

Datos Generales					
Cultivo	Tipo de cultivo	Estado	Ciclo	Régimen de humedad	Etapas (cultivos perennes)
Nopal Tunero (<i>Opuntia</i> spp.)	Perenne	Zacatecas	P-V	Riego	<input checked="" type="checkbox"/> Establecimiento <input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento de la plantación

Región Agroecológica

Este frutal se encuentra se cultiva en climas: subtropical árido templado, subtropical semiárido templado, subtropical semiárido semicálido. Se pueden obtener rendimientos competitivos (10 t ha⁻¹) con precipitaciones medias de 400 mm. El nopal tunero puede ser cultivado por encima de los 2500 msnm. El suelo para su establecimiento debe tener al menos 30 cm de capa arable y una textura que permita el drenaje. Es un cultivo que puede favorecer la conservación del suelo usado curvas a nivel cuando las pendientes son mayores al 2%.

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES TECNOLÓGICOS

El presente paquete tecnológico es aplicable a regiones como la que se describió antes.

Actividades

1. Preparación del terreno

Barbecho	Puede realizarse con arado de cinceles en lugar del arado de discos
Rastreo	En el establecimiento se recomiendan dos pasos de rastra cruzados para lograr un buen mullido del suelo.
Nivelación	En áreas con pendientes iguales o mayores a 2%, el trazo se recomienda seguir el contorno del terreno en curvas de nivel. Si la pendiente es mínima se recomiendan 2 cm por cada 100 m, con método convencional o equipo láser, para reducir la erosión hídrica.

2. Siembra o plantación

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 enraizamiento y brotación. El material seleccionado debe estar sano y libre de lesiones mecánicas. 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. Antes de plantar los cladodios deben deshidratarse por lo menos 15 días para evitar pudriciones de la planta madre. También es recomendable aplicar, en las heridas de los cortes, pasta bordelesa. 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.

3. Variedades y densidad de plantas

<i>Variedades y Cultivares</i>	
1. Cristalina	6. Amarilla Olorosa
2. Reyna	7. Naranjona
3. Amarilla Montesa	8. Rojo Liso
4. Amarilla Pico Chulo	9. Rojo Vigor
5. Amarilla Plátano	10. Dalia Roja

Se recomienda utilizar genotipos o cultivares de la región que estén bien adaptados al ambiente.

4. Densidad de plantación

<i>Distancia (fila x árbol)</i>	<i>DENSIDAD (plantas ha-1)</i>
5 x 5 m	400
4.5 x 4.5 m	494
5 x 4 m	500
4 x 4 m	625
5 x 3 m	667
4 x 3.5 m	714
4.0 x 3.0 m	833

5. Fecha de plantación

El nopal tunero es una planta que se multiplica muy fácilmente a través de sus cladodios. Para ellos se seleccionan aquellos de apariencia sana. Se cortan durante la poda (diciembre-febrero) y se deshidratan para evitar pudriciones y estimular su enraizamiento posteriormente se pueden plantar de abril a junio. 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. Si no hay precipitaciones se sugiere aplicar agua 30 o 40 días después de la plantación o en su caso plantar 20 o 40 días antes del período de lluvias

6. 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.

durante los tres primeros años se realiza una poda de formación entre febrero y marzo. Consiste en dar un arreglo a la estructura de la planta para darle una de vaso con tres o cuatro ramificaciones vigorosas. Esta formación facilitará las prácticas de manejo, pero sobretodo la cosecha de la fruta. Después del tercer año se realizan podas de fructificación, durante este proceso, se eliminan cladodios en mala posición, improductivos. En conjunto durante todo el ciclo se hace una poda sanitaria eliminando cladodios dañados mecánicamente o que hayan sido atacados por alguna plaga o enfermedad.

7. 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 brotan en pares; y segundo, eliminar, alternadamente, yemas florales en las dos caras y la parte apical de cada cladodio. Los espacios que se generan al eliminar frutos son cubiertos con los frutos cuajados al final de la temporada, de manera tal, que el rendimiento no se reduce.

8. Riegos

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. Esto ha hecho posible su aprovechamiento en zonas cuya principal limitante es justamente el agua; pero donde, además, la distribución y cantidad de lluvia es errática. Esto ha dado como resultado que los rendimientos de tuna en temporal puedan ser afectados y fluctuen entre 3.4 y 12.3 t ha⁻¹. En contraste, el 3.0% de la superficie establecida es actualmente irrigada por goteo con un rendimiento medio de 20 t ha⁻¹. Por lo tanto, para huertas ya establecidas o que se pretendan cultivar bajo riego se recomienda el riego suplementario, para lograr mayor eficiencia aprovechando la fisiología de este cultivo. 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. 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⁻¹ 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.

9. Fertilización

Esta planta responde satisfactoriamente a la fertilización orgánica e inorgánica. 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.

Por lo tanto, se sugiere hacer un análisis físico-químico del suelo antes de hacer la plantación. Suelos con valores menores al 1% de contenido de materia orgánica, se sugiere la incorporación de estiércol seco o composta hasta por 3 t ha⁻¹. Es recomendable un análisis de la concentración de nutrientes en los cladodios para realizar ajustes durante el ciclo y lograr una buena producción. La concentración de macro y micro nutrientes debe ajustarse a los valores que se indican enseguida.

Concentración de nutrimentos en la parte apical del cladodio de nopal tunero.

	N	P	K	Ca	Mg		Fe	Zn	Mn	Cu	B
Valor	(%)						(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

Un mes después de la cosecha, la aplicación de nitrógeno al menos un 30% de la dosis recomendada en todo el año 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 para el caso de huertas de temporal. En las huertas bajo riego se puede hacer a través del sistema de riego.

10. Principales enfermedades y su control

Los productos a usar deben estar autorizados para el cultivo en donde se van a utilizar. Es importante utilizar la dosis recomendada, la forma de su aplicación, el intervalo de la aplicación y los días a cosecha para evitar altos niveles de residuos en la fruta.

El engrosamiento de cladodio o chatilla es el factor biótico de mayor importancia económica que limita la producción de tuna en México. Las plantas afectadas no tienen posibilidades prácticas de recuperación paulatinamente se vuelven improductivas, por lo tanto, se recomienda su eliminación completa tan pronto como se detecten. Los síntomas más evidentes son engrosamiento del cladodio acompañado de un color amarillento. Los frutos son cada vez más pequeños, con la epidermis engrosada y se desarrollan sobre la cara del cladodio. Esto es muy importante para el establecimiento de nuevas plantaciones, se debe verificar y estar seguro que la planta madre esté completamente sana y que no presente la enfermedad.

Fungidas para el control de las enfermedades del nopal tunero

Enfermedad	Ingrediente activo	Dosis	Días a cosecha
Engrosamiento del cladodio Fitoplasmas <i>ssp.</i>	No existe tratamiento		
Pudrición bacteriana (<i>Erwinia spp.</i>)	Estreptomicina+oxitetraciclina+ sulfato tribásico de cobre	0.6-1 kg/100L	7
	Sulfato de Cobre Pentahidratado	0.5 2 L ha ⁻¹	0
	Quinoxifen	1-2 L ha ⁻¹	21
Mancha negra (<i>Macrophomina</i> o <i>Glomerella spp.</i>)	Carbendazim	60-90 g/100L	14
	Difenoconazole	0.4-0.6 L ha ⁻¹	14
	Benomilo	1-1.5 L ha ⁻¹	7
	Azoxystrobin	50-75 cc/100 L	10
Mal del oro (<i>Alternaria spp.</i>)	Clorotalonil	1-3.5 L ha ⁻¹	28
	Mancozeb	1-2 kg ha ⁻¹	30
	Boscalid	1-1.2 kg ha ⁻¹	7

La formulación comercial indicada no significa exclusividad. Si utiliza otra formulación, calcule la dosis de producto comercial con base en la dosis de ingrediente activo recomendada en el cuadro.

11. Principales Plagas y su control

Insecticidas recomendados contra plagas en durazno

Plaga	Ingrediente activo	Dosis	Días a cosecha
Picudo barrenador [<i>Cactophagus spinole</i>] (Gyllenhal)] Picudo de la espina [<i>Cylindrocopturus biradiatus</i>] (Champs)]	Malation	0.5-1 L ha ⁻¹	7
	Aceite de neem	2-5 mL/L	0
	Lambda-cihalotrina	0.3-0.4 L ha ⁻¹	7
	<i>Bauveria bassiana</i>	18 g de ingrediente activo por ha	0
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	2-4 g de ingrediente activo por 200ha	0
Gusano blanco [<i>Laniifera cyclades</i> (Druce)] Gusano cebrá [<i>Olycella nephelepsa</i> Heinrich)]	Malation	0.5-1 L ha ⁻¹	7
	Metomilo	1-2 kg ha ⁻¹	14
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	0.25-1 Kg ha ⁻¹	0
	Bifentrina	0.8-1.5 L ha ⁻¹	7
	Esfenvalerato	0.1-0.2 L ha ⁻¹	3
Cochinilla o grana [<i>Dactylopius opuntiae</i>] (Cockerell)]	Diazinon	0.3-0.75 L ha ⁻¹	10
	Malation	0.5-1 L ha ⁻¹	7
	jabón biodegradable	1-2.4 g/100L	0
Trips [<i>Neohydatothrips (Sericothrips) opuntiae</i>]	Oxido de silicio		0
	Imidacloprid	30-60 mL/100 L	14
	Abamectina	0.3-1.2 L ha ⁻¹	28
	Metomilo	0.3-0.5 kg ha ⁻¹	14
	Cipermetrina	0.4-0.7 L ha ⁻¹	14
Barrenador de las ramas [<i>Anarsia lineatella</i> (Zeller)]	Lambda-cihalotrina	0.3-0.4 L ha ⁻¹	7
	Esfenvalerato	0.1-0.2 L ha ⁻¹	3
	Diazinon	0.3-0.75 L ha ⁻¹	10
	Fosmet	1-2 L ha ⁻¹	14
	Metomilo	1-2 kg ha ⁻¹	14
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	0.25-1 Kg ha ⁻¹	0

El monitoreo de la plaga debe realizarse periódicamente, de acuerdo a la fenología del cultivo y los grados día de desarrollo del insecto. La formulación comercial indicada no implica exclusividad. Se puede usar otra formulación, calculando la dosis de producto comercial con base en la concentración del ingrediente activo.

12. Principales malezas y su control

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. Entre hileras de plantas, el control de ésta se efectuará desvarando o segándola para evitar dejar el suelo desnudo; esto reducirá significativamente la erosión hídrica y eólica del suelo.

Productos químicos para el control de maleza

Maleza	Ingrediente Activo	Dosis	Forma y época de aplicación
Hoja ancha	2,4-D amina	0.75-1.0 L ha ⁻¹	Estas alternativas de control deben ajustarse a la problemática específica de cada huerto. Las aplicaciones deben realizarse cuando la maleza alcanza de tres a cinco cm de altura o en la premergencia antes de las lluvias.
	Picloram	1-1.5 L ha ⁻¹	
	Dicamba	2-3 L ha ⁻¹	
	Dicamba+ Prosulfuron	0.3-0.5 kg ha ⁻¹	
	Atrazina	2-3 L ha ⁻¹	
	Diuron	2-2.5 kg ha ⁻¹	
Gramíneas	Acetoclor+ flumetsulam+ clopiralid –olamina	1.5-2 L ha ⁻¹	Las dosis recomendadas son por área efectiva ya que entre las filas el control de malezas es mecánico. Su aplicación debe cubrir solamente el bordo donde están plantados los árboles.
	Sulfentrazone	1-1.75 L ha ⁻¹	
Zacate Johnson (Sorghum halepense)	Fluazifop-p-butil	2-4 L ha ⁻¹	
	Nicosulfuron	1-1.5 L ha ⁻¹	
Hojas anchas y gramíneas	Oxifluorfen	2-4 L ha ⁻¹	
	Atrazina + Terbutrina	4-5 L ha ⁻¹	
	Atrazina + Metolaclor	4-5 L ha ⁻¹	
	Dimetenamida+ Saflufenacil	1-1.5 L ha ⁻¹	
	Atrazina + Dimetenamida	1.5 + 3 L ha ⁻¹	
	Paraquat	1.5-3 L ha ⁻¹	

*Agregar 2 ml de un surfactante no iónico por cada litro de agua usado en la aspersión.

La formulación comercial indicada no significa exclusividad. Si utiliza otra formulación, calcule la dosis de producto comercial con base en la dosis de ingrediente activo recomendada en el cuadro

13. 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 en madurez de consumo, pero la vida de anaquel será mucho mayor. 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 gloquideas, permite que la recolección sea menos incómoda 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. Se debe evitar el método tradicional de cosecha, es decir, el girar la fruta y luego arrancarla. También se debe evitar el golpeteo entre frutos durante la cosecha, los daños mecánicos son el factor que más influye en la vida de anaquel de la tuna. La fruta se recolecta en botes de plástico evitando en todo momento el golpeteo entre frutas y luego se deposita en rejas plásticas de no más de 25 kg para ser transportada hacia instalaciones tipo bodega para continuar con el proceso postcosecha de la fruta.

14. Manejo postcosecha

Se recomienda que el transporte de la fruta sea lo más pronto posible y evitar la exposición de ésta al sol por periodos prolongados. La fruta se deja a temperatura ambiente por un día para que cicatrice la herida hecha durante el corte. Posteriormente, la fruta se desespina con rodillos de cerdas, después se sugiere aplicar un tratamiento hidrotérmico, se encera, selecciona por tamaño, color y contenido mínimo de azúcares (>10 °Brix). Después se empaca 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 o en cuarto frío, después de un pre enfriado con aire frío forzado. Con el almacenamiento se busca tener fruta fuera de temporada con mejores precios de venta. La fruta puede ser almacenada a temperatura ambiente ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) con 37 ± 8 de humedad relativa por 3 o 6 semanas o en cuarto frío a temperaturas entre 10 y 12°C con 90 o 95% de humedad relativa por 6 a 8 semanas; el tiempo de almacenamiento depende la variedad.

15. Rendimiento esperado

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, entre 3.0 y 9.0 t ha⁻¹; mientras que, en riego, ésta puede ubicarse entre 4.4 y 20 t ha⁻¹. 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⁻¹, respectivamente.

16. Costo de producción

Costos de inversión del primer año

Actividades	Unidad	Cantidad	Costos (\$ ha ⁻¹)	
			Unitario	Total
Preparación del suelo				
Subsuelo	Servicio	1.00	1200.00	1200.00
Rastreo	Servicio	1.00	1000.00	1000.00
Nivelación de terreno	Servicio	1.00	1000.00	1000.00
Trazo de líneas	Servicio	1.00	800.00	800.00
Establecimiento del cultivo				
Compra de planta	Unidad	556.00	10.00	5560.00
Plantación	Jornal	5.00	250.00	1250.00
Total de costos de inversión				10810.00
Costos variables de producción				
Fertilización				968.00
Nitrógeno	Kg ha ⁻¹	18.00	26.00	468.00
Fosforo	Kg ha ⁻¹			
Potasio	Kg ha ⁻¹			
Calcio	Kg ha ⁻¹			
Mano de obra	Jornal	2.00	250.00	500.00
Control de malezas				750.00
Deshierbe	Servicio	3.00	250.00	750.00
Control de plagas y enfermedades				550.00
Malation	L ha ⁻¹	2.00	275.00	550.00
<i>Bauveria bassiana</i>	L ha ⁻¹	3.00	490.00	1470.00
Azufre	K ha ⁻¹	3.00	60.00	180.00
Cipermetrina	L ha ⁻¹			
Mano de obra	Jornal			
Riego				31366.40
Mano de obra	Jornal	21.00	250.00	5250.00
Electricidad	Kw h ⁻¹	120.00	0.97	116.40
Bomba	Pieza	1.00	3000.00	3000.00
Manguera	M	2500.00	5.20	13000.00
Goteros	Pieza	2500.00	4.00	10000.00
Otras labores culturales				500.00
Poda	Jornal	2.00	250.00	500.00
Otros gastos				2700.00
Acarreo insumos	Servicio	5.00	300.00	1500.00
Análisis de suelo	Servicio	1.00	1200.00	1200.00
Costos totales				47644.40

ELABORÓ

MC. Valentín Melero MerazInvestigador del Programa de Frutales
C.E. ZacatecasE-mail: melero.valentin@inifap.gob.mx

Tel: (55)38718700 Ext.82311

REVISÓ

Dr. Luis Roberto Reveles TorresDirector de Coordinación y Vinculación
del INIFAP - ZacatecasE-mail: reveles.roberto@inifap.gob.mx

Tel: (55)38718700 Ext.82328

Fecha de elaboración: 12/03/2024