

Datos Generales					
Cultivo	Tipo de cultivo	Estado	Ciclo	Régimen de humedad	Etapa (cultivos perennes)
MAÍZ	<input checked="" type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Perenne	Aguascalientes	<input checked="" type="checkbox"/> P-V <input type="checkbox"/> O-I	<input checked="" type="checkbox"/> Riego Temporal Humedad Residual	<input type="checkbox"/> Establecimiento <input type="checkbox"/> Mantenimiento de la plantación

Antecedentes

En Aguascalientes, anualmente se establecen bajo condiciones de riego 16 mil hectáreas de maíz para uso forrajero, el cual se utiliza principalmente en la alimentación del hato lechero. El consumo diario de ensilaje de maíz por vaca es de 5 a 9 kg (base seca), por lo que requiere de 2 a 3.5 toneladas (base seca) de ensilaje por vaca al año. El rendimiento de maíz para forraje en Aguascalientes es de 65 t/ha con un contenido de materia seca aproximado del 33%, estimándose una producción de 22 t/ha de materia seca para sostener la demanda anual de ensilaje de 6 a 8 vacas. La selección adecuada del híbrido y la tecnificación de los sistemas de riego ha permitido elevar el rendimiento hasta 75 a 80 t/ha, además, la cosecha en un estado óptimo de madurez del grano y contenido de materia seca, pueden incrementar el rendimiento y calidad forrajera. Por otra parte, en los últimos años se ha intensificado la pudrición de tallo por *Fusarium* spp., una enfermedad que se caracteriza por una secadera ascendente de la planta que ocurre después de la floración. Además de la pérdida en producción, la cual es de 414 kg/ha de forraje fresco por cada 1% de incidencia, se conlleva el riesgo de micotoxinas para el ganado que consume el ensilaje contaminado.

En el INIFAP, Campo Experimental Pabellón ha realizado investigación y desarrollo tecnológico para optimizar el sistema de producción de maíz para ensilaje, basado en tres ejes fundamentales: 1) lograr altos rendimientos, 2) mejorar el valor nutricional y 3) tener una excelente fitosanidad del ensilaje de maíz. Por lo tanto, el objetivo de este paquete tecnológico es dar a conocer los elementos básicos que coadyuvan a mejorar la eficiencia productiva del sistema leche-forrajes.

Región Agroecológica

El estado de Aguascalientes se encuentra localizado entre los 21° 39' y 22° 28' N y los 101° 54' y 102° 53' W. La altitud media del área agrícola de riego es de 1,910 msnm. El clima es semiseco templado del tipo Bs_k, con temperatura media anual de 17.4 °C y precipitación de 526 mm. Por las temperaturas que prevalecen en primavera verano, el estado de Aguascalientes, presenta condiciones ideales para un óptimo desarrollo y producción del maíz bajo condiciones de riego.

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Actividades

1. Preparación del terreno

Las labores de subsuelo, arado y rastra dependerán del tipo de suelo, régimen de siembra (seco o humedo) y residuos del cultivo anterior. En general, para los suelos del Valle de Aguascalientes-Chicalote, en donde se establecen cereales forrajeros en el ciclo otoño-invierno, se recomienda:

Subsuelo: El objetivo de esta labor es facilitar la infiltración de agua en el suelo. Se debe realizar en el sentido que irán los surcos de maíz, a una profundidad de unos 50 cm; preferentemente hacer esta labor con humedad residual después de cosechar el cultivo de invierno.

Arado: Se recomienda esta labor cuando se desea incorporar una considerable cantidad de residuos (paja o rastrojo) y/o cuando el suelo no tiene problemas de compactación y se ha omitido dar el paso de subsuelo.

Rastra: El objetivo de esta labor es preparar la cama de siembra. Se deberán realizar dos pasos en forma cruzada después del paso del subsuelo y/o arado, el último paso de rastra deberá ser en el sentido que irán los surcos de maíz. Es importante dar mantenimiento a los discos para evitar terrones.

Mullido: Como su nombre lo indica, el objetivo es mullir los terrones que la rastra no pudo deshacer. Esta labor se realiza con un "rotavator" después del último paso de rastra y previo a la siembra. En suelos que tienden a compactarse o muy polvosos, se debe tener precaución ya que sí el riego es con pivote se puede formar una costra y requerir más pasos de riego.

2. Siembra

Para lograr una buena siembra, es muy importante dar mantenimiento y calibrar con anticipación la sembradora a utilizar. Se recomienda hacer una limpieza a fondo de todos los componentes del sistema y verificar que no haya pérdidas de presión o defectos mecánicos en la sembradora. Tener una buena cama de siembra con un suelo sin terrones garantizará una siembra de calidad, y será determinante para asegurar que la semilla se tire a una misma profundidad y a una misma distancia entre plantas.

En siembras a suelo seco, se recomienda depositar la semilla a una profundidad aproximada de 3 cm, independientemente del sistema de riego (goteo o pivote). En siembras a tierra venida con riego por pivote, verificar que la profundidad de siembra esté entre 4 y 5 cm; mientras que siembras con riego por cintilla pueden sembrarse a 4 cm.

3. Híbridos recomendados

En condiciones de riego, el efecto del híbrido representa del 40 al 50% del rendimiento. En el INIFAP Campo Experimental Pabellón, cada año se realizan evaluaciones de híbridos y se identifican características sobresalientes en los tres ejes (rendimiento-calidad-fitosanidad). Para la región de Aguascalientes y otras zonas de características agroclimáticas similares, los híbridos que han mostrado estabilidad, calidad forrajera y adaptación son:

- Híbridos intermedios e intermedios-tardíos (> 71 días a floración): H-383, CRM-77, NB821, NK858W, P3260W, Salamandra, Supremo y TG977W.
- Híbridos intermedio-precoces (\leq 70 días a floración): NK307, TG9545Y, Mastrop-143 de grano amarillo; XR60 y P3026W de grano blanco.

Todos esos híbridos alcanzan alturas de planta entre 330 y 350 cm y contienen de 48 a 58% de elote, y además destacan en tolerancia a pudrición de tallo por *Fusarium* spp. Cabe mencionar que el mercado de híbridos constantemente evoluciona, por lo que se recomienda consultar las evaluaciones del INIFAP Campo Experimental Pabellón para actualizar cada año los híbridos sobresalientes.

4. Densidad de siembra

Se recomienda depositar de 85,000 hasta 97,000 semillas/ha, lo cual depende del arreglo de siembra (sistema a surco sencillo o doble hilera). Densidades mayores a 100,000 semillas/ha no han resultado en mejores rendimientos, pero sí en demeritar la calidad forrajera al reducirse la proporción de elote en la planta.

5. Fechas de siembra

En Aguascalientes y otras zonas de características agroclimáticas similares, las mejores fechas de siembra son la última semana de abril, todo el mes de mayo y la primera semana de junio. De la segunda semana de junio hasta finales de mes se deben sembrar híbridos precoces (< 70 días a floración). Fechas de siembra muy anticipadas o sistemas de dos ciclos de producción de forraje pueden tener riesgos de heladas o granizadas, mayores infestaciones de plagas y pobre desarrollo de grano. Fallas en la polinización y llenado de grano se intensifican cuando se tiene estrés por calor (> 30 °C) y la humedad ambiental es demasiado baja (\leq 15%). Por lo tanto, se recomienda que la floración sea durante julio-agosto para escapar del estrés ambiental en los meses de mayo-junio, así como daño por araña roja (*Tetranychus urticae*) antes de la temporada de lluvia, cuando las condiciones favorecen el desarrollo de esta plaga.

6. Labores de Cultivo

En predios con riego por gravedad, pivote central o avance frontal, se recomienda realizar una escarda entre los 30 y 35 días de la siembra. En predios con riego por goteo se puede prescindir de la escarda.

7. Riegos

En sistema de riego por gravedad, aplicar un riego de pre siembra y 5 o más de auxilio, de acuerdo con las necesidades del cultivo y el clima. Siempre es importante considerar las etapas de espigamiento y llenado de grano como las más críticas y donde nunca deberá faltar el agua.

En sistemas de riego con avance frontal o pivote central, regar de acuerdo con la programación que se tenga en cada predio y volumen de agua con que se cuente. Evitar hacer riegos pesados, especialmente en terrenos con desnivel pronunciado que puedan causar erosión.

En sistemas de riego con cintilla, realizar lo siguiente:

- 1) Sembrar en seco.
- 2) Tirar cintilla con gotero hacia arriba, alineada a la siembra y una línea por surco, o una línea por doble hilera.
- 3) Tiempo de riego. Para la emergencia, se recomienda humedecer por 6 a 8 horas el primer riego y en doble hilera hasta 14 horas, dependiendo del tipo de suelo. Posteriormente, a los 4 o 5 días, aplicar otro riego más ligero para asegurar la nacencia.
- 4) Riegos posteriores se darán con base a la demanda de agua del cultivo, que fluctúan desde 2 (etapa vegetativa inicial) hasta 8 horas máximo (etapa de floración y llenado de grano).

8. Fertilización

Por las características de suelo de la región y metas de rendimiento, se recomienda una dosis total mínima de 280N-100P-00K + 10 kg de Mg, algunos predios pueden requerir además de aporte de Hierro.

Al arranque, se recomienda una dosis de 80N-80P-00K y el aporte de Mg. Se puede utilizar como fuente de nitrógeno el NitroMag o CAN-27 a razón de 250 kg/ha, lo cual añade unos 10 kg/ha de Mg. Otra opción es utilizar 300 kg de sulfato de amonio y aplicar en el ferti-riego 50 kg de sulfato de magnesio a la nacencia. La fuente de fósforo son 150 kg/ha de MAP (11-52-00) y agregar 20 kg de microelementos (Micromix Básico, Mezfer®). Cuando se manifiesta clorosis férrica, se recomienda aplicar vía foliar de 6 a 8 kg de sulfato ferroso heptahidratado.

El resto del nitrógeno (200 unidades o 200 kg) se debe aplicar según el sistema de riego utilizado, como se indica a continuación:

- 1) En riego por gravedad fertilizar en la escarda con maquinaria, con 400 kg/ha de nitrato de amonio (fosfonitrato), y en el espigamiento de forma manual con 200 kg más de fosfonitrato o con 140 kg/ha de UREA.
- 2) Si se cuenta con equipo de ferti-riego en el sistema de avance frontal o pivote central hacer al menos dos aplicaciones del fertilizante:
 - En la escarda con: 300 kg/ha de nitrato de amonio (Sulfonit®).
 - Previo a la floración: 300 kg/ha.
- 3) Si el sistema de avance frontal o pivote central no cuenta con ferti-riego, se recomienda aplicar todo el fertilizante en la escarda y utilizar preferentemente fuente de nitrógeno de lenta liberación (p. Ej. Entec®).
- 4) En riego por goteo, se sugiere fertilizar cada 7 días a partir de los 28 a 30 días después de la siembra, como sigue:

Las aplicaciones de fertilizantes se sugiere hacerlas a los 25 minutos de iniciado el riego.

DDS*	28	35	42	49	56	63	70	77	84
Nitrato de amonio, kg (Sulfonit®).	15	25	30	50	75	80	100	105	120

*DDS= Días después de la siembra.

Se recomienda iniciar la aplicación de fertilizante una vez que se hayan llenado completamente las tuberías y cintillas, lo cual ocurre en promedio de 15 a 20 minutos después de haber iniciado el riego. Continuar con el riego por el tiempo necesario para humedecer bien el suelo y favorecer el movimiento del fertilizante.

9. Principales enfermedades y su control

La enfermedad más común es la pudrición de tallo causada por *Fusarium* spp., que es un hongo fitopatógeno que infecta las raíces y causa necrosis de los tejidos vasculares del tallo. La incidencia a esta enfermedad causa considerables pérdidas y riesgo de micotoxinas en el ensilaje. No se recomienda aplicación de fungicidas ni tratamientos químicos. Hasta el momento, la forma más viable de mitigar la pudrición de tallo es seleccionar híbridos tolerantes; de los que ya se mencionaron en el apartado 3.

10. Principales plagas y su control

La plaga más común del maíz es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), la cual prevalece durante todo el ciclo del cultivo, iniciando desde la plántula como barrenador, posteriormente en el cogollo y al final en el elote como gusano elotero. La mayoría de las semillas de híbridos recomendados adicionan un tratamiento que permite proteger la plántula hasta el día 10 a 14 de la emergencia. Después de ese lapso, se recomienda hacer al menos dos aplicaciones: una a los 10 a 14 días de emergencia utilizando un insecticida que actúe por ingestión y/o translaminar como el Spinoteram (Palgus®, Corteva) combinado con un regulador de crecimiento como novaluron (Salsa®, Rivas) o metoxifenozone (Intrepid®, Corteva). La segunda aplicación se puede realizar 15 días previos a la floración, utilizando algún insecticida sistémico como el tiodicarb + triflumurón (Clavis®, Bayer) o Clorantiniliprol (Coragen®, FMC o Ampligo®, Syngenta). El picudo (*Sitophilus zeamais*) también presentarse especialmente en la época de floración donde realiza orificios en el tallo y come los estigmas provocando falta de granos al final; en este caso se recomienda la aplicación de un insecticida piretroide (Karate zeon®, Syngenta). En tiempos muy calurosos y con baja humedad ambiental puede aparecer la araña roja (*Tetranychus urticae*), la cual puede causar grandes pérdidas si no se le controla a tiempo; en su caso se recomienda aplicar abamectina (Agrimec®, Syngenta).

11. Principales malezas y su control

Para evitar problemas de maleza, es necesario hacer una aplicación de herbicida preemergente utilizando de 2.0 a 2.5 L/ha de metaloclor o acetoclor (Surestart®, Corteva; Harness®, Bayer; o 5 L/ha de Lumax Gold, Syngenta) combinado con 1.0 a 1.5 kg de atrazina en 400 L de agua. Para mejores resultados se debe aplicar con boquilla de abanico en suelo húmedo; los herbicidas mencionados tienen una alta selectividad a maíz, por lo que pueden usarse en emergencia temprana eliminando la primera generación de maleza y efecto residual para la siguiente. Si hay prevalencia de zacates, especialmente el denominado cola de zorra (*Polypogon monspeliensis*) se puede aplicar un postemergente a base topramezone (Convey®, Basf); en caso de que el problema sea además de coquillo (*Cyperus esculentus* L.) utilizar mesotrione y nicosulfuron (Elumis®, Syngenta). Es recomendable siempre hacer la aplicación cuando el zacate tenga una altura máxima de 5 cm, para asegurar efectividad.

12. Cosecha

La madurez del grano a cosecha y contenido de materia seca es un factor clave para obtener forraje de calidad. Cada vez es más frecuente que los compradores de forraje de maíz en pie requieran ciertos estándares para fijar un precio por arriba del mercado. El contenido de materia seca debe oscilar entre 33 y 38% para optimizar rendimiento y calidad nutricional; por debajo de 33% se incrementan las pérdidas por fermentación en el silo y arriba de 38% es complicado la compactación, el picado y afecta el consumo de parte de la vaca.

Se recomienda cosechar cuando el grano ha alcanzado un avance de $\frac{3}{4}$ de línea de leche (fase R4) a línea de leche terminal o grano masoso (fase R5). En híbridos intermedios se logra al acumular 1,513 unidades calor que en un año normal y con una fecha de siembra oportuna ocurre a los 128 días.

Para productores que utilizarán el forraje para alimentación del ganado, se debe poner especial atención en el procesamiento del grano: se debe tener el rolator de la ensiladora entre 1 y 2 mm para evitar escape de grano. No se debe tolerar ni un grano entero o quebrado en mitad una muestra de forraje introducida a presión manual en un bote de un 1 litro.

El tamaño de partícula debe ser entre 19 y 22 mm, uniforme y, en caso de realizar una evaluación en tiempo real del procesamiento, hacer el cribado en las cajas *Penn State* y obtener la siguiente distribución en una muestra de 250 a 300 g de forraje fresco picado:

- Criba superior (> 18 mm): 5 a 8% del peso de la muestra.
- Criba media (8 – 17.9 mm): 30 a 40% del peso de la muestra.
- Criba media-corta (1.19 a 7.99 mm): 30 a 40% del peso de la muestra.
- Criba inferior (\leq 1.18 mm): 5 a 8% del peso de la muestra.

13. Rendimiento esperado de forraje en pie

Utilizando los híbridos recomendados y manejo agronómico adecuado, se pueden cosechar de 75 a 85 toneladas de forraje fresco por hectárea, con un contenido de materia seca de entre 33 y 38%.

14. Costo de producción

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (\$/unidad)	Costo (\$/ha)
Preparación del terreno				
Barbecho o Subsuelo	Vez	1	\$ 1,800.00	\$1,800.00
Rastro	Vez	2	\$1,100.00	\$2,200.00
Mullido ¹	Vez	1	\$750.00	\$ 750.00
Siembra				
Semilla	Bolsa de 60 mil semillas	1.6	\$3,250.00	\$5,200.00
Fertilizantes				
Sulfato de amonio	kg	300	\$6,000.00	\$1,800.00
MAP (11-52-00)	kg	190	\$14,000.00	\$2,660.00
Micronutrientes	Saco	20 kg	\$180.00	\$180.00
Nitrato de amonio	kg	600	\$11,000.00	\$6,600.00
Insecticidas				
1ª aplicación (Palgus + Novaluron)	Frasco	1	\$300.00	\$500.00
	Frasco	1	\$200.00	



**COMPONENTES TECNOLÓGICOS PARA EL CULTIVO DE MAÍZ PARA
 ENSILAJE EN AGUASCALIENTES**

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario (\$/unidad)	Costo (\$/ha)
2ª aplicación (Ampligo o Clavis)	Dosis	1	\$450.00	\$450.00
3ª aplicación ² (Karate zeon)	Frasco 250 mL	1	\$252.00	\$252.00
Herbicidas				
Preemergente: (Surestart, Harness o Lumax Gold) + Atrazina	Litro	2.5	\$450.00	\$1,125.00
	Kg	1.5	\$180.00	\$270.00
Control post-emergente ³	Litro	1.5	\$1,070.00	\$1,070.00
Riegos				
Agua de riego	hora	16 h/semana (12 semanas)	\$20.00	\$3,840.00
Cintilla ⁴	Rollo	1.8	\$3,050.00	\$5,490.00
Labores manuales				
Siembra, fertilización y tirado de cintilla	Jornal	1	\$1,500.00	\$1,500.00
Aplicación de insecticidas	jornal	2	\$500.00	\$1,000.00
Aplicación de herbicidas	jornal	2	\$500.00	\$1,000.00
Aplicación de riegos y fertilización	jornal	12	\$400.00	\$4,800.00
1) Cosecha en pie				
<i>No aplican costos de cosecha para venta en pie, corren a cuenta del comprador.</i>				
Costo total	\$			\$42,487.00
Rendimiento	Tonelada	75 toneladas por hectárea \$1,100 /tonelada		\$82,500.00
Ganancia neta\$	\$			\$40,013.00
Relación B/C				1.94
2) Cosecha para venta como ensilaje (cocido)				
Ensilada y flete	Tonelada	75	\$250.00	\$18,750.00
Apisonado y sellado del silo	Tonelada	75	\$88.00	\$6,600.00
Merma (límite: 5%)	Tonelada	3.8	\$1,100	\$4,180.00
Costo total				\$72,017.00
Rendimiento	Tonelada	71.2 toneladas por hectárea \$2,000 /tonelada cocida		\$142,200.00
Ganancia neta	\$			\$70,383.00
Relación B/C				1.97

¹Labor de cultivo opcional y solo si es necesaria.

²Aplicación de insecticida solo de requerirse.

³Aplicación de herbicida post-emergente en caso de que lo amerite el cultivo.

⁴En predios que reutilizan cintilla (dos usos) se puede prorratear el costo; en riegos de pivote central o avance frontal depreciar el costo del sistema en 20 años (40 ciclos productivos).

ELABORÓ

Dr. Omar Iván Santana

E-mail: santana.omar@inifap.gob.mx
Tel: ext. 82527

REVISÓ

Dr. Luis Reyes Muro

E-mail: reyes.luis@inifap.gob.mx
Tel: ext. 82501

Fecha de elaboración: **20/05/2024**



**INSTITUTO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS
CAMPO EXPERIMENTAL
PABELLON, AGS.**