.E. 2000. Fruit thinning plums and apricots. *Plant Growth Regul.* 31:101-112.
- Westwood, MN. 1993. Temperate-zone pomology - physiology and culture. Timber Press, Portland, Oregon. 536 p.
- Wills, R.; Mcglasson, B.; Graham, D. and Joyce, D. 1998. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. University of New South Wales Press Ltd. Sydney 2052 Australia. 262 p.

- Winkler, A.J., J.A. Cook, W.M. Kliewer and L.A. Lider. 1974. General viticulture. University of California Press. Berkeley, Calif. USA. 710 p.
- Zegbe D., J.A.; Pérez B., M.H. y Chan C., J.L. 1988 influencia de la poda sobre el crecimiento del fruto bajo condiciones de riego y temporal. Rev. Fitotec. Mex. 11:66-73.
- Zegbe, D., J.A. 1994. Guía para establecer huertos de duraznero criollo de temporal en Zacatecas y Durango. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Calera. 39 p. (Folleto para Productores Núm. 16).
- Zegbe D., J.A. 1995a. Influencia de la época de plantación, fertilización y poda de trasplante sobre el desarrollo inicial del durazno criollo bajo temporal. Rev. Fitotec. Mex. 18:91-106.
- Zegbe D., J.A. 1995b. Fenología del duraznero criollo en Jerez, Zacatecas, México: Un modelo y código decimal fenológico. Agro-Ciencia 11:129-136.
- Zegbe D., J.A. y Rumayor R., A.F. 1996. Respuesta del rendimiento del duraznero [*Prunus persica* (L.) Batsch] criollo mexicano a la maleza y fertilización con NPK. ITEA. 92:171-187.
- Zegbe D., J.A.; Pérez B., M. H. y Chan C., J.L. 1998a. Influencia de la poda en melocotero cultivado bajo secano en el trópico mexicano. ITEA. 94:118-128.
- Zegbe, J.A.; Rumayor R., A.F.; Pérez B., M.H. and Chan C., J.L. 1998b. A study of pruning on seedling peaches at low latitude. Acta Hort. 465: 637-645.
- Zegbe D., J.A. y Rumayor R., A.F. 1998. Rehabilitación de huertos de duraznero dañados por frío en Zacatecas. SAGAR-INIFAP-CECAL. (Desplegable para Productores No. 13.).

- Zegbe D., J.A.; Rumayor R., A.F.; Reveles T., L.R. y Pérez B., M.H. 1999. 'Victoria' un clon criollo de durazno de hueso pegado para zacatecas y áreas similares. Rev. Fitotec. Mex. 22:227-235.
- Zegbe D., J.A.; Rumayor R., A.F. y Mena C., J. 2000. Guía para el cultivo de durazno en Zacatecas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro, Campo Experimental Calera. 39 p. (Folleto para Productores Núm. 24).
- Zegbe, D., J.A. 2004. Aclareo de frutos del duraznero criollo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Calera. (Hoja Desplegable para Productores Núm. 18).
- Zegbe D., J.A. 2005. Cambios estacionales de nutrimentos en hojas y caída de **fruto de durazno 'criollo' de Zacatecas, México**. Rev. Fitotec. Mex. 28:71-75.
- Zegbe D., J.A.; Mena C., J.; Rumayor R., A.F.; Reveles T., L.R. y Medina G., G. 2005. Prácticas culturales para producir durazno criollo en Zacatecas. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Calera. 74 p. (Publicación Especial Núm.15).
- Zegbe D., J.A. y Esparza F., G. 2007. Poda de ramas mixtas y raleo de frutos: **prácticas culturales independientes en durazno 'Victoria'**. Rev. Chapingo S. Hort. 13(2):121-126.
- Zegbe, J.A. y Mena C., J. 2008. Retraso de la cosecha en nopal tunero cv. Cristalina. Rev. Chapingo S. Hort. 14(1):85-90.
- Zegbe, J.A. and Behboudian., M.H. 2008. Plant water status, CO₂ assimilation, **yield, and fruit quality of 'Pacific Rose™' apple under partial rootzone drying**. Adv. Hort. Sci. 22(1):27-32.

- Zegbe, J.A. y Mena C., J. 2009. Flower bud thinning in 'Rojo Liso' cactus pear. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 84:595-598.
- Zegbe, J.A. and Mena C., J. 2010. Two reproductive bud thinning alternatives for cactus pear. HortTechnology 20(1):202-205.
- Zegbe, J.A. and Mena C., J. 2010b. Postharvest changes in weight loss and quality of cactus pear fruit undergoing reproductive bud thinning. J. Profe. Assc. Cactus Devel. 12: 1-11.
- Zegbe, J.A.; Serna P., A. and González F., J. A. 2011. Nutrient status of apple leaves not affected by three years of irrigation using partial root zone drying. J. Plant Nutr. & Soil Sci. 174(3):459-464.
- Zegbe, J.A. and Serna P., A. 2012. Partial rootzone drying to save water while growing apples in a semi-arid region. Irrig. & Drain. 61(2):251-259.
- Zegbe, J.A.; Serna P., A. and Mena C., J. 2014. [Mineral nutrition enhances yield and affects fruit quality of 'Cristalina' cactus pear](#). Sci. Hort.167:63-70.
- Zegbe, J.A.; Serna P., A. and Mena C., J. 2015. Irrigation enhances postharvest performance of 'Cristalina' cactus pear fruit. Acta Hort. 1067:417-422.



CAPITULO 4 VALOR AGREGADO (Agroindustria)



CAPÍTULO 4 VALOR AGREGADO (Agroindustria)

Dr. Luis Roberto Reveles Torres
MC. Juan José Figueroa González
Dra. Raquel Karina Cruz Bravo
Dr. Francisco Echavarría Cháirez

Introducción

La industria alimentaria es enorme; se mueve a gran velocidad para hacer frente al aumento de la población mundial. Los avances en todos los campos de la agricultura, están proporcionando tecnologías, que dan lugar a rendimientos en la producción de alimentos no vistos hasta el momento. Las necesidades por parte de la población, no se refieren solamente a alimentos inocuos, sino también, a alimentos de alta calidad, que proporcionen salud y bienestar. Esto hace que los científicos en alimentos se enfrenten a un sinfín de retos para conseguir las necesidades que se demandan. Para obtener los productos finales se llevan a cabo muchas operaciones de proceso que requieren esfuerzos de ingeniería importantes para adecuar las demandas de calidad, inocuidad, comodidad, funcionalidad y durabilidad (Singh y Heldman, 2009). Además, la producción y estabilización de los alimentos han pasado, progresivamente de la forma artesanal hasta un estado industrial. Esta transformación se aceleró después de la Segunda Guerra Mundial por el importante éxodo rural que se produjo al término de la confrontación. La concentración de la población en los

centros urbanos generó problemas de aprovisionamiento de productos agrícolas y alimenticios, lo que ocasiono una exigencia en la mejora en la estabilidad de los productos y su distribución para prolongar su consumo en el espacio y en el tiempo. Esta necesidad de regular el aprovisionamiento y de adaptar la oferta a la demanda ha mantenido un papel determinante en el desarrollo de la industria agroalimentaria y en la evolución de la agricultura (Jeantet *et al.*, 2010).

La agroindustria en Zacatecas ha avanzado paulatinamente, creándose cada vez más, pequeñas y medianas empresas familiares o como asociaciones civiles, dedicadas a la producción de tecnologías de alimentos, que, si bien pueden incursionar en el mercado local, también lo pueden hacer a nivel regional o nacional. Sin embargo, la mayor parte de los productos agrícolas, pecuarios y forestales producidos en el Estado, no sufren ninguna transformación adicional, por lo que son comercializados como materia prima, lo que limita la posibilidad de obtener un valor agregado y mayores ganancias para los productores y sus familias. Esto ha limitado la capacidad de ahorro e inversión en tecnologías modernas y ha reducido la capacidad de crecimiento y desarrollo. Asimismo, la FAO (2013) alude que el desarrollo de agroindustrias competitivas es crucial para generar oportunidades de empleo e ingresos y contribuye, además, a mejorar la calidad de los productos agrícolas. Las agroindustrias tienen el potencial de generar empleos para la población rural, no sólo a nivel agrícola, sino también en actividades extra a la explotación como son: manipulación, envasado, procesamiento, transporte y comercialización de productos alimenticios y agropecuarios. Existen señales claras de que las agroindustrias están teniendo un impacto global significativo en el desarrollo económico y en la reducción de la pobreza, tanto en las comunidades urbanas como rurales.

Adicionalmente a la agregación de valor por la transformación de materias primas en productos de consumo directo, se pueden obtener otros beneficios; como la posibilidad de la creación de tecnologías agroalimentarias, obteniendo productos agradables al paladar y mejorando las propiedades organolépticas, nutritivas y funcionales de las materias primas e inclusive de aquellas que tienen poco mercado o un consumo mínimo. Un ejemplo de esto puede ser el consumo de ajo, el cual es limitado. Sin embargo, al transformarse en pastas o aderezos, su sabor mejora y así también su consumo, permitiendo ampliar la superficie sembrada sin perjudicar el precio de venta. También, existe la posibilidad que, durante la cosecha del producto, los atributos físicos se afecten (el tamaño, la forma o el color) disminuyéndose los estándares de calidad de la materia prima, evitando su comercialización a granel. Dichos estándares pueden quedar ocultos y dejar de ser importantes, si se opta por la transformación de alta calidad, dándole valor agregado y favoreciendo su comercialización e incrementando la demanda y evitando pérdidas de poscosecha.

Al transformar un producto agrícola y darle valor agregado, se abre la posibilidad de establecer fuentes de trabajo como pequeños talleres de producción artesanal que pueden ser la base de microempresas, lo que trae consigo un mayor dinamismo económico, la recuperación de hábitos de consumo y prácticas de alimentación sanas, las cuales pudieran haber sido abandonadas y que al final generan un ambiente económico local saludable.

El Campo Experimental Zacatecas, consiente de la importancia que representa agregar un valor a los productos que se generan en el sector agropecuario y forestal, ha conducido investigaciones dentro de los sistemas producto vid, nopal, durazno, caprinos, ajo, chile, frijol, etc., con las cuales se pretende promover la agregación de valor a la producción agropecuaria y su retención en

origen. Esto propicia la diversificación de los ingresos en las unidades agropecuarias y agroindustriales, principalmente en las que hay una alta participación de la agricultura familiar o campesina; además se contribuye a atender las causas que ocasionan las pérdidas en postcosecha y se enfrentan las limitaciones que tienen los productores y empresarios para acceder a mercados dinámicos; impulsando el desarrollo de una oferta agroexportable con mayor valor agregado, para así mejorar la competitividad y su sustentabilidad y contribuir al desarrollo.

Licor de fruta

El licor se define como una bebida espirituosa, obtenida por maceración de frutas, generalmente un licor está compuesto por alcohol, agua, azúcar y frutas o plantas aromáticas. Alvarado-Nava (2011) menciona que, a diferencia de los vinos y aguardientes, el licor es una bebida hidroalcohólica aromatizada y endulzada con azúcar, glucosa o miel. Reyes-Linares *et al.*, (2011) mencionan que los licores se pueden consumir en todo momento, servirse como aperitivos o digestivos después de las comidas y también como ingredientes en combinaciones para preparar bebidas o cócteles.

Cultivo: Durazno (*Prunus persica*), manzana (*Pyrus malus*), guayaba (*Psidium guajava*), uva (*Vitis vinifera*).

Producto: Licor.

Variedades: Criollos.

Cosecha: Agosto-octubre.

Condiciones: Con alto color y maduración definidos, pudiendo no ser de primera calidad.

Proceso: Manual.

Ingredientes: 5.845 Kg de fruta, 12.400 litros de agua, 2.480 Kg de azúcar, 2.635 L de alcohol y 3.0 g de ácido cítrico. Los ingredientes se ajustaron para un contenedor de vidrio de 23.250 L de capacidad.

Procedimiento: El procedimiento se realiza de acuerdo con Alvarado-Nava (2011). Se lava la fruta que se va a procesar y se parte en dos, esto con la finalidad de retirar el hueso o las semillas, lo cual depende de la materia prima que se utilice, se procede a pesar (5.845 Kg) el fruto. Por otro lado, se pesa el

azúcar y se prepara el almíbar con la mitad de agua (6.200 L). El almíbar, se coloca a fuego lento hasta que llegue al punto de ebullición 90-100 °C, una vez iniciada la ebullición se agregan 3.0g de ácido cítrico y se deja hervir por 5 minutos, se retira del fuego y se mezcla con el resto de agua, con la finalidad de enfriarlo y mantenerlo a temperatura ambiente y después incorporar el alcohol, una vez mezclados el agua y el alcohol se procede a vaciarlos al recipiente de vidrio. Se coloca la fruta dentro del recipiente con el almíbar y el alcohol hasta eliminar todas las burbujas de aire. Se deja en reposo absoluto, a una temperatura entre 20 y 22 °C por tres meses, pasado este tiempo se hace el trasiego donde se separa la fruta del licor y se obtiene un licor joven con aromas y sabores agradables al paladar. Después del primer trasiego se deja en reposo absoluto por tres meses más y se hace un segundo trasiego donde el licor incrementa su aroma y sabor, logrando un añejamiento y mayor agrado al paladar.

NOTA: Formula para el ajuste de los grados de alcohol:

$$X = (A * B) / (C - B)$$

Ejemplo con las cantidades utilizadas en esta tecnología.

$$X = (12.400 * 17) / (97 - 17) = 2.635 \text{ L de alcohol.}$$

X= Alcohol a utilizar.

A= Cantidad de agua.

B= Ajuste de °GL a los que se va a procesar el alcohol.

C= °GL de alcohol comercial.

Recomendaciones: Es importante informarse sobre los °GL que trae el alcohol comercial para hacer el ajuste necesario de alcohol a utilizar en este tipo de proceso.

Productividad: De 5.845 Kg de fruta se obtienen entre 12 y 14 L de licor.

Valor agregado: En esta tecnología al vender el licor a \$70.00/L, se obtiene un ingreso de \$840.00 a \$980.00.



Vino tinto

El Campo Experimental Zacatecas del INIFAP, tiene una larga tradición en la producción de vinos con variedades de uva que se producen en sus terrenos. La cava del INIFAP conserva vinos tintos de la variedad Malbec, que fueron producidos a fines de los 70's y hasta la fecha; (Almanza-Aguilera *et al.*, 2012) además de otras variedades como Merlot, Carignane, Petite Shiras, Ruby Cabernet, Tannat, Malbec, Shiras. Por otro lado, los polifenoles del vino tinto presentan un alto potencial antioxidante relacionado con la disminución de enfermedades cardiovasculares y de algunos tipos de cáncer (García *et al.*, 2015).

Cultivo: Vid (*Vitis vinifera*).

Producto: Vino tinto o rosado.

Variedades: Merlot, Carignane, Petite Shiras, Ruby Cabernet, Tannat, Malbec, Shiras.

Cosecha: Agosto-septiembre.

Condiciones: Con excelente contenido de grados brix (22 °Bx).

Proceso: Manual.

Ingredientes: Uva roja, metabisulfito de sodio.



Procedimiento: Recepción y peso de la uva (50 Kg). Se determina el daño físico y sanitario de la uva para medir el % de metabisulfito de sodio a aplicar. Si las uvas llegan en condiciones buenas hasta

un 90% sin picaduras de pájaro, hojas o follaje de la misma parra, se deben agregar 0.07 g/Kg. Si las uvas llegan en malas condiciones de calidad (sin picaduras de pájaros, sin hojas o follaje) agregar de 0.08-0.09 g/Kg de metabisulfito de sodio. Se muele la uva en un molino de rodillos 2-3 veces hasta romper la uva. Al término de la primera molienda, se agrega el metabisulfito de sodio. Se “despalilla” o se desgrana, la uva lo más rápido posible para evitar una oxidación. Se coloca el jugo en garrafones de boca chica, hasta el 70-75% de su capacidad. Posteriormente, se colocan en lugares frescos con temperaturas no mayores a 26 °C y de ser posible alejados de la luz, durante 8 a 15 días y se verifica el proceso de fermentación. Al término de la fermentación, se prensa el jugo para eliminar el mosto o pulpa y obtener un jugo con el mayor color de la uva. Se coloca en garrafones hasta el 90% de su capacidad. Después de 2 a 4 días, ya no hay fermentación, se hace un trasiego y se llena hasta el máximo de la capacidad del garrafón. Se deja en reposo por 3 meses y se hace otro trasiego. Posteriormente, se hace un nuevo trasiego y se deja reposar por 3 meses. Una vez más, se hace otro trasiego y se deja reposar. Posteriormente, se hace el último trasiego para que el vino alcance su máxima clarificación y madurez propia del producto. finalmente, se procede a embotellar.

Recomendaciones: Es importante mantenerlos a temperatura entre 14 a 26 °C y ausentes de luz, para evitar un daño fisicoquímico en el producto.

Productividad: Depende de la cantidad de jugo presente en la variedad a utilizar. Se puede obtener jugo considerando un 30 a 40% del peso de la fruta.

Valor agregado: De 50 Kg de uva se obtienen entre 20 y 30 L de vino con una venta de \$90.00 por litro.

Vino blanco

El glutatión desempeña un papel fundamental en la prevención de las oxidaciones de algunos compuestos volátiles con gran impacto sensorial y ejerce un efecto protector sobre el aroma del vino. Se origina durante la maduración de la uva, y su contenido está influenciado por numerosos factores, entre los que se encuentra la variedad. Asimismo, manifiesta efectos benéficos sobre la salud humana, por lo que está siendo objeto de numerosos estudios en los últimos años. Las elevadas concentraciones de este compuesto en la variedad Tempranillo blanco sugieren que esta tiene un buen potencial antioxidante (Martínez y García-Escudero, 2014).

Cultivo: Vid (*Vitis vinifera*).

Producto: Vino blanco.

Variedades: Saint-Émilion,
Moscatel Italia, Moscatel
Alejandría, Semillón, Cabernet
Sauvignon, Chenin Blanc,
Tempranillo, Esmerald Riesling.

Cosecha: Agosto-septiembre.

Condiciones: Con excelente
contenido de grados brix (22
°Bx).

Proceso: Manual.

Ingredientes: Uva blanca,
metabisulfito de sodio,
bentonita.



Procedimiento: Tras la recepción y peso de la uva (50 Kg), se determina el daño físico y sanitario de la uva para medir el porcentaje de metabisulfito de sodio a aplicar. Si las uvas llegan en condiciones buenas se agrega 0.07 g/kg. Si las uvas llegan en malas condiciones de calidad debe ser entre 0.08-0.09 g/Kg de metabisulfito de sodio. La uva se muele en el molino de rodillos 2-3 veces hasta romper la uva. Al término de la primera molienda, se agrega el metabisulfito de sodio. Se “despalilla” o se desgrana la uva lo más rápido posible para evitar oxidaciones. Se prensa para separar el gabazo del jugo. Una vez prensado, se coloca el jugo en garrafrones de vidrio de boca chica hasta el 80% de su capacidad, y se colocan en lugares frescos, con temperaturas no mayores a 22 °C y de ser posible ausente de luz. Se mide la densidad del jugo, pH, acidez y temperatura del jugo respectivamente con la finalidad de tener un control en la fermentación. Y se agrega la bentonita (35 g por 100 litros) con la finalidad de clarificar el producto y lograr una mayor sedimentación de los sólidos presente en el jugo. Y se agrega la bentonita con la finalidad de clarificar el producto y lograr una mayor sedimentación de los sólidos presentes en el jugo. Se deja de 2 a 4 días para verificar el inicio de la fermentación. Además, si hay sedimentos hacer trasiegos para evitar una oxidación del producto. Al término de la fermentación se hace un trasiego para eliminar lodos o sedimentos y se procede a llenar los garrafrones a su máxima capacidad. Se deja reposar por 3 meses. Pasado el tiempo anterior se hace otro trasiego y se deja reposar por otros 3 meses, hasta que alcance su clarificación y madurez, y finalmente se embotella.

Recomendaciones: Es importante verificar diariamente el proceso de fermentación y sedimentación del vino blanco. Debido a que, cuando hay presencia de muchos solidos estos incrementan el volumen en el recipiente y

pueden ocasionar una mala fermentación. Es importante mantenerlos a temperatura entre 14 a 22 °C.

Productividad: Depende de la cantidad de jugo presente en la variedad a utilizar; sin embargo, se puede obtener jugo desde 50 a 70% dependiendo de la variedad.

Valor agregado: De 50 Kg de uva se obtienen entre 30 y 40 L de vino blanco con un precio de venta promedio de \$90.00 por litro.

Mermelada de tuna

La mermelada de tuna es un producto agroindustrial que puede tener uso en la industria de dulces, panadería y repostería por su calidad, textura y presentación final del producto. Además, es un producto rico en nutrientes y con excelente contenido de compuestos nutraceuticos.

Ramírez-Ramos *et al.* (2015) mencionaron que los frutos de tuna constituyen una fuente importante de compuestos antioxidantes, principalmente por la presencia de compuestos fenólicos y betalainas.

Cultivo: Tuna (*Opuntia ficus-indica*).

Producto: Mermelada.

Variedades: Rojo Pelón y Blanca Cristalina.

Cosecha: Agosto-septiembre.

Condiciones: Con propiedades organolépticas bien desarrolladas (sabor, color, dulce, etcétera). Puede ser de primera o segunda calidad.

Proceso: Manual.

Ingredientes: 1.0 L de jugo y 250 g de cascara de tuna.

Procedimiento: La tuna se limpia, se lava, se pela, y se corta en trozos pequeños. Además, se licua la tuna, para separar a través de un colador la semilla del jugo. En una olla se pone el jugo. En una olla se pone el jugo, el cual se lleva a fuego hasta que la mezcla alcanza los 45-48 °Bx. Una vez alcanzada esta concentración de grados brix se agrega la cascara de la tuna y se sigue calentando hasta alcanzar los 57-60 °Bx. Por otro lado, se limpian y se sanitizan con alcohol los frascos y se procede a envasar la mermelada. Se hace la

esterilización del producto en baño maría (90 °C) por 30 minutos. Se enfrían a temperatura ambiente y se etiqueta el producto.

Recomendaciones: Utilizar un refractómetro de tal manera que se lleve a cabo la medida de los °Bx, y así obtener la mermelada de tuna con las cualidades y características de una mermelada comercial. La pectina no se agregó en esta tecnología porque la fruta tiene ese compuesto de manera natural y al agregar la pectina a la mermelada se produce una cristalización de los azúcares dañando la apariencia final del producto. Por otro lado, al procesar 2 Kg de tuna se obtienen aproximadamente 1000 mL de jugo.

Productividad: El precio de la tuna a granel es de \$2.10/Kg, al procesar el mismo kilogramo de tuna en mermelada se obtienen 4 frascos (250 g) de mermelada.

Valor agregado: Puede ser vendida a \$15.50 al mercado.



Pasta de ajo tipo gourmet

La pasta de ajo, es un producto bajo en grasa y puede ser empleado como aderezo en carnes y diferentes platillos, además, de ser una opción para darle valor agregado a este tipo de hortaliza. Es una pasta blanda, suave y untable (Figuroa-González *et al.*, 2014).

Cultivo: Ajo (*Allium sativum*).

Producto: Aderezo.

Variedades: Perla, California, Europeo, Coreano, Ensenada.

Cosecha: Mayo-junio.

Condiciones: Ajo de buena calidad: primera, segunda y tercera, siempre y cuando no tenga pudriciones o esté seco.

Proceso: Manual e industrial.

Ingredientes: 1 Kg de ajo escaldado, limpio y pelado, 15 g de bicarbonato de sodio, 3 L de agua, 10 g de sal y 60 mL de aceite.

Procedimiento: El procedimiento se realiza de acuerdo con Figuroa-González *et al.* (2014). Se lleva a ebullición (90-110 °C) el agua, al momento que se inicie la ebullición, se agrega el ajo, una vez puesto el ajo y reinicie de nuevo la ebullición se agrega el bicarbonato de sodio y se mantiene por 5 minutos en ebullición, después se procede a separar la cascara del ajo hasta limpiarlo perfectamente y se muele.

Por otro lado, se coloca el aceite en una cacerola, y se pone a fuego lento, cuando alcance los 80 °C se agregan el ajo molido y sal. En el proceso se bate constantemente hasta que comience la ebullición de la pasta, una vez iniciada

la ebullición, se deja por 8 minutos más y luego se retira del fuego. Se procede con el envasado, los frascos se tapan y se sellan entre un 50 a 70% para que eliminar las burbujas de aire acumuladas durante el envasado. Se colocan a baño maría a 90 °C por 30 minutos, al final se cierran por completo los frascos y se dejan enfriar a temperatura ambiente. Se etiqueta y almacena.

Recomendaciones: Se almacena en lugares frescos con 19-22 °C o en refrigeración puede alcanzar una vida de anaquel de 6-12 meses dependiendo de los cuidados que se le proporcionen.

Productividad: Se obtienen 8 frascos (125 g) de 1 Kg de ajo escaldado y limpio.

Valor agregado: Con un precio a la venta de \$20.00 se obtienen \$160.00/Kg de ajo procesado.



Hojuelas de ajo

Las hojuelas de ajo, se obtienen de ajos deshidratados, que al molerse o triturarse se puede generar un polvo fino de ajo, que puede ser utilizado en remedios caseros o bien como condimento en platillos (Figuroa-González *et al.*, 2014). Las personas con hipertensión pueden optar por utilizar el ajo debido a que reduce la presión arterial (Reinhart *et al.*, 2008).

Cultivo: Ajo (*Allium sativum*).

Producto: Hojuelas deshidratadas.

Variedades: Perla, California, Europeo, Coreano, Ensenada.

Cosecha: Mayo-junio.

Condiciones: Ajo de buena calidad: primera, segunda y tercera sin daños por plagas o pudriciones.

Proceso: Manual.

Ingredientes: 1 Kg de ajo limpio (sin cascara) y 3 L de agua.

Procedimiento: El procedimiento se realiza de acuerdo con Figuroa-González *et al.* (2014). Se retira la cascara del ajo y se corta en hojuelas de 0.5 cm de grosor aproximadamente. Se lavan en agua y se dejan sumergidos en agua purificada de garrafón por 30 minutos. Se retiran del agua con ayuda de un colador permitiendo que escurran la mayor parte de agua adherida. Posteriormente se colocan y se distribuyen uniformemente en charolas dentro de un deshidratador solar. Se monitorea el peso hasta que se alcancen un peso constante o una humedad en base seca del 5-8% en un periodo de 8 a 10 días. Se empaqueta en bolsas de celofán y se etiqueta.

Recomendaciones: Durante el secado es importante monitorear el producto para evitar que se oxide o se lo coman roedores o insectos presentes alrededor del deshidratador solar. Cubrir el deshidratador solar por las tardes para evitar que el aire húmedo o frío de la noche penetre en la hojuela y absorba más humedad.

Productividad: Se obtienen 180-200 g de 1 Kg de ajo.

Valor agregado: Con un precio a la venta de \$311.00/100 g de ajo seco se obtienen \$559.80 a \$622.00 de la masa seca de ajo deshidratado obtenido al final del proceso de secado.



Queso de tuna

El queso de tuna ha sido elaborado por muchos años (su origen se pierde en la historia) en la región conocida como el altiplano potosino, el cual abarca la mayor parte de los municipios de Zacatecas que se encuentran en la parte sureste y una parte del suroeste de San Luis Potosí. Actualmente se sigue elaborando en algunas comunidades de los municipios de Pánfilo Natera, Villa Hidalgo y Pinos, preferentemente debido a que existen todavía grandes nopaleras silvestres en esa parte del Estado (Alvarado-Nava, 2010).

Cultivo: Tuna (*Opuntia ficus-indica*).

Producto: Dulce de tuna.

Variedades: Cardona.

Cosecha: Agosto-septiembre.

Condiciones: Excelentes propiedades organolépticas bien desarrolladas: sabor, color, dulce, etcétera.

Proceso: Manual e industrial.

Ingredientes: 8.300 kg de tuna Cardona.

Procedimiento: El procedimiento se realiza de acuerdo con Alvarado-Nava (2010). Se lava, se limpia y se pela la tuna y se le miden los grados brix (°Bx). Después, se licua la pulpa y con un colador se filtra para evitar el paso de impurezas o sólidos al dulce final. Se coloca a fuego lento sin dejar de batir y se retira del fuego cuando alcance los 81 °Bx. Posteriormente, se coloca la muestra en una bandeja de madera y se delinea de forma horizontal con una pala de madera o espátula y se deja reposar de 12 a 15 horas. Con una mezcladora eléctrica se logra un batido extra en el dulce y posteriormente se coloca en

bastidores de madera de 1.5 cm de largo por 1 m de ancho forrada con tela tipo manta para facilitar el despegado del queso de tuna un día después del reposo. Posteriormente, se deja reposar nuevamente por 24 horas. Se hace el moldeo de figuras de los dulces, se empacan y se etiquetan.

Recomendaciones: Contar con un refractómetro para medir los °Bx y obtener el dulce adecuado, evitando que se haga una pasta dura. Para esta cantidad se necesita un tiempo de 3.5 a 4.5 horas. Cabe mencionar que dependiendo de la cantidad a procesar va a ser el tiempo de preparación.

Productividad: El precio de la tuna a granel es de \$2.10/Kg, si se procesan 8.3 Kg de tuna se tiene un costo de \$17.43, de dicha cantidad se obtiene 1.300 Kg de dulce o queso de tuna.

Valor agregado: Puede tener un precio de venta en el mercado de \$16.17/100 g.



Asado de boda

A nivel industrial, el uso más importante de los chiles rojos secos, es en la elaboración de moles y productos sazonadores a base de chile. Existen en el mercado muchas marcas comerciales, pero aquí presentamos como opción la pasta tipo “asado de boda” (Alvarado-Nava *et al.*, 2006).

Cultivo: Chile (*Capsicum annum*).

Producto: Pasta para asado.

Variedades: Ancho y Puya.

Cosecha: Octubre-diciembre

Condiciones: Chile de buena calidad y seco.

Proceso: Manual e industrial.

Ingredientes: 750 g de chile puya, 250 g de chile ancho, 10 g de comino, 5 g de pimienta, 8 g de cascara de naranja (molida y seca), 3.4 g de laurel molido, 20 g de ajo, 30 g de sal, 2 L de agua purificada y 208 ml de aceite.

Procedimiento: Se desvena el chile, se muele en seco y se mezcla. Se pone una olla al fuego y se le agrega el aceite; cuando comienza a hervir se agregan las especias y se mezclan perfectamente bien. Posteriormente, se agrega el chile y el agua sin dejar de batir. El proceso finaliza 1 a 2 horas después de agregar el agua. Se envasan en frascos previamente sanitizados con alcohol y se sellan entre 50 y 70%, se ponen a baño maría a 90 °C por 30 minutos, transcurrido el tiempo se sellan los frascos al 100% y se dejan enfriar a temperatura ambiente.

Recomendaciones: Para un asado sin picor, se desvena todo el chile puya y el ancho se deja íntegro. Para un asado con poco picor, el chile puya se desvena el

50% del total. El tiempo de cocción depende de la cantidad de asado a elaborar y puede variar desde 1 a 2 horas.

Productividad: del proceso se obtienen aproximadamente 1.000-1.150 kg de asado.

Valor agregado: si se vende en presentación de 250 g a un precio de \$30.00 se obtiene un ingreso de \$120.00 a \$138.00. Es importante considerar que los procesos se están haciendo con la mínima cantidad de materia prima. Una vez que se decida por una microempresa procesando grandes cantidades, los gastos disminuyen y se incrementan los ingresos.



Panqué de frijol

En la actualidad, la producción de alimentos ricos en proteína y que aporten un beneficio a la salud es un reto para los tecnólogos en alimentos. Con la finalidad de buscar alternativas de comercialización de granos y cereales que tienen como único canal de comercialización la venta a granel y por tanto el precio pagado al productor es poco rentable (Figueroa-González *et al.*, 2015). El panqué de frijol es un producto sometido a batido y horneado en el cual se sustituye hasta un 80% la harina de trigo, incorporándole harina de frijol negro o frijol de otra variedad.

Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.).

Producto: Panqué.

Variedades: Negro Frijozac, Negro San Luis, Bayo Zacatecas y Pinto Saltillo.

Condiciones: Libre de plagas y pudriciones; se puede utilizar frijol quebrado, de segunda y tercera calidad.

Proceso: Manual e industrial.

Ingredientes: 80 g de harina de frijol, 20 g de harina de trigo, 70 g de azúcar, 70 g de mantequilla, 120 g de huevo, 5 g de bicarbonato, 0.5 g de sal, 2 mL de vainilla y 100 mL de leche.

Procedimiento: Primero se pesan los ingredientes por separado. El primer paso es mezclar la mantequilla con el azúcar y se agregan las yemas de los huevos



sin las claras; primero las yemas para suavizar la pasta y evitar que se formen grumos al mezclar. Después se añaden las harinas, la sal y el bicarbonato de sodio y se bate hasta lograr una mezcla homogénea, y después se incorpora la leche y la vainilla mezclándolos nuevamente. Por separado se baten las claras a punto de turrón y se agregan a la mezcla. Después de engrasar con aceite el interior de los moldes, se cubren con una capa fina de harina para evitar que el pan se adhiera al molde durante el horneado. La mezcla de los ingredientes perfectamente integrados se vacía en los moldes. El panqué se hornea a 250 °C por 45 minutos y después del proceso de horneado, se apaga el horno y el panqué se deja reposar en el interior por 15 minutos, para evitar que pierda su forma característica, pasado el tiempo se saca del horno y se empaca.

Recomendaciones: El tiempo puede variar de 45 a 50 minutos dependiendo de la variedad de frijol y de la cantidad de harina a procesar. No sacar el panqué inmediatamente después de apagar el horno porque de lo contrario se obtendrá un producto con aspecto crudo o plano, debido al cambio fuerte de temperatura al que es sometido el producto al salir del horno.



Productividad: El costo de producción de frijol es de \$6.60/Kg, al productor se le paga a \$8.00/Kg por tanto tiene una ganancia de \$1.40. Si se procesa el frijol en forma de panqué el costo de producción es de \$114.75, al productor se le pagarían \$130.25 y tendría una ganancia de \$15.50/Kg de frijol.

Barrita de frijol

La barrita de frijol es una tecnología de alimentos novedosa para incrementar el valor agregado al frijol, puede ser utilizada como colación entre las comidas para sentir saciedad. Figueroa *et al.*, (2011) menciona que la barrita de frijol contiene 15.91% de proteína y 15.42% de fibra dietaria.

Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Producto: Barrita-galleta de frijol.

Variedades: Negro Frijozac, Negro San Luis, Bayo Zacatecas y Pinto Saltillo.

Cosecha: Primavera-verano.

Condiciones: Libre de plagas y pudriciones. Se puede utilizar frijol quebrado, de segunda y tercera calidad.

Proceso: Manual e industrial.

Ingredientes: 60 g de harina de frijol, 30 g de avena, 5 g de nuez, 3 g de pasas, 2 g de amaranto, 15 g de azúcar, 0.5 g de sal, 8.3 g de mantequilla, 3 mL de yema de huevo y 40 mL de leche.

Procedimiento: El procedimiento se realiza con lo descrito por Figueroa-González *et al.* (2011). La mantequilla y el azúcar se mezclan hasta formar una pasta cremosa, posteriormente se agrega la harina de frijol, la avena y la sal, que se mezclan para agregar finalmente la nuez, las pasas y el amaranto. La mezcla se deja reposar por 20 minutos envuelta dentro de una bolsa de plástico. Inmediatamente después del reposo se moldean las barritas y se hornean a 210 °C por 43 minutos. Se enfrían a temperatura ambiente y se empacan en bolsas de celofán.

Productividad: Al dar valor agregado a un kilogramo de frijol a través de la producción de barritas se obtiene 30 barritas.

Valor agregado: en 30 barritas de frijol a \$2.00 se obtiene \$60.00.



Totopo de frijol

El totopo de frijol de acuerdo con Figueroa *et al.* (2010) contiene 15.91 % de proteína, 15.42 % de fibra dietaria. Además, contiene 125.11 mg de fenoles totales y tiene una capacidad antioxidante de 61.2 TEAC/ $\mu\text{mol/g}$.

Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Producto: Totopos.

Ciclo: Anual.

Variedades: Bayo Zacatecas, Pinto Saltillo, Negro Frijozac y Negro San Luis.

Cosecha: Primavera-verano. Condiciones: libre de plagas y pudriciones. Se puede utilizar frijol quebrado, de segunda y tercera calidad.

Proceso: Manual e industrial.

Ingredientes: 500 g harina de frijol, 500 g harina de maíz nixtamalizada, 10 g de sal, 150 mL de aceite y 1000 mL de agua.



Procedimiento: El frijol se limpia y se lava a chorro de agua hasta eliminar todo tipo de impurezas que pudiera traer. Posteriormente se deja remojar en agua purificada por 3 horas, con la finalidad de eliminar al 100% toda suciedad que pueda traer impregnada en la epidermis. Se pone a secar a temperatura

ambiente. Ya seco el frijol, se procede a molerlo en un molino de piedras. El frijol molido, se empaca en bolsas de papel y se coloca en un lugar fresco, para evitar que la harina se oxide o sea atacada por una bacteria u hongo. El maíz a utilizar en este proceso, tiene que ser nixtamalizado, posteriormente lavado y secado a temperatura ambiente, se muele y se empaca al igual que el frijol.

Se pesan los ingredientes, frijol, maíz y sal. Si es necesario una vez pesadas las harinas se ciernen para evitar el paso de partículas de tamaño irregular y que eviten una mejor presentación del producto. Se mezclan las harinas. Después se agrega la sal, se mezcla bien y se agregan las especias. Una vez mezclados todos los ingredientes se agrega el agua, y se mezcla nuevamente hasta formar una masa compacta. Al final se agrega el aceite y se lleva a fuego por 3 minutos (sancochado), con la finalidad de que el aceite se impregne bien en la mezcla y se disminuya lo pegajoso de ésta. Se hacen las tortillas que se colocan en charolas previamente engrasadas, que se cortan en forma triangular o circular.

Horneado. Se colocan las charolas en el horno por un periodo de 50 minutos a 250 °C. A la mitad del horneado es necesario darle vuelta al producto para evitar que se dore demasiado. Una vez horneados se dejan enfriar a temperatura ambiente y se empacan en bolsas de papel celofán.

Productividad: El costo de producción de totopos de frijol es de \$33.22/Kg de frijol, se obtienen 16 bolsas (50 g).

Valor agregado: de ello se tiene una ganancia de \$14.78 total por kilogramo de frijol, en comparación con la venta tradicional del frijol que da una ganancia de \$1.40.

Galletas de frijol de alta calidad nutricional, sin azúcar y colesterol

La galleta de frijol contiene fibra dietaria, fenoles, antocianinas, flavonoides y taninos, los cuales aportan un beneficio a la salud (nutracéuticos). Además, presenta una excelente capacidad antioxidante. A mayor capacidad antioxidante, mayor es el efecto biológico en la prevención de diversas enfermedades (Cruz-Bravo *et al.*, 2015).

Cultivo: Frijol común
(*Phaseolus vulgaris*, L.).

Producto: Galleta.

Variedad: Pinto Saltillo.

Cosecha: Primavera-verano.

Condiciones: Libre de plagas. Se puede utilizar grano de frijol quebrado y de segunda calidad en condiciones inocuas aceptables.

Proceso: Artesanal.

Ingredientes: 90 g de harina de frijol, 10 g de harina de trigo integral, 100 g de harina de avena, 75 g de margarina, 50 mL de agua, 24 g de nuez, 10 mL de vainilla, 1 g de polvo para hornear, 0.80 g de stevia, 0.75 g de sal y 0.75 g de canela.

Procedimiento: Se realiza de acuerdo con Cruz-Bravo *et al.*, (2015). Brevemente, los granos de frijol se limpian, se lavan con agua purificada y se secan para obtener, mediante molienda, la harina de frijol que se mezcla con



harina de trigo integral (en una proporción 90:10, w/w) y otros ingredientes, como: avena molida, polvo para hornear, canela, nuez, sal (diluida en agua) y stevia en polvo (diluida en la vainilla). Se deja reposar la masa en refrigeración por aproximadamente una hora. A continuación, se engrasa la charola de acero inoxidable para hornear, se coloca la masa sobre ella y, con ayuda de moldes para galletas pequeñas, se les da forma. Se introduce la charola al horno, a una temperatura de 180 °C durante 40 minutos. Una vez transcurrido el tiempo, se saca la charola, se enfrían las galletas a temperatura ambiente, se envasan y etiquetan.

El producto tiene una alta calidad nutricional nutracéutica con una vida media de 60 días. Presenta una apariencia y sabor característicos de un producto integral, por lo que es factible que compita en el mercado como una alternativa saludable de consumo.

Recomendaciones: Vigilar la inocuidad en todo el proceso de elaboración (instalaciones, higiene, material, almacenamiento, transporte, etc.), para lo cual se necesita llevar a cabo un programa de Buenas Prácticas de Manufactura, asegurando así la calidad del producto.

Productividad: Mientras que el precio por 1 Kg de galletas integrales comerciales oscila en los \$150, el costo para producir artesanalmente 1.0 Kg de galletas con harina de frijol (con calidad nutricional y nutracéutica superior a su contraparte comercial) es de \$115.3. Si a éste se le adicionan las utilidades, el precio se convierte en \$184.48, por lo que la ganancia neta por comercializar 1.0 Kg de galletas es de \$69.18.

Mucílago de nopal

Domínguez *et al.*, (2011) mencionaron que, en México, el nopal (*Opuntia* spp.) se cultiva como fruta, hortaliza, forraje y para usos industriales. Los cladodios, en particular, son ricos en mucílago. Éste es un polímero lineal compuesto de polisacáridos emparentados con las pectinas. La composición del mucílago es de L-arabinosa (47%), D-xilosa (23%), D-galactosa (18%), L-ramnosa (7%) y ácido D-galacturónico (5%). Esta composición química podría ser utilizada en la elaboración de películas y recubrimientos comestibles para frutas altamente perecederas y mínimamente procesadas. Se presenta un método de extracción y purificación de nopal (*Opuntia* spp.).

Cultivo: Nopal (*Opuntia* spp. L.).

Producto: Mucílago.

Variedad: Indistinta.

Cosecha: Periodo de sequía (febrero-mayo).

Condiciones: Utilizar cladodios (pencas) de dos años de edad y cosechar las pencas por la mañana, cuando la acidez del tejido es mayor.

Proceso: Artesanal.

Procedimiento. El proceso se realiza con lo propuesto por Zegbe *et al.*, (2013). Se pesa cada cladodio en fresco para estimar el rendimiento seco de mucílago. Los cladodios se lavan y desinfectan con una solución de agua potable, hidróxido cúprico y cloro (1:5:4 volumen/volumen/volumen) por dos minutos. Después, las pencas se cepillan y las espinas se eliminan. Con un cuchillo casero se elimina la cutícula y la epidermis, tratando de recuperar la mayor cantidad de clorénquima y parénquima, que es donde se encuentra la mayor cantidad de

células que almacenan el mucílago. En este paso, existen dos alternativas de extracción del mucílago. La primera consiste en que después del paso anterior, el tejido sea macerado y la segunda puede ser que el tejido sea escaldado y después continuar con el proceso de extracción. El escaldado del cladodio (clorénquima + parénquima) se hace a 80°C por 30 segundos. Después el tejido se corta en cubos de 1.0 cm³, aproximadamente.

Macerado. El tejido en trozos se embebe en agua purificada [1:7; tejido (peso): agua (volumen), respectivamente] por 24 horas a 16 °C y se deja en un refrigerador convencional. Este paso es importante para recuperar la mayor cantidad de mucílago en fase acuosa. Se realiza un primer filtrado, la alícuota de mucílago se filtra y se pesa, y el resto de tejido vegetal se elimina. El sobrenadante se coloca en un vaso de precipitado (1.0 litro) y se somete en baño María a 75°C por 24 horas. El sobrenadante se enfría a temperatura ambiente. Este paso es importante para evitar la evaporación del etanol. La precipitación del mucílago (insolubilización de polímeros) de la fase acuosa se lleva a cabo agregando etanol en una relación 1:3 (solución acuosa: etanol). El precipitado del mucílago se separa mediante una segunda filtración. El resto del solvente se elimina en una estufa por 18 horas a 70°C. Los trozos de mucílago pasan por un proceso de molienda. El mucílago seco recuperado se coloca en un mortero de porcelana y se tritura hasta obtener un polvo blanquecino relativamente fino.



Mucílago fresco (arriba) y molido (abajo)

Queso de cabra tipo boyo

Es un queso no madurado con alta humedad, es versátil al momento de consumirlo, es decir que se puede complementar con muchas preparaciones culinarias (López *et al.*, 2011).

Sistema Producto: Caprino.

Producto: Queso.

Razas: De todo tipo.

Ordeña: Julio-octubre.

Condiciones: La leche debe de pasar por un proceso de filtrado, pasteurización, adición de aditivos, acidificación y maduración para quesos de pasta láctica y para los quesos de pasta



semidura y dura, adición de cuajo, coagulación de la leche; Corte de la cuajada, agitación y desuerado, salado, moldeado y prensado, maduración y envasado.

Recomendaciones: La leche debe ser fresca o refrigerada entre 17 a 23 °D (el grado Dornic expresa el contenido de ácido láctico) y de buena calidad, no debe presentar olores y colores extraños, la acidez de la leche debe estar entre 16 a 18 °D al momento de elaborar el boyo, prueba del alcohol al 70 % negativa, la leche no debe contener sustancias como antibióticos, antisépticos y

productos de limpieza, No debe de estar contaminada por microorganismos patógenos que podrían producir sabores y aromas diferentes al queso.

Proceso: Artesanal.

Ingredientes: 10 L de leche de cabra, 20 g de cloruro de calcio, 10 mL de cuajo enzimático, 500 mL de agua, 187.5 g de sal común.

Procedimiento. La elaboración se realiza de acuerdo con lo propuesto por López *et al.*, (2011). Se inicia con la recepción y filtrado de la leche. Se vierte la leche a una tina de doble fondo (previamente precalentada) y se pasteuriza a 62.8 °C por 30 minutos. Pasado el tiempo de pasteurización se enfría con agua corriente en dos tiempos: 1) a los 40-42 °C se agrega cloruro de calcio diluido en 100 mL de agua y se agita por 3 minutos y 2) a los 30-33 °C agregar (en forma de “∞” por toda la tina) el cuajo enzimático diluido en 400 mL de agua y se agita por 3 minutos. Posteriormente, se deja en reposo (periodo de coagulación) entre 40 y 60 minutos. La cuajada estará lista cuando se despreque sin problemas de la tina. Después se hace el corte de la cuajada, el cual consiste en un primer corte horizontal, un segundo corte vertical y el tercer corte al contrario de los anteriores; se deja reposar 3 minutos en cada corte. Ahora la mezcla se agita y se quita el suero hasta nivel de la cuajada. Se agrega la sal, se agita ligeramente y se deja en reposo por 5 a 10 minutos. Los granos de cuajada se vacían en una manta a la cual se le da forma circular, seguido de un prensado ligero por 12 horas.

Queso de cabra tipo ranchero

El queso fresco ranchero, es un queso de pasta blanda, elaborado con leche pasteurizada de cabra, y con coagulación en base a cuajo enzimático. Prácticamente se elabora en todo el país, tiene una vida de anaquel máxima de 10 días (López *et al.*, 2011).

Sistema Producto: Caprino.

Producto: Queso.

Razas: De todo tipo.

Ordeña: Julio-octubre.

Condiciones: La leche debe de pasar por un proceso de filtrado, pasteurización, adición de aditivos, acidificación y maduración para quesos de pasta láctica y para los quesos de pasta semidura y dura, adición de cuajo, coagulación de la leche; Corte de la cuajada, agitación y desuerado, salado, moldeado y prensado, maduración y envasado.

Recomendaciones: La leche debe ser fresca o refrigerada entre 17 a 23 °D (el grado Dornic expresa el contenido de ácido láctico) y de buena calidad, no debe presentar olores y colores extraños, la acidez de la leche debe estar entre 16 a 18 °D al momento de elaborar el boyo, prueba del alcohol al 70 % negativa, la leche no debe contener sustancias como antibióticos, antisépticos y productos de limpieza, No debe de estar contaminada por microorganismos patógenos que podrían producir sabores y aromas diferentes al queso.

Proceso: Artesanal.

Ingredientes: 100 L de leche de cabra, 20 g de cloruro de calcio, 15 mL de cuajo enzimático, 700 mL de agua y 250 g de sal.



Procedimiento. Este proceso se realiza de acuerdo con López *et al.*, (2011). Se inicia con la recepción y filtrado de la leche. Después se vierte la leche a la tina doble fondo (previamente precalentada) y se pasteuriza a 62.8 °C por 30 minutos. Pasado el tiempo de pasteurización se enfría con agua corriente en dos tiempos: 1) a los 40-42 °C se agrega el cloruro de calcio diluido en 100 mL de agua y se agita por 3 minutos y 2) a los 30-33 °C agregar (en forma de “∞” por toda la tina) el cuajo enzimático diluido en 400 mL de agua y se agita por tres minutos. Posteriormente, se deja en reposo (periodo de coagulación) entre 40 y 60 minutos. La cuajada estará lista cuando se despegue sin problemas de la tina. Después, se hace el corte de la cuajada (granos de 2 por 3 cm de grosor) la cual consiste en un primer corte horizontal, un segundo corte vertical y el tercer corte al contrario de los anteriores, se debe dejar reposar por tres

minutos en cada corte. Ahora la mezcla se agita y se le quita el suero hasta nivel de la cuajada dejando drenar por 2 horas. Utilizando un molino eléctrico o manual previamente lavado y desinfectado se muele la cuajada y se agrega la sal y se mezcla perfectamente. Normalmente se moldea en aros de metal con capacidad de 200 g, al estar moldeando se ejerce una ligera presión con los dedos.

Queso de cabra tipo panela

Es un queso de pasta firme, de color blanco intenso, con textura suave pero firme al corte, con sabor agradable y un delicado salado que lo hace agradable al paladar. Es un queso que tiene de 55 a 58 % de humedad, y un 40 % de materia grasa. Por su bajo contenido de sal se recomienda para personas con problemas de hipertensión (López *et al.*, 2011).

Sistema Producto: Caprino.

Producto: Queso.

Razas: De todo tipo.

Ordeña: Julio-octubre.

Condiciones: La leche debe de pasar por un proceso de filtrado, pasteurización, adición de aditivos, acidificación y maduración para quesos de pasta láctica y para los quesos de pasta semidura y dura, adición de cuajo, coagulación de la leche; Corte de la cuajada, agitación y desuerado, salado, moldeado y prensado, maduración y envasado.



Recomendaciones: La leche debe ser fresca o refrigerada entre 17 a 23 °D (el grado Dornic expresa el contenido de ácido láctico) y de buena calidad, no debe presentar olores y colores extraños, la acidez de la leche debe estar entre 16 a 18 °D al momento de elaborar el boyo, prueba del alcohol al 70 % negativa, la leche no debe contener sustancias como antibióticos, antisépticos y

productos de limpieza, No debe de estar contaminada por microorganismos patógenos que podrían producir sabores y aromas diferentes al queso.

Proceso: Artesanal.

Ingredientes: 10 L de leche de cabra, 20 g de cloruro de calcio, 10 mL de cuajo enzimático, 500 mL de agua y 250 g de sal.

Procedimiento. Se realiza de acuerdo con López *et al.*, (2011). Se inicia con la recepción y filtrado de la leche. Se vierte la leche a la tina doble fondo (previamente precalentada) y se pasteuriza a 62.8 °C por 30 minutos. Pasado el tiempo de pasteurización se enfría con agua corriente en dos tiempos: 1) a los 40-42 °C se agrega el cloruro de calcio diluido en 100 mL de agua y se agita por 3 minutos y 2) a los 32 °C agregar (en forma de “∞” por toda la tina) el cuajo enzimático diluido en 400 mL de agua y se agita por 3 minutos. Posteriormente, se deja en reposo (periodo de coagulación) entre 40 y 60 minutos. La cuajada estará lista cuando se desprege sin problemas de la tina. Seguido, se hace el corte de la cuajada la cual consiste en un primer corte horizontal, un segundo corte vertical y el tercer corte al contrario de los anteriores, dejando reposar 5 minutos en cada corte. Ahora la mezcla se agita y se quita el suero hasta retirar dos tercios del suero y manteniendo la temperatura a 32 °C. El moldeo, es esencial en este tipo de queso, debido a que no se utiliza prensado, el drenado del suero es con el peso de la propia cuajada. Para esto se requieren de algunos pasos: a) se llenan los moldes tipo cesto con la cuajada y se deja reposar por 3 minutos y se le espolvorea la sal a la cara expuesta, b) se realiza un primer volteo cuando la cuajada aún se encuentre tibia, c) se espolvorea la sal en la cara expuesta y se deja en reposo por 10 minutos, d) se realiza un segundo volteo y se deja en reposo por 10 minutos y e) es opcional un tercer volteo, después de éste se refrigera.

Queso de cabra tipo crema de pasta láctica

Sistema Producto: Caprino.

Producto: Queso.

Razas: De todo tipo.

Ordeña: Julio-octubre.

Condiciones: La leche debe de pasar por un proceso de filtrado, pasteurización, adición de aditivos, acidificación y maduración para quesos de pasta láctica y para los quesos de pasta semidura y dura, adición de cuajo, coagulación de la leche; Corte de la cuajada, agitación y desuerado, salado, moldeado y prensado, maduración y envasado.

Recomendaciones: La leche debe ser fresca o refrigerada entre 17 a 23 °D (el grado Dornic expresa el contenido de ácido láctico) y de buena calidad, no debe presentar olores y colores extraños, la acidez de la leche debe estar entre 16 a 18 °D al momento de elaborar el boyo, prueba del alcohol al 70 % negativa, la leche no debe contener sustancias como antibióticos, antisépticos y productos de limpieza, No debe de estar contaminada por microorganismos patógenos que podrían producir sabores y aromas diferentes al queso.

Proceso: Artesanal.

Ingredientes: 10 L de leche de cabra, 20 g de cloruro de calcio, 5 g o 5 unidades formadoras de colonia (UFC) de cultivo directo mesófilos, 1 a 2 mL de cuajo enzimático, 500 mL agua y 200 g de sal.

Procedimiento. Este proceso se realiza de acuerdo con López *et al.*, (2011). Se inicia con la recepción y filtrado de la leche. Se vierte la leche a la tina doble fondo (previamente precalentada) y se pasteuriza 62.8 °C por 30 minutos. Pasado el tiempo de pasteurización se enfría con agua corriente en tres tiempos: 1) a los 40-42 °C se agrega cloruro de calcio diluido en 100 mL de agua y se agita por 3 minutos, 2) entre los 32 y 37 °C se agrega el cultivo NT previamente cultivados en 200 mL de leche a la misma temperatura de la leche que se encuentra en la tina. Una vez agregado el NT se agita suavemente por 5 minutos evitando la formación de espuma y 3) transcurridos de 45 a 60 minutos se agrega (en forma de “∞” por toda la tina) el cuajo enzimático diluido en 600 mL de agua y se agita por 3 minutos sin que se forme espuma esto se realiza a una temperatura entre 30 a 32 °C. Posteriormente, se cubre la tina que contiene la leche inoculada y cuajo y se deja en reposo (periodo de coagulación) entre 14 y 18 horas (tarde y noche) a temperatura ambiente o hasta que alcance un pH de 4.7 o 60 °D.



En el día 2. Se lleva a cabo el quitado de suero, la cuajada se coloca sobre coladores finos o en recipientes perforados cubiertos de manta. Se recomienda no llenar el molde en un solo paso, si no que el llenado sea paulatino y se deje un lapso de tiempo entre capas de cuajada con la finalidad de facilitar la salida de suero debido a que este tipo de quesos no se prensan, el desuerado es por gravedad, por ejemplo, realizarlo en tres tiempos: 1) se coloca la cuajada hasta la mitad del molde o recipiente y se deja en reposo por 10 minutos. 2) se coloca la cuajada hasta tres partes del molde y se deja en reposo por 10 minutos y 3) se llena el molde un poco arriba del borde. Finalmente, se deja en reposo por 8 horas y posteriormente se refrigera hasta que alcance 24 horas de “desuerado”. Durante el día 3. Se agrega la sal, se amasa vigorosamente por 15 minutos y se deja en reposo por 5 minutos. Una vez salado, se puede mezclar con especias, ajo, ajonjolí, cenizas, chipotle, etcétera. El moldeo se hace en recipientes de 150 a 250 g.

Queso de cabra tipo cheddar

López *et al.* (2011) menciona que, estricta y legalmente hablando, el queso cheddar no puede ser elaborado con leche de cabra, porque el término “Cheddar” tiene su origen en un queso elaborado de leche de vaca. Sin embargo, puede ser posible la elaboración de este tipo de queso haciendo uso de la leche de cabra.

Sistema Producto: Caprino.

Producto: Queso.

Razas: De todo tipo.

Ordeña: Julio-octubre.

Condiciones: La leche debe de pasar por un proceso de filtrado, pasteurización, adición de aditivos, acidificación y maduración para quesos de pasta láctica y para los quesos de pasta semidura y dura, adición de cuajo, coagulación de la leche; Corte de la cuajada, agitación y desuerado, salado, moldeado y prensado, maduración y envasado.

Recomendaciones: La leche debe ser fresca o refrigerada entre 17 a 23 °D (el grado Dornic expresa el contenido de ácido láctico) y de buena calidad, no debe presentar olores y colores extraños, la acidez de la leche debe estar entre 16 a 18 °D al momento de elaborar el boyo, prueba del alcohol al 70 % negativa, la leche no debe contener sustancias como antibióticos, antisépticos y productos de limpieza, No debe de estar contaminada por microorganismos patógenos que podrían producir sabores y aromas diferentes al queso.

Proceso: Artesanal.

Ingredientes: 10 L de leche de cabra, 20 g de cloruro de calcio, 5 g (5 UFC) de cultivo directo mesófilos, 15 mL de cuajo enzimático, 800 mL agua y 376 g de sal.

Procedimiento. El proceso se realiza de acuerdo con López *et al.*, (2011) por tres días Día 1. Se inicia con la recepción y filtrado de la leche. Se vacía la leche a la tina de doble fondo (previamente precalentada) y se pasteuriza a 62.8 °C por 30 minutos. Pasado el tiempo de pasteurización se enfría con agua corriente en tres tiempos: 1) a los 40-42 °C se agrega el cloruro de calcio diluido en 100 mL de agua y se agita por 3 minutos, 2) entre los 32 y 37 °C se agrega el cultivo NT previamente cultivados en 200 mL de leche a la misma temperatura de la leche que se encuentra en la tina; una vez agregado el NT, se agita suavemente por 5 minutos y 3) transcurridos de 60 a 90 minutos o bien hasta que se incrementen 5 °C se agrega (en forma de “∞” por toda la tina) el cuajo enzimático diluido en 80 mL de agua y agitar por 3 minutos sin que se forme espuma esto se realiza a una temperatura entre 25 a 35 °C. La cuajada estará lista cuando se despegue sin problemas de la tina. Después, se hace el corte de la cuajada (granos de 2 por 3 cm de grosor) la cual consiste en un primer corte horizontal, un segundo corte vertical y el tercer corte al contrario de los anteriores, dejando reposar 3 minutos en cada corte. Posteriormente, se hace la cocción de la cuajada por 60 minutos, se inicia a los 30 °C hasta alcanzar los 39 °C (donde se mantiene la temperatura por 30 minutos). El aumento de la temperatura en el cocimiento de la cuajada debe ser gradual y lenta, se considera que 2 °C cada 5 minutos es un rango aceptable.

Después del cocimiento de la cuajada y el tiempo de reposo, los granos de cuajada precipitan por gravedad y se fusionan en un bloque sólido y se quita el

suero, dos terceras partes. Llegando a un pH de 6.1 o 24 °C se inicia el proceso de chedarización, el cual se inicia 1) haciendo un corte al bloque de cuajada tibia, en bloques de menor tamaño (de 20 a 30 cm), darles vuelta y apilarlos unos encima de otros. 2) los bloques se vuelven a cortar a la mitad (10 a 15 cm), se voltean ocasionalmente y se apilan nuevamente unos sobre otros. 3) los bloques se vuelven a cortar a la mitad (5 a 7 cm), se voltean ocasionalmente y se apilan unos encima de otros.

A continuación del proceso de chedarización, la acidez de la cuajada debe estar en un pH de 5.1 o de 45 a 50 °C. Se incorpora la sal (25 g de sal por Kg de cuajada) en tres tiempos, mezclar entre cada aplicación y se deja en reposo por 5 minutos. Se hace el moldeado, haciendo uso de moldes redondos cubiertos con manta que cuenten con tapa en capacidades de 1 a 3 Kg. Después de llenados los moldes, se realiza el prensado, aplicando una fuerza de 3 a 4 Kg por Kg de cuajada, se dejan pasar de 2 a 3 horas y se quita el molde al queso, se le quita la tela humedad, se exprime y se envuelve para regresarlo al molde nuevamente, pero colocando el queso en forma invertida. Después de 12 a 15 horas de prensado se repite la operación antes descrita y se deja prensado de 3 a 5 horas, pero aplicando el doble de la fuerza de prensado inicial. Finalmente se realiza la maduración (por al menos cuatro semanas a una temperatura de 6 a 8 °C) del queso en condiciones asépticas, evitando la aparición de microorganismos contaminantes.

Yogurt de leche de cabra

Sistema Producto: Caprino.

Producto: Yogurt.

Razas: De todo tipo.

Ordeña: Julio-octubre.

Condiciones: La elaboración de yogurt a partir de leche de cabra, presenta una serie de dificultades como la obtención de una cuajada débil, falta de consistencia y viscosidad del gel obtenido. Estas dificultades se atribuyen a las características propias de la leche de cabra. El yogurt se elabora mediante el crecimiento simbiótico de dos tipos de bacterias: *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus*. Y se agregan otras bacterias como *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacteria*.

Recomendaciones:

La leche debe ser fresca y de buena calidad, no debe presentar olores y colores extraños, la acidez de la leche debe estar entre 17 a 23 °C, prueba del alcohol al 70 % negativa, la leche no debe contener



sustancias como antibióticos, antisépticos y productos de limpieza, No debe de estar contaminada por microorganismos patógenos que podrían producir sabores y aromas diferentes al queso.

Proceso: Artesanal.

Ingredientes: 20 L de leche de cabra, 1 g (1 UFC) de cultivo láctico para yogurt, 1800 g de azúcar, 250 g de leche en polvo y 180 g de mermelada o base para yogurt.

Procedimiento. El procedimiento se realiza de acuerdo con lo propuesto por López *et al.*, (2011). Se inicia con la recepción de la leche, la cual es filtrada. Posteriormente, se pasteuriza la leche en baño María a 82 °C por 30 minutos. Durante la pasteurización, una vez alcanzados los 60 °C se agrega poco a poco, los sólidos (primero el azúcar y después la leche en polvo) y se agita hasta que se disuelva perfectamente. Una vez alcanzados los 82 °C y transcurridos los 30 minutos, se procede a enfriar hasta los 45 °C. A esta temperatura se realiza la inoculación y se mantiene incubada a la misma temperatura entre 3 y 5 horas o hasta que se forme un gel (normalmente a un pH de 4.5). Posteriormente se enfría a 7.2 °C máximo de una a dos horas. Se agita de manera lenta pero firme y se agrega la mermelada o base para yogurt; se agita nuevamente hasta mezclar nuevamente la mermelada. Por último, se procede a envasar y se refrigera a 4 °C hasta su consumo.

Cajeta de leche de cabra

La Norma Oficial Mexicana NMX-F-480-1985 define a la Cajeta de Leche como el producto elaborado con leche de cabra o vaca o la mezcla de éstas, adicionada con azúcares, aditivos e ingredientes permitidos por la Secretaría de Salud, procesada en caliente hasta obtener la viscosidad y color necesario que caracteriza al producto.

Sistema Producto:

Caprino.

Producto: Queso.

Razas: De todo tipo.

Ordeña: Julio-octubre.

Proceso: Artesanal.

Ingredientes: 20 L de leche de cabra, 8 Kg de azúcar, 30 g (0.75 g/L) de bicarbonato de sodio y 6 Kg (150 g/L) de glucosa.



Procedimiento. Luego de la recepción de la leche, se filtra para retirar impurezas (pelos, basura, etc.). Realizar pruebas de rutina a la leche, debe tener una acidez entre 16 y 18 °C y negativa a la prueba del alcohol al 70 %. El uso de leche con acidez elevada produciría un producto de textura arenosa y áspera. Asimismo, una acidez por encima de los 18 °C impide que el producto terminado adquiera su color característico, ya que las reacciones de coloración son retardadas por la elevada acidez. Se pone a fuego lento y se agrega el

bicarbonato de sodio disuelto previamente en 250 ml leche, se deja hervir y al primer hervor se cuentan 10 minutos, luego se agrega el azúcar lentamente, y se agita la mezcla hasta que se disuelva el azúcar perfectamente y posteriormente se agrega la glucosa lentamente sin dejar de agitar mientras la mezcla se encuentra en la olla o recipiente. Esto evitará problemas tales como que el dulce se queme, se corte o que se formen grumos. Además, es de fundamental importancia determinar el momento en que se debe dar por terminado la evaporación (cocción). Si se pasa del punto, se reducen los rendimientos y se perjudican las características de la cajeta. Por lo contrario, la falta de concentración o una cocción escasa produce un producto fluido, sin la consistencia esperada.

Normalmente se emplean pruebas empíricas para determinar el punto exacto. Una de ellas consiste en dejar caer una gota de la mezcla en un vaso con agua para ver si llega al fondo sin disolverse, si la gota llega íntegra al fondo retirar del fuego, si no es necesario seguir la cocción unos minutos más. Estas observaciones empíricas se hacen a modo de orientación y ya en las cercanías del punto final se debería controlar con un instrumento llamado refractómetro. La cajeta estará lista cuando tenga de 76 a 78 °Bx (grados brix).

Las características de la cajeta en su gran mayoría se desarrollan durante el proceso de calentamiento y evaporación, siendo la textura y el color las más importantes. El color de la cajeta es el resultado de tres tipos de reacciones como la reacción de Maillard, reacción de caramelización y reacciones de oxidación, que dadas las condiciones de pH (a pH inferiores a 6.1 la viscosidad de la cajeta disminuye, mientras que a valores mayores la viscosidad aumenta; además si la leche presenta valores de pH abajo de 4.7 la caseína de la leche precipitaría y por ende provocaría que la cajeta se coagule (García, 1999).

Literatura citada

- Almanza-Aguilera, E., Figueroa-González, J. J., Alvarado-Nava, M. D., Herrera-Hernández, M. G. y Guzmán-Maldonado, S. H. 2012. Caracterización fisicoquímica de vinos tinto Malbec con diferente tiempo de añejamiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3: 1347-1360.
- Alvarado-Nava, M. D. 2010. Proceso de la elaboración de dulce de tuna. *Publicación Especial No. 17. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP*, 35 páginas.
- Alvarado-Nava, M. D., Velásquez-Valle, R. y Mena, C. J. 2006. Tecnología de Producción de Chile Seco. Cosecha, postcosecha, y productos agroindustriales de chile seco. *INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Zacatecas. Libro Técnico No. 5. Pág. 195-221.*
- Alvarado-Nava, M. D. 2011. Licor de durazno. Desplegable para Productores. No. 21. *Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas.*
- Cruz-Bravo, R. K., Guzmán-Maldonado, S. H., Herrera, M. D., Cid-Ríos, J. A. y Juárez-García, M. 2015. Galletas con harina de frijol de alta calidad nutricional y nutracéutica. *Folleto Técnico, Núm. 66. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP*, 21 páginas.
- Domínguez, C. V. S., Zegbe, D. J. A., Alvarado, N. M. D. y Mena, C. J. 2011. Extracción y Purificación de mucilago de nopal. *Desplegable Informativa. No. 21. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas.*
- La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2013. *Agroindustrias para el desarrollo. Roma, Italia. 283 pág.*
- Figueroa, G. J. J., Guzmán, M. S. H., Herrera, H. M. G., Rumayor, R. A. F., Alvarado, N. M. D. y Sánchez, T. B. I. 2010. Botana a base de frijol con alto valor

nutricional y nutracéutico. Folleto Técnico No. 28. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 27p.

Figueroa, G. J. J., Guzmán, M. S. H., Herrera, H. M. G., García, C. M. A., Sánchez, T. B. I., Juárez, G. M. y García, M. F. 2011. Producción de dos alimentos de la panificación preparados con harina compuesta de frijol, trigo y avena. Folleto Técnico No. 34. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 36 p.

Figueroa-González, J. J., Reveles-Hernández, M., Alvarado-Nava, M. D. y García-Guardado, K. B. 2014. Tipificación fisicoquímica de productos agroindustriales de ajos zacatecanos. Folleto Técnico No. 59. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 20 páginas.

Figueroa-González, J. J., Guzmán-Maldonado, S. H. y Herrera-Hernández, M. G. 2015. Atributo nutricional y nutraceutica de panqué y barritas a base de harina de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotecnia*, 17: 9-14.

García M.R. 1999. Evaluación de las características de textura y color en cajeta de leche de vaca. Tesis Profesional. Depto. de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 82.

García, R. M. D. C., Nava, R. A. M. y Lozano, M. A. 2015. Efecto in vivo del vino tinto sin diluir, diluido (75%) y sin alcohol sobre el daño genotóxico inducido por metales pesados con potencial cancerígeno: cromo [VI]. *Nutrición Hospitalaria*, 32: 1645-1652.

Jeanet, R., Groguenec, T., Schuck, P. y Brulé, G. 2010. Ciencia de los Alimentos. Bioquímica-Microbiología-Procesos-Productos. 1ª ed. Editorial Acirbia, S. A. Zaragoza, España. Pág. 391.

López, G.J.C., Fuentes, B.V.H., Figueroa, G.J.J., Sánchez, G.R.A., Serna, P.A., Ruiz, R.J.I., Echavarría, Ch. F. G. y Salinas, G.H. 2011. Técnicas para la transformación de leche de cabra en zonas marginales. Libro Técnico No. 36. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 158 p.

- Martínez, J., López, E. y García-Escudero, E. 2014. Efecto varietal sobre el contenido de glutatión en mostos y vinos blancos. In 37th World Congress of Vine and Wine and 12th General Assembly of the OIV (Part 2). EDP Sciences.
- Norma Mexicana NMX-F-480-1985, Alimentos para uso humano. Alimentos regionales. Cajeta de leche. Foods for humans. Regional foods. Milk cajeta. Normas Mexicanas. Dirección general de normas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010, Yogurt. Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba.
- Ramírez-Ramos, M., García-Mateos, M., Corrales-García, J., Ybarra-Moncada, C. y Castillo-González, A. M. 2015. Compuestos antioxidantes en variedades pigmentadas de tuna (*Opuntia* sp.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38: 349-357.
- Reinhart, K. M., Coleman, C. I., Teevan, C., Vachhani, P. and White, C. M. 2008. Effects of garlic on blood pressure in patients with and without systolic hypertension: a metaanalysis. *Annals of Pharmacotherapy*, 42: 1766-1771.
- Reyes-Linares, A., Pino-Alea, J. y Moreira-Ocanto, V. 2011. Aspectos generales sobre la elaboración del licor de limón. *ICIDCA*, 45: 13-19.
- Singh, R. P. y Heldman, D. R. 2009. *Introducción a la Ingeniería de los Alimentos*. 3ª ed. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España. Pág. 551.
- Zegbe, J. A., Mena-Covarrubias, J. and Domínguez-Canales, V. S. I. (2013, October). Cactus Mucilage as a Coating Film to Enhance Shelf Life of Unprocessed Guavas (*Psidium guajava* L.). In VIII International Congress on Cactus Pear and Cochineal 1067 (pp. 423-427).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo para la realización de esta publicación por parte de la Secretaria del Campo (SECAMPO), al Secretario 2010-2016, Lic. Enrique Flores Mendoza, al Ing. Jesús Vallejo Díaz, Subsecretario de Agricultura y en particular, al Ing. Jaime Morales Dávila, quien ha mostrado interés en la actualización constante de la información que aquí se presenta. Se agradece también el apoyo de la Fundación PRODUCE Zacatecas a través de su presidente el Ing. Roberto Luévano Silva y colaboradores.

Centros de Investigación y Campos Experimentales del INIFAP



Centros Regionales de Extensionismo SAGARPA - INIFAP



Grupo Colegiado del CEZAC

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias
Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Comisión Editorial y Vocal: Dr. Manuel de J. Flores Nájera
Vocal: Dr. Guillermo Medina García
Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres
Vocal: Ing. Manuel Reveles Hernández
Vocal: MC. Mayra Denise Herrera

Revisión técnica y edición

MC. Ernesto González Gaona
Campo Experimental Pabellón
Ing. José Luis Ramos González
Campo Experimental Pabellón

Diseño Editorial

M.C. Adrián Rivera Flores
Lic. Jimena Aparicio Hernández
Lic. Maira Jocelyn Flores Dionisio
Lic. Laura Liliana Calleja Rodríguez
Lic. Victoria Mireles Fuentes

Coordinación de la producción editorial

Proyecto: “Apoyo al Extensionismo Rural de la SAGARPA”

Lic. Raymundo Vázquez Gómez
Dr. Alfredo Tapia Naranjo
Dr. Luis Reyes Muro
M.C. Eduardo Loza Venegas
M.C. Hipólito Castillo Tovar
Ing. Tomás Moreno Gallegos

Código INIFAP

MX-0-310301-11-02-11-06-16

La presente publicación se terminó de imprimir el 19 de diciembre de 2016 en los talleres de Grupo Gráfico Salinas S.A. de C.V., calle Marcelino Dávalos núm. 12, col. Algarín, del. Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06880, Tel.: (55) 5855 0180.

Su tiraje constó de 1,000 ejemplares.

Campo Experimental Zacatecas

Dr. Francisco Gpe. Echavarría Cháirez

Director de Coordinación y Vinculación

Personal investigador

Dr. Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
M.C. Nadiezhda Y. Ramírez Cabral*	Agrometeorología y Modelaje
Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
Dr. Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Ing. José Ángel Cid Ríos*	Frijol y Garbanzo
M.C. Juan José Figueroa González	Frijol y Garbanzo
M.C. Mayra Denise Herrera	Frijol y Garbanzo
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
M.C. Valentín Melero Meraz	Frutales
Ing. Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
M.C. Miguel Servin Palestina	Ingeniería de Riego
Dra. Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
M.C. Enrique Medina Martínez	Maíz
M.C. Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr. Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr. Luis Roberto Reveles Torres	Recursos Genéticos, Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Dr. Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr. Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
M.C. Blanca I. Sánchez Toledano*	Socioeconomía

* Becarios

Esta publicación fue financiada con recursos
del Convenio SAGARPA - INIFAP
Proyecto: “Apoyo al Extensionismo Rural de la SAGARPA”

No. SIGI: 1118933872

Acervo bibliográfico para la innovación tecnológica
del sector agropecuario nacional
Programa de Apoyo a Pequeños Productores
Componente Extensionismo.

“Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa”.

www.gob.mx
www.gob.mx/sagarpa
www.inifap.gob.mx