

SEMBRADORA NEUMÁTICA PARA SIEMBRA EN CAMAS A CUATRO HILERAS

Siembra de precisión, granos medios, densidad de siembra, cosecha de agua

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. Es un equipo agrícola para sembrar granos de tamaño medio como frijol y maíz, a cuatro hileras con separación de 30 cm distribuidas en una franja de 1.52 m de ancho. También se puede ajustar para sembrar en surcos de 76 cm a hilera sencilla. Otra característica sobresaliente es su sistema para formar microcuencas de tres metros de longitud sobre el rodado del tractor para captar agua de lluvia. Este sistema es desmontable y opcional, dependiendo de las condiciones de precipitación. Además, el equipo dosifica fertilizante granulado, químico u orgánico, menor a un centímetro de diámetro, con un caudal máximo de 250 kg/ha. Los componentes básicos de la sembradora son: chasis, carros sembradores, sistema para fertilización, sistema para captar agua de lluvia. Su versatilidad para realizar varias operaciones en un solo paso de tractor es lo que distingue al equipo respecto a los existentes en el mercado.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD ATENDIDO. La baja productividad y rentabilidad de los cultivos de temporal del semiárido de México a causa de las condiciones agroclimáticas adversas y suelos degradados, ha obligado a los investigadores y productores a buscar otras alternativas de producción, como siembra en altas densidades, complementadas con captación de agua de lluvia. Resultados de investigación han corroborado que la siembra de frijol en camas a cuatro hileras y pileteo ha incrementado el rendimiento en 37.5% respecto a siembras en hilera sencilla. En el mercado no existen equipos agrícolas para sembrar este arreglo topológico; lo cual motivó a que en el INIFAP se desarrollara la presente tecnología, con el propósito de mejorar la precisión de siembra, y aplicar de mejor manera el paquete tecnológico mencionado.

3. RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS PRODUCTORES AL UTILIZAR LA TECNOLOGÍA. Con el establecimiento de siembras de maíz a altas densidades (134 000 semillas/ha) bajo condiciones de riego, con un arreglo topológico en camas a cuatro hileras, permitió a los productores incrementar los rendimientos respecto a la siembra que en forma tradicional realizan, el cual en promedio alcanzan las 70 t/ha de forraje verde. Mientras que con la tecnología aquí propuesta se alcanzaron rendimientos de 95 t/ha de forraje verde, lo cual incrementó alrededor de un

30% la rentabilidad del cultivo y se obtuvo una relación beneficio/costo de 1.9.

4. APOYOS RECIBIDOS POR LOS PRODUCTORES PARA PROMOVER SU ADOPCIÓN. Los productores que adoptaron la tecnología no recibieron apoyos gubernamentales para implementarla en sus sistemas de producción.

5. SOPORTE DOCUMENTAL DE LA ADOPCIÓN. La tecnología fue adoptada por los productores: Conrado Aguilar Moreno, Marco Antonio Puga Montoya, Jairo Aarón de la Cruz Durán, J. Marcos Puga Hernández, Vidente Vital Reyna, Jesús Vital Reyna, Juan José Acosta Nájera, Miguel Ángel García de Loera, Francisco Javier Nájera Parga, Cutberto Guardado Badillo, Cruz Guardado Badillo, Sergio Acosta Nájera y Eduardo Vital Saldívar, pertenecientes al Distrito de riego 01 en una superficie de alrededor de 49.5 ha durante el ciclo primavera verano 2022, en los municipios de Pabellón de Arteaga y Rincón de Romos, y Gabriel Acevedo Castañeda con una superficie de 3 ha en el mismo periodo, en el municipio de Loreto Zacatecas.

6. VINCULACIÓN ACTUAL Y REQUERIDA. Se tiene vinculación con productores de algunos municipios del estado del Aguascalientes: San Francisco de los Romo, Rincón de Romos, El Llano, y Pabellón de Arteaga, así como con productores del municipio de Loreto del estado de Zacatecas, además con técnicos de la Asociación de Usuarios de la Junta de Aguas del Distrito de riego 01, A.C. Se requiere vinculación con asociaciones de productores, y dependencias que den apoyo o financiamiento para la promoción y construcción de la sembradora que permita su uso en mayor superficie y así beneficiar a un mayor número de productores.

7. APLICACIÓN POTENCIAL A PROGRAMAS DE DESARROLLO. La tecnología podría incluirse en programas estatales como el “Programa estatal de apoyo a la adquisición de implementos agrícolas” o programas nacionales como el de “Modernización de Maquinaria y Equipo”.

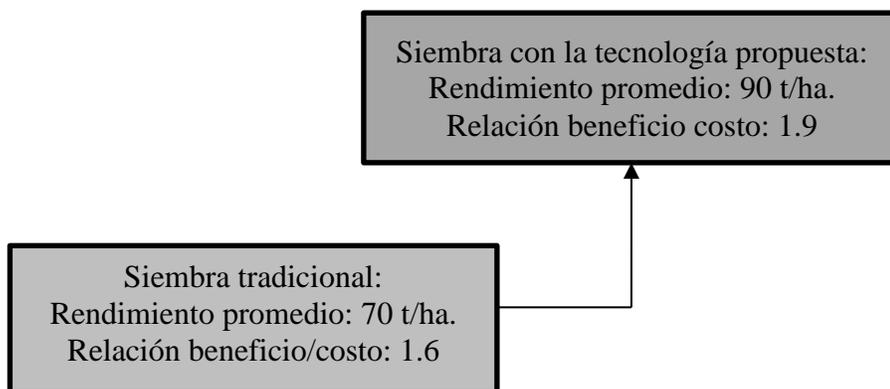
Mayor información

*M.C. Ernesto Martínez Reyes
M.I. Raúl Vidal García Hernández
Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja*

M.C. Francisco Garibaldi Márquez
Campo Experimental Pabellón.
Dirección: km. 32.5 carretera Ags.–Zac. Apdo. postal:
20, C.P. 20660, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.
Tel: (55) 3871-8700, ext.82516 y 82531.
Correo-e: martinez.ernesto@inifap.gob.mx
www.inifap.gob.mx



Siembra en camas a cuatro hileras



SEMBRADORA NEUMÁTICA PARA SIEMBRA EN CAMAS A CUATRO HILERAS

Siembra de precisión, granos medios, densidad de siembra, cosecha de agua

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. Es un equipo agrícola para sembrar granos de tamaño medio como frijol y maíz, a cuatro hileras con separación de 30 cm distribuidas en una franja de 1.52 m de ancho. También se puede ajustar para sembrar en surcos de 76 cm a hilera sencilla. Otra característica sobresaliente es su sistema para formar microcuencas de tres metros de longitud sobre el rodado del tractor para captar agua de lluvia. Este sistema es desmontable y opcional, dependiendo de las condiciones de precipitación. Además, el equipo dosifica fertilizante granulado, químico u orgánico, menor a un centímetro de diámetro, con un caudal máximo de 250 kg/ha. Los componentes básicos de la sembradora son: chasis, carros sembradores, sistema para fertilización, sistema para captar agua de lluvia. Su versatilidad para realizar varias operaciones en un solo paso de tractor es lo que distingue al equipo respecto a los existentes en el mercado.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A RESOLVER. La productividad y rentabilidad de los cultivos de temporal es baja en el altiplano semiárido de México. Lo anterior, debido a las condiciones agroclimáticas adversas y suelos degradados que limitan la disponibilidad de agua y nutrientes; además, por las bajas densidades de siembra. Resultados de investigación han corroborado que la siembra de frijol en camas a cuatro hileras, complementado con captación de agua de lluvia por medio del pileteo, ha incrementado el rendimiento en hasta 38%, en relación a siembras en hilera sencilla. Sin embargo, se requiere maquinaria agrícola que permita establecer este arreglo topológico. Esto motivó a que en el INIFAP se desarrollara y validara la presente tecnología, y adicionalmente se mejora la calidad y precisión de siembra, respecto a las sembradoras mecánicas convencionales.

3. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA. Se estableció una parcela demostrativa bajo el sistema de riego con cintilla, con el productor Conrado Aguilar Moreno, la cual se localiza en El Águila, Tepezalá, Aguascalientes. Se realizó un evento demostrativo, para productores y técnicos y se distribuyeron despleables con la descripción de la tecnología.

4. SOPORTE TÉCNICO DE LA TRANSFERENCIA. Se cuenta con el informe técnico de la transferencia y documentos probatorios de una demostración de campo realizada el 19 de octubre de 2021.

5. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA TRANSFERENCIA. El uso de la sembradora neumática para siembra en camas a cuatro hileras bajo riego por goteo, permitió un incremento en la densidad de población de 115 000 Plantas/ha a 220 000 plantas/ha, lo que a su vez se tradujo en un incremento en rendimiento de 2000 kg/ha a 4029 kg/ha, con la variedad Pinto Saltillo, lo que al final resultó en una relación beneficio costo de 1.1 para hilera sencilla y 1.8 para siembra en camas a cuatro hileras. Con este tipo de siembra se generó mayor cobertura vegetal, con lo cual se mantiene la humedad por mayor tiempo comparado con las siembras tradicional.

6. AGENTES DE CAMBIO ATENDIDOS. Para la transferencia de tecnología se atendieron dos agentes de cambio Gerardo Vargas Prieto y Cuauhtémoc Salas González, quienes laboran en la Asociación de Usuarios Junta de Aguas del Distrito de riego 01, A.C. El periodo de atención fue durante los meses de julio a septiembre de 2021.

7. SOPORTE DOCUMENTAL. Se tiene el informe final del proyecto con registro SIGI 1239633129, también se cuenta con el folleto técnico intitulado "Sembradora neumática para siembra en camas", ISBN 978-607-37-0886-9 y un artículo científico "Sembradora para distribuir semillas a cuatro hileras en camas y captar agua de lluvia" en la revista Ingeniería Agrícola y Biosistemas Vol. 12 No. 1.

8. VINCULACIÓN ACTUAL Y REQUERIDA. Se tiene vinculación con productores de los municipios de Tepezalá, San Francisco de los Romo, Rincón de Romos, El Llano y Pabellón de Arteaga, así como con técnicos de la Asociación de Usuarios de la Junta de Aguas del Distrito de riego 01, A.C. Se requiere vinculación con asociaciones de productores, y dependencias que den apoyo o financiamiento para la



Tecnología transferida en 2021 y reportada en noviembre

promoción y construcción de la sembradora y su uso en mayor superficie y así beneficiar a un mayor número de productores.

Mayor información

M.C. Ernesto Martínez Reyes
M.I. Raúl Vidal García Hernández

Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja
M.C. Francisco Garibaldi Márquez
Campo Experimental Pabellón
km. 32.5 carretera Ags. – Zac. Apdo. postal: 20, C.P. 20660, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.
Tel: 01(800)-088-2222, ext.82516 y 82534.
Correo-e: martinez.ernesto@inifap.gob.mx
Fuente financiera: INIFAP
www.inifap.gob.mx.



Sembradora convencional y siembra a hilera sencilla



Sembradora neumática y siembra en camas a cuatro hileras

Ventajas comparativas de los datos de transferencia

Tecnología testigo:

- Rendimiento: 2000 kg/ha
- Relación beneficio/costo: 1.1

Tecnología transferida:

- Rendimiento: 4029 kg/ha
- Relación beneficio/costo: 1.8

SEMBRADORA NEUMÁTICA PARA SIEMBRA EN CAMAS A CUATRO HILERAS

Siembra de precisión, granos medios, densidad de siembra, cosecha de agua

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. Es un equipo agrícola para sembrar granos de tamaño medio como frijol y maíz, a cuatro hileras con separación de 30 cm distribuidas en una franja de 1.52 m de ancho. También se puede ajustar para sembrar en surcos de 76 cm a hilera sencilla. Otra característica sobresaliente es su sistema para formar microcuencas de tres metros de longitud sobre el rodado del tractor para captar agua de lluvia. Este sistema es desmontable y opcional, dependiendo de las condiciones de precipitación. Además, el equipo dosifica fertilizante granulado, químico u orgánico, menor a un centímetro de diámetro, con un caudal máximo de 250 kg/ha. Los componentes básicos de la sembradora son: chasis, carros sembradores, sistema para fertilización, sistema para captar agua de lluvia. Su versatilidad para realizar varias operaciones en un solo paso de tractor es lo que distingue al equipo respecto a los existentes en el mercado.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A RESOLVER. La productividad y rentabilidad de los cultivos de temporal es baja en el altiplano semiárido de México. Lo anterior, debido a las condiciones agroclimáticas adversas y suelos degradados que limitan la disponibilidad de agua y nutrientes; además, por las bajas densidades de siembra. Resultados de investigación han corroborado que la siembra de frijol en camas a cuatro hileras, complementado con captación de agua de lluvia por medio del pileteo, ha incrementado el rendimiento en hasta 38%, en relación a siembras en hilera sencilla. Sin embargo, se requiere maquinaria agrícola que permita establecer este arreglo topológico. Esto motivó a que en el INIFAP se desarrollara y validara la presente tecnología, y adicionalmente se mejora la calidad y precisión de siembra, respecto a las sembradoras mecánicas convencionales.

3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA VALIDACIÓN. La sembradora neumática mostró un índice de calidad de siembra de 52% y 71% en los cultivos de frijol y maíz, respectivamente, contra 24% y 32% obtenido con la sembradora del productor. El índice de calidad de la sembradora neumática se encuentra en el rango reportado para implementos comerciales con las mismas características en ambos cultivos. El índice de precisión de la sembradora neumática fue de 26% y 27% en la siembra de frijol y maíz, respectivamente,

mientras que en el implemento del productor fue de 37% y 34% para frijol y maíz, respectivamente. Este índice representa el porcentaje en que se incrementó o disminuyó la distancia entre plantas en relación a la distancia teórica de siembra. Magnitudes bajas del índice de precisión indica que la distancia entre plantas se acerca al valor deseado, por lo tanto, la sembradora es más precisa. Al utilizar una sembradora que establece semillas a la distancia y profundidad requerida se obtiene una buena distribución de plantas, lo que repercute en el adecuado desarrollo de las mismas.

4. RECOMENDACIÓN PARA SU USO. Se recomienda para siembras de maíz y frijol. Previamente a la siembra se deben engrasar sus cadenas de transmisión, corroborar presión de las llantas, configurar la distancia y profundidad teórica de siembra de acuerdo a las necesidades agronómicas de la semilla. Al engancharla al tractor, ésta se debe nivelar colocándola horizontalmente con el suelo como se hace con todos los implementos. En la siembra, la presión de la turbina debe estar en el rango 11-13 pulgadas de agua (inH₂O).

5. INFORMACIÓN DE LA VALIDACIÓN. La sembradora se validó en terrenos del Sr. Héctor Macías Medina, ubicados en la comunidad Los Macías, San Francisco de los Romo, Aguascalientes. Tel: 4494529153. Para ello, se sembró 1 ha de frijol (variedad Peruano) y 5 ha de maíz híbrido (GS-2530). La siembra del frijol se hizo el 16 de julio de 2019 y la de maíz los días 17 y 18 de julio de 2019. Las variables de calidad de siembra se determinaron cuando las plantas tenían su primera hoja trifoliada en el cultivo de frijol, y cuando las plantas tenían su segunda hoja desarrollada en el cultivo de maíz.

6. SOPORTE TÉCNICO DE LA VALIDACIÓN. Se cuenta con el informe técnico de la validación y documentos probatorios de una demostración de campo realizada el 17 de septiembre de 2019.

7. ÁMBITO DE APLICACIÓN. La sembradora puede ser utilizada a nivel nacional, en terrenos mecanizables con pendiente no mayor a 3%. El suelo debe estar mullido en su superficie.

8. USUARIOS POTENCIALES. Empresas fabricantes de implementos agrícolas como Tecnomec Agrícola

S.A de C.V., empresas comercializadoras como Agrodepot S.A de C.V., productores, entre otros.

9. COSTO ESTIMADO. La tecnología tiene un costo comercial de \$194,400 M.N.

10. SOPORTE DOCUMENTAL. Informe final del proyecto con registro SIGI 1239633129. También, se publicó un folleto titulado “Sembradora neumática para siembra en camas”, ISBN 978-607-37-0886-9.

11. PROPIEDAD INTELECTUAL. La tecnología está protegida por derechos de autor para publicaciones generadas en proyectos INIFAP. Los derechos pueden consultarse en la página

WEB del INIFAP <http://www.inifap.gob.mx>, accediendo a la biblioteca virtual.

Mayor información:

M.C. Francisco Garibaldi Márquez
Ing. Raúl Vidal García Hernández
M.C. Ernesto Martínez Reyes
Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja
Campo Experimental Pabellón
km. 32.5 carretera Ags. – Zac. Apdo. postal: 20, C.P.
20660, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.
Tel: 01(800)-088-2222, ext.82507 y 82534.
Correo-e: garibaldi.francisco@inifap.gob.mx
Fuente financiera: INIFAP
www.inifap.gob.mx.

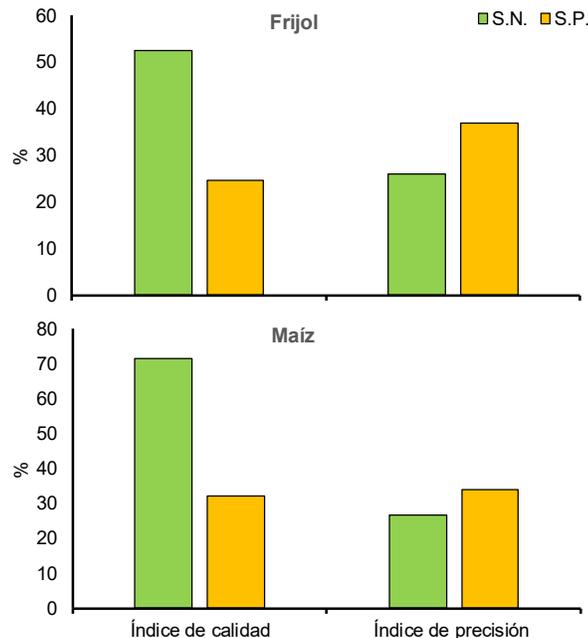


Sembradora convencional y siembra a hilera sencilla



Sembradora neumática y siembra en camas a cuatro hileras

Ventajas comparativas de los datos de validación



Variables de distribución horizontal de la sembradora neumática (S.N.) y sembradora del productor (S.P.).

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

INFORME TÉCNICO DE VALIDACIÓN DE LA TECNOLOGÍA:

SEMBRADORA NEUMÁTICA PARA SIEMBRA EN CAMAS A CUATRO HILERAS

Proyecto que derivó la tecnología:

Diseño de un subsolador agrícola por biomimetismo y sembradora de precisión neumática versátil para agricultura de conservación

Investigador Responsable

Francisco Garibaldi Márquez
Campo Experimental Pabellón

Investigadores Corresponsables:

Nombre del investigador	Centro de Adscripción
Raúl Vidal García Hernández	Campo Experimental Pabellón
Ernesto Martínez Reyes	Campo Experimental Pabellón
Esteban Salvador Osuna Ceja	Campo Experimental Pabellón

INTRODUCCIÓN

México tiene una superficie agrícola de 109.3 millones de hectáreas, de las cuales el 80 % corresponden a sistemas de producción de temporal (INEGI, 2014). En este escenario, los cultivos frecuentemente enfrentan periodos de estrés hídrico a causa de las lluvias intermitentes, lo que finalmente se ve reflejado en la reducción de sus componentes de rendimiento, como en el caso de los cultivos básicos maíz (Zarco *et al.*, 2005) y frijol (Acosta *et al.*, 2009). Por tal motivo, a lo largo del tiempo se han estudiado alternativas, entre ellas nuevas prácticas agronómicas (Acosta, 2008) para mitigar este y otros problemas, con el fin de asegurar la producción de los cultivos.

Las prácticas de captación de agua de lluvia *in situ* han sido una alternativa para mitigar el estrés hídrico en cultivos de temporal, pues permiten que el agua se estanque y se infiltre, quedando la humedad disponible por mayor tiempo para los cultivos (Ventura *et al.*, 2005). En este sentido, la pileteadora es la herramienta más utilizada para realizar esta práctica, principalmente en la región semiárida de México, y se debe a su simplicidad para fabricarse a bajo costo (Galindo & Zandate, 2007). Esta práctica ha contribuido al incremento de rendimiento en frijol (Flores, Rosales, & Flores, 2014) y maíz (Luna & Gaytán, 2000), además, reduce la erosión hídrica al evitar los escurrimientos superficiales.

Recientemente, el aumento de la densidad de siembra se ha reportado como una alternativa para incrementar el rendimiento de cultivos anuales (Osuna *et al.*, 2013; Osuna & Gamiño, 2017). Esta práctica, en arreglos topológicos definidos y complementadas con captación de agua de lluvia *in situ* han arrojado resultados superiores de rendimiento, por ejemplo, en el cultivo de frijol (Osuna *et al.*, 2012) y maíz (Osuna & Gamiño, 2017). Hernández, Osuna, Reyes, Martínez, y Ramírez (2013) y Rojas, Osuna, y Ramírez (2013) reportaron 19.8 % y 37.5 % más de rendimiento de frijol, respectivamente, con siembras a cuatro hileras en camas con 188 000 plantas ha⁻¹, respecto a la siembra tradicional con surcos a 0.76 m y 90 000 plantas ha⁻¹. También, el arreglo de siembra de frijol a seis hileras en camas con 250 000 plantas ha⁻¹ presentó el mismo comportamiento, con incremento de rendimiento en 26 % (Hernández, Osuna, Reyes, Martínez, y Ramírez, 2013) y 41 % (Osuna *et al.*, 2013), respecto a la siembra tradicional. Sin embargo, Hernández *et al.* (2013) observaron que, al incrementar el número de hileras de cuatro a seis, la escarda mecanizada se complica. Por lo tanto, concluyeron que el método de siembra a cuatro hileras es el que tiene mayor potencial de ser adoptado por los productores.

A la fecha, los métodos de siembra de frijol en camas a cuatro hileras, complementado con la práctica de captación de agua de lluvia, se han adoptado en varias hectáreas de los estados de Aguascalientes, San Luis potosí y Zacatecas, por el margen de ganancia que se obtiene en relación al método de siembra tradicional (Borja *et al.*, 2018). Sin embargo, al no existir sembradoras comerciales en la región para la implementación de dichos métodos de siembra, los productores modifican sus sembradoras mecánicas de plato horizontal y timones rectos. Pero estas sembradoras acumulan ratrojo en sus timones por el espaciamiento estrecho que demandan los métodos; además, por su sistema de dosificación, éstas realizan una distribución de plantas de baja calidad que finalmente afecta el rendimiento del cultivo (Mahl, Furlani, & Gamero, 2008).

Por lo tanto, con base en el potencial que ha presentado el método de siembra en camas a cuatro hileras, y con el fin de mecanizarlo para su aplicación intensiva; Garibaldi *et al* (2017) desarrollaron una sembradora para siembra de granos medios en camas en arreglo de cuatro hileras, y la equiparon con un sistema para captar agua de lluvia *in situ*.

OBJETIVO

Validar una sembradora neumática para siembra en camas a cuatro hileras para determinar sus índices de precisión en la siembra de semillas de frijol y maíz.

METODOLOGÍA

Para validar la sembradora neumática se contactó al productor cooperante Sr. Héctor Macías Medina de la localidad Los Macías, San Francisco de los Romo, Aguascalientes. La validación consistió en evaluar la calidad de la siembra realizada con la sembradora neumática y con la sembradora del productor. Esta última sembradora es de marca Z para sembrar a 80 cm entre surcos, y mecánica con dosificadores de plato horizontal.

Por lo tanto, se sembraron 2 ha de frijol variedad peruano. Una hectárea se sembró con la sembradora neumática y otra mediante la sembradora del productor. También, se sembraron 6 ha de maíz híbrido GS-2530. De las cuales, 5 ha se hicieron con la sembradora neumática y 1 ha con la sembradora del productor. La siembra del frijol se hizo el 16 de julio de 2019 y la de maíz los días 17 y 18 de julio de 2019.

Ambas sembradoras se configuraron para sembrar a una distancia teórica de 10 cm entre semillas. El tractor utilizado fue un John Deere modelo 2020, el cual al momento de la siembra en la misma posición de la palanca de velocidades y en las mismas revoluciones del motor para operar ambos equipos.

Para evaluar la calidad de la siembra se estimaron las variables de distribución horizontal siguientes: índice de duplicaciones (%), índice de fallas (%), índice de calidad (%) e índice de precisión (%), de acuerdo con la metodología descrita por Kachman y Smith (1995). Donde, el índice de duplicaciones es el porcentaje de observaciones iguales o menores a 0.5L (L es la distancia teórica de siembra), el índice de fallas es el porcentaje de observaciones iguales o superiores a 1.5L, el índice de calidad es el porcentaje de observaciones que se encuentran en el rango 0.5L-1.5L y el índice de precisión para este estudio de obtuvo como sigue:

$$\text{Índice de precisión (\%)} = \left(\left(\frac{D.E}{L} \right) * 100 \right)$$

Donde, *D.E* es la desviación estándar de las observaciones comprendidas en el índice de calidad y *L* es la distancia teórica de siembra.

A los 15 días después de la siembra se eligieron tres camas al azar de frijol y de maíz, donde en las dos líneas centrales se midieron 50 espacios consecutivos entre plantas, para obtener 100 observaciones por cama. En la siembra a hilera sencilla, se eligieron tres surcos al azar de frijol y tres de maíz donde se midieron 100 espacios consecutivos entre plantas.

RESULTADOS

En la siembra de frijol, el índice de duplicaciones de la sembradora neumática de INIFAP fue menor al presentado por la sembradora del productor en casi 20%. El índice de fallas fue de 30% para la sembradora neumática y 37% para la sembradora del productor. Estos resultados indican que la calidad de siembra de la sembradora de INIFAP es superior a la de la sembradora del productor, ya que, en la sembradora neumática más del 52% de las distancias entre plantas estuvieron en el rango permisible, mientras que con la sembradora del productor únicamente el 24%. De este modo, la sembradora neumática presentó un índice de precisión 10% superior a la del productor. A menor magnitud del índice de precisión, la calidad de siembra es mayor ya que la distancia entre plantas se acerca más a la distancia teórica de siembra.

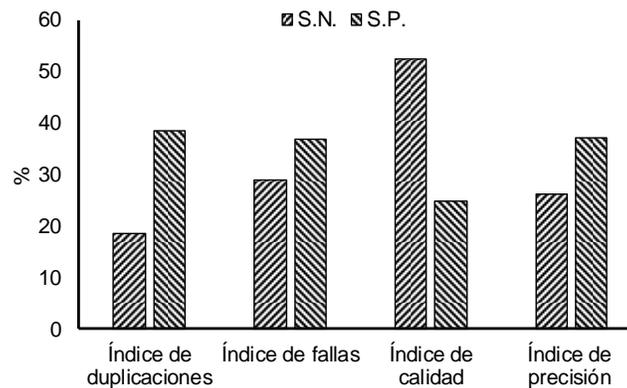


Figura 1. Variables de distribución horizontal de la sembradora neumática (S.N.) y sembradora del productor (S.P.) en el cultivo de frijol.

Respecto a la calidad de siembra de maíz, el índice de duplicaciones fue de casi 20% para la sembradora neumática de INIFAP y más de 32% para la sembradora del productor. Esto indica que en la siembra realizada con la sembradora del productor existieron muchas plantas relativamente juntas y se atribuye a el tamaño de los agujeros del plato dosificador.

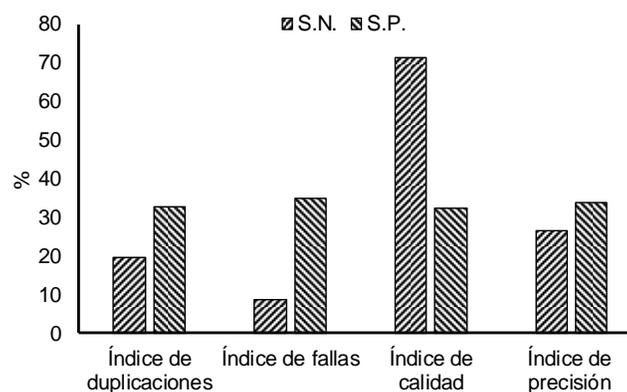


Figura 2. Variables de distribución horizontal de la sembradora neumática (S.N.) y sembradora del productor (S.P.) en el cultivo de maíz.

El índice de fallas fue 26% superior en la sembradora del productor, por lo que existieron muchos espacios donde la sembradora no depositó semillas. El índice de calidad fue de más de 71% para la sembradora de INIFAP y 32% para la sembradora del productor. Esto representa que el 71% de

las plantas estuvieron en el rango de siembra deseado. De este modo, el índice de precisión de la sembradora neumática fue superior al de la sembradora del productor.

DEMOSTRACION

Se realizó una demostración donde se invitó a productores y varios agentes del sector, con el fin de dar a conocer la siembra de maíz y frijol a cuatro hileras en camas y la calidad de siembra. Esta demostración se llevó a cabo el 17 de septiembre de 2019 en la parcela ubicada en Los Macías, San Francisco de los Romo, Aguascalientes.



CONCLUSIONES

La calidad de la siembra ejecutada con la sembradora neumática fue mejor comparada con la siembra realizada con la sembradora del productor. Por lo tanto, existió una distribución de plantas más uniforme con un mayor porcentaje de ellas cercanas a la distancia de siembra deseado.

Una siembra uniforme permite obtener una densidad de plantas adecuado para su óptimo desarrollo.

LITERATURA CITADA

- Acosta, D. E., Acosta, G. J. A., Trejo, L. C., Padilla, R. J. S., & Amador, R. M. D. (2009). Adaptation traits in dry bean cultivar grown under drought stress. *Agricultura técnica en México*, 35 (4), 416-425.
- Acosta, G. J. A. (2008). *Las variedades mejoradas de frijol de temporal para el altiplano de San Luis Potosí*. P 81-95. In. Martínez, G. M. A.; Osuna C. E. S.; Padilla, R. J. S.; Acosta, G. J. A. y Loredo, O. C. Tecnología para la producción de frijol en el Norte-Centro de México. Campo Experimental San Luis CIRNE-INIFAP. Libro técnico Núm. 4. 206 p.
- Borja-Bravo, M., Osuna-Ceja, E. S., Arellano-Arciniega, S., García-Hernández, R. V., & Martínez-Gamiño, M. (2018). Competitividad y eficiencia en la producción de frijol en condiciones de temporal con tecnología tradicional y recomendada. *Rev. Fitotec. Mex.*, 41 (4):443-450.
- Flores, G. H., Rosales, S. R., & Flores, M. H. (2014). *Técnicas de cosecha de agua para la producción sostenible de frijol en Durango*. INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Folleto técnico No. 74. ISBN 978-607-37-0317-8. doi: 10.13140/2.1.3445.6645

- Galindo, G. G., & Zandate, H. R. (2007). Pileteadora INIFAP y su adopción en nueve municipios de Zacatecas, México. *Agrociencia*, 41, 231-239.
- Garibaldi, M. F., García, H. R. V., Baltazar, B. E., Osuna, C. E. S., Martínez, R. E. (2017). Sembradora neumática para siembra en camas. Folleto técnico No. 76. INIFAP- Campo Experimental Pabellón. 31 p.
- Hernández, E. A., Osuna, C. E. S., Reyes, M. L., Martínez, R. E., & Ramírez, C. N. Y. Z. (2013). Sembradora de Precisión, versátil y acondicionada para conservar suelo y agua. Folleto técnico No. 50. 28 p. ISBN: 978-607-37-0168-6.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Encuesta nacional agropecuaria 2014. Retrieved from <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/>
- Luna F. M., & Gaytán, B. R., (2000). Rendimiento de maíz de temporal con tecnología tradicional y recomendada. *Agric. Téc. Méx.*, 27(2), 163-169.
- Mahl, D., Furlani, C. E. A. & Gamero, C. A. (2008). Efficiency of pneumatic and horizontal perforated disk meter mechanism in corn no-tillage seeders in soil with different mobilization reports. *Eng. Agric. Jaboticabal*, 28 (3): 535-542.
- Osuna, C. E. S., Reyes, M. L., Padilla, R. J. S., & Martínez, G. M. A. (2012). Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades de población bajo temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7), 1389-1400.
- Osuna, C. E. S., Reyes, M. L., Padilla, R. J. S., Rosales, S. R., Martínez, G. M. A., Acosta, G. J. A., & Figueroa, S. B. (2013). Rendimiento de genotipos de frijol con diferentes métodos de siembra y riego-sequía en Aguascalientes. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(8), 1209-1221.
- Osuna, C. E. S., y Martínez, G. M.A. (2017). Rendimiento y calidad de forraje de maíz y sorgo de temporal a cuatro y seis hileras en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (6), 1259-1272.
- Rojas, S. C., Osuna, C. E. S., & Ramírez, C. N. Y. Z. (2013). Sembradora mecánica de precisión, versátil para agricultura de conservación. Folleto técnico No. 51. 19 p. ISBN: 978-607-37-0169-3.
- Ventura, R. E. J., Acosta, G. J. A., Domínguez, C. M. A., & Ward, K. (2005). Captación de agua de lluvia. In Loredó Osti Catarina. Prácticas para la conservación de suelo y agua en zonas áridas y semiáridas. Libro técnico No. 1. INIFAP Campo Experimental San Luis, CONAZA, SAGARPA. 111-142 pp.
- Zarco, P. E., González, H. V. A., López, P., M. C., & Salinas, M. Y. (2005). Marcadores fisiológicos de la tolerancia a sequía en maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia* 39 (5), 517-528.

SEMBRADORA NEUMÁTICA PARA SIEMBRA EN CAMAS A CUATRO HILERAS

Siembra de precisión, granos medios, densidad de siembra, cosecha de agua

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. Es un equipo agrícola para sembrar granos de tamaño medio como frijol y maíz, a cuatro hileras con separación de 30 cm distribuidas en una franja de 1.52 m de ancho. También se puede ajustar para sembrar en surcos de 76 cm a hilera sencilla. Otra característica sobresaliente es su sistema para formar microcuencas de tres metros de longitud sobre el rodado del tractor para captar agua de lluvia. Este sistema es desmontable y opcional, dependiendo de las condiciones de precipitación. Además, el equipo dosifica fertilizante granulado, químico u orgánico, menor a un centímetro de diámetro o largo, con un caudal máximo de 250 kg/ha. Los componentes básicos de la sembradora son: chasis, carros sembradores, sistema para fertilización, sistema para captar agua de lluvia. Su versatilidad para realizar varias operaciones en un solo paso de tractor es lo que distingue al equipo respecto a los existentes en el mercado.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A ATENDER. La baja productividad y rentabilidad de los cultivos de temporal del semiárido de México a causa de las condiciones agroclimáticas adversas y suelos degradados, ha obligado a los investigadores y productores a buscar otras alternativas de producción, como siembra en altas densidades, complementadas con captación de agua de lluvia. Resultados de investigación han corroborado que la siembra de frijol en camas a cuatro hileras y pileteo ha incrementado el rendimiento en 37.5% respecto a siembras en hilera sencilla. En el mercado no existen equipos agrícolas para sembrar este arreglo topológico; lo cual motivó a que en el INIFAP se desarrollara la presente tecnología, con el propósito de mejorar la precisión de siembra, y aplicar de mejor manera el paquete tecnológico mencionado.

3. BENEFICIOS ESPERADOS. La sembradora garantizará el 95% de emergencia de las semillas viables, complementado con el sistema para captar agua de lluvia el rendimiento de grano de frijol se incrementará en más del 37.5% respecto a siembras en hilera sencilla; cuando la precipitación

durante el ciclo del cultivo esté por arriba de 150 mm. Además, su versatilidad para producir en hilera sencilla se traduce en mayor utilidad y rentabilidad.

4. ÁMBITO DE APLICACIÓN. La sembradora tiene aplicación en terrenos mecanizables con pendiente no mayor a 3%. El suelo debe estar mullido en su superficie.

5. USUARIOS POTENCIALES. Empresas fabricantes de implementos agrícolas como Tecnomec Agrícola S.A de C.V., empresas comercializadoras como Agrodepot S.A de C.V., y productores, entre otros.

6. COSTO ESTIMADO. \$180,000.00 M.N. Para su adquisición, se sugiere que los productores se organicen en grupos para incrementar la probabilidad de ser financiados con recursos federales o estatales.

7. SOPORTE DOCUMENTAL. Informe anual del proyecto "Diseño de un subsolador agrícola por biomimetismo y sembradora de precisión neumática versátil para agricultura de conservación", con número SIGI 1239633129. Trabajo in extenso "Diseño de sembradora neumática para siembra en camas a cuatro hileras" presentado en el XXV congreso nacional de ingeniería agrícola. Folleto técnico en revisión, intitulado "Sembradora neumática para siembra en camas".

8. PROPIEDAD INTELECTUAL. Se iniciarán trámites de patente en enero de 2018.

Mayor información:

M.C. Francisco Garibaldi Márquez

Ing. Raúl Vidal García Hernández

M.C. Ernesto Martínez Reyes

Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja

Campo Experimental Pabellón

km. 32.5 carretera Ags. – Zac. Apdo. postal: 20,

C.P. 20660, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

Tel: 01(800)-088-2222, ext.82507 y 82534.

Correo-e: garibaldi.francisco@inifap.gob.mx

Fuente financiera: INIFAP

www.inifap.gob.mx.



Sembradora convencional y siembra a hilera sencilla



Sembradora neumática y siembra en camas a cuatro hileras”

Ventajas comparativas

Característica	Sembradora mecánica convencional	Tecnología generada
Siembra en camas a cuatro hileras	✓	✓
Dosificador de fertilizante	✓	✓
Siembra a hilera sencilla	✓	✓
Regula profundidad de siembra	x	✓
Regula distancia entre semillas	x	✓
Sistema de captación de agua de lluvia	x	✓

SEMBRADORA NEUMÁTICA PARA SIEMBRA EN CAMAS A CUATRO HILERAS

Siembra de precisión, granos medios, densidad de siembra, cosecha de agua

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. Es un equipo agrícola para sembrar granos de tamaño medio como frijol y maíz, a cuatro hileras con separación de 30 cm distribuidas en una franja de 1.52 m de ancho. También se puede ajustar para sembrar en surcos de 76 cm a hilera sencilla. Otra característica sobresaliente es su sistema para formar microcuencas de tres metros de longitud sobre el rodado del tractor para captar agua de lluvia. Este sistema es desmontable y opcional, dependiendo de las condiciones de precipitación. Además, el equipo dosifica fertilizante granulado, químico u orgánico, menor a un centímetro de diámetro o largo, con un caudal máximo de 250 kg/ha. Los componentes básicos de la sembradora son: chasis, carros sembradores, sistema para fertilización, sistema para captar agua de lluvia. Su versatilidad para realizar varias operaciones en un solo paso de tractor es lo que distingue al equipo respecto a los existentes en el mercado.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A ATENDER. La baja productividad y rentabilidad de los cultivos de temporal del semiárido de México a causa de las condiciones agroclimáticas adversas y suelos degradados, ha obligado a los investigadores y productores a buscar otras alternativas de producción, como siembra en altas densidades, complementadas con captación de agua de lluvia. Resultados de investigación han corroborado que la siembra de frijol en camas a cuatro hileras y pileteo ha incrementado el rendimiento en 37.5% respecto a siembras en hilera sencilla. En el mercado no existen equipos agrícolas para sembrar este arreglo topológico; lo cual motivó a que en el INIFAP se desarrollara la presente tecnología, con el propósito de mejorar la precisión de siembra, y aplicar de mejor manera el paquete tecnológico mencionado.

3. BENEFICIOS ESPERADOS. La sembradora garantizará el 95% de emergencia de las semillas viables, complementado con el sistema para captar agua de lluvia el rendimiento de grano de frijol se incrementará en más del 37.5% respecto a siembras en hilera sencilla; cuando la precipitación

durante el ciclo del cultivo esté por arriba de 150 mm. Además, su versatilidad para producir en hilera sencilla se traduce en mayor utilidad y rentabilidad.

4. ÁMBITO DE APLICACIÓN. La sembradora tiene aplicación en terrenos mecanizables con pendiente no mayor a 3%. El suelo debe estar mullido en su superficie.

5. USUARIOS POTENCIALES. Empresas fabricantes de implementos agrícolas como Tecnomec Agrícola S.A de C.V., empresas comercializadoras como Agrodepot S.A de C.V., y productores, entre otros.

6. COSTO ESTIMADO. \$180,000.00 M.N. Para su adquisición, se sugiere que los productores se organicen en grupos para incrementar la probabilidad de ser financiados con recursos federales o estatales.

7. SOPORTE DOCUMENTAL. Informe anual del proyecto "Diseño de un subsolador agrícola por biomimetismo y sembradora de precisión neumática versátil para agricultura de conservación", con número SIGI 1239633129. Trabajo in extenso "Diseño de sembradora neumática para siembra en camas a cuatro hileras" presentado en el XXV congreso nacional de ingeniería agrícola. Folleto técnico en revisión, intitulado "Sembradora neumática para siembra en camas".

8. PROPIEDAD INTELECTUAL. Se iniciarán trámites de patente en enero de 2018.

Mayor información:

M.C. Francisco Garibaldi Márquez

Ing. Raúl Vidal García Hernández

M.C. Ernesto Martínez Reyes

Dr. Esteban Salvador Osuna Ceja

Campo Experimental Pabellón

km. 32.5 carretera Ags. – Zac. Apdo. postal: 20,

C.P. 20660, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes.

Tel: 01(800)-088-2222, ext.82507 y 82534.

Correo-e: garibaldi.francisco@inifap.gob.mx

Fuente financiera: INIFAP

www.inifap.gob.mx.



Sembradora convencional y siembra a hilera sencilla



Sembradora neumática y siembra en camas a cuatro hileras”

Ventajas comparativas

Característica	Sembradora mecánica convencional	Tecnología generada
Siembra en camas a cuatro hileras	✓	✓
Dosificador de fertilizante	✓	✓
Siembra a hilera sencilla	✓	✓
Regula profundidad de siembra	x	✓
Regula distancia entre semillas	x	✓
Sistema de captación de agua de lluvia	x	✓