

MÉXICO 2010



**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



LA FECHA DE SIEMBRA: Una Alternativa para Incrementar la Producción de Maíz

Miguel Ángel CANTÚ ALMAGUER, César Augusto REYES MÉNDEZ,
Luis Ángel RODRÍGUEZ del BOSQUE

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional del Noreste
Campo Experimental Río Bravo

Río Bravo, Tam., Diciembre de 2010

Folleto Técnico Núm. 44, ISBN: 978-607-425-413-6

25 Aniversario
Ciencia y Tecnología
para el Campo Mexicano



Vivir Mejor

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

M. C. Mariano Ruiz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Dr. Pedro Adalberto González Hernández
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. Arturo Cruz Vázquez
Encargado del Despacho de la Coordinación de Planeación
y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

Lic. Ricardo Noverón Chávez
Director General Adjunto de la Unidad Jurídica

Centro de Investigación Regional del Noreste

Dr. Sebastián Acosta Núñez
Director Regional

Dr. Jorge Elizondo Barrón
Director de Investigación, Innovación y Vinculación

M. C. Nicolás Maldonado Moreno
Director de Planeación y Desarrollo

M. A. José Luis Cornejo Enciso
Director de Administración

LA FECHA DE SIEMBRA: Una Alternativa para Incrementar la Producción de Maíz

**Dr. Miguel Ángel CANTÚ ALMAGUER
MC. César Augusto REYES MÉNDEZ
Dr. Luis Ángel RODRÍGUEZ del BOSQUE**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional del Noreste
Campo Experimental Río Bravo
Río Bravo, Tam., Diciembre de 2010.
Folleto Técnico Núm. 44, ISBN: 978-607-425-413-6

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias**

Progreso 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán, C.P. 04010 México, D. F.
Teléfono (55) 3871-8700

**LA FECHA DE SIEMBRA: Una alternativa para incrementar
la producción de maíz**

ISBN: 978-607-425-413-6
Primera Edición 2010

Clave CIRNE: INIFAP/CIRNE/A-462

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
Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Condiciones óptimas para el desarrollo del maíz.....	4
Comportamiento del maíz en siembras tempranas.....	4
Comportamiento del maíz en siembra óptima.....	8
Comportamiento del maíz en siembras tardías.....	9
Híbridos de maíz.....	11
Efecto de la fecha de siembra en el rendimiento.....	13
Efecto de la fecha de siembra en la incidencia de plagas	19
Modelo de predicción.....	22
Uso de la tabla de probabilidades.....	23
Recomendaciones.....	25
Referencias.....	26
Agradecimientos	29

CUADROS

CUADRO		Pág
1	Fecha de siembra recomendada para el norte de Tamaulipas durante diferentes períodos de tiempo.....	3
2	Efecto de la temperatura del suelo sobre la emergencia de la semilla de maíz en diferentes fechas de siembra. O-I período 2005-2006 y 2008-2009. Río Bravo, Tam...	5
3	Efecto del rendimiento de grano en diferentes fechas de siembra. Campo Experimental Río Bravo, Tam O.I. 2005-2006.....	14
4	Efecto del rendimiento de grano en diferentes fechas de siembra. Campo Experimental Río Bravo, Tam. O.I 2006-2007.....	15
5	Efecto del rendimiento de grano en diferentes fechas de siembra. Campo Experimental Río Bravo, Tam O.I. 2007-2008.....	17
6	Efecto del rendimiento de grano en diferentes fechas de siembra. Campo Experimental Río Bravo, Tam. O.I. 2008-2009.....	18
7	Probabilidad de éxito (%) en la fecha de siembra del maíz en el DDR 155 y DDR 156 en el norte de Tamaulipas.....	24

FIGURAS

FIGURA		Pág
1	Efecto de bajas temperaturas sobre plántulas de dos híbridos de maíz, izquierda origen templado y derecha origen tropical.....	6
2	Daños ocasionados al maíz por helada. O-I 2006-2007. Río Bravo, Tam.....	7
3	Daños irreversibles por granizada. O-I 2006-2007. Díaz Ordaz, Tam.....	7
4	Diferencia en altura de planta por efecto de la fecha de siembra.....	9
5	Aspecto general del desarrollo del maíz en diferentes fechas de siembra. Río Bravo, Tam. O.I 2005-2006.....	10
6	Rendimiento medio de grano de maíz blanco y amarillo en diferentes fechas de siembra. Río Bravo, Tam. O.I 2006-2007....	12
7	Respuesta del maíz a diferentes fechas de siembra en el norte de Tamaulipas (2006-2009).....	19
8	Efecto de la fecha de siembra en la incidencia de gusano elotero y cogollero en el elote. O.I. 2007-2008. Río Bravo, Tam....	20
9	Daño al elote (2006-2009) provocado por <i>Helicoverpa zea</i> y <i>Spodoptera frugiperda</i> en diferentes fechas de siembra en híbridos de grano blancos y amarillos. Río Bravo, Tam., México.....	21
10	Aspecto del daño de gusano elotero y cogollero en mazorcas de maíz blanco y amarillo en diferentes fechas de siembra. Río Bravo, Tam. 2008-2009.....	22

INTRODUCCIÓN

El maíz es el cultivo más importante en México por la superficie sembrada, el valor de la producción y la ocupación que provee al 20 % de la población económicamente activa. En el 2008 se sembraron en el país 7.35 millones de hectáreas de maíz para grano con un rendimiento medio de 3.32 t ha⁻¹ y un volumen de producción de 24.41 millones de toneladas (SIAP 2010).

En Tamaulipas durante el período de 2003 al 2008 en el ciclo agrícola de otoño-invierno bajo condiciones de riego, se sembraron 93,629 hectáreas de maíz que representan el 38.76 % de la superficie sembrada anualmente en el Estado, en ellas se obtuvo un rendimiento medio de 4.60 t ha⁻¹. (SIACON 2009). El norte de Tamaulipas es la región más importante para la siembra de maíz, ya que en el mismo período de otoño-invierno se sembraron cada año 65,580 hectáreas con un rendimiento medio de grano de 5.26 t ha⁻¹ que representan el 70.04 % de la superficie sembrada con este cultivo, en cambio en la región centro del Estado se sembró el 17.33 % que equivale a 16,226 hectáreas con un rendimiento de 4.45 t ha⁻¹, mientras que en la zona sur se sembró el restante 12.63 % (SIACON 2009).

En el área de riego del norte de Tamaulipas, el maíz amarillo se ha sembrado de manera importante desde la década de los 80's. La superficie sembrada con este cereal durante los ciclos otoño-invierno (O-I) de los años 2006, 2007 y 2008 fue de 101,746, 81,200 y 67,200 hectáreas, en donde los maíces de grano amarillo ocuparon el 93, 77 y 92 %, respectivamente.

El maíz es el cereal de mayor adaptación en el mundo y el conocimiento del ambiente donde se desarrolla el cultivo es fundamental para obtener el mayor potencial de rendimiento, en general las mayores producciones se dan en ambientes en donde los meses más calurosos varían entre 21 y 27 °C en el día y de 14.4 a 21 °C en la noche y un período libre de heladas de 120 a 180 días, un ejemplo es la mejor

selección de la fecha óptima de siembra, para evitar las heladas y que el desarrollo del cultivo en su etapa reproductiva se presenten temperaturas frescas para obtener una mayor producción y por ende mayores beneficios económicos.

Es difícil que en la región se alcancen los rendimientos que se obtienen en otras regiones del país como Guanajuato y Sinaloa, en donde temperaturas frescas favorecen la etapa reproductiva del maíz, lo cual se refleja directamente en un mayor llenado de grano y por ende mayor rendimiento. Un ejemplo es el H-435 el cual en Río Bravo, Tamaulipas requiere de 78 días para la floración y 140 días para alcanzar madurez a cosecha, mientras que en Culiacán florea a los 90 días y se cosecha a los 170 días.

La investigación agrícola con respecto al manejo del cultivo de maíz se inicio en Tamaulipas en la década de los 60's en el Campo Experimental Río Bravo (Reyes y Cantú 2006), actualmente cincuenta años después de presenciar los diferentes cambios tecnológicos y ambientales se plantea el presente escrito, con la finalidad de dar a conocer la tecnología más reciente para la siembra y producción de maíz en el norte de Tamaulipas.

ANTECEDENTES

Últimamente se han presentado con mayor frecuencia anomalías ambientales, como es el caso del fenómeno del “niño”, el cual se produce por una elevación anormal de la temperatura del agua del océano. Este fenómeno origina cambios ambientales radicales, produciendo desviaciones con respecto a las características normales del clima, con efecto catastrófico sobre las actividades vitales del hombre (Tiscareño *et al.*, 1998).

La fecha de siembra del maíz a sufrido diversos cambios en la región a través del tiempo, situación que se ha observado desde los inicios de los trabajos de investigación del Programa de Maíz del Campo Experimental Río Bravo

(Reyes y Cantú, 2006). En la década de los 60's las mejores siembras comprendían del 1 de febrero al 15 de marzo (Ortiz *et al.*, 1966), mientras que en los 80's la fecha óptima de siembra abarcó todo el mes de febrero (Anónimo, 1978), mientras que en la actualidad Reyes y García, (1996) mencionan que la fecha de siembra se ha acotado al período del 20 de enero al 15 de febrero (Cuadro 1).

En los últimos años existe entre los productores una tendencia creciente de sembrar antes del 20 de enero debido a la creencia que en la región los inviernos han sido más calientes, situación que no se justifica de acuerdo con los datos históricos de clima en la región, las cuales muestran que las siembras tempranas tienen mayor riesgo de sufrir heladas, como la ocurrida el 5 de marzo del 2007 cuando se siniestraron más de cinco mil hectáreas (Rodríguez-del-Bosque *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Fecha de siembra recomendada para el norte de Tamaulipas durante diferentes períodos de tiempo.

PERÍODO	FECHA ÓPTIMA DE SIEMBRA	
En los 60's	1 de febrero	15 de marzo
En los 80's	1 de febrero	28 de febrero
Actual	20 de enero	15 de febrero

En los últimos cinco años en el norte de Tamaulipas se han sembrando en promedio 100 mil ha⁻¹ de maíz durante el ciclo otoño-invierno en condiciones de riego. Se estima que cerca del 20 % de las siembras de maíz se realizan fuera de la fecha de siembra que el INIFAP recomienda para esta región, lo que provoca en promedio pérdida en el rendimiento de 1.0 t ha⁻¹.

CONDICIONES ÓPTIMAS PARA EL DESARROLLO DEL MAÍZ

Para un desarrollo óptimo del maíz se requiere que las temperaturas promedio oscilen entre 21 y 32 °C, presentando los rendimientos de grano más altos cuando los años son más frescos (Shaw 1988). Diversos autores reportan que la temperatura óptima nocturna debe oscilar entre 18 y 22 °C y son las que tienen mayor influencia en el rendimiento del grano (Peters *et al.* 1971; Duncan *et al.* 1973; Keeling *et al.* 1990). Cuando las temperaturas nocturnas son superiores a 22 °C y las diurnas a 35 °C o más, se provoca un severo estrés en la planta, agravándose esta situación cuando se tienen densidades altas y poca humedad (Prine 1971; Shaw 1988), este estrés se refleja más en la etapa de llenado de grano, donde las variaciones mínimas de temperatura afectan severamente el rendimiento del maíz.

COMPORTAMIENTO DEL MAÍZ EN SIEMBRAS TEMPRANAS

Cuando el maíz se siembra en fechas tempranas (15 de diciembre al 19 de enero), el cultivo presenta efectos negativos entre los que se encuentran: La germinación de la semilla es afectada principalmente por la temperatura y la humedad del suelo, así como, el vigor. En el Cuadro 2 se presentan la temperatura del suelo y los días a la emergencia del maíz en diferentes fechas de siembra y se observa que a medida que la siembra se realiza de forma temprana se retarda la emergencia del maíz, siendo ésta de 10 días en

promedio, el mismo fenómeno lo presenta la humedad del suelo (la germinación se incrementa en la medida que se incrementa la humedad del suelo) este retraso en la germinación puede ocasionar pérdidas o daños en semilla o en las plántulas por hongos, insectos, o formación de costras del suelo, por lo que es necesario incrementar la semilla de siembra en 10 % y más aún si el porcentaje de germinación es menor del 85% (Reyes y Cantú, 2005).

Cuadro 2. Efecto de la temperatura del suelo sobre la emergencia de la semilla de maíz en diferentes fechas de siembra. O-I período 2005-2006 y 2008-2009. Río Bravo, Tam.

FECHA DE SIEMBRA	TEMPERATURA DEL SUELO (°C)	DÍAS A EMERGENCIA
15 de diciembre	10	15-18
10 de enero	12	12-17
2 de febrero	16	9-11
15 de febrero	18	8-10
9 de marzo	20	5-7
1 de agosto	16	3-5

Las siembras efectuadas durante este período, ocasionan que las plántulas de maíz en etapa vegetativa de 2 a 4 hojas completas (V_2 a V_4), comúnmente se tornen de color morado cuando son expuestas a bajas temperaturas, este síntoma desaparecerá a medida que la temperatura del aire se va incrementando sin afectar el rendimiento de grano (Reyes y Cantú, 2005). Este síntoma se presenta únicamente en maíces con germoplasma de origen tropical y no así en los de origen templado, la coloración morada o púrpura es ocasionada por la respuesta de las antocianinas a las bajas temperaturas (Figura 1).



Figura 1. Efecto de bajas temperaturas sobre plántulas de dos híbridos de maíz, izquierda origen templado y derecha origen tropical.

Por lo general las plántulas de maíz en esta etapa del crecimiento, al presentarse temperaturas congelantes (-1°C), solo presentan quemaduras en sus hojas emergidas, pero no se ocasiona daños en el punto de crecimiento, el cual se encuentra abajo de la superficie del suelo (Figura 2). Para estos daños no se recomienda realizar ninguna actividad, ya que las plantas afectadas se recuperarán y las pérdidas en el rendimiento de grano oscilarán entre 1 y 20 %, dependiendo de la intensidad y duración de la helada, si lo desea y para superficies pequeñas podrá retirar el dosel quemado con unas tijeras. Si la helada o granizada se presenta después de la etapa V_4 , es muy posible que dañen el punto de crecimiento por estar éste sobre la superficie del suelo, para este caso se recomienda realizar una resiembra, siempre y cuando se encuentre dentro de la fecha recomendada, de lo contrario es preferible cambiar a otro cultivo como sorgo o algodón (Figura 3).



Figura 2. Daños ocasionados al maíz por helada. O-I 2006-2007. Río Bravo, Tam.



Figura 3. Daños irreversibles por granizada. O-I 2006-2007. Díaz Ordaz, Tam.

Durante este período de siembra muy probablemente el maíz presenta las siguientes condiciones generales: Tardará en germinar de 14 a 17 días por baja temperatura ambiental y del suelo; su desarrollo presentará menor altura de planta, menor área foliar; alargamiento de ciclo vegetativo con una floración de 103 a 106 días después de la siembra, teniendo alta probabilidad de daños por heladas (llegando a ser pérdidas totales en el rendimiento), así mismo, se tendrá mayor incidencia de gusano elotero y cogollero y el rendimiento a obtener fluctuaría de 4 a 6 t ha⁻¹ (Cantú y Reyes, 2008).

COMPORTAMIENTO DEL MAÍZ EN SIEMBRA ÓPTIMA (20 DE ENERO A 15 DE FEBRERO)

El maíz sembrado en la fecha óptima, la cual queda comprendida del 20 de enero al 15 de febrero, tendrá un mejor desarrollo y comportamiento que en el período antes descrito; en esta fecha la germinación de la semilla se presentará de 10 a 12 días después de la siembra, la altura de planta y mazorca se incrementará en 14.11 %; es decir, el maíz tendrá una altura promedio de 186 centímetros y por ende se aumentará el área foliar, y la precocidad (16 días), motivo por el cual la exposición de los estigmas se dará, en promedio a los 75 días después de la siembra (Figura 4).



Figura 4. Diferencia en altura de planta por efecto de la fecha de siembra

Cabe mencionar que durante este período de siembra, se tendrá una mayor incidencia de plagas, con respecto a las siembras tempranas, motivo por el cual se recomienda utilizar híbridos de maíz, adaptados y con excelente cobertura de mazorca para reducir daños por plagas e incidencia de enfermedades.

COMPORTAMIENTO DEL MAÍZ EN SIEMBRAS TARDÍAS (DESPUÉS DEL 15 DE FEBRERO)

Cuando el maíz se siembra fuera de la fecha de siembra (después del 15 de febrero), se incrementan los factores adversos que merman significativamente el rendimiento de grano, su comportamiento se ve reflejado bajo el siguiente esquema; La germinación se presentará de 3 a 5 días después de la siembra, con un rápido desarrollo inicial, debido a las altas temperaturas que se presentan

durante la siembra, lo que repercute directamente en una mayor altura de planta y mazorca, con un incremento del 24.53 %; es decir, presentará una altura promedio de 203 centímetros con respecto a las siembras tempranas, (Figura 5), además se tendrá una mayor precocidad, ya que la floración masculina ocurrirá en promedio a los 66 días después de la siembra; es decir, 25 días menos que las floraciones presentadas en las fechas tempranas.



Figura 5. Aspecto general del desarrollo del maíz en diferentes fechas de siembra. Río Bravo, Tam. O.I 2005-2006.

Por otra parte, la siembra de maíz en fechas tardías incrementa considerablemente el riesgo de reducir el rendimiento de grano. Esta afectación se debe principalmente a una mayor incidencia de problemas fitosanitarios (plagas y enfermedades) y a la coincidencia de altas temperaturas y falta de humedad en etapas críticas del cultivo, estudios realizados sobre este aspecto indican que un atraso de 10 días en la fecha de siembra se reduce en 22 % la probabilidad de éxito de que esa fecha de siembra sea

la mejor. Generalmente en estas fechas de siembra se presentan altas temperaturas ambientales en los meses de mayo y junio, período que coincide con la floración del maíz, causando mala polinización o esterilidad en casos extremos, repercutiendo directamente en el rendimiento de grano, así mismo, la incidencia de plagas como el gusano elotero y cogollero se incrementan con respecto a las fechas tempranas y oportunas, hecho que afecta al rendimiento del maíz (Cantú y Reyes, 2006 y 2008).

Los daños causados por las plagas, aunado a la mala cobertura de mazorca de algunos híbridos que se utilizan en la región norte de Tamaulipas, las precipitaciones y las temperaturas altas registradas durante los meses de junio y julio, (época de maduración y cosecha del maíz), retrasan la trilla hasta en 20 días, favoreciendo la presencia de aflatoxinas en el grano, desecho metabólico que produce el hongo *Aspergillus flavus*, su desarrollo y reproducción se favorece por las altas temperaturas nocturnas, llegando a presentarse pérdidas totales si existe una sequía en este período (Payne, 1992; Reyes y García, 1996).

HÍBRIDOS DE MAÍZ

En la frontera tamaulipeca actualmente se ofrecen por diferentes compañías productoras de semilla un buen número de híbridos de maíz de diferente precocidad, potencial de rendimiento, porte de planta, color y tamaño de grano, del tipo palomero, para uso forrajero y sobre todo de diferentes precios de semilla, lo que representa una amplia opción de acuerdo a los gustos, preferencias y necesidades de los productores de maíz del norte de Tamaulipas (Cantú y Reyes, 2005).

Entre los híbridos que ofrece el mercado se puede mencionar los productos de Pioneer, Asgrow, Dekalb, Garst, Golden Acres, Techag y Ceres, entre otros, sin faltar los materiales nacionales generados por el Instituto Nacional de

Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

De acuerdo a los resultados obtenidos en diferentes evaluaciones realizadas, bajo diferentes ambientes de producción y distintos años, se sugiere; si su terreno es de alta productividad, cuenta con agua de riego y tiene los recursos económicos necesarios, siembre el híbrido de su preferencia, si su problema es solvencia económica o falta de capital de inversión en semilla, se sugiere la siembra de híbridos nacionales como el H-437, H-439, H-435 y H-436 y si su gusto es por los de grano amarillos utilice el H-443A, en cambio si su problema es la falta de agua (aplica únicamente uno o dos riegos de auxilio) o siembra de temporal, utilice el H-437, H-440 y H-443A.

De acuerdo a los resultados obtenidos en diferentes años de evaluación, en cuanto al color de grano del maíz los resultados indican que los maíces de grano amarillo son más productivos que los de grano blanco (Figura 6).

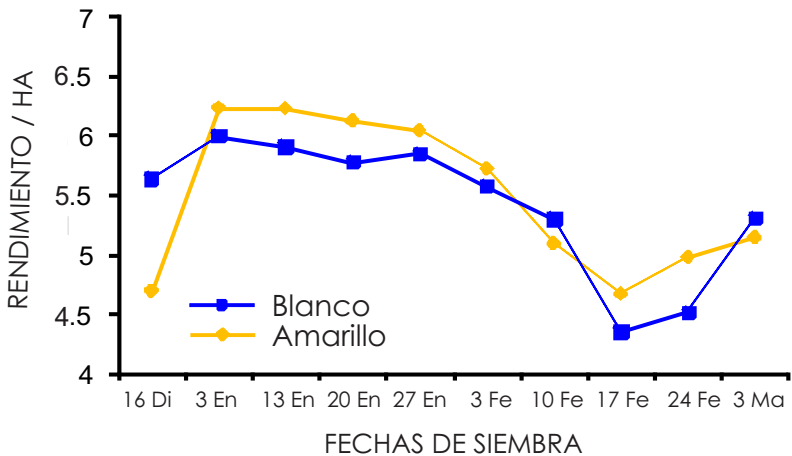


Figura 6. Rendimiento medio de grano de maíz blanco y amarillo en diferentes fechas de siembra. Río Bravo, Tam. O.I 2006-2007.

EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO

Los trabajos de investigación realizados en Río Bravo durante los últimos cuatro años indican que existe un efecto significativo de la fecha de siembra en el rendimiento de grano, la cual está directamente relacionada con las condiciones climáticas que se presenten durante el ciclo de siembra del cultivo.

Las siembras tempranas (del 15 de diciembre al 15 de enero) presentan los mayores riesgos de pérdida del rendimiento por efectos climáticos adversos como heladas y granizadas; sin embargo, en años donde no se presentan estos fenómenos climáticos, las condiciones ambientales presentes se asemejan a las ideales para tener una muy buena producción de maíz.

En los Cuadro 3, 4 y 5 se presentan el comportamiento promedio de ocho híbridos de maíz en tres diferentes años y bajo diferentes fechas de siembra, destacando su rendimiento de grano, floración y altura de planta.

Cuadro 3. Efecto del rendimiento de grano en diferentes fechas de siembra. Campo Experimental Río Bravo, Tam O.I. 2005-2006.

FECHA	RENDIMIENTO (t ha ⁻¹)	DÍAS A FLORACIÓN	ALTURA DE PLANTA (cm)
16-Dic	6.46	101	161
6-Ene	7.60	90	189
13-Ene	7.93	87	195
20-Ene	7.37	82	206
27-Ene	7.87	78	211
3-Feb	7.48	75	205
10-Feb	6.98	73	207
17-Feb	6.22	69	209
24-Feb	6.33	64	202
3-Mar	7.07	60	218
DMS =	0.635	2.1	36
CV (%) =	12.10	1.9	4.2

En el ciclo agrícola de OI 2005-2006 se obtuvieron buenos rendimientos de grano, ya que fue un año atípico con respecto a la temperatura y la precipitación, no se presentaron fenómenos climáticos adversos y sus temperaturas ambientales fueron frescas, con buenas precipitaciones; en este año se observó que el rendimiento de grano se incrementó a medida que se alargaba la fecha de siembra, hasta alcanzar su máxima producción el 27 de enero, para posteriormente disminuir a medida que se prolongaba la fecha de siembra. Los rendimientos de grano obtenidos durante este año fueron buenos, con un buen desarrollo de planta, sobresaliendo los obtenidos en las siembras del mes de enero y primera semana de febrero con una fluctuación de 7.37 a 7.93 t ha⁻¹, mientras que las siembras realizadas en diciembre y después de la primer semana de febrero presentaron los menores rendimientos de grano en un rango de 6.98 a 7.07 t ha⁻¹ (Cuadro 3).

Durante el ciclo OI 2006-2007 las condiciones ambientales fueron muy contrastantes con respecto a las presentadas el año anterior, en este ciclo se presentaron dos fuertes heladas y lluvias constantes durante las primeras tres semanas del mes de enero, lo cual ocasionó siniestro en las primeras tres fechas de siembra y no se pudo sembrar una de las fechas de enero por exceso de humedad. En el Cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos en este año de evaluación, donde se observan que la siembra de diciembre y las dos primeras de enero se perdieron por presencia de heladas; así mismo, una siembra que debió realizarse la primera quincena de enero no se sembró por la presencia de lluvias intermitentes durante ese período.

Cuadro 4. Efecto del rendimiento de grano en diferentes fechas de siembra. Campo Experimental Río Bravo, Tam. O.I 2006-2007.

FECHA	RENDIMIENTO (t ha ⁻¹)	DÍAS A FLORACIÓN	ALTURA DE PLANTA (cm)
15-Dic	SINIESTRADO POR HELADA		
8-Ene	SINIESTRADO POR HELADA		
12-Ene	SINIESTRADO POR HELADA		
24-Ene	6.88	92	164
2-Feb	7.32	84	172
9-Feb	7.70	79	176
16-Feb	7.47	74	181
23-Feb	7.63	72	190
2-Mar	6.01	69	196
DMS =	0.457	1.0	42
CV (%) =	8.90	1.7	4.3

La siembra realizada el 24 de enero fue la primer fecha en que se pudo obtener información lográndose un rendimiento de grano de 6.88 t ha^{-1} , mientras que en siembras posteriores se incrementó el rendimiento de grano, hasta alcanzar 7.70 t ha^{-1} en la fecha del 9 de febrero; posteriormente el rendimiento fue disminuyendo hasta obtener 6.01 t ha^{-1} , en la siembra realizada el 2 de marzo.

Por lo que respecta a la floración masculina y la altura de planta de los híbridos evaluados, se observó la misma respuesta que el año anterior; es decir las temperaturas ambientales más frescas tuvieron influencia directa sobre la precocidad y la altura de planta, para este año en particular los días a floración masculina fluctuaron de 69 a 92 días, y la altura de planta fue de 164 a 196 cm.

El año del 2008, que fue normal, se registró una helada el 5 de marzo, con duración de dos horas, aunque esta fue ligera, el rendimiento de las siembras realizadas antes del 20 de enero se vio seriamente afectado, como puede verse, en el Cuadro 5. Los resultados obtenidos para este año agrícola indican que el mejor período de siembra quedó comprendido del 5 al 26 de febrero con rendimientos de grano de 7.82 a 8.87 t ha^{-1} , las siembras anteriores a esta fecha quedaron sujetas a daños por bajas temperaturas y heladas, mientras que siembras posteriores a la fecha señalada quedaron expuestas a un mayor daño por plagas y enfermedades que se acentúan por las altas temperaturas y clima seco. La respuesta en la floración y altura de planta fue similar a la observada para los años 2006 y 2007.

Cuadro 5. Efecto del rendimiento de grano en diferentes fechas de siembra. Campo Experimental Río Bravo, Tam O.I. 2007-2008.

FECHA	RENDIMIENTO (t ha ⁻¹)	DÍAS A FLORACIÓN	ALTURA DE PLANTA (cm)
19-Dic	2.20	98	135
8-Ene	2.43	93	142
15-Ene	2.81	89	148
22-Ene	4.79	85	160
29-Ene	5.29	79	161
5-Feb	7.82	74	168
12-Feb	8.23	72	183
19-Feb	8.87	70	188
26-Feb	8.10	69	195
4-Mar	7.84	66	212
11-Mar	7.07	63	213
DMS =	1.12	1.9	11
CV (%) =	10.93	1.7	4.59

Para el ciclo agrícola de otoño-invierno 2008-2009 las condiciones climáticas fueron favorables para la producción de maíz, motivo por el cual se obtuvieron buenos rendimientos de grano, ya que la siembra estuvo dentro del rango de la fecha óptima (última semana de enero y primera de febrero) estos variaron de 6.84 a 8.02 t ha⁻¹; entre las fechas de siembra involucradas, la mejor fue el 2 de febrero (Cuadro 6), corroborando la información obtenida, cabe señalar que en este ciclo se presentó mayor incidencia de gusano elotero y cogollero, lo que explica los menores rendimientos de grano que en años anteriores, sobre todo en fechas de siembras posteriores al 15 de febrero.

Cuadro 6. Efecto del rendimiento de grano en diferentes fechas de siembra. Campo Experimental Río Bravo, Tam. O.I. 2008-2009.

FECHA	RENDIMIENTO (t ha ⁻¹)	DÍAS A FLORACIÓN	ALTURA DE PLANTA (cm)
22-Dic	7.18	99	146
5-Ene	6.47	92	171
12-Ene	7.35	89	179
19-Ene	6.97	84	190
26-Ene	6.84	82	191
2-Feb	8.02	77	193
9-Feb	6.54	72	198
16-Feb	5.50	70	202
22-Feb	5.17	69	196
2-Mar	3.72	66	180
9-Mar	2.61	66	179
DMS =	0.637	0.94	53
CV (%) =	17.51	2.39	4.31

Al analizar el rendimiento durante el período de estudio, el cual cubrió del 2006 al 2009, se pudo identificar que la mejor fecha de siembra para maíz en el norte de Tamaulipas queda comprendida para los primeros diez días de febrero (Figura 7).

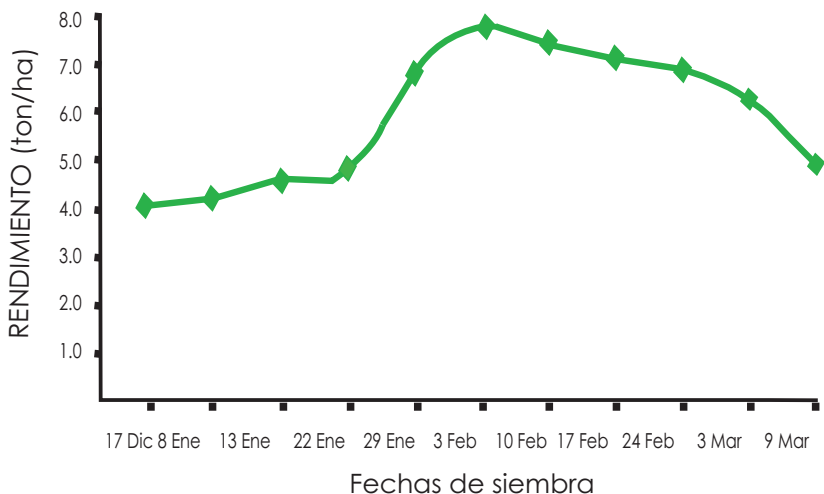


Figura 7. Respuesta del maíz a diferentes fechas de siembra en el norte de Tamaulipas (2006-2009).

EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA EN LA INCIDENCIA DE PLAGAS

Los resultados obtenidos durante tres años de estudio (2006 -2008) indican que la plaga del elote más frecuente fue gusano elotero *Helicoverpa zea* con más del 80% de todas las larvas identificadas; las larvas restantes correspondieron a gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. La incidencia de *H. zea* fue mayor durante las primeras fechas de siembra y disminuyó paulatinamente en las fechas tardías; en contraste, *S. frugiperda* no se presentó en las fechas tempranas y aumentó considerablemente en las fechas tardías (Figura 8).

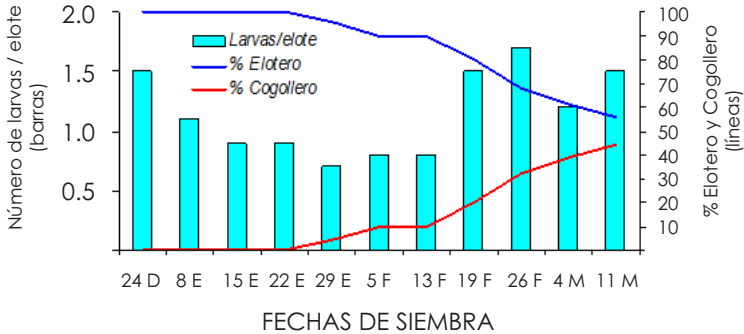


Figura 8. Efecto de la fecha de siembra en la incidencia de gusano elotero y cogollero en el elote. O.I. 2007-2008. Río Bravo, Tam.

La incidencia de estas plagas fue mayor en los años normales cuando las temperaturas fueron altas, mientras que en años frescos con temperaturas congelantes al inicio del ciclo, la incidencia fue menor, afectando posiblemente las poblaciones hibernantes (Rodríguez del Bosque, 1996a). Además de los daños ocasionados por los gusanos cogollero y elotero sobre los granos de la mazorca, estas plagas incrementan considerablemente la entrada de diferentes patógenos, los cuales son los precursores de diversas enfermedades del grano, entre las más notables se encuentran *Aspergillus flavus*, promotor del desarrollo de aflatoxinas (Rodríguez del Bosque 1996b; 1995).

En cuanto a la incidencia y daño de las plagas observadas entre las fechas de siembra, se encontró una mayor incidencia y daño de plagas del elote en las siembras tempranas, disminuyó en las óptimas y aumentó de nuevo en las tardías (Figura 8). Lo anterior se atribuye a la disponibilidad de plantas hospederas para *H. zea* y *S. frugiperda* en la región, ya que la mayoría de las siembras se efectúan a fines de enero y principios de febrero, por lo que

las plagas tienen una amplia disponibilidad de plantas hospederas y en consecuencia la incidencia disminuye (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2009 y 2010).

Con respecto a la incidencia y daño de las plagas del elote en los híbridos de grano amarillo comparados con los de grano blanco, se encontró que las palomillas de *H. zea* y *S. frugiperda* tienen mayor preferencia para ovipositar en los maíces de grano amarillo, al observar un 29 % más de larvas que en los blancos. Además, se registró un daño mayor por larva (26 %) en los maíces amarillos que en los blancos, probablemente derivado del endospermo más suave y de lo poco compacto y delgado de las hojas de su totomoxtle, ya que la mayoría de los que se siembran en la región contienen germoplasma templado (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2009) (Figura 9 y 10).

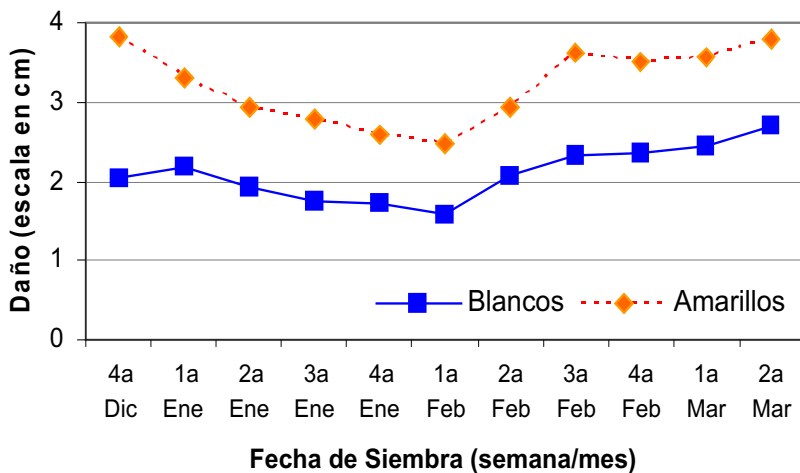


Figura 9. Daño al elote (2006-2009) provocado por *Helicoverpa zea* y *Spodoptera frugiperda* en diferentes fechas de siembra en híbridos de grano blancos y amarillos. Río Bravo, Tam., México.



Figura 10. Aspecto del daño de gusano elotero y cogollero en mazorcas de maíz blanco y amarillo en diferentes fechas de siembra. Río Bravo, Tam. 2008-2009.

MODELO DE PREDICCIÓN

Con el propósito de estimar la probabilidad de éxito en la fecha de siembra del maíz en el norte de Tamaulipas, se generó el modelo “FESI-M”, en función de datos históricos (1967-2006) sobre el potencial del rendimiento y riesgos de mayor ocurrencia de heladas, plagas, enfermedades y malezas. El empleo de este modelo permite estimar día a día la probabilidad de éxito en la fecha de siembra, de tal forma que el agricultor cuente con una herramienta más precisa para tomar la decisión de cuando sembrar maíz para obtener los mejores rendimientos de grano y minimizar los riesgos de heladas y organismos dañinos (Rodríguez del Bosque *et al.*, 2007).

El modelo “FESI-M” genera una tabla de probabilidades diarias (1 de enero al 15 de marzo) en las que se plasman las posibilidades de éxito (mejor rendimiento y menores riesgos) al sembrar maíz en una fecha determinada en cada uno de los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) 156 (Control) y 155 (Díaz Ordaz) (Cuadro 7).

USO DE LA TABLA DE PROBABILIDADES

La tabla de probabilidades se interpreta de la siguiente forma: El día con la mayor probabilidad de éxito es el 1 y 8 de febrero en el DDR 156 y 155, respectivamente, con 66 %, lo que significa que dos de cada tres años, la mejor fecha de siembra (mayor rendimiento y menores riesgos) ocurrirá ese día. La probabilidad de éxito disminuye antes y después de esas fechas. La probabilidad baja o nula que registran algunos días no significa que el rendimiento será nulo, sino que la probabilidad de que esos días sean la “mejor” fecha de siembra es mínima. Por ejemplo, las siembras del 1 de enero en el DDR 156 superarán en rendimiento y menores riesgos al resto de las fechas en sólo cuatro de cada 100 años.

Los resultados obtenidos con la tabla de probabilidades para encontrar la fecha óptima de siembra en maíz en la frontera Tamaulipeca corroboran a los obtenidos bajo condiciones normales de producción en campo.

Cuadro 7. Probabilidad de éxito (%) en la fecha de siembra del maíz en el DDR 156 y DDR 155 en el norte de Tamaulipas.

DDR 156 (CONTROL)			DDR 155 (DÍAZ ORDAZ)		
ENE	FEB	MAR	ENE	FEB	MAR
Día %	Día %	Día %	Día %	Día %	Día %
1 = 4	1 = 66	1 = 20	1 = 0	1 = 54	1 = 24
2 = 8	2 = 65	2 = 17	2 = 0	2 = 56	2 = 21
3 = 12	3 = 65	3 = 14	3 = 0	3 = 57	3 = 18
4 = 14	4 = 65	4 = 10	4 = 0	4 = 59	4 = 14
5 = 17	5 = 64	5 = 7	5 = 2	5 = 61	5 = 11
6 = 19	6 = 63	6 = 4	6 = 5	6 = 62	6 = 8
7 = 21	7 = 63	7 = 2	7 = 7	7 = 64	7 = 4
8 = 23	8 = 62	8 = 1	8 = 10	8 = 66	8 = 1
9 = 25	9 = 61	9 = 0	9 = 12	9 = 65	9 = 0
10 = 27	10 = 60	10 = 0	10 = 14	10 = 64	10 = 0
11 = 29	11 = 58	11 = 0	11 = 16	11 = 62	11 = 0
12 = 31	12 = 57	12 = 0	12 = 18	12 = 61	12 = 0
13 = 32	13 = 56	13 = 0	13 = 20	13 = 60	13 = 0
14 = 34	14 = 54	14 = 0	14 = 22	14 = 58	14 = 0
15 = 36	15 = 53	15 = 0	15 = 24	15 = 57	15 = 0
16 = 38	16 = 51		16 = 26	16 = 55	
17 = 40	17 = 49		17 = 27	17 = 53	
18 = 42	18 = 47		18 = 29	18 = 51	
19 = 43	19 = 45		19 = 31	19 = 49	
20 = 45	20 = 43		20 = 33	20 = 47	
21 = 47	21 = 41		21 = 35	21 = 45	
22 = 49	22 = 39		22 = 37	22 = 43	
23 = 51	23 = 36		23 = 38	23 = 40	
24 = 53	24 = 34		24 = 40	24 = 38	
25 = 54	25 = 31		25 = 42	25 = 35	
26 = 56	26 = 28		26 = 44	26 = 32	
27 = 58	27 = 26		27 = 45	27 = 30	
28 = 60	28 = 23		28 = 47	28 = 27	
29 = 61			29 = 49		
30 = 63			30 = 51		
31 = 65			31 = 52		

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en los diferentes trabajos de investigación realizados en los últimos años podemos concluir lo siguiente:

- La mejor época de siembra del maíz en el norte de Tamaulipas comprende del 20 de enero al 15 de febrero.
- El período óptimo queda comprendido del 1 al 10 de febrero.
- Siembras realizadas después del 15 de febrero son más afectadas por la incidencia de plagas y enfermedades.
- Los híbridos de grano amarillo son más susceptibles al daño de plagas y enfermedades que los de grano blanco.
- Los resultados obtenidos por el modelo FESI-M corroboran la información a nivel de campo.
- Es de gran utilidad el uso de las tablas de predicción para seleccionar las mejores fechas de siembra.

REFERENCIAS

- Anónimo. 1978.** La Fecha de Siembra y sus efectos en el maíz. Circular CIAGON 3/78. SARH-INIA-CAERIB. Río Bravo Tam.
- Cantú-Almaguer, M. A. y C. A. Reyes-Méndez. 2005.** Híbridos y variedades de maíz para el norte de Tamaulipas. pp 20-26 En: Tecnología para la producción de maíz en el norte de Tamaulipas. Memoria Curso de Capacitación. Memoria Técnica No. 2. INIFAP, Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tam., México. 61 p.
- Cantú-Almaguer, M. A. y C. A. Reyes-Méndez. 2006.** La fecha de siembra: Un factor importante en la producción de maíz. Día del Agricultor y Expo Agropecuaria Tamaulipas 2006. Publicación Especial No. 30. Campo Experimental Río Bravo, CIRNE, INIFAP. Río Bravo, Tam., México. P. 16-17.
- Cantú-Almaguer, M. A. y C. A. Reyes-Méndez. 2008.** La fecha de siembra sobre el rendimiento de maíz en el norte de Tamaulipas. Memorias de resúmenes XXII Congreso Nacional y II Internacional de Fitogenética. Chapingo, Edo. de México.
- Duncan, W. G., D. L. Shaver and W. A. Williams. 1973.** Insolation and temperature Effects on maize growth and yield. Crop Sci. 13: 187-191.
- Keeling, P. L. and J. A. Greaves. 1990.** Effects of temperature stress on corn: Opportunities for Breeding and Biotechnology, Forty-Fifth Annual Corn and Sorghum Research Conference. Publication N° 45: 29-42. American Seed Trade Association (ASTA). Washington, D. C., USA.
- Ortiz-Cereceres, J., C. Alarcón y R. R. Maciel. 1966.** Siembre Maíz H-412 en la zona de Matamoros, Tam. Circular CIANE N° 16. INIA, SAG, CIANE. México.
- Payne, G.A. 1992.** Aflatoxin in maize. Critical Reviews in Plant Sciences 10:423-440.

Peters, D. F., J. W. Pendelton, R. H. Hageman, and C. M. Brow. 1971. Effect of night air temperature on grain yield of corn, wheat and soybeans. *Agron. J.* 63: 809-812.

Prine, G. M. 1971. A critical period of ear development in maize. *Crop Sci.* 11: 782-786.

Reyes-Méndez, C. A., R. García-Villanueva. 1996. Época y Densidad de Siembra del Maíz en el Norte de Tamaulipas. Folleto Técnico N° 20. INIFAP-CERIB. Río Bravo, Tam. 20 pp.

Reyes-Méndez, C. A. y M. A. Cantú-Almaguer. 2005. Época y densidad de siembra de maíz en el norte de Tamaulipas. pp 27-30 En: Tecnología para la producción de maíz en el norte de Tamaulipas. Memoria Curso de Capacitación. Memoria Técnica No. 2. INIFAP, Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tam., México. 61 p.

Reyes-Méndez, C. A. y M. A. Cantú-Almaguer. 2006. Maíz, pp 55-74. En: L. A. Rodríguez del Bosque (ed.), Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos. Libro Técnico No. 1. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Río Bravo, Tam., México. 325 p.

Rodríguez-del-Bosque, L. A., C. A. Reyes-Méndez, S. Acosta Nuñez, R. Girón Calderón, I. Garza Cano y R. García Villanueva. 1995. Control de aflatoxinas en maíz en Tamaulipas. INIFAP, CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamaulipas, México. Folleto Técnico No. 17. 18 p.

Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1996a. Survival of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae as affected by subfreezing temperatures in the subtropics. *Southwest. Entomol.* 21:209-211.

Rodríguez-del-Bosque, L. A. 1996b. Impact of agronomic factor son aflatoxin contamination in preharvest field corn in northeastern México. *Plant Dis.* 80: 988-993.

- Rodríguez-del-Bosque, L. A., C. A. Reyes-Méndez y M. A. Cantú-Almaguer. 2007.** FESI-M Modelo para determinar la fecha de siembra del maíz en el norte de Tamaulipas. Desplegable para Productores N° 28. INIFAP, Campo Experimental Río Bravo, Tam., México.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A., M. A. Cantú-Almaguer, y C. A. Reyes-Méndez. 2009.** Efecto de la fecha de siembra y *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en el norte de Tamaulipas. Entomología Mexicana. 8: 610-614.
- Rodríguez-del-Bosque, L. A., M. A. Cantú-Almaguer, and C. A. Reyes-Méndez. 2010.** Effect of planting date and hybrid selection on *Helicoverpa zea* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Damage on maize ears in Northeastern México. Southwestern Entomologist. Vol 35 No 2. 157-164.
- Shaw, R. H. 1988.** Climate requeriment of corn. In: Corn and Corn Improvement. Third Edition. G. F. Sprague and J. W. Dudley, Editors. Madison Wisconsin, U.S.A. 609-638.
- SIACON. 2010.** Sistema de información agrícola de consulta (SIACON 1980-2004). México, D. F. En línea://www.siea.sagarpa.gob.mx/ax.comanuar.html. Consultado el 12 de abril de 2010.
- SIAP. 2010.** Sistema de información agroalimentaria y pesquera (SIAP 1980-2008). México, D. F. En línea://www.siap.gob. Consultado el 9 de agosto de 2010.
- Tiscareño-López, M., N. J. Rosenberg, D. M. Legler, A. R. Corral, R. Shirinivasan, R. A. Brown, G. G. Medina, M. A. V. Valle, and R. C. Isaurralde. 1998.** Algunos efectos del fenómeno climático. El Niño en la agricultura Mexicana. Ciencia y desarrollo. 24: 4-14.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación Produce Tamaulipas, A. C. por el apoyo económico proporcionado, que hizo posible la obtención de la información.



Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centros Nacionales de Investigación Disciplinaria, Centros de Investigación Regional y Campos Experimentales



- Sede de Centro de Investigación Regional
- Centro Nacional de Investigación Disciplinaria
- Campo Experimental

Revisión Técnica

Dr. Noel Orlando Gómez Montiel
Dr. Enrique Rosales Robles
Dr. Rubén Darío Garza Cedillo

Comité Editorial de CIR-Noreste

Presidente

Dr. Jorge Elizondo Barrón

Secretario

Ing. Hipólito Castillo Tovar

Vocales

M. C. Antonio Cano Pineda
Dr. Jesús Loera Gallardo
Dr. Raúl Rodríguez Guerra
Dr. Antonio Palemón Terán Vargas
M. C. Nicolás Maldonado Moreno
Dr. Jorge Urrutia Morales

Código INIFAP

MX-0-310301-25-03-13-09-44

Esta publicación se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 2010 en los talleres de CITY PIXEL, Sierra Tarahumara No. 911, Col. Las Puentes 10º Sector, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

Su tiraje consta de 500 ejemplares

Campo Experimental Río Bravo

M. A. Miguel Ángel García Gracia
Jefe del Campo Experimental Río Bravo

Dr. Rubén Darío Garza Cedillo
Jefe de Operación

C. Noé Canales Tinajero
Jefe Administrativo

Personal Investigador

Investigador	Red de Investigación e Innovación
Álvarado Carrillo Manuel	Agua y Suelo
Díaz Franco Arturo	Agua y Suelo
Ortiz Chairez Flor Elena	Agua y Suelo
Salinas García Jaime Roel	Agua y Suelo
Montes García Noé	Bioenergéticos
Álvarez Ojeda María Genoveva	Biotecnología
Sánchez de la Cruz Ricardo	Cereales de Grano Pequeño
Maya Hernández Víctor	Frutales Tropicales
Bustamante Dávila Alejandro José	Hortalizas
Cisneros López María Eugenia	Industriales Perennes
Limón Gutiérrez Julio César	Inocuidad Alimentaria
Cortinas Escobar Héctor	Leguminosas de Grano
Cantú Almaguer Miguel Ángel	Maíz
Reyes Méndez César Augusto	Maíz
De la Garza Caballero Manuel	Maíz
Magallanes Estala Agustín	Modelaje
Silva Serna Mario Marín	Modelaje
González Quintero Javier	Oleaginosas
Flores Tomas Jaime	Ovinos y Caprinos
Garza Cedillo Rubén Darío	Pastizales y Recursos Forrajeros
Sampayo Maldonado Salvador	Plantaciones y Sistemas Agroforestales
Ramírez Pfeiffer Carlos	Salud Animal
Loera Gallardo Jesús	Sanidad Vegetal
Reyes Rosas Marco Antonio	Sanidad Vegetal
Rodríguez del Bosque Luis Ángel	Sanidad Vegetal
Rosales Robles Enrique	Sanidad Vegetal
Espinosa Ramírez Martín	Servicios Ambientales
Cruz Cruz Nancy Vianey	Socioeconomía
Castillo Tovar Hipólito	Transferencia de Tecnología
García Gracia Miguel Ángel	Transferencia de Tecnología
Vargas Valero Eloy	Transferencia de Tecnología

www.gobiernofederal.gob.mx
www.sagarpa.gob.mx
www.inifap.gob.mx