

Cómo retener la humedad del suelo en sorgo de temporal



Ing. Ramses Meza Ponce



Cómo retener la humedad del suelo en sorgo de temporal

Ramses Meza Ponce*

Índice

INTRODUCCIÓN.....	7
Limitantes de producción en sorgo de temporal.....	7
Método para retener humedad del suelo generada por las lluvias.....	8
PAQUETE TECNOLÓGICO.....	8
Preparación del terreno.....	9
Variedades de sorgo empleadas.....	9
Tratamiento de la semilla.....	9
Siembra.....	9
Superficie de siembra.....	9
Densidad de siembra.....	13
Cultivo y formación de bordos para entarquinamiento.....	13
Fertilización.....	14
Control de plagas.....	14
Cosecha.....	14
Registro de precipitación y temperatura.....	14
RESULTADOS.....	14
Relación beneficio-costos del cultivo de sorgo (Gavatero-203) bajo la práctica de entarquinamiento.....	15
CONCLUSIONES.....	15
RECOMENDACIONES.....	16
ANEXOS.....	16
AGRADECIMIENTOS.....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	20

INTRODUCCIÓN

El presente folleto incluye el paquete tecnológico para el establecimiento de sorgo de temporal con el empleo de la práctica de entarquinamiento en el municipio de Culiacán. Con este método se busca retener de julio a octubre la humedad del suelo del cultivo generada por las lluvias, con lo que se espera observar incremento en los rendimientos.

En el interior de esta publicación también se mostrarán los rendimientos por hectárea que se logran con cinco materiales de sorgo (Sinaloense-202, Gavatero-203, 8282, 82G10 y Hegari) cultivados en temporal con la práctica de entarquinamiento.

La información que se muestra en el presente folleto pertenece a los resultados del proyecto *Validación de la práctica de entarquinamiento para conservación de la humedad del suelo en sorgo de temporal en Culiacán, Sinaloa*, apoyado en 2009-2010 por Fundación Produce Sinaloa, A. C., a través de su Consejo Consultivo zona centro.

Limitantes de producción en sorgo de temporal

Los principales factores que limitan el rendimiento del cultivo de sorgo en temporal en el municipio de Culiacán son el mal manejo del cultivo, la inadecuada preparación del suelo, falta de aplicación de abono (químico u orgánico) al terreno, así como el hecho de que la mayor parte de la semilla que se siembra no es certificada, y cuando ésta se emplea no es la apropiada para las condiciones de clima y suelo de la región (como consecuencia se presentan problemas de plagas y malezas).

Otra causa que frena la productividad de sorgo en temporal es que las lluvias que se registran durante junio y octubre (periodo que comprende desde la preparación del suelo hasta la madurez fisiológica del

cultivo) se presentan como tormentas de hasta 6 horas, por lo que sólo se aprovecha una parte del agua, mientras que el resto se pierde por escurrimiento superficial, lo que provoca reducción de hasta 3 centímetros de suelo al año (300 metros cúbicos por hectárea). Esto se traduce en una disminución de la fertilidad del suelo.

Actualmente, para la zona de temporal del municipio de Culiacán existen diversas variedades de sorgo con potencial de rendimiento de hasta 3.35 toneladas de grano por hectárea; así como un paquete tecnológico que contiene los métodos y técnicas de labranza más adecuados para cada tipo de suelo de la región, criterios de fertilización y métodos de control de maleza y plagas en el cultivo. A este paquete tecnológico falta agregarle un componente que permita conservar la humedad del suelo que proporcionan las lluvias.

Método para retener la humedad del suelo generada por las lluvias

En México existe una técnica para la utilización de aguas de crecida (también conocidas como torrenciales, de avenida o broncas) que se presentan en la estación de lluvias (de junio a agosto); este método consiste en canalizar las aguas torrenciales a depósitos artificiales llamados cajas de agua, bordos, cuadros de agua, trincheras, muros o *pantles*, que tienen la función de capturar el agua para dotar de humedad y fertilidad al suelo. A esta práctica se le conoce como entarquinamiento, enlagunamiento, anegamiento, enlamamiento o riego por inundación.

La práctica de entarquinamiento consiste en dejar almacenadas hasta por 3 meses las aguas torrenciales, para permitir que la materia orgánica que las acompaña se deposite en el fondo del depósito.

Desde junio de 2008, el Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A. C., valida la práctica de entarquinamiento en el cultivo de sorgo de temporal, en el municipio de Culiacán, Sinaloa. Para realizar esta validación se tomó como base el trabajo realizado en 1991 por José Ángel Burciaga (catedrático e investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila), titulado *Evaluación del método de entarquinamiento para el mejor aprovechamiento del agua de lluvia en maíz de temporal en la comunidad de Navidad, Nuevo León*.

La práctica de entarquinamiento empleada por Burciaga se adecuó a las condiciones ambientales y culturales del temporal de Culiacán, para probarla en el cultivo de sorgo. Una vez que finalice su validación, este método se incluirá en el paquete tecnológico del cultivo de sorgo para temporal en el municipio de Culiacán.

PAQUETE TECNOLÓGICO

A continuación se enlistan las actividades realizadas en la parcela demostrativa de sorgo de temporal, donde se validó la práctica de en-

tarquinamiento, en verano de 2009.

La validación se efectuó en una parcela de 5 hectáreas, en Bacamari, Pericos, Mocorito, Sinaloa; con suelo arcilloso. Del total de la superficie, 2.5 hectáreas se manejaron con entarquinamiento, y 2.5 hectáreas con el método tradicional del productor. El productor cooperante fue Luis Alfonso Moraila Ibarra.

Preparación del terreno. Para preparar el terreno para la siembra en los dos lotes de validación, el 9 y 13 de julio de 2009 se realizaron dos rastreos; el primero se efectuó en dirección a la marca de siembra anterior, mientras que el segundo en diagonal al primero (con esto se buscó evitar la creación de corrientes de agua que aceleran los procesos de erosión del suelo); cada rastreo generó un costo de 400 pesos por hectárea. Después de efectuar esta labor, solamente en el lote de entarquinamiento se marcaron los surcos a 70 centímetros de separación, de forma perpendicular a la pendiente mayor del terreno (atravesados a la pendiente más pronunciada); el costo de esta actividad fue de 350 pesos por hectárea.

Varietades de sorgo empleadas. Tanto en el lote con entarquinamiento como en el testigo se utilizaron las variedades de sorgo Sinaloense-202 y Gavatero-203; así como los materiales 8282, 82G10 (de Pionner) y Hegari, por ser de los más usados en el municipio de Mocorito. El costo de la semilla de Sinaloense-202 y Gavatero-203 fue de 10 pesos por kilogramo (180 pesos por hectárea); mientras que el de 8282, 82G10 y Hegari, 15 pesos por kilogramo (240 pesos por hectárea).

Tratamiento de la semilla. Esta labor se efectuó el 16 de julio de 2009; con ella se buscó evitar que la semilla sufriera daños por plagas del suelo; se empleó Semevin 350, a una dosis de un litro por 100 kilogramos de semilla. Con este tratamiento se aseguró la germinación de la semilla. El costo por hectárea para tratar la semilla de Sinaloense-202 y Gavatero-203 (18 kilogramos de semilla por variedad por hectárea) fue de 63 pesos; mientras que la inversión por tratar la semilla de 8282, 82G10 y Hegari (16 kilogramos de semilla por material por hectárea) ascendió a 56 pesos por hectárea. Esta labor sólo se efectuó en la semilla destinada para la parcela con entarquinamiento.

Siembra. Esta actividad se realizó el 16 de julio de 2009 con una sembradora de cajón, a una separación de 70 centímetros entre hileras. En el lote de entarquinamiento se estableció sobre surcos, mientras que en la parcela testigo se sembró en plano. Los dos lotes se establecieron después de una lluvia, sobre tierra húmeda. El costo fue de 450 pesos por hectárea.

Superficie de siembra. En cada una de las parcelas experimentales se sembró una superficie de 0.5 hectáreas para cada uno de los materiales validados (Sinaloense-202, Gavatero-203, 8282, 82G10 y Hegari).

Densidad de siembra. De Sinaloense-202 y Gavatero-203, se



Figura 1. Formación de bordos de retención de humedad en temporal.



Figura 2. La mejor opción para trazar los bordos de retención de humedad son las curvas de nivel. El único inconveniente de este método es que se requiere de mayor inversión.



Figura 3. Siembra en plano en suelo de barrial.



Figura 4. Siembra sobre surcos en suelo de barrial.



Figura 5. Siembra y formación de surcos en suelo de aluvión.



Figura 6. La siembra al voleo no es recomendable.



Figura 7. Sorgo sembrado sobre surcos, a 80 centímetros.



Figura 8. Sorgo sembrado sobre surcos, en etapa de desarrollo vegetativo.



Figura 9. Sorgo en inicio de floración.



Figura 10. Toma de muestras de suelo para determinar su contenido de humedad.

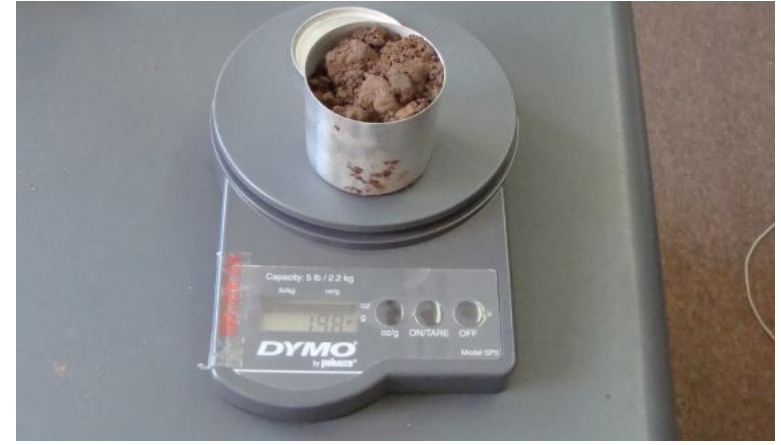


Figura 11. Determinación de la humedad en el suelo.

emplearon 18 kilogramos de semilla por hectárea; mientras que de 8282, 82G10 y Hegari, 16 kilogramos por hectárea. Se depositaron entre 25 y 26 semillas por metro lineal, a 70 centímetros de separación entre hileras, con lo que se consiguieron entre 357 mil 250 y 371 mil 540 semillas por hectárea.

Cultivo y formación de bordos para entarquinamiento. El 17 de agosto de 2009, cuando la planta tenía entre 15 y 20 centímetros de altura, en los dos lotes se abrió surco con el equipo de cultivo (esta actividad generó un costo de 250 pesos por hectárea). En el lote de entarquinamiento (con asesoría de un topógrafo y el empleo de un equipo con dos timones curvos y conchas de 30 centímetros) se trazaron curvas de nivel, perpendiculares a las marcas de surco, para realizar los bordos que formarían las cajas de agua para retener el agua de lluvia durante el temporal. El costo de esta labor fue de 350 pesos por hectárea.

Fertilización. Durante la abierta de surco, el 17 de agosto de 2009

(de acuerdo con un análisis de suelo, que tuvo un costo de 450 pesos) en ambos lotes experimentales se aplicaron 100 kilogramos de urea, equivalentes a 46% de unidades de nitrógeno por hectárea. El costo del fertilizante fue de 380 pesos por hectárea.

Control de plagas. Para el control de chapulines, el 5 de agosto de 2009 se esparcieron 2 kilogramos de Parathión metílico al 4% (en polvo) por hectárea. Se observó 90% de control sobre la plaga. El costo de esta actividad fue de 230 pesos por hectárea. En el lote testigo no se empleó control.

Cosecha. La cosecha se realizó el 30 de octubre de 2009, cuando el 50% más uno de los materiales poseía 15% de humedad en grano. Para la cosecha se empleó una cosechadora mecánica combinada. El costo fue de 450 pesos por hectárea.

Registro de precipitación y temperatura

Para el registro de las condiciones ambientales, en las parcelas demostrativas se instaló un pluviómetro y un equipo digital para medir diariamente la temperatura (mínima y máxima) y la humedad relativa.

De junio a noviembre de 2009, el total de precipitación fue de 288 milímetros. La mayor precipitación se registró entre julio y agosto de 2009, con 239 mililitros. Ver Cuadro 1, en Anexos.

Durante junio y noviembre de 2009, la máxima temperatura fue de 42 °C (octubre de 2009), mientras que la mínima, 16.7 °C (noviembre de 2009). Ver Cuadro 1, en Anexos.

RESULTADOS

1. En ambos lotes (testigo y entarquinamiento), durante las etapas vegetativas no se observaron diferencias significativas. Ver Cuadros 2 y 3, en Anexos.

2. El temporal en el que se validó la práctica de entarquinamiento fue bajo o de año seco, pues de julio a octubre de 2009 (periodo que incluyó desde la siembra hasta la cosecha del cultivo de sorgo) sólo se presentaron 273 milímetros de lluvia.

3. El contenido de humedad del suelo (expresado en porcentaje) fue mayor en el lote de entarquinamiento que en el testigo; de junio a noviembre de 2009 el promedio mensual de humedad fue de 13.10% en la parcela donde se empleó la práctica de entarquinamiento, contra 7.85% del lote testigo. En agosto de 2009 se observó el porcentaje más elevado, 19.4 y 11.56%, respectivamente. Ver Cuadro 4, en Anexos.

4. Los rendimientos de las cinco variedades establecidas en ambos lotes (testigo y entarquinamiento) se presentan en el Cuadro 5 de Anexos.

Relación beneficio-costo del cultivo de sorgo (Gavatero-203) bajo la práctica de entarquinamiento

Con la variedad de sorgo Gavatero-203 (establecida con el método de siembra tradicional de la zona de temporal del centro de Sinaloa) se obtienen rendimientos de 0.698 toneladas de grano por hectárea; si el precio de venta es de 2 mil 500 pesos por tonelada de grano, el beneficio bruto que se consigue asciende a mil 745 pesos por hectárea.

Al dividir el beneficio bruto (mil 745 pesos por hectárea) entre los costos de producción (2 mil 740 pesos por hectárea) se tiene una relación beneficio-costo de 0.636; lo que significa que lejos de ganar, el productor pierde 36.4 centavos por cada peso invertido. La pérdida representa el 36.4% de la inversión total.

Por su parte, al emplear el método de entarquinamiento con la misma variedad de sorgo (Gavatero-203), el rendimiento asciende a 4.209 toneladas por hectárea; si el precio de venta es de 2 mil 500 pesos por tonelada de grano, el beneficio bruto que se logra es de 10 mil 522 pesos por hectárea.

Al dividir el beneficio bruto (10 mil 522 pesos por hectárea) entre los costos de producción (3 mil 953 pesos por hectárea) se consigue una relación beneficio costo de 2.661, lo que significa que por cada peso invertido el productor gana 1.661 pesos. La ganancia representa el 166.1% sobre los costos de inversión.

CONCLUSIONES

1. Las cinco variedades establecidas en los lotes con entarquinamiento y testigo no presentaron diferencias significativas en su desarrollo vegetativo. Ver Cuadros 2 y 3, en Anexos.

2. En el lote donde se utilizó la práctica de entarquinamiento se presentó mayor retención de humedad en el suelo; de julio a octubre de 2009 (desde la siembra a la madurez fisiológica del cultivo), el porcentaje de humedad en el suelo en el lote con entarquinamiento promedió 16.74%, mientras que en el lote testigo, 10.47%. La diferencia en humedad fue de 6.3% a favor del método de entarquinamiento. Ver Cuadro 4, en Anexos.

3. En el lote donde se empleó la práctica de entarquinamiento se incrementó el rendimiento de grano de sorgo desde 44 hasta 500%, respecto al testigo; por ejemplo, mientras que la variedad Gavatero-203 rindió 698 kilogramos por hectárea en el lote testigo, en la parcela donde se utilizó entarquinamiento produjo 4 mil 209 kilogramos por hectárea, una diferencia de 503.01% a favor del método validado. Ver Cuadro 5, en Anexos.

4. Aun cuando de julio a octubre de 2009 se tuvo año seco (esto por la precipitación acumulada, 288 milímetros), los rendimientos de grano en el lote con entarquinamiento fueron superiores a las 2 toneladas por hectárea; algunos materiales (Hegari y Gavatero-203) rindieron más de

4 toneladas por hectárea. Con tan baja precipitación no es posible lograr estos rendimientos utilizando la forma tradicional de producción.

RECOMENDACIONES

1. La práctica de entarquinamiento puede aplicarse a todo cultivo de temporal (como garbanzo, cártamo, ajonjolí, cacahuate y forrajes), sólo que para su mejor aprovechamiento es necesario realizar las adecuaciones convenientes para cada cultivo.

2. Con la intención de aprovechar al máximo las lluvias de la temporada, es importante efectuar el trazo de surcos y bordos (entarquinamiento) antes del inicio de las lluvias.

3. La práctica de entarquinamiento es sólo un componente de un paquete tecnológico; es importante tomar en cuenta las recomendaciones para el manejo agronómico del cultivo de sorgo de cada zona o región.

ANEXOS

Cuadro 1. Condiciones climáticas presentadas durante la validación del cultivo de sorgo en el lote con entarquinamiento y en la parcela testigo, en Bacamacari, Pericos, Mocorito.

Mes	Precipitación pluvial	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Humedad relativa
Junio de 2009	3.50 milímetros	36.90 °C	23.20 °C	59%
Julio de 2009	47.50 milímetros	37.50 °C	25.60 °C	64%
Agosto de 2009	191.50 milímetros	36.90 °C	24.60 °C	70.80%
Septiembre de 2009	17 milímetros*	37.80 °C	24.50 °C	72%
Octubre de 2009	17.50 milímetros**	35.20 °C	22.50 °C	70%
Noviembre de 2009	11.97 milímetros	34.10 °C	16.70 °C	60%
Totales (°) y medias (°m)	288.97 milímetros^l	36.40 °C^m	22.85 °C^m	65.96%^m

*El 13 de septiembre de 2009, cuando la mayoría de las variedades de sorgo se encuentran en inicio de floración se presentó una sola precipitación.

**El 6 de octubre de 2009, cuando la mayoría de las variedades se encontraba entre la etapa de grano lechoso y lechoso-masoso se registró una sola precipitación.

Cuadro 2. Desarrollo vegetativo de cinco materiales de sorgo establecidos bajo la práctica de entarquinamiento.

Material	Compañía	Floración		Grano lechoso		Grano lechoso-masoso		Madurez comercial	
		Fecha	Días después de la siembra	Fecha	Días después de la siembra	Fecha	Días después de la siembra	Fecha	Días después de la siembra
8282	Pioneer	19 de septiembre de 2009	65	4 de octubre de 2009	80	14 de octubre de 2009	90	24 de octubre de 2009	100
82G10	Pioneer	19 de septiembre de 2009	65	4 de octubre de 2009	80	14 de octubre de 2009	90	24 de octubre de 2009	100
Gavatero-203	INIFAP	15 de septiembre de 2009	61	29 de septiembre de 2009	75	14 de octubre de 2009	90	29 de octubre de 2009	105
Sinaloense-202	INIFAP	17 de septiembre de 2009	63	29 de septiembre de 2009	75	14 de octubre de 2009	90	29 de octubre de 2009	105
Hegari	Agranel	17 de septiembre de 2009	63	29 de septiembre de 2009	75	14 de octubre de 2009	90	29 de octubre de 2009	105

Cuadro 3. Desarrollo vegetativo de cinco materiales de sorgo establecidos bajo la práctica tradicional de cultivo.

Material	Compañía	Floración		Grano lechoso		Grano lechoso-masoso		Madurez comercial	
		Fecha	Días después de la siembra	Fecha	Días después de la siembra	Fecha	Días después de la siembra	Fecha	Días después de la siembra
8282	Pioneer	19 de septiembre de 2009	65	4 de octubre de 2009	80	14 de octubre de 2009	90	24 de octubre de 2009	100
82G10	Pioneer	19 de septiembre de 2009	65	4 de octubre de 2009	80	14 de octubre de 2009	90	24 de octubre de 2009	100
Gavatero-203	INIFAP	15 de septiembre de 2009	61	29 de septiembre de 2009	75	14 de octubre de 2009	90	29 de octubre de 2009	105
Sinaloense-202	INIFAP	17 de septiembre de 2009	63	29 de septiembre de 2009	75	14 de octubre de 2009	90	29 de octubre de 2009	105
Hegari	Agranel	17 de septiembre de 2009	63	29 de septiembre de 2009	75	14 de octubre de 2009	90	29 de octubre de 2009	105

Cuadro 4. Contenido promedio de humedad en el suelo de los lotes validados.

Mes	Porcentaje de humedad en el suelo del lote testigo	Porcentaje de humedad en el suelo del lote con entarquinamiento
Junio de 2009	0.01	0.01
Julio de 2009	10.50	17.29
Agosto de 2009	11.56	19.49
Septiembre de 2009	10.30	15.67
Octubre de 2009	9.50	14.52
Noviembre de 2009	5.20	11.63
Media	7.85	13.10

Respecto al lote testigo, a partir de la realización de los surcos y bordos (julio de 2009) la retención de humedad en el suelo aumentó en el lote con entarquinamiento. Los datos que aquí se observan son el promedio mensual y final de la validación.

Cuadro 5. Rendimiento de grano de los materiales de sorgo establecidos en el lote con entarquinamiento y en la parcela testigo.

Material	Compañía	Rendimiento del lote testigo (en kilogramos por hectárea)	Rendimiento del lote con entarquinamiento (en kilogramos por hectárea)	Diferencia (en kilogramos por hectárea)	Diferencia (en porcentaje)
8282	Pioneer	1,405	2,307	902 +	64.20%
82G10	Pioneer	751	2,199	1,448 +	192.81%
Gavatero-203	INIFAP	698	4,209	3,511 +	503.01%
Sinaloense-202	INIFAP	1,101	3,330	2,229 +	202.45%
Hegari	Agranel	2,870	4,145	1,275 +	44.43%

El signo + significa que la diferencia es al alza.

Todos los materiales evaluados bajo el método de entarquinamiento aumentaron su rendimiento respecto al lote testigo, desde 44 hasta 503%.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Juan Zavala, por haber aportado la idea de validar la práctica de entarquinamiento en el cultivo de sorgo de temporal en el centro de Sinaloa.

BIBLIOGRAFÍA

Palerm Viqueira, Jacinta; Martín Sánchez Rodríguez; Elvia López Pacheco; José Luis Pimentel Equihua y Herb Eling. 2001. "Entarquinamiento en cajas de agua", en *Técnicas hidráulicas en México, paralelismo con el Viejo Mundo*. VIII Reunión nacional sobre sistemas de captación de agua de lluvia. <http://jacintapalerm.hostei.com/cajas_de_agua.html>.

Sarmiento, Fausto O. 2001. *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Ediciones Abya-Yala, Quito: CLACS-UGA, CEPEIGE, AMA. Primera edición digital de Diccionario de ecología, a cargo de José Luis Gómez-Martínez y autorizada para Proyecto Ensayo Hispánico, octubre de 2001.

Real Academia Española. 2008. <<http://www.rae.es/rae.html>>.

Meza Ponce, Ramses. 2008. *Guía técnica para producción de sorgo de temporal en la zona de temporal del municipio de Culiacán, Sinaloa*. Fundación Produce Sinaloa, A. C.



**FUNDACIÓN
PRODUCE**
Sinaloa A.C.
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

CONSEJO CONSULTIVO ZONA CENTRO

Carr. Culiacán-Eldorado, km 16.5,
Culiacán, Sinaloa, México.
Tels. (667) 846-11-25
y 846-10-97

OFICINAS CENTRALES

Gral. Juan Carrasco No. 787 Nte.
Culiacán, Sinaloa, México.
Tel./Fax (667) 712-02-16 y 46
Correos electrónicos:
direcciongeneral@fps.org.mx
divulgacion@fps.org.mx
En Internet:
www.fps.org.mx

