

# TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN ZACATECAS.

Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez  
Manuel Reveles Hernández  
Jaime Mena Covarrubias  
Nadieżhda Yakovleva Zitz Ramírez Cabral  
José Ángel Cid Ríos  
Francisco Guadalupe Echavarría Cháirez



**Centro de Investigación Regional Norte Centro  
Campo Experimental Zacatecas**

Calera de Víctor Rosales, Zacatecas.

Folleto para Productores Núm. 46

Diciembre 2023

ISBN: 978-607-37-1612-3

Registro de Derechos de Autor: 03-2023-120109195700-01



**AGRICULTURA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

**ini+ap**  
Instituto de Investigación y Capacitación  
Agrícola y Agropecuaria

## **SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**

DR. VÍCTOR MANUEL VILLALOBOS ARÁMBULA  
Secretario

ING. VÍCTOR SUÁREZ CARRERA  
Subsecretario de Autosuficiencia Alimentaria  
M.V.Z. ARTURO MACOSA Y CÓRDOVA  
Coordinador General de Ganadería

DR. SALVADOR FERNÁNDEZ RIVERA  
Coordinador General de Desarrollo Rural  
ING. SANTIAGO JOSÉ ARGÜELLO CAMPOS  
Coordinador General de Agricultura

### **INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

DR. LUIS ÁNGEL RODRÍGUEZ DEL BOSQUE  
Encargado del Despacho de los Asuntos Correspondientes  
a la Dirección General del INIFAP

DR. ALFREDO ZAMARRIPA COLMENERO  
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

DR. LUIS ORTEGA REYES  
Coordinador de Planeación y Desarrollo  
LIC. JOSÉ HUMBERTO CORONA MERCADO  
Coordinador de Administración y Sistemas

### **CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE-CENTRO**

DR. JOSÉ ANTONIO CUETO WONG  
Director Regional

DR. JUAN BAUTISTA RENTERIA ANIMA  
Director de Investigación

ING. RICARDO CARRILLO MONSIVÁIS  
Director de Administración

### **CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS**

DR. LUIS ROBERTO REVELES TORRES  
Director de Coordinación y Vinculación Estatal

# TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN ZACATECAS

## ***Ricardo Alonso Sánchez-Gutiérrez***

Investigador del Programa de Pastizales y Cultivos  
Forrajeros  
Campo Experimental Zacatecas

## ***Manuel Reveles-Hernández***

Investigador del Programa de Hortalizas  
Campo Experimental Zacatecas

## ***Jaime Mena-Covarrubias***

Investigador del Programa de Sanidad Forestal y Agrícola  
Campo Experimental Zacatecas

## ***Nadiezhdha Yakovleva Zitz Ramírez-Cabral***

Investigadora del Programa de Agrometeorología y  
Modelaje  
Campo Experimental Zacatecas

## ***José Ángel Cid-Ríos***

Investigador del Programa de Fríjol y Garbanzo  
Campo Experimental Zacatecas

## ***Francisco Guadalupe Echavarría-Cháirez***

Investigador del Programa de Fertilidad de Suelos  
Campo Experimental Zacatecas

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,  
Agrícolas y Pecuarias  
Centro de Investigación Regional Norte Centro  
Campo Experimental Zacatecas  
Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México

Diciembre 2023

Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias  
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina  
Alcaldía Coyoacán, C. P. 04010 Ciudad de México.  
Teléfono (55) 3871-8700

Derechos Reservados ©

Folleto para Productores No. 46

TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN  
CONDICIONES DE TEMPORAL EN ZACATECAS

ISBN: 978-607-37-1612-3

Número de Registro de Derechos de Autor:  
03-2023-120109195700-01

Primera Edición 2023

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.

Hecho en México

## **CONTENIDO**

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. COMPONENTES TECNOLÓGICOS DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA GRANO .....	3
Preparación del terreno.....	3
Variedades recomendadas .....	4
Densidad de siembra.....	4
Época de siembra .....	6
Control de plagas .....	7
Control de malezas.....	9
3. RECOMENDACIONES PARA FERTILIZAR EL MAÍZ DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE ZACATECAS.....	10
Zonas con alto potencial productivo del estado de Zacatecas .....	10
Primera fertilización .....	11
Segunda aplicación de fertilizantes .....	13
4. ZONAS CON BAJO Y MEDIANO POTENCIAL PRODUCTIVO DEL ESTADO DE ZACATECAS.....	14
5. USO DE BIOFERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ.....	16
Las micorrizas como biofertilizantes.....	16
Cuando aplicar el biofertilizante INIFAP.....	17
Dosis de biofertilizante inifap aplicar en el cultivo de maíz.....	18
Forma de aplicación del biofertilizante INIFAP.....	19
Cuidados al aplicar el biofertilizante .....	23
6. FERTILIZACIÓN DE MAÍZ DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE ZACATECAS USANDO FERTILIZANTES QUÍMICOS Y BIOFERTILIZANTE INIFAP .....	23
Zonas de alto potencial el estado de Zacatecas usando fertilizantes químicos y Biofertilizante INIFAP .....	24
Zonas de bajo y mediano potencial el estado de Zacatecas usando fertilizantes químicos y biofertilizante INIFAP .....	25

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Opciones de mezcla de fertilizantes para la primera fertilización de maíz de temporal para zonas de alto potencial productivo en el estado de Zacatecas. ....	12
Cuadro 2. Opciones de mezcla de fertilizantes para la fertilización de maíz de temporal para zonas de mediano potencial productivo en el estado de Zacatecas. ....	15
Cuadro 3. Opciones de mezcla de fertilizantes para la fertilización de maíz de temporal para zonas de alto potencial productivo en el estado de Zacatecas cuando se usa semilla inoculada con un kilogramo de biofertilizante INIFAP. ....	24
Cuadro 4. Opciones de mezcla de fertilizantes para la fertilización de maíz de temporal para zonas de mediano potencial productivo en el estado de Zacatecas cuando se usa semilla inoculada con un kilogramo de biofertilizante INIFAP. ....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

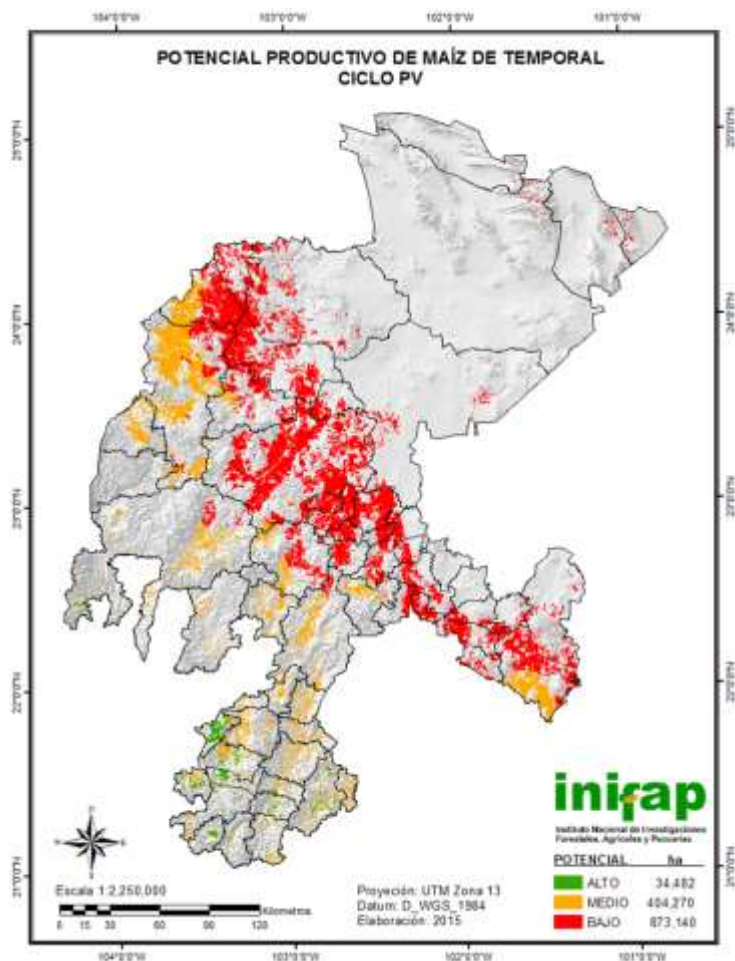
Figura 1. Zonas con potencial productivo para maíz de temporal en el estado de Zacatecas (Imagen: Guillermo Medina García).....	2
Figura 2. Trazado de curvas a nivel o al contorno (Imagen: de Francisco Gpe. Echavarría).....	3
Figura 3. Localización de semillas para estimar la cantidad por hectárea. (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gtz) .....	5
Figura 4. Afectación de maíz por heladas. (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gtz).....	6
Figura 5. Colocación de botes con trampa alimenticia trabajando desde el momento de la siembra (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gutiérrez).....	8
Figura 6. Control químico de gusano cogollero en aspersión dirigido al envés de la hoja (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gutiérrez). .....	9
Figura 7. Control mecánico mediante escarda o cultivo. (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gtz.).....	10
Figura 8. Principales fertilizantes que pueden ser usados en el cultivo de frijol de temporal en Zacatecas (Imagen: Manuel Reveles Hernández).....	12
Figura 9. Biofertilizante INIFAP recomendado para su uso en cultivos (Imagen: Manuel Reveles Hernández). .....	18
Figura 10. Sobre con polvo que se debe disolver en medio litro de agua para preparar la solución adherente. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).....	19
Figura 11. Forma de disolver el polvo en el agua para preparar el adherente. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).....	20
Figura 12. Semilla de maíz dispuesta para iniciar el proceso de aplicación del Biofertilizante INIFAP. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).....	21
Figura 13. Humedecimiento de semilla de maíz previo a la aplicación de Biofertilizante INIFAP. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).....	21
Figura 14. Espolvoreando el Biofertilizante INIFAP sobre la semilla húmeda. (Imagen: Manuel Reveles Hernández). .....	22
Figura 15. Semilla de maíz tratada con Biofertilizante INIFAP. (Imagen: Manuel Reveles Hernández). .....	22

## **1. INTRODUCCIÓN**

En Zacatecas el cultivo de maíz para la producción de grano bajo condiciones de temporal es considerado de suma importancia debido a la gran cantidad de usos y productos. El principal uso que se le da al grano es para la alimentación humana, ya que se consume en tortillas, tamales, y harina entre otros. Además, también se aprovecha el subproducto “rastroyo” para la alimentación del ganado. En los últimos diez años, la superficie sembrada en Zacatecas fue entre 116,231 y 187,120 hectáreas. En el año 2021 se sembraron 167,654 hectáreas y se registraron rendimientos medios de 1.59 t/ha, siendo la región de Ojocaliente la que obtuvo los más bajos rendimientos con 0.36 t/ha, y sobresaliendo el municipio de Momax, ubicado dentro de la región del Cañón del Tlaltenango con 6.5 t/ha. Con lo antes mencionado se puede constatar las áreas de potencial de producción que el INIFAP-Campo Experimental Zacatecas (CEZAC) ha identificado y difundido (Figura 1). Debido a que dentro del Estado se consideran tres condiciones agroecológicas (alto, mediano y bajo potencial), es indispensable implementar tecnologías de producción para cada una de ellas, y con ello asegurar un rendimiento óptimo. Por lo tanto, el objetivo del presente folleto es mostrar a los productores las recomendaciones del CEZAC por cada componente tecnológico para el manejo del



cultivo de maíz para grano, haciendo énfasis en la fertilización.

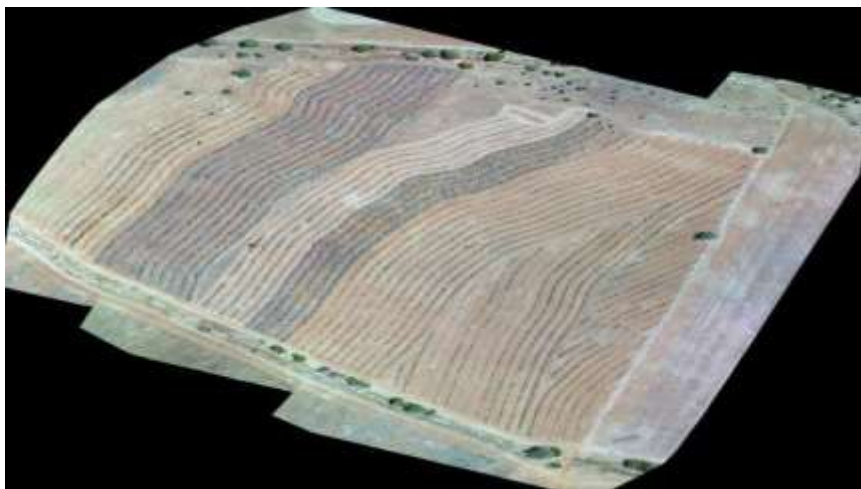


**Figura 1.** Zonas con potencial productivo para maíz de temporal en el estado de Zacatecas (Imagen: Guillermo Medina García).

## **2. COMPONENTES TECNOLÓGICOS DEL CULTIVO DE MAÍZ PARA GRANO**

### ***Preparación del terreno***

Existen diferentes técnicas o labores para la preparación del suelo, por ejemplo, la convencional que consta del barbecho con arado de discos y después uno o dos pasos de rastra. Y la alternativa conocida como labranza vertical con arado de cinceles, en ocasiones o dependiendo del implemento es necesario después pasar una rastra. Sin embargo, para cualquiera de las dos técnicas, se recomienda realizar desde la preparación del terreno acciones que retengan el agua de lluvia y el suelo, “trazado de curvas a nivel o al contorno” (Figura 2). Esta técnica se recomienda para las áreas de bajo y mediano potencial.



**Figura 2.** Trazado de curvas a nivel o al contorno (Imagen: Francisco Gpe. Echavarría).

### ***Variedades recomendadas***

Actualmente existen en el mercado diferentes híbridos y variedades para la producción de grano de maíz en temporal, sin embargo, el INIFAP-CEZAC recomienda todas aquellas que se han sometido a evaluaciones con dicha institución. Los materiales para las áreas de potencial alto son; Ocelote, 32p12, 1445, Aníbal (híbridos), y Cafime. Para bajo y mediano potencial no se recomienda el uso de híbridos debido a que el periodo de crecimiento es más amplio, por lo que no se adapta al periodo de lluvias y libre de heladas. Los materiales que se recomiendan son; VS-201, VS-204, VS-209, Cafime y criollos de la región. Todas estas variedades tienen la ventaja de que el productor lograra producir su propia semilla mediante selección.

### ***Densidad de siembra***

El número de plantas por hectárea recomendada para condiciones de alto potencial productivo son 65,000 y para potencial bajo y medio de 40,000 a 45,000. Para lograr el número de plantas recomendado, es conveniente asegurar la cantidad necesaria de semilla al momento de la siembra, suponiendo que el ancho de los surcos está a 76 cm, en un potencial alto se debe

sembrar la semilla a una distancia de 20 cm o tener 5 semillas por metro. Para potencial bajo y medio, la distancia entre semilla será de 33 cm o de 3 a 4 semillas por metro. Se recomienda sembrar en suelo húmedo o a tierra venida. Una buena práctica es descubrir el suelo hasta localizar la semilla, después abrir por lo menos 5 metros y contar las semillas. Por último, se cuenta el número de semillas y se divide por los metros abiertos en el suelo (Figura 3).



**Figura 3.** Localización de semillas para estimar la cantidad por hectárea. (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gutiérrez)

## ***Época de siembra***

Respetar la fecha de siembra para cada condición de acuerdo al material recomendado es un factor importante para asegurar el rendimiento. Para las áreas de potencial alto, los híbridos recomendados se deben de sembrar antes del 30 de junio, y Cafime para antes del 10 de julio. Para el potencial bajo y medio, los materiales se deben sembrar antes del 15 julio. Al sembrar los híbridos o materiales después del 25 de julio, habrá una alta probabilidad de que las bajas temperaturas afecten el ciclo de producción, lo que provoca que los rendimientos no sean los esperados (Figura 4).



**Figura 4.** Afectación de maíz por heladas. (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gutiérrez).

## ***Control de plagas***

Las plagas que mayormente perjudican al cultivo de maíz son los gusanos, en particular el gusano cogollero. Para su control, el INIFAP-CEZAC ha desarrollado controles amigables con el ambiente, uno de ellos son las trampas alimenticias para retener las palomillas (adultos) y evitar que pongan demasiados huevecillos en las plantas de maíz. Estas trampas alimenticias son elaboradas a base de “tepache” y agua, para ello se mezcla 3 kg de melaza con 1 litro de agua y  $\frac{1}{4}$  de piña hecha pedazos y dejándolo fermentar por 4 días, por último, se diluye el tepache con agua, a la razón de que, por cada litro de tepache, se disuelve en 9 litros de agua y se aplica a los contenedores (Figura 5). Finalmente, se recomienda poner las trampas desde el momento de la preparación del terreno.



**Figura 5.** Colocación de botes con trampa alimenticia trabajando desde el momento de la siembra (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gutiérrez)

Una vez que el cultivo está en crecimiento y se detecta presencia de gusano cogollero, se recomienda aplicar algún producto comercial que contenga el ingrediente activo “clorpirifos” a una dosis de 1 litro en 200 a 400 litros de agua por hectárea, la cantidad de agua depende de la cantidad de biomasa o crecimiento del maíz, entre más pequeño (15 días aproximadamente de crecimiento del maíz) la cantidad de agua será menor (200 litros). Para hacer más eficiente la aplicación, se recomienda monitorear la presencia de gusano y aplicar antes de que la plaga se introduzca al cogollo

de la planta, la aspersión debe ser del suelo hacia arriba (Figura 6).



**Figura 6.** Control químico de gusano cogollero en aspersión dirigido al envés de la hoja (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gutiérrez).

### **Control de malezas**

Debido a que la siembra se realiza en suelo húmedo y antes de ella, se rastrea el terreno, desde ese momento se está llevando a cabo un control mecánico de malezas. Se recomienda continuar con este control mediante las escardas o cultivos (Figura 7). La primera escarda se recomienda a partir de los 15 a 22 días después de la siembra y la segunda después de los 15 días de la primera escarda.





**Figura 7.** Control mecánico mediante escarda o cultivo. (Imagen: Ricardo A. Sánchez Gutiérrez)

### **3. RECOMENDACIONES PARA FERTILIZAR EL MAÍZ DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE ZACATECAS**

#### **Zonas con alto potencial productivo del estado de Zacatecas**

Para las zonas con potencial alto se recomienda la fórmula 100-40-00, expresada en kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio a aplicar por cada hectárea de cultivo.

### ***Primera fertilización***

Se sugiere aplicar todo el fósforo y la mitad del nitrógeno al momento de la siembra, lo que significa aplicar el fertilizante necesario para aportar 50 kilogramos de nitrógeno y 40 de fósforo al momento de la siembra colocándolo en banda a una distancia entre 10 y 15 centímetros a un costado de la línea de siembra. Para aplicar la fórmula de fertilización se pueden usar como fuentes de nitrógeno la Urea, el Fosfonitrato, el Sulfato de amonio (también conocido como azúcar) y el Fosfato Diamónico, que además aporta fosforo (Figura 8). Estos productos se pueden mezclar con otros como el superfosfato de calcio simple (tierra) o el superfosfato de calcio triple que son fuentes de fosforo.

En el Cuadro 1 aparecen nueve opciones de mezclas de fertilizantes para seleccionar la que se facilite adquirir en la región. Además, es importante mezclar productos granulados con granulados, para evitar que las partículas finas se muevan al fondo del bote fertilizador, tal como sucede con los fertilizantes en polvo cuando se mezclan con granulados.



**Figura 8.** Principales fertilizantes que pueden ser usados en el cultivo de maíz de temporal en el estado de Zacatecas (Imagen: Manuel Reveles Hernández).

**Cuadro 1.** Opciones de mezcla de fertilizantes para la primera fertilización de maíz de temporal para zonas de alto potencial productivo en el estado de Zacatecas.

Opción	kilogramos por hectárea	Fertilizante comercial
1	87	Fosfato diamónico (18-46-0)
	74	Urea (46-00-00)
2	80	Fosfato diamónico (18-46-0)
	108	Fosfonitrato (33-03-00)
3	87	Fosfato diamónico (18-46-0)
	164	Sulfato de amonio compactado (21-00-00)
4	108	Urea (46-00-00)

	200	Superfosfato de calcio simple granulado (00-20-00-20Ca)
5	108	Urea (46-00-00)
	87	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)
6	152	Fosfonitrato (33-03-00)
	177	Superfosfato de calcio simple granulado (00-20-00-20Ca)
7	151	Fosfonitrato (33-03-00)
	77	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)
8	238	Sulfato de amonio (21-00-00)
	200	Superfosfato de calcio simple (00-20-00-20Ca)
9	238	Sulfato de amonio compactado (21-00-00)
	87	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)

### ***Segunda aplicación de fertilizantes***

Durante la escarda del cultivo de maíz se recomienda realizar la segunda fertilización en la cual se deben aplicar productos que aporten 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea, esto se logra aplicando 108 kilogramos de Urea, o 152 kilogramos de Fosfonitrato, o bien, 250 kilogramos de Sulfato de amonio.

#### **4. ZONAS CON BAJO Y MEDIANO POTENCIAL PRODUCTIVO DEL ESTADO DE ZACATECAS**

Para las zonas con potencial bajo y medio, se recomienda la fórmula 40-40-00, expresada en kilogramos de nitrógeno, fósforo y potasio por cada hectárea de cultivo, aplicándose todo al momento de la siembra, colocándolo en banda a una distancia entre 10 y 15 centímetros a un costado de la línea de siembra.

Para aplicar la fórmula de fertilización se pueden usar como fuentes de nitrógeno la Urea, el Fosfonitrato, el Sulfato de amonio (azúcar) y el Fosfato Diamónico, que además aporta fósforo (Figura 8). Estos productos se pueden mezclar con otros como el superfosfato de calcio simple (conocido como tierra) o el superfosfato de calcio triple que son fuentes de fósforo. En el Cuadro 2 se muestran nueve opciones de mezclas para seleccionar la que se facilite su compra en la región. Se sugiere que se mezclen productos granulados con granulados para evitar que las partículas finas se vayan al fondo del bote fertilizador, como sucede con los fertilizantes en polvo cuando se mezclan con otros granulados.

**Cuadro 2.** Opciones de mezcla de fertilizantes para su aplicación en maíz de temporal para zonas de mediano potencial productivo en el estado de Zacatecas.

Opción	kilogramos por hectárea	Fertilizante comercial
1	87	Fosfato diamónico (18-46-0)
	53	Urea (46-00-00)
2	82	Fosfato diamónico (18-46-0)
	77	Fosfonitrato (33-03-00)
3	87	Fosfato diamónico (18-46-0)
	116	Sulfato de amonio compactado (21-00-00)
4	87	Urea (46-00-00)
	200	Superfosfato de calcio simple granulado (00-20-00-20Ca)
5	87	Urea (46-00-00)
	87	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)
6	121	Fosfonitrato (33-03-00)
	181	Superfosfato de calcio simple granulado (00-20-00-20Ca)
7	121	Fosfonitrato (33-03-00)
	79	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)
8	190	Sulfato de amonio (21-00-00)
	200	Superfosfato de calcio simple (00-20-00-20Ca)
9	190	Sulfato de amonio compactado (21-00-00)
	87	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)

## **5. USO DE BIOFERTILIZANTES EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ**

A los compuestos que contienen microorganismos vivos o latentes que ayudan a aprovechar mejor los nutrientes por los cultivos se les llama biofertilizantes. Estos compuestos hacen más eficiente el uso de los nutrientes disponibles en el suelo, ya sea que formen parte de su fertilidad natural o que se hayan aplicado a través de abonos o fertilizantes. Los microorganismos de los biofertilizantes pueden ser hongos o bacterias que se aplican a la semilla antes de la siembra o bien durante el desarrollo del cultivo.

### ***Las micorrizas como biofertilizantes***

Los hongos benéficos que se usan en la agricultura como biofertilizantes se les llama micorrizas, que infectan las raíces de las plantas, instalándose en ellas y provocando que proliferen mayor número de raíces, esto sin causar daño a la planta, de tal manera que, el cultivo les sirve como hospedero y los hongos favorecen su crecimiento y productividad, logrando una sociedad entre el hongo y la planta en la que ambos ganan.

Estos hongos benéficos no proveen ningún nutriente, sino que ayudan a aprovechar de manera más eficiente los elementos disponibles. Aunado a lo anterior, estos microorganismos pueden incrementar la resistencia a condiciones de alta o baja humedad y a la presencia de plagas y enfermedades.

En el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se han realizado trabajos de investigación que demuestran que las micorrizas INIFAP mejoran el aprovechamiento del fertilizante aplicado al cultivo, de tal forma que se puede reducir a la mitad la cantidad de fertilizantes aplicados y tener una producción similar a la obtenida cuando se usa la dosis completa de fertilizantes, los rendimientos para ambos tratamientos fueron desde 1.9 a 2.2 t/ha. Con esta práctica se reduce a la mitad el costo de fertilización, más el costo del biofertilizante, el cual generalmente cuesta lo equivalente a 11 kilogramos de urea, o 20 kilogramos de sulfato de amonio.

### ***Cuando aplicar el biofertilizante INIFAP***

El biofertilizante INIFAP (Figura 9), a base de micorrizas que se instalarán en la raíz, se recomienda como tratamiento a la semilla, por lo que su aplicación se



debe realizar antes de la siembra y de preferencia el mismo día que se establecerá el cultivo; al germinar la semilla tratada, las micorrizas se adhieren a la raíz e inicia su actividad benéfica hacia la planta.

### ***Dosis de biofertilizante INIFAP a aplicar en el cultivo de maíz.***

La dosis es de un kilogramo de Biofertilizante INIFAP en polvo para la semilla de maíz necesaria para una hectárea; cuando la semilla esté tratada previamente con otros productos químicos, se recomienda duplicar la dosis, lo que significa aplicar dos kilogramos de biofertilizante para la semilla de una hectárea.

En la bolsa del biofertilizante viene un sobre de polvo adherente, para facilitar la aplicación de las micorrizas a la semilla (Figura 10).



**Figura 9.** Biofertilizante INIFAP recomendado para su uso en cultivos  
(Imagen: Manuel Reveles Hernández).



**Figura 10.** Sobre con polvo que se debe disolver en medio litro de agua para preparar la solución adherente. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).

### ***Forma de aplicación del biofertilizante INIFAP***

Paso 1. Pesar la semilla que se usará por hectárea.

Paso 2. Diluir el adherente en polvo (contenido en el sobre acompañante del biofertilizante) en medio litro de agua (Figura 11). En sustitución del polvo adherente, se pueden usar seis cucharadas azúcar comestible diluida en medio litro de agua para preparar una solución pegajosa que sirva para que las partículas de biofertilizantes se peguen a la semilla.

Paso 3. Colocar la semilla en una superficie lisa o sobre una lona o plástico (Figura 12).

Paso 4. Humedecer la semilla de maíz con el medio litro de solución adherente, previamente preparada, procurando que todos los granos estén impregnados con la solución adherente (Figura 13).

Paso 5. Espolvorear el polvo del biofertilizante sobre la semilla (Figura 14).

Paso 6. Mezclar, con una pala, hasta que todas las semillas contengan partículas del biofertilizante (Figura 15).



**Figura 11.** Forma de disolver el polvo en el agua para preparar el adherente. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).



**Figura 12.** Semilla de maíz dispuesta para iniciar el proceso de aplicación del Biofertilizante INIFAP. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).



**Figura 13.** Humedecimiento de semilla de maíz previo a la aplicación de Biofertilizante INIFAP. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).



**Figura 14.** Espolvoreando el Biofertilizante INIFAP sobre la semilla húmeda. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).



**Figura 15.** Semilla de maíz tratada con Biofertilizante INIFAP. (Imagen: Manuel Reveles Hernández).

### ***Cuidados al aplicar el biofertilizante***

Antes de abrir la bolsa se debe leer cuidadosamente la etiqueta. El tratamiento, también llamado inoculación, de la semilla, se debe realizar en un lugar sombreado, evitando que se exponga la micorriza a los rayos solares, ya que éstos pueden inactivar al hongo. En caso de que los botes sembradores no tengan tapa, se sugiere usar un costal para proteger la semilla de los rayos solares.

La semilla tratada se debe sembrar preferentemente el mismo día de su tratamiento, o a más tardar, durante los siguientes siete días.

## ***6. FERTILIZACIÓN DE MAÍZ DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE ZACATECAS USANDO FERTILIZANTES QUÍMICOS Y BIOFERTILIZANTE INIFAP***

Se ha demostrado que al aplicar el Biofertilizante INIFAP en el cultivo de maíz, se puede reducir a la mitad el uso de fertilizante químico y obtener rendimientos similares que cuando solo se usa el fertilizante químico. Esto se atribuye a que se hace más eficiente la extracción de los nutrientes disponibles en el suelo.

### **Zonas de alto potencial del estado de Zacatecas usando fertilizantes químicos y Biofertilizante INIFAP**

En las zonas de alto potencial productivo de maíz del estado de Zacatecas se recomienda usar la fórmula 50-20-00 + 1.0, expresada en kilogramos de nitrógeno, fosforo, potasio y Biofertilizante INIFAP por hectárea, aplicando la formula recomendada al momento de la siembra. Para logra la recomendación anterior se puede usar una de las nueve opciones que aparecen en el Cuadro 3, usando semilla inoculada con un kilogramo de Biofertilizante INIFAP.

**Cuadro 3.** Opciones de mezcla de fertilizantes para su aplicación en maíz de temporal para zonas de alto potencial productivo en el estado de Zacatecas cuando se usa semilla inoculada con el biofertilizante INIFAP.

Opción	kilogramos por hectárea	Fertilizante comercial
1	43.5	Fosfato diamónico (18-46-0)
	92	Urea (46-00-00)
2	35	Fosfato diamónico(18-46-0)
	132	Fosfonitrato (33-03-00)
3	43.5	Fosfato diamónico (18-46-0)
	200	Sulfato de amonio compactado (21-00-00)
4	108	Urea (46-00-00)

	100	Superfosfato de calcio simple granulado (00-20-00-20Ca)
5	108	Urea (46-00-00)
	44	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)
6	151	Fosfonitrato (33-03-00)
	71	Superfosfato de calcio simple granulado (00-20-00-20Ca)
7	151	Fosfonitrato (33-03-00)
	33.5	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)
8	238	Sulfato de amonio (21-00-00)
	100	Superfosfato de calcio simple (00-20-00-20Ca)
9	238	Sulfato de amonio compactado (21-00-00)
	43.5	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)

### ***Zonas de bajo y mediano potencial del estado de Zacatecas usando fertilizantes químicos y biofertilizante INIFAP***

En las zonas de mediano potencial productivo de maíz se recomienda usar la fórmula 20-20-00 + 1.0, expresada en kilogramos de nitrógeno, fósforo, potasio y Biofertilizante INIFAP por hectárea; se aplica la fórmula recomendada al momento de la siembra. Para lograr la recomendación anterior se puede seleccionar



una de las nueve opciones que aparecen en el Cuadro 4, usando semilla inoculada con un kilogramo de Biofertilizante INIFAP.

**Cuadro 4.** Opciones de mezcla de fertilizantes para su aplicación en maíz de temporal para zonas de mediano potencial productivo en el estado de Zacatecas cuando se usa semilla inoculada con el biofertilizante INIFAP.

Opción	kilogramos por hectárea	Fertilizante comercial
1	44	Fosfato diamónico (18-46-0)
	26	Urea (46-00-00)
2	41	Fosfato diamónico (18-46-0)
	38	Fosfonitrato (33-03-00)
3	44	Fosfato diamónico (18-46-0)
	58	Sulfato de amonio compactado (21-00-00)
4	44	Urea (46-00-00)
	100	Superfosfato de calcio simple granulado
5	44	Urea (46-00-00)
	44	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)
6	61	Fosfonitrato (33-03-00)

	91	Superfosfato de calcio simple granulado (00-20-00-20Ca)
7	61	Fosfonitrato (33-03-00)
	39	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)
8	95	Sulfato de amonio (21-00-00)
	100	Superfosfato de calcio simple (00-20-00-20Ca)
9	95	Sulfato de amonio compactado (21-00-00)
	44	Superfosfato de calcio triple (00-46-00-21Ca)

**La cita correcta de este folleto es:**

Sánchez-Gutiérrez R.A., Reveles-Hernández M., Mena-Covarrubias J., Ramírez-Cabral N.Y.Z, Cid-Ríos J.A. y Echavarría-Cháirez F.G. 2023. Tecnología para la producción de maíz en condiciones de temporal en Zacatecas. Folleto para Productores No. 46. Campo Experimental Zacatecas, CIRNOC, INIFAP. 28 pp.

### **Comité Editorial del CIRNOC**

M.C. Yasmin Ileana Chew Madinaveitia  
Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja  
Dr. José Ángel Sigala Rodríguez  
Dr. Pedro Jurado Guerra  
M.C. Mayra Denise Herrera  
M.C. María Gabriela Ramírez Valadez  
Dr. Arturo Corrales Suastegui  
M.C. Omar Cástor Ponce García

### **Comité Editorial del CE Zacatecas**

Presidente: M.C. Mayra Denise Herrera  
Secretario: Dr. Luis Roberto Reveles Torres  
Vocal: Dr. Miguel Servín Palestina  
Vocal: Dr. Juan José Figueroa González  
Vocal: Dra. Raquel Karina Cruz Bravo

### **Edición**

Dr. Francisco Guadalupe Echavarría Cháirez

### **Diseño y fotografía**

Ing. Manuel Reveles Hernández

### **Código INIFAP**

MX-0-310305-26-02-11-10-46

El proceso editorial de esta publicación y el formato electrónico se terminó en diciembre de 2023, en el Campo Experimental Zacatecas, Kilometro 24.5 Carretera Zacatecas - Fresnillo. C.P. 98500, Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. México.

Tel: 55-38-71-87-00

Publicación Electrónica disponible en  
la biblioteca digital del INIFAP:

[https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/\\_Content  
www.gob.mx/inifap](https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/_Content/www.gob.mx/inifap)



Instituto Nacional de Investigaciones  
Forestales, Agrícolas y Pecuarias

## Centros de Investigación y Campos Experimentales del INIFAP



AGRICULTURA

inifap



**Directorio del CE Zacatecas**  
**Dr. Luis Roberto Reveles Torres**  
**Director de Coordinación y Vinculación**

Dr.	Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
Dra.	Nadiezhdá Y. Ramírez Cabral	Agrometeorología y Modelaje
MG.	José Israel Casas Flores	Agrometeorología y Modelaje
Dr.	Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
Dr.	Francisco G. Echavarría Cháirez	Fertilidad de suelos y nutrición vegetal
MC.	José Ángel Cid Ríos	Fríjol y Garbanzo
Dr.	Juan José Figueroa González	Fríjol y Garbanzo
MC.	Mayra Denise Herrera	Fríjol y Garbanzo
MC	Valentín Melero Meráz	Frutales
Ing.	Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dr.	Miguel Servín Palestina	Ingeniería de Riego
Dra.	Raquel Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
MC	Enrique Medina Martínez	Maíz
MC.	Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr.	Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
MC.	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
Dra.	Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía



Debido a que dentro del estado de Zacatecas se consideran tres condiciones agroecológicas (alto, mediano y bajo potencial), es indispensable implementar tecnologías de producción para cada una de ellas, y con ello asegurar un rendimiento óptimo. Por lo tanto, el objetivo del presente folleto es mostrar a los productores las recomendaciones que el Campo Experimental Zacatecas cuenta por cada componente tecnológico para el manejo del cultivo de maíz para grano, haciendo énfasis en la fertilización tanto química como orgánica.

