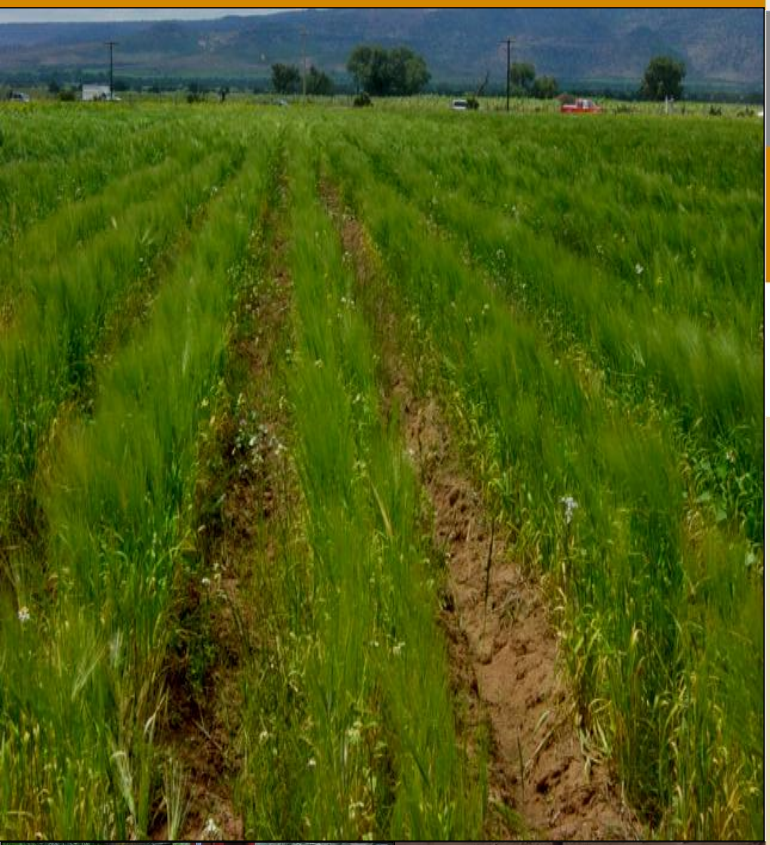
Manejo integrado del cultivo de cebada en condiciones de temporal en San Luis Potosí



GOBIERNO FEDERAL

SAGARPA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Vivir Mejor

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional del Noreste
Campo Experimental San Luis
San Luis Potosí, S.L.P., Diciembre de 2011 Folleto Técnico No. 40
ISBN 978-607-425-705-2

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

LIC. FRANCISCO JAVIER MAYORGA CASTAÑEDA
Secretario
M.Sc. MARIANO RUIZ - FUNES MACEDO
Subsecretario de Agricultura
ING. IGNACIO RIVERA RODRÍGUEZ
Subsecretario de Desarrollo Rural
ING. ERNESTO FERNANDEZ ARIAS
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios
M.Sc. JESÚS ANTONIO BERUMEN PRECIADO
Oficial Mayor

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.Sc. ARTURO CRUZ VÁZQUEZ
Coordinador de Planeación y Desarrollo
LIC. MARCIAL A. GARCÍA MORTEO
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL DEL NORESTE

DR. SEBASTIÁN ACOSTA NÚÑEZ
Director Regional
DR. JORGE ELIZONDO BARRÓN
Director de Investigación, Innovación y Vinculación
M.C. NICOLAS MALDONADO MORENO
Director de Planeación y Desarrollo
M.A. JOSE LUIS CORNEJO ENCISO
Director de Administración
M.C. JOSE LUIS BARRON CONTRERAS
Director de Coordinación y Vinculación en San Luis Potosí

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE CEBADA EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN SAN LUIS POTOSÍ

DR. SERGIO BELTRÁN LÓPEZ
Investigador del Programa de Investigación Pastizales y Cultivos Forrajeros
Campo Experimental San Luis. CIR Noreste. INIFAP.

DRA. CATARINA LOREDO OSTI
Profesora - Investigadora de la Facultad de Agronomía
de la UASLP

DR. MAURO ZAMORA DÍAZ
Líder Nacional del Programa de Investigación de Cebada
Campo Experimental Valle de México. CIR Centro. INIFAP.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias.
Progreso No. 5
Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
C. P. 04010 México, D. F.
Tel. 01 (55) 3871-8700

Manejo integrado del cultivo de cebada en condiciones de temporal en San Luis Potosí

ISBN 978-607-425-705-2

Clave INIFAP/CIRNE/A-481

Primera edición 2011

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

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	2
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
COMPONENTES TECNOLÓGICOS	4
Variedades	4
Multiarado	8
Biofertilizantes	10
Siembra a doble hilera	14
VALIDACIÓN DE LOS COMPONENTES	16
TECNOLÓGICOS	16
Metodología y tratamientos aplicados	19
Resultados y beneficios	
IMPACTO POTENCIAL	22
ANALISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD	22
DISPONIBILIDAD DE LOS COMPONENTES	24
CONSIDERACIONES FINALES	25
ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA	26
LITERATURA CITADA	27
ANEXO 1. PAQUETE TECNOLOGICO DEL INIFAP PARA PRODUCIR CEBADA	29

Índice de Figuras

Figura	Título	Pág.
1	Rendimiento de grano de cebada de cuatro genotipos de cebada maltera en Villa de Arriaga, en el ciclo agrícola PV-2007.	6
2	Rendimiento de forraje de cuatro variedades de cebada en Villa de Arriaga, S. L. P. (P-V, 2007 – 2008).	7
3	Multiarado, formado por un cincel con una punta de arado y aletas cortadoras.	8
4	Aplicación del biofertilizante a la semilla de cebada antes de la siembra (Villa de Arriaga, S. L. P., 2007 – 2008).	11
5	Sembradora de doble hilera de tres surcos.	15
6	Cebada establecida con sembradora a doble hilera.	15
7	Aspecto de una siembra de cebada realizada al voleo y tapada con rastra (izquierda) y siembra con sembradora a doble hilera (derecha).	16
8	Número de plantas y tallos obtenidos en diferentes tratamientos de siembra, fertilización química y biofertilización en el cultivo de cebada maltera en Guadalupe Victoria, Mpio. de Villa Arriaga, en el ciclo agrícola primavera-verano 2007 (DH= siembra a doble hilera; V=siembra al voleo; B=bioinoculación con micorriza y la cepa INI1R2; Q=fertilización química).	20
9	Rendimiento de grano y paja obtenidos en diferentes tratamientos de siembra, fertilización química y biofertilización en Guadalupe Victoria, Mpio. de Villa Arriaga, en el ciclo agrícola primavera-verano 2007 (DH= siembra a doble hilera; V=siembra al voleo; B=bioinoculación con micorriza y la cepa INI1R2; FQ=fertilización química).	21
10	Estados de la República Mexicana en donde se recomienda la tecnología integrada para la producción de cebada en condiciones de temporal.	26

Índice de Cuadros

Cuadro	Título	Pág.
1	Componentes tecnológicos empleados en los módulos de validación y transferencia de tecnología para el cultivo de cebada en Villa de Arriaga, S. L. P., en condiciones de temporal (ciclos PV-2007 y PV-2008).	18
2	Costos de producción para la producción de cebada bajo diferentes tratamientos de siembra, fertilización química y biofertilización en Guadalupe Victoria, Mpio. de Villa Arriaga, en el ciclo agrícola primavera-verano 2007.	23
3	Costos y utilidad en la producción de grano de cebada con tratamientos de siembra, fertilización química y biofertilizantes en Villa de Arriaga, PV 2007.	24

MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE CEBADA EN CONDICIONES DE TEMPORAL EN SAN LUIS POTOSÍ

Sergio Beltrán López[1]
Catarina Loredo Osti[2]
Mauro Zamora Díaz[3]

INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es la principal materia prima de la industria cervecera. Del grano se extrae la malta que se requiere para la fabricación de cerveza, existiendo, en menor proporción, el cultivo de la cebada para la producción de forraje.

En nuestro país, la producción de cebada para grano ocupa el séptimo lugar en importancia y su cultivo es practicado en alguno de los dos ciclos del año en 23 Estados de la República (SAGARPA, 2006), en donde se cosechan en promedio 313,000 hectáreas con un rendimiento medio de 2,397 kg/ha en riego y temporal y un volumen de producción de 750,261 toneladas de grano al año (Cabañas *et al*., 2004).

En el Estado de San Luis Potosí, las zonas áridas y semiáridas abarcan una superficie de

[1] Dr. Investigador del Programa de Investigación de Pastizales y Cultivos Forrajeros. Campo Experimental San Luis. CIR
Noreste. INIFAP.
[2] Dra. Investigadora de la Facultad de Agronomía de la UASLP.
[3] Dr. Líder Nacional del Programa de Investigación de Cebada. Campo Experimental Valle de México. CIR Centro. INIFAP.

4’816,000 hectáreas (76.6% de la superficie total). En estas zonas la precipitación es escasa e irregular y es normal que se tengan más de 6 meses secos. Cuando no se cuenta con riego, estas áreas presentan un potencial de producción bajo (SAGARPA, 2006). Uno de los cultivos más difundidos al suroeste del semiárido templado del estado, específicamente en el municipio de Villa de Arriaga, es la cebada; de acuerdo a registros de la SAGARPA (2006), la superficie promedio sembrada durante los últimos cinco años es de 9,000 hectáreas. El volumen de producción en Villa de Arriaga, se destina para abastecer con grano a la industria cervecera y ha variado de 4,060 ton cosechadas en 2000 a 11,340 ton cosechadas en 2004, con un volumen promedio anual de 9,700 ton.

En los últimos años, la industria cervecera nacional ha incrementado las importaciones de cebada debido al bajo precio internacional, lo cual indica que existe la necesidad de buscar tecnologías que permitan incrementar la producción y/o reducir los costos de producción, para fomentar el mercado nacional. El INIFAP ha desarrollado tecnología para la producción de cebada con base en estrategias de agricultura de conservación, siembra a doble hilera, biofertilización y adaptación de nuevas variedades para condiciones de temporal.

El objetivo de esta publicación es presentar el manejo integrado de componentes tecnológicos para el cultivo de la cebada, tomando como base los resultados obtenidos en los proyectos "Transferencia de nuevas variedades de cebada en el Altiplano Potosino" y "Validación y Transferencia de tecnología sobre el uso de biofertilizantes, siembra mecanizada y agricultura de conservación en el cultivo de la cebada en San Luis Potosí", los cuales fueron desarrollado por el INIFAP en Villa de Arriaga, S. L. P., con financiamiento de la Fundación Produce de San Luis Potosí, A. C. Se presenta al final del documento el paquete tecnológico con las innovaciones propuestas.

REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

La cebada se adapta a diversos tipos de suelo, en general, se desarrolla bien en suelos ligeros bien drenados y en migajones con buena fertilidad. La textura óptima es de tipo franco (medio) y migajón-arenosa. Le favorecen suelos de textura media (FAO, 1994). Para un buen desarrollo radical, son suficientes 30 cm de profundidad de suelo. Es un cultivo altamente tolerante a la salinidad y muy tolerante a suelos alcalinos pero no a suelos ácidos. Se desarrolla en un rango de pH de 6.5 a 8.0 (Moreno, 1992).

Durante el ciclo de cultivo requiere de 380 a 660 mm de agua de lluvia bien distribuidos a través del tiempo. Tanto las lluvias abundantes como las sequías persistentes afectan el cultivo de la cebada. En ambientes semiáridos el

rendimiento de este cultivo es mayor que el de otros cereales (Santibáñez, 1994). El Municipio de Villa de Arriaga presenta un clima seco estepario (BS), subtipo semiseco, el período lluvioso comprende los meses de junio a septiembre. Con relación al uso del suelo, se practica la agricultura de temporal y el pastoreo extensivo.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La superficie promedio sembrada en temporal con cebada para grano en Villa de Arriaga, San Luis Potosí, en los últimos 10 años es de 9000 ha, de las cuales solo 72% fue cosechada y 28% sufrió siniestros generalmente ocasionados por sequía. Con relación a la preparación del terreno, el paquete tecnológico que aplican los productores incluye barbecho, rastreo y siembra mecanizada al voleo, lo cual incide en un excesivo uso de maquinaria sobre el terreno. La aplicación de fertilizantes químicos no se realiza porque representa incremento en los costos y riesgo en los resultados esperados, debido a la humedad deficiente.

En general, los principales problemas que se ha identificado son:

- Uso de la variedad Cerro Prieto. San Luis Potosí (Villa de Arriaga) fue uno de los últimos estados de México en donde se continuó

distribuyendo semilla de esta variedad hasta el año 2008. La variedad Cerro Prieto no permite obtener buenos rendimientos debido a limitantes genéticas como la susceptibilidad a la roya y baja resistencia al acame, entre otras.

- Compactación del terreno debida a sobre-mecanización que incide en reducción de la capacidad de infiltración y almacenamiento del agua de lluvia, así como condiciones adversas de aireación para el desarrollo adecuado de las raíces.
- Pérdida de agua por escurrimiento superficial originadas por el tipo de siembra al voleo, lo cual no favorece la captación in situ de agua de lluvia.
- Agotamiento de la fertilidad del suelo ya que no se restituyen los nutrientes que el cultivo de la cebada extrae en cada ciclo.
- Altos costos en la preparación del terreno.

Ante esta situación, el INIFAP ha generado y validado tecnología para el manejo integrado de la cebada mediante la utilización de la variedad Esmeralda, uso de biofertilizantes, utilización del multiarado y un sistema de siembra a doble hilera en el cultivo de la cebada para condiciones de temporal, bajo la premisa de que estos componentes tecnológicos permiten mejorar la infiltración del agua, mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas debido a la

biofertilización, tener una reducción de costos en la preparación del terreno, un mejor aprovechamiento del agua de lluvia, así como reducción en la cantidad de semilla/ha y obtención de un mayor rendimiento con la variedad Esmeralda, entre otros beneficios.

Existen evidencias del efecto benéfico de rizobacterias y hongos micorrízicos que habitan en la rizosfera de las plantas, los cuales favorecen el desarrollo de los cultivos. El INIFAP ha desarrollado técnicas de biofertilización basadas en estos microorganismos para el cultivo de la cebada, en condiciones de temporal deficiente.

COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Variedades

La variedad de cebada más utilizada en Villa Arriaga, S. L. P., hasta el año 2008 fue la variedad Cerro Prieto, debido a que la impulsora distribuía este material a petición de los propios productores, sin embargo, actualmente se ha generalizado la siembra de la cebada variedad Esmeralda y a nivel nacional el INIFAP continua generado nuevos materiales para optimizar la producción, de acuerdo a las condiciones de cada región cebadera del país.

Con la finalidad de identificar y validar nuevas variedades de cebada maltera que redujeran al menos en 10% el riesgo por sequía e incrementaran el rendimiento en grano, sin dejar de considerar las características de calidad que requiere la industria maltera, se establecieron siete parcelas demostrativas en el municipio de Villa de Arriaga, cinco durante el ciclo PV-2007 y dos parcelas más en el ciclo PV-2008.

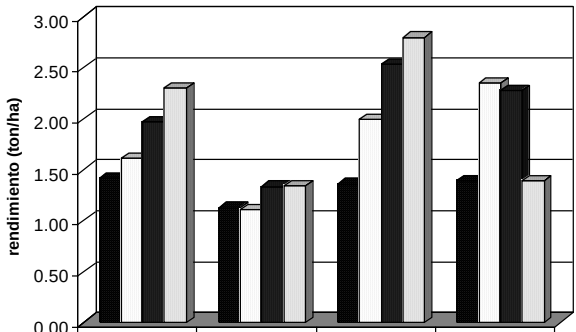
Se probaron las variedades: Adabella y Esmeralda, más una línea avanzada (M-152A) identificadas por el INIFAP como sobresalientes para condiciones similares a las prevalecientes en Villa de Arriaga, S. L. P. Sin embargo, cabe aclarar que la variedad Adabella es un material para condiciones de muy buena y buena productividad. La semilla de estas variedades fue proporcionada por el Programa de Nacional de Cebada del INIFAP. Estos materiales se compararon con la variedad testigo (Cerro Prieto) en terrenos de productores cooperantes. En estos materiales se evaluó su potencial para producción de grano con los estándares de calidad que requiere la industria maltera.

Cada parcela ocupó un cuarto de hectárea y se sembraron siguiendo el paquete tecnológico del INIFAP para la preparación del terreno, siembra y control de plagas y malezas. Se evaluó su

eficiencia en el uso del agua, resistencia al acame, producción de forraje (biomasa seca y calidad forrajera) y capacidad para producir grano de buena calidad para la industria maltera.

El mayor rendimiento de grano en promedio se obtuvo con las variedades Esmeralda (2.03 ton/ha), la línea avanzada M-152A (1.96 ton/ha) y la variedad Adabella (1.76 ton/ha), las cuales fueron estadísticamente superiores a la variedad Cerro Prieto (1.32 ton/ha de grano).

En la Figura 1 se presentan los resultados obtenidos en cuatro localidades de Villa de Arriaga (2007). En la variable rendimiento de grano, el análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre tratamientos, debidas a los efectos del factor Genotipo (G) y del factor Localidad (Lo); la interacción grano x localidad no fue significativa, es decir, que la producción de grano es afectada por la variedad de cebada y por la localidad donde se establece y que el efecto de estos factores es independiente uno del otro.



	Gpe. Victoria	Emiliano Zapata	La Lugarda	Fco. I. Madero
■ Cerro Prieto	1.416	1.124	1.359	1.389
□ Adabella	1.608	1.107	1.991	2.350
■ Esmeralda	1.967	1.334	2.532	2.277
□ M152A	2.298	1.339	2.797	1.389

Figura 1. Rendimiento de grano de cebada de cuatro genotipos de cebada maltera en Villa de Arriaga, en el ciclo agrícola PV-2007.

Como se puede observar, en la parcela establecida en la comunidad Emiliano Zapata, se presentaron los rendimientos más bajos, lo cual coincide con la regionalización del potencial productivo realizado por INIFAP que señala que esta localidad, de las cuatro probadas, es la única que se localiza en zonas identificadas como de bajo potencial para el cultivo de cebada.

En general, la variedad Esmeralda superó a la variedad testigo (Cerro Prieto), que tradicionalmente se ha sembrado en esta región en un 34% en rendimiento, por esta razón, se recomienda para su utilización en la zona cebadera de San Luis Potosí., ya que además,

mantiene las características requeridas por la industria maltera.

Para la variable producción de forraje, el análisis de varianza detectó diferencias significativas entre tratamientos, debidas a la variedad y al factor localidad; la interacción de genotipo x localidad no fue significativa. Es decir, que la producción de forraje es afectada por la variedad utilizada y por la localidad donde se establece y que el efecto de estos factores es independiente uno del otro. En la Figura 2 se muestran los resultados en rendimiento de forraje de cebada en Villa de Arriaga, S. L. P.

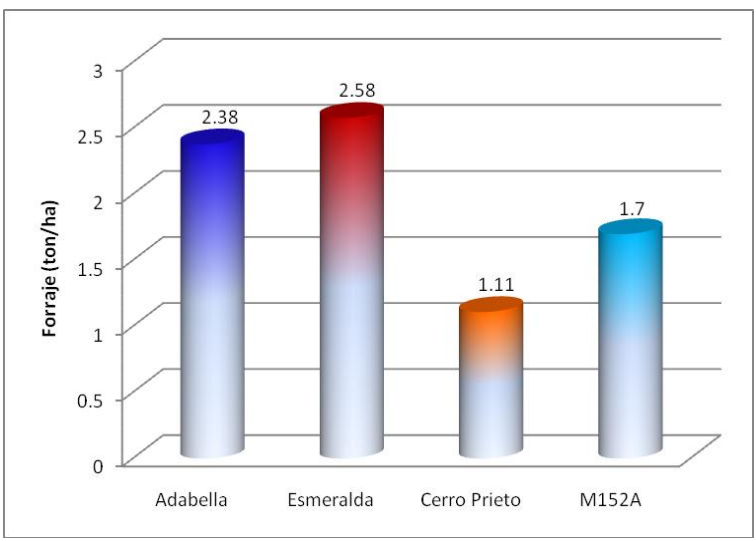


Figura 2. Rendimiento de forraje de cuatro variedades de cebada en Villa de Arriaga, S. L. P. (P-V, 2007 – 2008).

Multiarado

El método de preparación del suelo con "Multiarado" (Figura 3) consiste en la roturación del suelo, sin invertir el perfil en el estrato 0-30 cm. El multiarado, está conformado por un cincel modificado, con una punta de arado estándar y dos aletas cortadoras. Con este método es posible dejar inclusive, residuos de cosecha en la superficie. Las aletas cortadoras trozan las raíces de las plantas presentes, por lo que es un excelente método para controlar maleza anual y perenne como los pastos "Johnson" (*Sorghum halepense*) y "Gramilla" (*Cynodon dactylon*). Permite controlar también el rebrote de plantas de cultivos anteriores como del sorgo (*sorghum vulgare*) y la avena (*Avena sativa*) (Martínez *et al.*, 2008).

Figura 3. Multiarado, formado por un cincel con una punta de arado y aletas cortadoras.

Un beneficio adicional de las aletas es el de romper el suelo en forma horizontal, acción que lo diferencia de los cinceles tradicionales, los cuales roturan el suelo solo en forma vertical. La principal ventaja de esta roturación horizontal es el incremento en la infiltración del agua en el suelo después de preparado el terreno y durante el ciclo del cultivo. Con el uso del multiarado se reduce en un tercio el tiempo requerido para la preparación del terreno en comparación con un barbecho de discos. En resumen, las ventajas del uso del multiarado son las siguientes:

- Reducción de costos en la preparación del terreno.
- Mejoramiento de las propiedades del suelo.
- Conservación del suelo y agua.
- Prevención de la infestación de maleza.
- Disminución del encostramiento superficial del suelo.

Para un mejor aprovechamiento del agua de lluvia, es recomendable que el uso del "multiarado" se realice en el sentido de los surcos o hileras de plantas, de esta forma el agua penetra directamente en las zonas de raíces del cultivo (Martínez *et al.*, 2008).

La mejor época para preparar el terreno con el "multiarado" es inmediatamente después de la cosecha para conservar la humedad del suelo y captar las posibles lluvias durante el invierno o principios de la primavera. En terrenos sin residuos vegetales en la superficie, cuando la humedad del suelo sea la adecuada para sembrar se recomienda dar un paso de rastra superficial (10 cm de profundidad) antes de la siembra, de esta forma se eliminan las primeras generaciones de maleza sin necesidad de utilizar herbicidas.

Biofertilizantes

Un biofertilizante es un producto biológico a base de microorganismos (agentes promotores del crecimiento vegetal), cuya actividad fisiológica permite promover el crecimiento de las plantas. En el caso de cebada, ha sido aplicado con éxito en el municipio de Villa Arriaga, S.L.P. (Figura 4). Los principales organismos utilizados como biofertilizantes son los hongos formadores de micorriza (HFM) y las bacterias fijadoras de nitrógeno o productoras de sustancias reguladoras del crecimiento vegetal (bacterias PGPR por sus siglas en inglés Plant Growth Promoting Rhizobacteria). Estos microorganismos pueden ser fijadores de nitrógeno atmosférico o solubilizadores de fósforo o pueden producir sustancias reguladoras del crecimiento vegetal, con los cual es posible sustituir o al menos reducir el uso de agroquímicos, así como evitar la contaminación generada por los mismos.

El biofertilizante se aplica antes de la siembra, directamente en la semilla, o bien, es posible aplicarlo en el agua de riego. El biofertilizante también se conoce como bioinoculante (Loredo *et al.,* 2007). Algunos autores señalan que la aplicación de desechos orgánicos a través de compostas y vermicompostas también puede ser considerada como una biofertilización (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2001), sin embargo, en esta publicación solo nos

referiremos a la biofertilización con microorganismos (micorriza y bacterias promotoras de crecimiento vegetal).

Los bioinoculantes pueden tener diferentes presentaciones físicas en función del sustrato utilizado como transportador o acarreador♣. En el caso de las bacterias PGPR el inóculo generalmente proviene del cultivo puro de una cepa bacteriana aislada de la raíz de una planta de interés e identificada como bacteria promotora del crecimiento vegetal, a través de pruebas de laboratorio; la bacteria es multiplicada en caldo nutritivo o en medios de cultivo específicos y de ahí transferida al sustrato acarreador, a través de diluciones que permiten alcanzar la densidad o concentración (carga bacteriana) requerida.

♣ *Acarreador es el medio donde se encuentran contenidos los microorganismos para ser aplicados como inóculo. Este medio puede ser líquido o sólido; orgánico e inorgánico.*

Figura 4. Aplicación del biofertilizante a la semilla de cebada antes de la siembra (Villa de Arriaga, S. L. P., 2007 – 2008).

El acarreador puede ser turba, carbón activado, medio específico♦ para la bacteria, aceite, etc. Lo importante en el acarreador es que facilite el desarrollo y sobrevivencia de los microorganismos desde la producción del bioinoculante hasta el momento de la inoculación de la semilla o su aplicación en el agua de riego, donde la capacidad de sobrevivir de los

---

♦ *Medio específico es una preparación líquida o sólida que contiene los diferentes compuestos (azúcares, vitaminas y minerales) necesarios para el desarrollo de un microorganismo. En el laboratorio, este medio generalmente se solidifica adicionando agar.*

microorganismos depende de otros factores distintos a las características del acarreador; estos factores son el tipo de semilla, humedad al momento de la siembra, cuidados al inocular y condiciones del terreno entre otros.

El inóculo de las micorrizas puede consistir en esporas, hifas, fragmentos de cuerpos fructíferos, raíces colonizadas y, en su caso, suelo rizosférico donde exista el hongo en forma abundante proveniente de un sistema radical sano (Ferrera-Cerrato y Alarcón, 2004).

En el caso de los hongos micorrízicos, los que se usan como biofertilizantes para cultivos agrícolas son los endófitos (endomicorrizas), los cuales se denominan así, porque además de colonizar el exterior de la raíz, invaden el tejido radical en forma inter e intraceluar, a diferencia de los hongos ectomicorrízicos, que solamente colonizan el exterior de la raíz y los espacios intercelulares, éstos últimos, generalmente son utilizados para inocular especies forestales como los pinos. Los hongos endomicorrízicos requieren de un sistema radical vivo para completar su ciclo biológico. Por ello, la fuente del inóculo proviene de hongos que están asociados a raíces de una planta “nodriza” como el sorgo y el zacate Sudán.

Para la obtención del inóculo, las semillas de las plantas nodriza son inoculadas con una cepa micorrízica de interés y sembradas en un sustrato estéril; posteriormente, al inicio de la floración las plantas nodriza son cortadas en la base del tallo; el sustrato utilizado para su crecimiento, compuesto del suelo rizosférico y las propias raíces, se muele finamente y se embolsa en condiciones de asepsia; esta mezcla es la que se usa como bioinóculo o biofertilizante.

Para la aplicación de los biofertilizantes, a continuación se presenta una guía para su aplicación en campo en el cultivo de cebada.

Materiales necesarios para una hectárea

- Cantidad de semilla necesaria: 100 kg/ha
- Cantidad de biofertilizante: Se requiere un kg de biofertilizante por cada 20-25 kg de semilla de cebada, por lo tanto, se requieren cuatro kg de biofertilizante por hectárea.
- Bacteria INI 1R2 (en presentación líquida $1x10^7$ ufc/g^{-1}).
- Adherente♣ (10 ml por cada kg de biofertilizante).

♣ Adherente: Sustancia utilizada al momento de la inoculación para asegurar que los microorganismos se adhieren a la semilla durante la siembra. Se puede utilizar desde azúcar común diluida en agua, hasta adherentes como la goma arábiga al 40% o bien el compuesto metil-etil-celulosa al 0.5%).

- Recipiente con capacidad de dos litros.
- 1½ litros de agua.
- Lona o plástico para revolver la semilla (en el caso de realizar la mezcla en piso firme, no se requiere la lona, pero el piso debe estar limpio antes de realizar la biofertilización de la semilla).

Pasos a seguir

- Coloque la semilla sobre una lona o plástico (o piso firme limpio).
- En el recipiente limpio (cap. de 2 lt.) vacíe litro y medio de agua limpia y agregue cuatro bolsitas de 10 ml de adherente; agite vigorosamente para integrar el adherente con el agua.
- En esta mezcla, diluya la bacteria INI-1R2.
- Rocíe esta mezcla (agua + adherente) sobre la semilla, moviéndola constantemente con una pala para distribuir uniformemente el líquido (la semilla quedará húmeda).
- Vacíe sobre la semilla húmeda 4 kg de biofertilizante y mezcle con una pala para que el biofertilizante se adhiera a la semilla. Realice esto hasta que toda la semilla esté total y uniformemente cubierta con el biofertilizante. Si va a sembrar muchas hectáreas, puede utilizar una mezcladora mecánica.
- Siembre inmediatamente (siempre el mismo día de la inoculación). Esto implica que

deberá inocularse sólo la semilla que se va a sembrar ese día.

Precauciones y recomendaciones

- Realice la inoculación de preferencia por la mañana o por lo menos, a la sombra. No exponga la semilla inoculada a los rayos del sol.
- Si utiliza la sembradora a doble hilera, calíbrela con la semilla inoculada.
- El biofertilizante se debe almacenar en un lugar fresco y seco antes de la siembra.
- El biofertilizante es inofensivo para el hombre, e incluso puede manejarse con las manos; sin embargo evite olerlo directamente porque es un polvo que fácilmente puede ser inhalado.

Siembra a doble hilera

El método de siembra a doble hilera (Figuras 5, 6 y 7), representa una opción para resolver en parte el control cultural de la maleza e incrementa la humedad disponible para el cultivo. Los principales beneficios asociados a esta tecnología son:

- Permite realizar laboreo en la parcela
- Permite la aplicación de la práctica del pileteo
- Promueve una mayor infiltración de agua en el suelo

- Es factible realizar un control mecánico de la maleza
- Permite mejorar la eficiencia en la cosecha
- Se reduce el problema de acame

Figura 5. Sembradora de doble hilera de tres surcos.

Figura 6. Cebada establecida con sembradora a doble hilera.

Figura 7. Aspecto de una siembra de cebada realizada al voleo y tapada con rastra (izquierda) y siembra con sembradora a doble hilera (derecha).

VALIDACIÓN DE LOS COMPONENTES TECNOLÓGICOS

Metodología y tratamientos aplicados

Durante el ciclo agrícola PV-2007, se establecieron cinco parcelas de validación y transferencia de tecnología y dos parcelas más en el ciclo PV-2008, todas ellas en terrenos de productores cooperantes en condiciones de temporal con la finalidad de validar el efecto integrado de los componentes: Variedad Esmeralda, Agricultura de conservación, Biofertilización y Siembra a doble hilera. Estos componentes fueron

contrastados con la tecnología utilizada en forma tradicional con la variedad Cerro Prieto, el barbecho de discos; siembra al voleo, y con y sin fertilización química. La ubicación y distribución de los tratamientos en cada parcela de validación se presenta en el Cuadro 1.

En la validación de los biofertilizantes, se comparó un tratamiento bioinoculado con micorrizas (*Glomus intraradices)* y la cepa bacteriana INI1R2 en comparación con el tratamiento sin biofertilización (testigo), así como la comparación de la fertilización química vs el testigo.

Obtención del inóculo de la bacteria INI-1R2. Se resembró la cepa INI-1R2 por estría cruzada, en placas con medio de carbón combinado libre de nitrógeno (Rennie, 1981). A las 48 o 72 horas (en función de la velocidad de crecimiento de cada cepa) se tomó una asada de cada cepa y se sembró por triplicado en botellas de dilución con 100 ml de caldo nutritivo; se incubaron a 28°C durante 48 h, en agitación constante a 220 revoluciones por minuto, en una incubadora-agitadora New Brunswick Scientiphic (Arshad y Frankenberger, 1998). Las bacterias fueron separadas del caldo nutritivo por centrifugación (3000 rpm durante cinco minutos). El pélet obtenido, fue diluido en solución salina estéril, hasta obtener una carga bacteriana a $1x10^9$ ufc g^{-1} (Loredo *et al.*, 2005), utilizando como referencia la escala de McFarland (Bashan *et al*, 1996), donde las medidas de la turbidez de la escala se obtuvieron en un

espectrofotómetro (Spectronic 20, Bausch & Lomb) a una longitud de onda de 520 nm (Döbereiner *et al*, 1995).

Cuadro 1. Componentes tecnológicos empleados en los módulos de validación y transferencia de tecnología para el cultivo de cebada en Villa de Arriaga, S. L. P., en condiciones de temporal (Ciclos PV-2007 y PV-2008).

LOCALIDAD/AÑO	TIPO DE LABRANZA	TIPO DE SIEMBRA	TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN
Emiliano Zapata (2007)	cinceles barbecho	Hilera sencilla voleo	Con biofertilizante Con fertilizante químico VS sin Fertilizante Químico
Guadalupe Victoria (2007)	multiarado	doble hilera voleo	Con biofertilizante VS sin biofertilizante Con fertilizante químico VS sin fertilizante químico
Francisco I. Madero (2007)	multiarado cinceles barbecho	doble hilera voleo	Con biofertilizante Con fertilizante químico VS sin Fertilizante Químico
La Lugarda (2007)	multiarado barbecho	doble hilera voleo	Con biofertilizante VS sin biofertilizante Con fertilizante químico VS sin Fertilizante. Químico.
Villa de Arriaga (2007)	multiarado	doble hilera	Con biofertilizante VS sin biofertilizante

			Con fertilizante químico VS sin Fertilizante. Químico
La Lugarda (2008)	multiarado barbecho	doble hilera voleo	Con biofertilizante Con fertilizante químico VS sin Fertilizante Químico
Emiliano Zapata (2008)	cinceles barbecho	Hilera sencilla voleo	Con biofertilizante Con fertilizante químico VS sin Fertilizante Químico

Utilizando como referencia la escala de McFarland (Bashan *et al*, 1996), donde las medidas de la turbidez de la escala se obtuvieron en un espectrofotómetro (Spectronic 20, Bausch & Lomb) a una longitud de onda de 520 nm (Döbereiner *et al*, 1995).

El hongo micorrízico fue proporcionado por el Campo Experimental General Terán-CIRNE-INIFAP, localizado en General Terán, Nuevo León.

Inoculación y siembra. Las semillas de cebada fueron inoculadas antes de realizar la siembra con un sustrato que contenía una carga bacteriana $1x10^7$ ufc g^{-1} de la cepa bacteriana INI-1R2. En los tratamientos con micorriza se usó una concentración de ≥200 esporas/g del hongo micorrízico. Se aplicó también un adherente comercial. La semilla de cebada (100 kg/ha) fue inoculada manualmente con cuatro kilos de biofertilizante (1 kg de biofertilizante por cada 25 kg de semilla)(Ver figura 4). La siembra se realizó una vez establecido el período de lluvias. Para el control de plagas, enfermedades y cosecha, se siguió el paquete tecnológico del INIFAP para esta especie. Se recomienda inocular en un día únicamente la semilla que se va a sembrar ese mismo día.

Resultados y beneficios

En la comunidad Guadalupe Victoria, Mpio. de Villa de Arriaga, durante el ciclo PV-2007, el terreno fue preparado con multiarado. Los factores de prueba fueron: tipo de siembra (doble hilera y voleo); fertilización química (con fertilizante y sin fertilizante) y biofertilizante (semilla inoculada con micorriza y bacteria INI1R2 vs semilla sin inocular). En la Figura 8 se pueden observar los resultados obtenidos en número de plantas y número de tallos por hectárea. Al final, se observó que en los tratamientos sembrados a doble hilera se tuvo un mayor número de plantas, sin embargo la capacidad de amacollamiento fue mayor en la siembra al voleo; ambos factores incidieron en el número de tallos por hectárea.

El rendimiento de grano se vio favorecido por el tipo de siembra, el uso de biofertilizantes y la fertilización química (Figura 9).

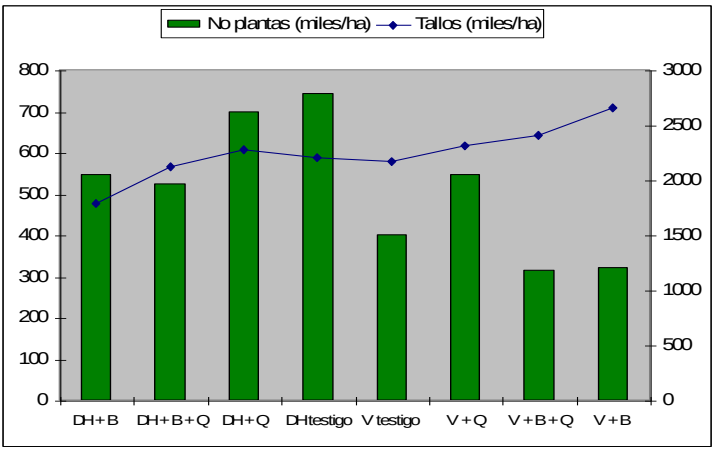
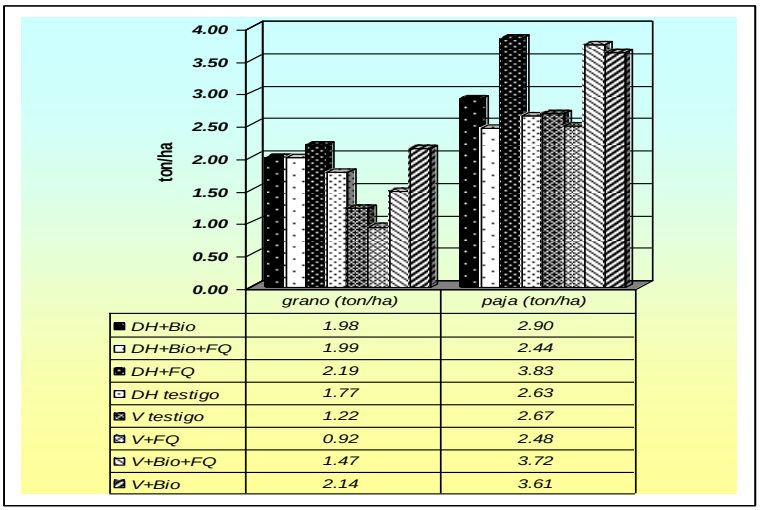


Figura 8. Número de plantas y tallos obtenidos en diferentes tratamientos de siembra, fertilización química y biofertilización en el cultivo de cebada maltera en Guadalupe Victoria, Mpio. de Villa Arriaga, en el ciclo agrícola primavera-verano 2007 (DH= siembra a doble hilera; V=siembra al voleo; B=bioinoculación con micorriza y la cepa INI1R2; Q=fertilización química).

El mejor tratamiento en rendimiento de grano con la variedad Esmeralda fue la siembra a doble hilera con fertilización química, donde se obtuvieron 2.19 toneladas de grano y 3.83 toneladas de paja. El segundo mejor tratamiento fue la siembra al voleo con biofertilización con 2.14 ton/ha de grano y 3.61 ton/ha de paja (Figura 8). Los tratamientos que presentaron los rendimientos más bajos fueron la siembra al

voleo sin fertilizante químico y la siembra al voleo con fertilizante químico.



	grano (ton/ha)	paja (ton/ha)
DH+Bio	1.98	2.90
DH+Bio+FQ	1.99	2.44
DH+FQ	2.19	3.83
DH testigo	1.77	2.63
V testigo	1.22	2.67
V+FQ	0.92	2.48
V+Bio+FQ	1.47	3.72
V+Bio	2.14	3.61

Figura 9. Rendimiento de grano y paja obtenidos en diferentes tratamientos de siembra, fertilización química y biofertilización en Guadalupe Victoria, Mpio. de Villa Arriaga, en el ciclo agrícola primavera-verano 2007 (DH= siembra a doble hilera; V=siembra al voleo; B=bioinoculación con micorriza y la cepa INI1R2; FQ=fertilización química).

Es importante mencionar que los tratamientos al voleo que fueron fertilizados químicamente mostraron un mejor desarrollo inicial que aquellos sembrados al voleo sin fertilizante químico, sin embargo se presentó una sequía posterior al amacollamiento donde el desarrollo inicial en lugar de ser una ventaja fue

desfavorable, ya que la humedad no fue suficiente para cubrir las demandas del cultivo. En general, en los métodos de siembra, la siembra a doble hilera superó a las siembras al voleo y el uso de biofertilizantes superó a los tratamientos sin biofertilizar.

En el ejido Francisco I. Madero se tuvieron tres fuentes de variación: método de labranza (cinceles, multiarado y barbecho); método de siembra (voleo y doble hilera); fertilización química (con fertilizante y sin fertilizante).

En esta localidad, el rendimiento de grano se vio incrementado por el tipo de siembra y el uso de fertilizantes. El mejor tratamiento fue barbecho, siembra a doble hilera con fertilización química y biofertilizante, donde se obtuvieron 2.94 toneladas de grano. El segundo mejor tratamiento fue cinceles, siembra a doble hilera con fertilización química y biofertilizante (2.7 ton/ha) y el tercero el preparado con multiarado, siembra a doble hilera y sin fertilización con 2.63 ton/ha de grano.

IMPACTO POTENCIAL

Con la tecnología validada es posible incrementar el rendimiento de grano de cebada hasta en 34%, y reducir los costos de producción hasta en 30%, ya que el mayor costo de los productores incide en la preparación del terreno y en la adquisición de semilla. La tecnología de innovación a utilizar es la variedad Esmeralda en sustitución de la variedad Cerro Prieto, el uso del multiarado en la preparación del terreno (en vez de utilizar el barbecho tradicional), siembra a doble hilera (en lugar de sembrar al voleo) y aplicación de biofertilizantes, utilizando micorriza (*Glomus intraradices*) y la bacteria INI-1R2 al momento de la siembra.

ANÁLISIS DE COSTOS Y RENTABILIDAD

Los costos de producción de la siembra a doble hilera cuando el terreno se prepara con multiarado son $2,110.00 por hectárea, comparados con $2,360.00 que se requieren para establecer cebada en un terreno preparado con barbecho, siembra al voleo y tapado con rastra.

Con relación a los biofertilizantes a base de hongos formadores de micorrizas y bacterias promotoras del crecimiento vegetal, su uso favorece la producción de cebada en condiciones de temporal

deficiente, ya que reducen los costos de producción por el ahorro en la adquisición y aplicación de fertilizantes químicos, y al mismo tiempo incrementan la producción de grano para malta.

La adquisición y aplicación del inóculo se estima en $280.00/ha adicionales a los costos que tiene el productor en la siembra de cebada con semilla sin inocular. En el Cuadro 2 se presenta un estimado de los costos por hectárea para producir cebada con los tratamientos validados en Villa de Arriaga.

Cuadro 2. Costos de producción para la producción de cebada bajo diferentes tratamientos de siembra, fertilización química y biofertilización en Guadalupe Victoria, Mpio. de Villa Arriaga, en el ciclo agrícola primavera-verano 2007.

	DH +BIO	DH+BI +FQ	DH +FQ	DH Testi	V Testi	V +FQ	V+BIO +FQ	V +BIO
SEMILLA	440	440	440	440	440	440	440	440
MULTIARADO	300	300	300	300	300	300	300	300
RASTRA	200	200	200	200	200	200	200	200
SIEMBRA	200	200	200	200	300	300	300	300
BIOFERTILIZA	280	280	0	0	0	0	280	280
FERT.	0	600	600	0	0	600	600	0
HERBICIDA	170	170	170	170	170	170	170	170
ESCARDA	200	200	200	200	0	0	0	0
COSECHA	300	300	300	300	300	300	300	300
TRANSPORTE	300	300	300	300	300	300	300	300
TOTAL	2390	2990	2710	2110	2010	2610	2890	2290

DH= siembra a doble hilera; V=siembra al voleo; Bio=bioinoculación con micorriza y la cepa INI1R2; FQ=fertilización química.

Con relación a cual tratamiento es mejor en términos de rentabilidad, en el Cuadro 3 se presenta un resumen de análisis financiero realizado en el ejido Guadalupe Victoria, Mpio. de Villa de Arriaga, en donde el terreno fue preparado con el multiarado. Ahí se puede observar que los tratamientos con mayor beneficio económico son los que recibieron biofertilizante y no fueron fertilizados químicamente, independientemente del tipo de siembra.

Cuadro 3. Costos y utilidad en la producción de grano de cebada con tratamientos de siembra, fertilización química y biofertilizantes en Villa de Arriaga, PV 2007.

Tratamiento	Ingreso bruto	Costo	Utilidad
DH+B	4,558	2,390	2,168
DH+B+FQ	4,577	2,990	1,587
DH+FQ	5,030	2,710	2,320
DH testigo	4,062	2,110	1,952
V testigo	2,798	2,010	788
V+FQ	2,121	2,610	-489
V+Bio+FQ	3,389	2,890	499
V+Bio	4,916	2,290	2,626

DH: siembra a doble hilera; V: siembra al voleo; Bio: inoculación con micorriza y la cepa INI1R2; FQ: fertilización química.

DISPONIBILIDAD DE LOS COMPONENTES

- La variedad Esmeralda se encuentra disponible en la Empresa "Impulsora agrícola", quienes surten normalmente a los productores la semilla de cebada.
- La micorriza *Glomus intraradices* está disponible para su comercialización en el Campo Experimental General Terán del INIFAP, en Nuevo León.
- La bacteria INI-1R2 no se encuentra actualmente disponible en el mercado. Se está procesando para poder ofertarla en el corto plazo.
- La sembradora tipo "Doble hilera" se encuentra disponible en forma comercial para 6, 8 y 12 hileras. También se puede utilizar la sembradora John Deere modificada.
- El multiarado es un implemento que actualmente está disponible en el mercado.

CONSIDERACIONES FINALES

- De acuerdo a evaluaciones realizadas, se recomienda la variedad Esmeralda para Villa de Arriaga, S. L. P., en sustitución de la variedad Cerro Prieto.

- En relación a la preparación del terreno y en función a que la cebada se desarrolla mejor cuando el terreno se prepara con multiarado o cincel se recomiendan éstos en sustitución del barbecho tradicional.

- Con respecto a los métodos de siembra es mejor utilizar la siembra a doble hilera que la siembra al voleo.

- La biofertilización de cebada con micorrizas y bacterias promotoras del crecimiento vegetal promueve el desarrollo y rendimiento de cebada.

- En general, la utilización de la variedad Esmeralda, uso del multiarado, siembra a doble hilera y aplicación de biofertilizantes favorece el desarrollo y producción de cebada en condiciones de temporal deficiente.

- Mediante la aplicación de la tecnología integrada es posible incrementar los ingresos de los productores de cebada al mismo tiempo que se mejoran las condiciones del suelo en relación a contenido de materia orgánica, infiltración y porosidad del suelo y un mayor control de maleza.

ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La tecnología integrada para el cultivo de cebada en temporal se puede

aplicar en sitios con condiciones agroclimáticas similares a las señaladas en esta publicación. Para poder recomendar su aplicación en otros estados, deberá validarse previamente esta tecnología. Por la similitud agroclimática, se recomienda esta tecnología para los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Aguascalientes. (Figura 10).

Figura 10. Estados de la República Mexicana en donde se recomienda la tecnología integrada para la producción de cebada en condiciones de temporal.

LITERATURA CITADA

Alarcón, A. y R. Ferrera-Cerrato. 2001. Biofertilizantes: importancia y manejo en la agricultura. Rev. Agricultura Técnica de México. 26:63-75.

Arshad, M. and Frankenberger Jr., W. T. 1998. Plant growth-regulating substances in the rhizosphere: Microbial production and functions. Advances in Agronomy 62: 45-151.

Bashan, Y., Holguín G. y Ferrera-Cerrato R. 1996 (a). Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. I. Azospirillum. Terra 14 (2) 159-194.

Bashan, Y., Holguín G. y Ferrera-Cerrato R. 1996 (b). Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. II. Bacterias asociativas de la rizosfera. Terra 14 (2) 195-210.

Cabañas Cruz B., G. Galindo González, J. Mena Covarrubias, G. Medina García. 2004. La siembra en surcos y corrugaciones con pileteo en Cebada maltera de temporal en Zacatecas. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. Folleto para Productores 29. Junio del 2004. Calera de V. R., Zac. México. 41 p.

Döbereiner J., Urquiaga S., Boddey R.M. and Ahmad N. 1995. Alternatives for nitrogen of crops in tropical agriculture. Nitrogen economy in

tropical soil. Fertilizer Research 42:339-346.

FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop enviromental requirements datábase. Versión 1.0. AGLS. Organización de las Naciones Unidades para la Agricultura y Alimentación. FAO. Roma, Italia.

Ronald Ferrera-Cerrato y Alejandro Alarcón. 2004. Biotecnología de los hongos micorrízicos arbusculares. In: "La biofertilización como tecnología disponible". Memorias del Simposio de biofertilización. Primera edición. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carretera Matamoros-Reynosa km 61, Río Bravo, Tam., México. 127 p.

Martínez, G., M. A., E. S. Osuna C., J. S. Padilla R., J. A. Acosta G. y C. Loredo O. 2008. Tecnología para la producción de frijol en el Norte Centro de México. Libro Técnico No. 4. Campo Experimental San Luis CIRNE-INIFAP. 201 p.

Holguín, G., Bashan Y., y Ferrera-Cerrato R. 1996. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. III. Procedimientos para el aislamiento y caracterización de hongos micorrízicos y rizobacterias promotoras del crecimiento en plantas. Terra 14 (2) 211-224.

Loredo Osti C., D. Espinosa-Victoria, R. Ferrera-Cerrato y J. Castellanos Ramos. 2005. Promoción del crecimiento vegetal por bacterias asociadas a

plantas forrajeras. In: Memorias de las Conferencias Magistrales del II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. Zác. Méx. Páginas 68-78.

Loredo-Osti C., S. Beltrán L., M. A. Peña del Río. 2007. Uso de biofertilizantes para la producción de maíz forrajero en condiciones de temporal. Folleto Científico No. 2. Campo Experimental San Luis-CIRNE-INIFAP. San Luis Potosí, S.L.P. México. 60 p.

Moreno D., R. 1992. Criterio para la interpretación de resultados de análisis de suelos. Documento de circulación interna. EMIFAP-CIRCE. Campo Experimental de Toluca. Toluca, Edo. de México. 25 p.

Rennie, R.J. 1981. A single medium for isolation of acetylene reduction (dinitrogenfixing) bacteria from soil. Can. J. Microbiol. 27:8-14.

SAGARPA. 2006. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consulta para cebada durante el periodo 1980-2004. México.

Santibáñez, F. 1994. Crop requirements: Températe crops. In: Hanbook of agricultural meteorology. J. F. Griffiths Editor. Oxford Univ. Press. New York., USA. pp. 174-188.

ANEXO 1. PAQUETE TECNOLOGÓGICO DEL INIFAP PARA PRODUCIR CEBADA

CICLO AGRICOLA: Primavera – Verano
RÉGIMEN DE HUMEDAD: Temporal
POTENCIAL DE PRODUCCIÓN: Medio y Bajo

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Preparar el terreno con el multiarado. Para un mejor aprovechamiento de la lluvia, es recomendable que el uso del "multiarado" se realice en el sentido de los surcos o hileras de plantas, de esta forma el agua de lluvia penetra directamente en las zonas de raíces del cultivo. La mejor época para preparar el terreno con el multiarado es inmediatamente después de la cosecha para aprovechar la humedad del suelo y las posibles lluvias durante el invierno o principios de la primavera. En terrenos sin residuos vegetales en la superficie, se recomienda realizar un paso de rastra superficial (10 cm) antes de la siembra, cuando la humedad del suelo sea la adecuada para sembrar, de esta forma se eliminan las primeras generaciones de maleza sin necesidad de utilizar herbicidas.

MÉTODO DE SIEMBRA: Mecánica con sembradora de doble hilera. La siembra se realiza cuando la tierra esté a capacidad de campo. La siembra de la semilla se debe llevar a cabo a una profundidad de 5 a 6 centímetros para que haya una buena nacencia de las plantas. El espaciamiento entre surcos es de 70 cm. La sembradora tira "a chorrillo" la semilla dejando dos hileras por surco.

ÉPOCA DE SIEMBRA: Se recomienda sembrar desde el inicio de lluvias hasta el 30 de julio, a efecto de tener mejores rendimientos, sin embargo, si el temporal se retrasa se puede realizar la siembra posterior a la fecha, esta decisión frecuentemente se toma pensando en la producción de forraje.

BIOFERTILIZACIÓN: Normalmente los suelos donde se practica la agricultura de temporal deficiente, requieren fertilización. Se recomienda biofertilizar con micorrizas usando cuatro kilos de biofertilizante por hectárea, de acuerdo al procedimiento descrito en este folleto.

En caso de no tener disponible biofertilizante, es importante considerar que la aplicación de fertilizantes químicos es muy riesgosa, sólo se obtienen buenos resultados cuando hay muy buena humedad en el suelo. Bajo esta premisa, se sugieren los siguientes tratamientos: 40-20-0; Aplicar todo el nitrógeno y fósforo al momento de la siembra. La fuente de nitrógeno puede ser Urea (46%), Nitrato de Amonio (33.5%) o Sulfato de Amonio (20.5%). Para cubrir los requerimientos de fósforo puede utilizarse Súper fosfato de calcio simple (20% P_2O_5) o Súper fosfato de calcio triple (46% P_2O_5).

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES: Las plagas más importantes que se pueden presentar en cebada son el pulgón del cogollo y pulgón del follaje. Para el control de estas plagas, pueden aplicarse los siguientes productos: Pirimor en dosis de 0.30 kg/ha, Diazinon 25 en dosis de 0.75 l/ha o Lannate en dosis de 0.30 kg/ha, diluidos en 200 litros de agua. Estos productos deberán aplicarse solo cuando se observen de 5 a 10 pulgones por planta. Siempre deberá evitarse hacer mezclas de productos.

Los productos químicos, sólo deben aplicarse cuando los niveles de población de plagas sean críticos (altos). Procurando utilizar insecticidas que no dañen los organismos benéficos para la planta (enemigos naturales de los insectos plaga). Las recomendaciones de un entomólogo son necesarias y de gran utilidad en este tipo de decisiones.

No se han registrado enfermedades de importancia económica en cebada. Para prevenir

que se presente alguna, se recomienda sembrar las variedades sugeridas para la región y acatar las fechas de siembra.

CONTROL DE MALEZA: Inicialmente se recomienda una adecuada preparación del terreno con el multiarado y siembra en fechas oportunas. La siembra a doble hilera, permite el control mecánico de la maleza. En preemergencia se recomienda la aplicación de Gesaprim 50, en dosis de 2.0 kilogramos por hectárea, sin embargo, se deberá tener precaución de aplicarlo 15 días antes de la siembra. Una vez presente la maleza, se puede utilizar el control químico con productos específicos para hoja ancha, para lo cual, se recomienda aplicar: 2,4-D Amina en dosis de 1.0 a 1.5 litros por hectárea, Hierbamina o Esterón 47 en dosis de 1.5 l/ha, diluidos en 200 litros de agua.

Cualquiera de ellos, deberá aplicarse durante la etapa de amacollamiento (30 a 35 días después de la siembra), solo si la infestación de la maleza de hoja ancha es abundante. La aplicación se debe de realizar cuando la maleza de hoja ancha no tenga más de 3 hojas (sí la planta ya tiene más hojas, el producto químico pierde su efectividad). Cuando se utilice este producto se debe tener cuidado de no dañar parcelas vecinas que tengan cultivos de hoja ancha como es el caso del frijol.

RENDIMIENTO ESPERADO: El rendimiento esperado, utilizando este paquete tecnológico, es de 1.9 ton/ha de grano y 2.2 ton/ha de paja.

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

CAMPO EXPERIMENTAL SAN LUIS

M. C. José Luis Barrón Contreras
Jefe de Campo

Dr. Héctor Guillermo Gámez Vázquez
Jefe de Operación

L. A. E. Oscar Morales Franco
Jefe Administrativo

PERSONAL INVESTIGADOR

INVESTIGADOR	**PROGRAMA DE INVESTIGACION**
Héctor Guillermo Gámez Vázquez	Carne de Rumiantes
José Francisco Cervantes Becerra	Carne de Rumiantes
Jorge Urrutia Morales	Carne de Rumiantes
María Teresa Rivera Lozano	Carne de Rumiantes
Miguel Ángel Martínez Gamiño	Frijol y Garbanzo
Epifanio Mireles Rodríguez	Frutales
Javier Luna Vázquez	Frutales
Cesario Jasso Chaverría	Hortalizas
Claudia Delgadillo Barrón	Hortalizas
Alberto Arredondo Gómez	Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
Liliana Muñoz Gutiérrez	Manejo Forestal Sustentable y Servicios Ambientales
José Antonio Hernández Alatorre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Sergio Beltrán López	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Rolando Ávila Ayala	Plantaciones y Sistemas Agroforestales

COMITÉ EDITORIAL DEL 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

FORMACION

Tipografía: T.S. Maria Teresa de J. Castilleja Torres
Fotografías: Dr. Sergio Beltrán López

Código INIFAP: MX-0-310305-52-03-17-09-40

Clave INIFAP/CIRNE/A-481

Esta publicación se terminó de imprimir el mes de diciembre de 2011 en la imprenta Autoediciones del Potosí, S.A de C.V.
Avenida Dr. Manuel Nava 120-1, Lomas. C.P. 78210,
San Luis Potosí, S.L.P.
Su tiraje constó de 500 ejemplares.

LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN DE ESTA PUBLICACIÓN Y SU IMPRESIÓN FUERON FINANCIADAS POR:

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Y

FUNDACIÓN PRODUCE DE SAN LUIS POTOSÍ, A. C.

GOBIERNO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

DR. FERNANDO TORANZO FERNÁNDEZ

GOBERNADOR CONSTITUCIONAL

ING. HÉCTOR RODRÍGUEZ CASTRO

SECRETARIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y RECURSOS HIDRÁULICOS

DELEGACIÓN ESTATAL DE LA SAGARPA

ING. JESÚS ENRIQUE ZAMANILLO PÉREZ

DELEGADO ESTATAL

FUNDACIÓN PRODUCE SAN LUIS POTOSÍ, A. C.

LIC. GUILLERMO TORRES SANDOVAL

PRESIDENTE

ING. FRANCISCO MANUEL LASTRA LAMAR

VICEPRESIDENTE

MC. JOSÉ LUIS BARRON CONTRERAS

SECRETARIO

ING. BALTASAR PEÑA DEL CAMPO

TESORERO

MBA. HORACIO A. SÁNCHEZ PEDROZA

RENTE

Vivir Mejor

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

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias