

PRODUCCIÓN DE FORRAJE CON CEREALES DE GRANO PEQUEÑO



Miguel Ángel Flores Ortiz
Miguel Palomo Rodríguez
Uriel Figueroa Viramontes

GOBIERNO
FEDERAL

SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
Centro de Investigación Regional Norte Centro
Campo Experimental Zacatecas

Folleto Técnico No. 37

ISBN: 978-607-425-743-4

Diciembre 2011



Vivir Mejor

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

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez.
Subsecretario de Desarrollo Rural

MSc. Mariano Ruíz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ernesto Fernández Arias
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

MC. Jesús Antonio Berúmen Preciado
Oficial Mayor

COORDINACIÓN GENERAL DE GANADERÍA

Dr. Everardo González Padilla
Coordinador General

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

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

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

MSc. Arturo Cruz Vázquez
Coordinación de Planeación y Desarrollo

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

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

Dr. Homero Salinas González
Director Regional

Dr. Uriel Figueroa Viramontes
Director de Investigación

Dr. José Verástegui Chávez
Director de Planeación y Desarrollo

M.A. Jaime Alfonso Hernández Pimentel
Director de Administración

Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

PRODUCCIÓN DE FORRAJE CON CEREALES DE GRANO PEQUEÑO

Miguel Ángel Flores Ortiz

Investigador del Campo Experimental Zacatecas
Programa de forrajes

Miguel Palomo Rodríguez

Investigador del Campo Experimental La Laguna
Programa de uso y manejo del agua

Uriel Figueroa Viramontes

Director de Investigación del CIRNOC

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,
AGRICOLAS Y PECUARIAS

CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL NORTE CENTRO

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

Producción de forraje con cereales de grano pequeño

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS
Y PECUARIAS

Progreso No. 5
Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
CP. 04010 México, D.F.

ISBN: 978-607-425-743-4

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 o por otros medios sin permiso previo y por escrito de la institución

Cita correcta:

Flores O., M.A., M. Palomo R. y U. Figueroa V. 2011. Producción de forraje con cereales de grano pequeño. Folleto Técnico No. 37. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Calera, Zacatecas, 54 p.

Contenido

	Página
Introducción	1
Descripción de las especies.....	2
Avena	2
Triticale	3
Cebada	4
Trigo	5
Centeno	6
Tecnología de producción.....	7
Barbecho	8
Rastreo	11
Nivelación	11
Época de siembra	12
Método y densidad de siembra	13
Especies y variedades	17
Fertilización.....	20
Nitrógeno	22
Fósforo	29
Potasio y otros nutrientes	31
Aplicación del fertilizante	32
Riegos	32
Control de maleza.....	34
Control de plagas y enfermedades	35
Asociación con leguminosas	36
Etapa de cosecha, métodos de conservación y pastoreo.....	37
Literatura citada	46

INTRODUCCIÓN

La producción de forrajes cultivados, se considera una actividad de primer orden porque son la base de la alimentación en los sistemas de producción pecuarios intensivos y complemento en la dieta de los animales manejados bajo condiciones de pastoreo extensivo, cuando el pastizal no produce forraje suficiente en la cantidad y calidad requerida por el ganado.

Los cereales de grano pequeño, como se le conoce a la avena, cebada, trigo, triticale y centeno, son cultivos muy aceptados y utilizados para producir forraje por varias razones, entre las que destacan las siguientes: 1) tienen un buen potencial de producción de forraje, y son más eficientes en el uso del agua que otros cultivos como el maíz y el sorgo (Brouwer y Heibloem, 1986; Enciso *et al.*, 2004); 2) la calidad nutritiva de su forraje es alta cuando se cosechan en su etapa óptima, por lo que se puede utilizar en cualquier etapa fisiológica del ganado; 3) son versátiles en su uso porque se pueden henificar, ensilar y pastorear, lo que da al productor flexibilidad en el manejo de su

explotación; 4) se pueden producir todo el año ya que hay variedades de primavera e invierno y algunos de ellos, como el centeno, tienen una excelente tolerancia al frío; 5) su ciclo de producción es corto por lo que se pueden integrar en patrones de producción de más de un cultivo al año, ya que se pueden sembrar en verano e invierno y 6) por su ciclo corto se pueden utilizar como fuente de forraje de emergencia (Oplinger *et al.*, 1997).

Por las razones antes mencionadas, el objetivo de la presente publicación, es dar a conocer las características productivas y de calidad de los cereales de grano pequeño y su tecnología de producción y utilización.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES

Avena (*Avena sativa* L.)

Originaria de la región Mediterránea (Suttie y Reynolds, 2004) es el cereal de grano pequeño más utilizado para la producción de forraje en el mundo. La avena se adapta mejor a regiones templadas en las que se puede cultivar desde los 0 a 3,000 msnm, en

regiones subtropicales y tropicales se siembra en altitudes superiores a los 1,500 msnm (Aragón, citado por Ruiz *et al.*, 1999). El rango de temperatura en el que prospera va de 5 a 30°C, pero su rango óptimo es de 16 a 20 °C, de los cereales de grano pequeño la avena es el cereal menos tolerante al frío. Respecto al tipo de suelo, los más aptos para su cultivo son los de textura franco arenosa a franco arcillosa, y el rango de pH es de 5.5 a 7.5, su tolerancia a la salinidad es baja menos de 4dS/m (TAREC, 2011a; FAO, 2004a).

Triticale (xTriticosecale Wittm. Ex A. Camus)

El triticale, es un cereal producto de la cruce realizada por el hombre entre el trigo (*Triticum aestivum* L. emend.Thell) y el centeno (*Secale cereale* L.), su nombre científico se forma de la combinación de los nombres de las dos especies, fue reportado por primera vez en 1875 (Stallknecht *et al.*, 1996). Al igual que la avena, el triticale se adapta mejor en las regiones templadas en las que se puede cultivar de 0 a 3,000 msnm. Su tolerancia al frío es mayor que el de la avena y cebada, por lo que es una buena opción para

producir forraje en invierno. Se adapta a un rango de texturas de suelo que va de franco arenosa a franco arcillosa, con un rango de pH de 5.5 a 7.5, tiene una alta tolerancia a salinidad, 6 dS/m (TAREC, 2011b; Tanji y Nielsen, 2002). Su producción de forraje en invierno en condiciones de riego es superior al de avena, cebada y trigo. Bajo condiciones severas de restricción de agua, esta especie tiene mayor eficiencia del uso de este recurso que la avena, trigo y cebada, por lo que es una opción para sistemas agrícolas de bajo potencial (Lozano *et al.*, 2004). A nivel mundial, el triticale se usa principalmente para producir de forraje, el cual se puede henificar, ensilar o pastorear, además tiene una mayor capacidad de rebote que la avena, aun en la etapa de floración en la que el rebrote de la avena es mínimo (Lozano *et al.*, 2004).

Cebada (*Hordeum vulgare* L.)

Su origen es incierto, se cree que proviene del este de Asia o del este de la región Mediterránea (NewCrop, 1999). Se adapta a regiones templadas, pero también se cultiva en regiones subtropicales con

invierno definido; el rango de altitud en el que produce la cebada a va de 0 a 3,000 msnm (Aragón, citado por Ruiz *et al.*, 1999). El rango de temperatura en el que se cultiva es de 2 a 40 °C y su óptimo es de 15 a 20 °C. Su tolerancia al frío, es mayor que la de avena, pero menor que la del triticale, trigo y centeno. Los mejores suelos para cultivar la cebada son los de textura franca con fertilidad moderada, aunque también se cultiva en suelos de textura arenosa a arcillosa, pero con buen drenaje. El pH óptimo de suelo es 6.5 a 7.5 y de los cereales es el más tolerante a la salinidad, hasta 10 dS/m. Otra característica favorable de esta especie es que su alta tolerancia a la sequía (TAREC 2011a; FAO, 2004b).

Trigo (*Triticum aestivum* L. emend.Thell)

El trigo es originario del sudeste de Turquía, a nivel mundial, ocupa el tercer lugar en importancia después del maíz y el arroz. Su distribución geográfica es más amplia que la de otros cereales, desde el paralelo 67° N en Rusia, al paralelo 45° S en Argentina. Se adapta bien a las regiones templadas y a las partes

altas de las áreas tropicales y subtropicales (Shewry, 2009). El rango de temperatura en el que se cultiva va de 5 a 27 °C, pero su temperatura óptima es de 15 a 23 °C, después del centeno, es el cereal más tolerante al frío, en las etapas vegetativas, las variedades invernales pueden tolerar hasta -20 °C. (Saulescu y Braun, 2001; Ruiz *et al.*, 1999). Se produce en un rango de texturas de suelo que va de franco arenosa a franco arcillosa, con un rango de pH de 5.5 a 8.5 (TAREC, 2011c; FAO, 2004c). Su tolerancia a la salinidad es similar a la del triticale 6 dS/m (Tanji y Nielsen, 2002).

Centeno (*Secale cereale* L.)

Su centro de origen es la región sudoeste de Asia y uno de sus principales usos es para la producción de forraje (Bushuk, 2001). Esta especie, se adapta mejor a las regiones templadas, de los cereales de grano pequeño, es el que tiene la mayor tolerancia al frío, hasta -41 °C (TAREC, 2011d), el rango de temperatura donde esta especie crece es de 3 a 31 °C, con un óptimo de 15 a 20 °C. En Zacatecas,

se recomienda solo para la época invernal, ya que durante la época de verano, tiene un desarrollo pobre. Las texturas de suelo en la que mejor prospera van de franco arenosa a franco arcillosa, con un rango de pH de 5.2 a 7.5 (TAREC, 2011d; FAO, 2004d).

TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN

Preparación de la cama de siembra

El establecimiento exitoso del cereal es importante para obtener una buena producción de forraje, para que esto ocurra se debe conseguir que la mayoría de la semilla sembrada germine (de acuerdo a su porcentaje de germinación y pureza) y las plántulas emerjan; esto se logra cuando la semilla se deposita en una cama de siembra bien preparada que le permite estar en contacto con el suelo húmedo y minimiza las barreras físicas (encostramiento o terrones) que reducen la emergencia de las plántulas. Además, una cama siembra bien preparada aumenta la infiltración, la retención y movimiento del agua en el suelo, y

promueve un crecimiento vigoroso de las raíces (Conway, 2010).

Las prácticas de labranza necesarias para preparar la cama de siembra son: barbecho, rastreo, nivelación y surcado.

Barbecho. Consiste en pasar el arado sobre el terreno para voltear los primeros 25 a 30 cm de suelo. Los objetivos de esta actividad son: 1) incorporar los residuos del cultivo anterior y la maleza existente en el terreno con el propósito de facilitar su descomposición, 2) aflojar el suelo para que el sistema radical de la planta tenga un buen desarrollo, 3) mejorar la infiltración y retención del agua en el suelo, 4) reducir la presencia de plagas y malezas durante el ciclo del cultivo, y finalmente, 5) aumentar la aeración del suelo. Esta práctica tradicionalmente se realiza en forma mecánica con arado de discos, sin embargo, una herramienta alternativa para barbechar, es arado vertical (Figura 1), este implemento no voltea el suelo y tiene la ventaja de que utiliza menos diesel y tiempo, sin reducir la producción de forraje (Cuadro 1).



Figura 1. Arado vertical

Cuadro 1. Tiempo y diesel consumidos para preparación de la cama de siembra con arado de discos y arado vertical y rendimiento de forraje seco de avena

Tipo de arado	Tiempo (horas/hectárea)			Diesel (litros/hectárea)			Forraje Seco (ton/ha)
	Barbecho	Rastreo	Total	Barbecho	Rastreo	Total	
Arado Discos + Rastreo	2.25	1.75	4.0	22.8	11.9	34.7	11.5
Arado Vertical + Rastreo	1.02	0.87	1.89	10.5	5.9	16.4	11.3

Fuente: (Flores *et al.*, 2009).

Nota: El mayor consumo de diesel en el rastreo cuando se barbecha con arado de discos se debe a que en algunos casos, como el aquí reportado, se necesitaran de dos pasos de rastra para deshacer los terrones. En otros casos se requiere solo un paso de rastra, esto depende de la textura del suelo y la humedad presente en el suelo al momento de barbechar.

Rastreo. Es el paso de la rastra de discos sobre el terreno para deshacer los terrones grandes que quedan después del barbecho, y así obtener una superficie mullida que permita el contacto de la semilla con el suelo. Así mismo, sirve para eliminar la maleza pequeña que nació después del barbecho. El rastreo se lleva a cabo a una profundidad de 12 a 15 cm y se recomienda rastrear lo más cercano al momento de la siembra, porque permite eliminar la mayor cantidad de maleza que creció después del barbecho. Si el terreno está muy duro o los terrones muy grandes, es posible que se requieran dos pasos de rastra, de ser así, estos se hacen en forma cruzada, es decir el segundo paso se realiza en sentido perpendicular al primero.

Nivelación. Si los cereales se van a producir bajo condiciones de riego, es necesario nivelar el terreno. Esta práctica es necesaria para tener una distribución uniforme del agua y hacer un uso eficiente de la misma. Este trabajo, se realiza después del rastreo, usando para ello una escrepa niveladora o con un tablón o riel. El objetivo primordial es tapar los huecos del terreno y eliminar las zanjas y/o bordos que quedan por efecto

del rastreo y que dificultan la distribución uniforme del agua en el terreno.

Época de siembra

Condiciones de temporal

En siembras de temporal, la época de siembra está regida por el establecimiento del periodo de lluvia, en este caso la fecha de siembra comprende desde el inicio del periodo de lluvia hasta el 15 de agosto.

Condiciones de riego

En condiciones de riego, los cereales se pueden sembrar prácticamente todo el año. En el ciclo de otoño-invierno la fecha de siembra va del 15 de septiembre al 15 de diciembre. Si la siembra se lleva a cabo en septiembre el forraje estará listo para cosecharse a fines de noviembre o principios de diciembre, dando la oportunidad a una nueva siembra en la primera quincena de diciembre en la cual el forraje estaría listo para su cosecha a fines de marzo o

principios de abril, dando tiempo para preparar el terreno y sembrar maíz u otro cultivo forrajero de verano.

En primavera la fecha de siembra es la primera quincena de marzo; sembrando en este periodo de tiempo, el forraje estará listo para cosecharse como heno en la primera quincena de mayo. En verano, la fecha de siembra recomendada son los meses de junio y julio, en esta época del año no hay restricciones climáticas para fijar la fecha de siembra, sino que el productor decidirá cuándo sembrar en función de su patrón de cultivos de otoño-invierno o disponibilidad de recursos en el verano.

Método y densidad de siembra

Los cereales de grano pequeño se pueden sembrar de dos manera básicas: 1) al voleo y 2) en hileras o surcos. El método más utilizado es distribuir la semilla al voleo sobre la superficie del suelo, ya sea manualmente o usando una sembradora de cono, y después tajarla con un paso de rastra; al pasar la

rastra hay que tener cuidado de que la semilla no quede muy enterrada, la profundidad de siembra recomendada es de 5 a 7 cm. La cantidad de semilla requerida dependerá del método que se utilice, si es al voleo con sembradora de cono, la densidad recomendada es de 130 kg/ha y si es manual, la densidad es de 150 kg/ha, esta cantidad permitirá asegurar una distribución uniforme de la semilla en todo el terreno. En siembras al voleo siempre se necesita más semilla que en las de hileras o surcos, esto se debe a que: 1) una parte de la semilla queda muy enterrada y no emerge y 2) se necesita más semilla para lograr una distribución uniforme de la semilla en todo el terreno.

En siembras en hileras con sembradora de cereales, la densidad recomendada es de 100 kg/ha y si la siembra se efectúa en surcos a doble hilera, se necesita menos semilla, solo 70 kg/ha. Este último método consiste en sembrar el cereal en dos hileras (surcos) con una separación de 20 cm entre ellas y de 76 cm de centro a centro de las dos hileras (Figura 2).



Figura 2. Siembra de cereales a doble hilera

La siembra de cereales en surcos a doble hilera se recomienda para condiciones de temporal, ya que de acuerdo con Cabañas *et al.* (2004) presenta las siguientes ventajas: 1) la humedad aprovechable en el suelo para las plantas es mayor; 2) la germinación de la semilla es más rápida porque está en contacto con el suelo más húmedo, en cambio, en las siembras al voleo, el suelo pierde humedad cuando se tapa la semilla con la rastra; 3) se requiere menor cantidad de semilla porque esta tiene una mejor distribución en el terreno. La siembra en surcos a doble hilera no reduce el rendimiento de forraje tal como se aprecia en el Cuadro 2.

Sin embargo, en este método de siembra de cereales para forraje, es importante que al pasar la cultivadora con la pileteadora para controlar la maleza y levantar los montículos para formar las piletas, el implemento no se entierre mucho para que los surcos y montículos no queden muy altos y así no dificultar las acciones de juntar y empaçar el forraje.

Cuadro 2. Rendimiento de forraje de cebada en diferentes métodos de siembra, con y sin fertilización, bajo diferentes niveles de precipitación

	Sin fertilizante	con Fertilizante
Sistema de siembra	Ton/ha	
400 mm de precipitación		
Surcos doble hilera con pileteo	13.8	16.6
Voleo	9.1	10.6
300 mm de precipitación		
Surcos doble hilera con pileteo	7.5	8.0
Voleo	5.0	5.4
175 mm de precipitación		
Surcos doble hilera con pileteo	5.1	5.3
Voleo	3.6	3.7

Especies y Variedades

Para siembras en el ciclo primavera-verano, las especies recomendadas son: avena, cebada trigo y triticale. Para las del ciclo otoño-invierno, se recomiendan las mismas especies más el centeno; esta última especie no se recomienda en el verano porque su desarrollo es pobre a causa de las altas temperaturas. Las especies a utilizar depende también

de la forma en que se cosechará o utilizará el forraje, para producción de heno o ensilaje, todas las especies son adecuadas, para pastoreo, el trigo rojo y el centeno son más apropiados porque en el inicio del ciclo de producción tienen un hábito de crecimiento postrado y un alto grado de amacollamiento, sin embargo, todas las especies anteriormente citadas, se pueden usar para pastoreo. En regiones muy frías donde la avena sufre daños físicos por efecto de las heladas es mejor sembrar el centeno, trigo o triticale, los cuales son más tolerantes a las bajas temperaturas. El Cuadro 3 muestra las variedades recomendadas para cada especie de cereal.

Cuadro 3. Variedades de cereales de grano pequeño recomendadas para el estado de Zacatecas

Especie	Variedades	Mejor uso
Avena	Karma	Heno y ensilaje
	Turquesa	Heno y ensilaje
	Avemex	Heno y ensilaje
	Saia	Heno y pastoreo
Cebada	Cantabra	Heno y ensilaje
Triticale	Rio Nazas y Eronga	Heno y ensilaje
Trigo	Salamanca	Heno y ensilaje
	Rojo	Pastoreo
Cenetno	Elbon	Pastoreo

En Zacatecas, la avena es casi el único cereal que se siembra para forraje, las variedades que se comercializan son Cuauhtémoc y Chihuahua, sin embargo, estas variedades no se recomiendan porque presentan serios problemas de enfermedades, principalmente roya del tallo y hojas, que afectan severamente el rendimiento y calidad del forraje, especialmente en las siembras de primavera-verano cuando los años son lluviosos y hay una alta humedad ambiental.

Fertilización

El suministro adecuado de nutrientes a la planta es muy importante para que los cereales expresen su potencial de producción y calidad nutritiva del forraje. En Zacatecas, la fertilidad actual de los suelos es baja, por lo que es necesaria la aplicación de fertilizantes para satisfacer la demanda del cultivo.

El nitrógeno, fósforo y potasio, son los nutrientes que en mayor cantidad requieren los cereales, por esta razón, son los que normalmente se suministran a través de prácticas de fertilización. De acuerdo con Mounier *et al.* (2006), las funciones de estos nutrientes son: el nitrógeno es necesario para promover el crecimiento vegetativo y rendimiento de materia seca y mejorar la calidad del forraje porque es parte de las proteínas. En cambio, el exceso de este elemento tiene efectos negativos en el cultivo: 1) incrementa el grado de acame, 2) retrasa la maduración de la planta, 3) aumenta la severidad de daño de algunas plagas y enfermedades y 4) en condiciones de temporal, el agua del suelo es consumida más rápidamente por la alta tasa de crecimiento. El fósforo forma parte esencial de

las membranas celulares, en este sitio juega un papel muy importante en la transferencia de energía, interviene en el proceso de ahijamiento y de expansión de las hojas. Respecto al potasio, este elemento juega un papel importante en la activación de las enzimas que intervienen en el crecimiento de la planta, además participa en la formación y transferencia de azúcares, almidón y aceites, e influye en la absorción de nutrientes y agua de la planta y finalmente, promueve un crecimiento vigoroso de raíces y tallos reduciendo el grado de acame. En el Cuadro 4 se aprecia la cantidad de los principales nutrientes que requieren los cereales para producir una tonelada de materia seca.

Cuadro 4. Requerimiento de nitrógeno, fósforo y potasio por ton/MS de cereales forrajeros cosechados en etapa de grano masoso

Especie	kg/ton de MS		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Avena	19.2	4.6	18.4
Tritcale	12.8	6.9	ND.
Trigo	11.2	4.6	14.4

ND. No disponible.

Recomendar una sola dosis para todos los predios no es aconsejable porque tiene la desventaja de no considerar las diferencias de rendimiento del cultivo en diferentes suelos, ni se toman en cuenta los nutrientes aprovechables del suelo, lo anterior puede conducir a pérdidas económicas por aplicar fertilizante en exceso u obtener un rendimiento de forraje menor al potencial esperado de la especie, variedad y terreno por aplicar menos fertilizante del requerido.

Nitrógeno

Al planear la fertilización de los cereales, la mayor atención se centra en el nitrógeno, debido a su alta solubilidad en el agua y a su alta volatilidad, que

ocasionan pérdidas importantes de este elemento. El procedimiento para determinar la cantidad adecuada de nitrógeno que se requiere aplicar a través de la fertilización implica efectuar un balance entre la demanda del cultivo y el suministro del elemento, para ello se necesita realizar lo siguiente:

- a) **Analizar el suelo** para conocer la reserva aprovechable de nitrógeno, que es parte del suministro.
- b) **Estimar un rendimiento esperado o meta de rendimiento.** Es importante que la meta de rendimiento sea realista, representa el potencial productivo de la especie de cereal y variedad utilizada en el tipo suelo de la parcela. El rendimiento esperado se estima en base al historial de la parcela y a la experiencia del productor. Si se llevan registros de producción por año, una estimación realista es considerar los últimos cinco años y tomar el promedio de los dos más productivos; se expresa en toneladas/hectárea de materia seca.

- c) **Conocer el requerimiento de nitrógeno del cultivo**, esto es los kilogramos extraídos por tonelada de materia seca (MS) producida.

Con la información anterior, la fórmula general para estimar la dosis de nitrógeno es:

$$\text{Dosis} = \left(\frac{\text{Meta de rendimiento} \times \text{Kg extraídos por ton de MS}}{\text{Eficiencia}} \right) - \text{Suministro de nitrógeno}$$

En **condiciones de riego** se debe tomar en cuenta la eficiencia de uso del nitrógeno por efecto del método de riego. El requerimiento de nitrógeno a suministrar con el fertilizante se obtiene al dividir la demanda del mismo entre la **Eficiencia**, esta última se refiere a la cantidad del elemento que aprovecha el cultivo por cada unidad que se aplica como fertilizante. Esta eficiencia está en función del sistema de riego; en general, se considera que en un sistema de riego por gravedad, la eficiencia fluctúa entre 40% y 60%, en parcelas bien niveladas con riegos ligeros y frecuentes

puede llegar al 60% (por cada 100 kg de nitrógeno aplicado, el cultivo absorbe 60 kg y de los otros 40 kg una parte se pierde y la otra puede permanecer en el suelo). En el caso de riego por aspersión, la eficiencia puede aumentar a 60–70%.

El suministro de nitrógeno se refiere a la cantidad que está presente en el suelo, más la aportada por otras fuentes como el estiércol, y que puede ser aprovechado por el cultivo durante el ciclo. Lo primero que se analiza es la cantidad de nitrógeno aprovechable en el suelo a través de su contenido de nitratos que se deriva del análisis de laboratorio, el cual se transforma a kg de nitrógeno aprovechable en el suelo. El Cuadro 5 muestra las equivalencias de contenido de nitratos en el suelo a kg de nitrógeno aprovechable por hectárea.

Cuadro 5. Nitrógeno aprovechable en el suelo de acuerdo a la concentración de nitratos en el suelo

Nitratos (mg/kg)	Nitrógeno aprovechable (kg/ha)	Nitratos (mg/kg)	Nitrógeno aprovechable (kg/ha)
5	19	30	113
10	38	35	131
15	56	40	150
20	75	45	169
25	94	50	188

La mineralización de la materia orgánica del suelo es otra fuente de aporte de nitrógeno y otros nutrientes. El contenido de materia orgánica del suelo se determina en el laboratorio, y se considera que cada unidad porcentual de materia orgánica del suelo aporta 16 kg/ha de N aprovechable. El Cuadro 6 muestra la transformación del contenido de materia orgánica en el suelo a kg de nitrógeno aprovechable por hectárea.

Cuadro 6. Nitrógeno aprovechable en el suelo a diferentes contenidos de materia orgánica

Materia orgánica en el suelo (%)	Nitrógeno aprovechable (kg/ha)	Materia orgánica en el suelo (%)	Nitrógeno aprovechable (kg/ha)
0.6	10	1.6	26
0.8	13	1.8	29
1.0	16	2.0	32
1.2	19	2.2	35
1.4	22	2.4	38

El estiércol es un material que los productores utilizan para suministrar nutrientes al cultivo. Respecto al nitrógeno que contiene el estiércol, aproximadamente el 45% se mineraliza en el primer año durante la descomposición de la materia orgánica, y pasa de formas orgánicas a formas inorgánicas (amonio y nitratos) aprovechables por la planta. Un vez que ocurre esto, el nitrógeno inorgánico es susceptible a pérdidas en el suelo, igual que cualquier fertilizante. Para calcular el aporte de nitrógeno por la aplicación de estiércol, es necesario conocer su contenido de

nitrógeno y con la siguiente fórmula determinamos cuánto nitrógeno aprovechable se aplicó a través de esta fuente:

N aprovechable = Toneladas Aplicadas x % nitrógeno del estiércol x Factor de Conversión

El factor de conversión depende del tipo de abono (estiércol o composta) y si se aplicó el mismo año de la siembra o en el año anterior, en el Cuadro 7 se anota el factor de conversión a usar en la fórmula.

Cuadro 7. Factor de conversión para obtener N aprovechable (kg/ha) al aplicar estiércol o composta

Época de aplicación	Estiércol	Composta
En el ciclo actual	4.5	2.0
En el ciclo anterior	0.5	0.3

Ejemplo:

Si se aplican 20 ton/ha de estiércol seco con 1.1% de nitrógeno, de acuerdo con la fórmula se estarán aplicando 99 kg/ha de nitrógeno.

$$N \text{ aprovechable} = \text{Toneladas Aplicadas} \times \% \text{ nitrógeno del estiércol} \times \text{Factor de Conversión}$$

$$N \text{ aprovechable} = 20 \times 1.1 \times 4.5 = 99 \text{ kg}$$

Fósforo

El fósforo como nutrimento es requerido por los cereales en menores cantidades que el nitrógeno (Cuadro 4). La mayor parte de este elemento en el suelo se encuentra en forma **inorgánica**, formando parte de minerales y sales, y solo un pequeño porcentaje está en forma soluble para ser aprovechado por las plantas. A diferencia del nitrógeno, el fósforo no presenta grandes pérdidas por volatilización, lixiviación o por actividad microbiana, por lo que el cálculo de cuanto fósforo aplicar es más sencillo que el del nitrógeno.

El análisis de suelo en el laboratorio es importante para determinar la cantidad de fósforo

aprovechable por la planta presente en el suelo, en el Cuadro 8 se puede observar la clasificación de los suelos en base al resultado de laboratorio de fósforo extractable por el método Olsen.

Cuadro 8. Clasificación del suelo de acuerdo al contenido de fósforo.

Clasificación	Resultado de Laboratorio	
	mg P/kg (ppm)	kg P ₂ O ₅ /ha
Muy Bajo	< 5	< 48
Bajo	5 – 15	48 – 140
Medio	16 – 20	140 – 184
Alto	21 – 35	184 – 324
Muy Alto	> 35	> 324

Un suelo clasificado como Medio en fósforo, puede aportar más de 140 kg/ha de P₂O₅, por lo que no sería necesario aplicar más fósforo. Considerando lo anterior, es importante realizar análisis de suelo y tomar en cuenta la cantidad de fósforo aprovechable para estimar la cantidad de fertilizante a aplicar de acuerdo a la meta de rendimiento establecida.

Potasio y otros nutrimentos

En general, los suelos del norte de México satisfacen las cantidades de potasio y otros nutrimentos que requieren los cereales para su crecimiento, por lo que generalmente el cálculo de la fertilización se basa solo en nitrógeno y fósforo. Cuando se observan síntomas de alguna deficiencia en el cultivo (por ejemplo, amarillamiento, coloración fuera de lo normal, quemaduras en las hojas, etc.), es recomendable realizar un análisis de suelo y de planta.

Cuando no se cuenta con los medios necesarios para realizar el análisis de suelo para calcular la cantidad de nitrógeno y fosforo a aplicar, Medina *et al.* (2001), CEVG (2005) y Gutiérrez (1982) recomiendan las siguientes dosis de fertilización para riego y temporal:

Temporal: 60-40-00

Riego:

1) un corte: 100-80-00

2) varios cortes o pastoreo: 100-80-00 al momento de la siembra y 50-00-00 después de cada corteo pastoreo.

Aplicación del fertilizante

La aplicación del fertilizante se puede hacer en su totalidad al momento de la siembra, esto es aplicar el 100% del nitrógeno y fósforo al sembrar. Si la siembra es al voleo, se tira el fertilizante antes de la semilla y después de sembrar se tapan juntos. También se puede fraccionar la aplicación tirando el 50% del nitrógeno y el 100% del fósforo al momento de la siembra, y el 50% de nitrógeno restante se aplica antes del primer riego cuando la planta está amacollando, de esta forma se aprovecha más eficientemente el fertilizante.

RIEGOS Y PRACTICAS DE CAPTACION DE AGUA

El manejo apropiado del agua es indispensable para tener un buen rendimiento de forraje. El número y la frecuencia de los riegos dependerán de la textura del suelo y las condiciones climáticas que ocurren durante

el ciclo del cultivo. El calendario de riegos para cereales es como sigue: 1) **riego de siembra**, este se realiza para promover la germinación de la semilla y sostener el desarrollo de las plántulas, 2) **sobreriego**, este es un riego muy ligero que se aplica a los cinco días después del primero, con el objetivo de ablandar la costra endurecida que se forma en la superficie del terreno, y así favorecer la emergencia de las plántulas, el sobreriego no siempre es necesario, 3) **tercer riego**, se aplica cuando el cultivo está amacollando, esto es a los 20- 25 días después del sobreriego, dependiendo de la textura del suelo y las temperaturas que ocurran en este período, 4) **_cuarto riego**, se da cuando el cultivo se encuentra en la etapa de embuche (esto es cuando la espiga está formada pero aun no emerge, la parte superior de la planta se ve abultada y la última hoja, llamada hoja bandera es notoria porque está casi horizontal) o iniciando a espigar y 5) **el último riego** se da a los 15 días después del cuarto riego para asegurar el llenado de grano.

En condiciones de temporal, cuando se siembra en surcos a doble hilera, se recomienda la práctica de

pileteo, que consiste formar montículos de tierra perpendiculares al surco con una separación de 2.4 m que forman las piletas las cuales retienen el agua después de las lluvias. El pileteo, se realiza mecánicamente con la pileteadora y se puede llevar a cabo durante la siembra o cuando se cultiva el cereal para eliminar la maleza.

CONTROL DE MALEZA

En los cereales, el control de la maleza se inicia desde la preparación de la cama de siembra, porque el rastreo mata parte de la maleza. Si la siembra se realiza en surco a doble hilera, el control de la maleza se lleva a cabo mediante pasos de la cultivadora. En cambio, si la siembra se realiza al voleo, el control de maleza debe ser químico y solo se recomienda la aplicación de 2,4-D amina en dosis de 1.0 a 1.5 litros por hectárea de producto comercial, diluido en 400 litros de agua, esta actividad, debe realizarse hasta antes de la etapa de amacollamiento para evitar daños en el desarrollo de la planta.

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Los principales insectos plaga que afectan a los cereales, son los pulgones, el del follaje (*Rhopalosiphum maidis*), el de la espiga (*Macrosiphum avenae*) y el del cogollo (*Schizaphis graminum*). De ellos, el último es el más dañino porque al alimentarse de la savia de la planta inyecta una toxina que puede dañar al cultivo en cualquiera de sus fases de desarrollo, sin embargo, el mayor daño se presenta cuando el cultivo se encuentra en la etapa vegetativa. Las plagas anteriormente mencionadas se pueden controlar aplicando cualquiera de los siguientes productos: primicarb 50 W, dimetoato 40 E, malation 1000 E, ometoato 84 LM o metomilo 90 PS, en dosis de 0.5 kg, 1.0 litro, 1.0 litro, 0.4 litros y 0.4 kg por hectárea, respectivamente y diluidos en 400 litros de agua (Medina *et al.*, 2007).

Las enfermedades que afectan a la avena son la roya del tallo y la roya de la hoja. Estas enfermedades se presentan principalmente en la siembras de verano, cuando el clima es caluroso y las lluvias son abundantes ocasionando con ello, una humedad

ambiental relativa alta. Su control es básicamente cultural utilizando variedades tolerantes o resistentes a estas enfermedades como las recomendadas en esta publicación.

ASOCIACIONES CON LEGUMINOSAS

Los cereales tiene la capacidad de sembrarse asociados con leguminosas, esta práctica se realiza con objetivo de mejorar la calidad del forraje cosechado debido a que se incrementa el contenido de proteína y se reducen los de fibra detergente ácido y fibra detergente neutro; además, se hace un uso más eficiente de los recursos agua y luz (Ross *et al.*, 2004a; Ross *et al.*, 2004b; Undersander, 2000).

Si los cereales se van a sembrar en mezcla se recomienda sembrarlos con veza común (*Vicia sativa* L.), también conocida como ebo, o con chícharo (*Pisum sativus* L.). Estas combinaciones se han probado en Zacatecas con éxito, y el contenido de proteína obtenido supera al de los cereales en monocultivo. La densidad de siembra para las mezclas de cereales-veza común es de 50 kg del cereal con 25 kg de veza

común, en el caso de chícharo, la densidad es de 50 kg del cereal con 50 kg de chícharo. Flores y Sánchez (2010) reportan que la mezcla triticale-ebo, usando estas densidades, incrementó el contenido de proteína de 5.7% en triticale en monocultivo a 9.2% en la mezcla. En mezclas de avena-ebo y avena chícharo, se incrementó la proteína cruda de 5.3% en avena en monocultivo a 8.3 % y 11.5% en avena mezclada con chícharo y ebo, respectivamente (Flores y Sánchez, 2011).

ETAPA DE COSECHA, FORMAS DE CONSERVACIÓN Y PASTOREO

La etapa de desarrollo en la que se cosechan los cereales depende principalmente del tipo de animal que se va a alimentar. Si los cereales se van a utilizar para alimentar vacas lecheras lactantes de alta producción, la cosecha debe efectuarse en la etapa de **embuche a inicio de espigamiento** (cuando aparecen las primeras espigas). En esta etapa, el forraje tiene más energía e igual cantidad de proteína que una alfalfa en etapa de prefloración, o igual energía pero mayor

cantidad de proteína que el ensilaje de maíz y cubre bien las necesidades de proteína y energía del ganado lechero en producción (Rankin, 2003; Marsalis, 2003). Sin embargo, el rendimiento en esta etapa de madurez es 20% a 40% menor que cuando el cultivo se cosecha en etapa de grano **masoso-suave** (Watson, 1993).

En cambio, si el forraje se va a destinar para vaquillas de remplazo, vacas secas, becerros o ganado de carne, se puede cosechar en la etapa de grano **lechoso-masoso a masoso suave**, la calidad del forraje de los cereales cosechados en esta etapa cubre los requerimientos nutricionales de estos tipos de ganado (Rankin, 2003). El Cuadro 9 muestra valores de calidad nutritiva del forraje de cereales cosechados en diferentes etapas de desarrollo, obtenidos en trabajos experimentales del INIFAP.

Algunos productores deciden cosechar el forraje en la etapa de lechoso-masoso, o masoso suave porque, aunque el forraje es de menor calidad, obtienen más nutrientes por hectárea debido al mayor rendimiento de materia seca que se logra en esta etapa

de desarrollo del cultivo, y si los cereales no son la única fuente de forraje esta estrategia funciona bien.

Independientemente del tipo de animales que se van alimentar y el método de conservación de estos, **lo que no se recomienda es cosechar los cereales en la etapa de floración**, porque en esta etapa de desarrollo tienen el valor nutritivo más bajo dado que aumentan los contenidos de fibra y lignina, sin embargo, de floración a llenado de grano hay un ligero aumento de la energía debido a que el almidón presente en el grano es altamente digestible y también al aumento de la proporción de biomasa aportada por la espiga, aunque no llega a los niveles altos encontrados en la etapa de embuche (Marsalis, 2003).

Cuadro 9. Calidad del forraje de cereales de grano pequeño en diferentes etapas de desarrollo del cultivo

Parámetro	Avena	Triticale	Trigo	Cebada
	Proteína cruda (%)			
Vegetativo	19.9	20.3	19.8	19.0
Floración	16.8	16.1	19.8	18.5
Lechoso-Masoso	12.3	11.2	15.9	10.8
	Fibra Detergente Ácido (%)			
Vegetativo	32.8	36.1	35.1	32.7
Floración	35.3	32.7	34.7	32.2
Lechoso-Masoso	37.5	40.1	35.6	40.6
	Fibra Detergente Neutro (%)			
Vegetativo	49.4	58.6	56.2	48.1
Floración	55.4	56.0	56.9	47.8
Lechoso-Masoso	55.0	59.9	57.0	49.4
	Digestibilidad in Vitro de la Materia Seca (%)			
Vegetativo	83.7	84.0	83.7	84.7
Floración	78.0	79.0	83.7	85.0
Lechoso-Masoso	66.0	62.0	75.3	64.7
	Total de Nutrientes Digestibles			
Vegetativo	58.3	55.3	55.3	60.7
Floración	57	57.7	54.3	61
Lechoso-Masoso	57	53.7	53.7	53
	Energía Neta de Lactancia (Mcal/kg)			
Vegetativo	1.3	1.1	1.1	1.4
Floración	1.2	1.2	1.1	1.4
Lechoso-Masoso	1.1	1.2	1.1	1.1
	Energía Neta de Ganancia (Mcal/kg)			
Vegetativo	0.6	0.5	0.5	0.7
Floración	0.6	0.6	0.5	0.7
Lechoso-Masoso	0.6	0.4	0.5	0.4

Fuente: Flores y Sánchez (2011)

Los métodos de conservación del forraje de cereales son henificado y ensilado, de ellos el primero es más común.

El henificado consiste en reducir la humedad del cultivo de 75 o 80% (que es el contenido de agua que tiene la planta al cosecharse) a menos del 20% con lo que se detienen los procesos fisiológicos (por ejemplo, la respiración) que consumen carbohidratos y azúcares y disminuyen la calidad del forraje; además, se detiene la actividad microbiana que ocurre en la superficie de planta, como la formación de mohos, que afecta la calidad del forraje y produce calentamiento del heno llegando, en ocasiones, a incendiarlo. Las recomendaciones para producir un buen heno son:

- a) Corte el forraje temprano en la mañana, esta acción permite bajar rápidamente el contenido de humedad del forraje a 60%, porque el forraje está expuesto al sol durante todo el día, a este contenido de humedad se detiene la respiración de la planta.
- b) Elabore hileras anchas del forraje, esto permite que mayor superficie del forraje se exponga al

- sol y que el aire circule más libremente lo que acelera la pérdida de humedad en el forraje.
- c) Rastrille y forme las hileras (“alomillar”) de forraje cuando tenga entre 40 y 50% de humedad, con ello se acorta el tiempo de secado y se reduce la pérdida de hojas al empacar.
 - d) Empaque el forraje cuando tenga entre 18% y 20% de humedad, es el secado óptimo para conservarlo y evitar la formación de hongos y la caída de hojas durante el empaque.

El tiempo de secado dependerá de la humedad con la que se cosechó el forraje, y las condiciones de radiación solar y viento que se presenten después del corte.

Para la producción de heno, hay que evitar las variedades de cereales que tengan aristas (barbas) muy ásperas, ya que estas al endurecerse pueden causar al ganado dolor e irritación en los ojos, hocico, labios, encías y lengua, reduciendo con ello el consumo de materia seca y la productividad animal, estas

variedades es mejor ensilarlas (Lacefield *et al.*,1996; Watson *et al.*, 1993).

El ensilado, es la otra forma de conservar el forraje de cereales. En este método el contenido de humedad del cultivo es muy importante, si es alto, mayor a 70%, se producen pérdidas de nutrientes que son arrastrados por el agua al lixiviarse y se produce una fermentación indeseable dominada por bacterias formadoras de ácido butírico. Por el contrario, si el forraje se cosecha muy seco, menos del 60% de humedad (etapa de grano masoso duro), se dificulta la compresión del mismo produciendo calentamiento del forraje, la producción de mohos y se retrasa la fermentación anaeróbica, que es la deseable, además se reduce la capacidad de almacenamiento del silo.

El tallo de los cereales por ser hueco dificulta la compresión del forraje para eliminar el aire, por ello, el tamaño de partícula que se recomienda es menor a la del maíz, el tamaño ideal es de 1.0 a 1.5 cm (Jones *et al.*, 2004; Muller *et al.*, 2001). Si el forraje se va a cosechar en etapa de embuche, es necesario marchitarlo antes de ensilarlo, porque en esta etapa de

desarrollo el cultivo tiene solo de 18% a 22% de materia seca que es muy bajo para obtener un buen ensilaje. En cambio, si se cosecha en la etapa de grano masoso-suave, este se puede picar y ensilar directamente porque su contenido de materia seca es adecuado (Mickan y Farran, 2008; Guyer y Mader, 1984).

En la etapa vegetativa, los cereales tienen la capacidad de rebrotar después de ser defoliados, por lo que se pueden utilizar como pradera o ser pastoreados y después dejarse para producir heno o ensilarlos. Si se van a usar como pradera, el pastoreo se debe iniciar cuando las plantas tengan una altura de 25 cm, y suspenderse cuando la altura después de pastoreadas sea de 5 a 7 cm, este manejo permite un rebrote rápido y vigoroso de las plantas. Bajo este sistema de utilización, es muy importante que inmediatamente después de terminar el pastoreo la pradera se fertilice con la dosis indicada en la sección de fertilización, y se aplique el riego, porque a medida que se retrasan estas prácticas se alarga el periodo de recuperación de la pradera y el inicio del siguiente ciclo de pastoreo,

reduciéndose con ello la productividad global del sistema (se obtienen menos ciclos de pastoreo). El sistema de pastoreo que se recomienda es el rotacional.

Otra forma de uso, es el pastorear los cereales dos ciclos y dejarlos para producción de heno o ensilaje sin que la producción de forraje se afecte tal como se observa en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Producción de forraje de cereales de grano pequeño en dos sistemas de utilización, pradera y pradera-heno

	Ton ha ⁻¹			
	Solo pastoreo			
Especie	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total
Centeno	3.3	4.7	4.9	12.9
Avena	3.2	4.3	3.9	11.4
Trigo	2.7	5.1	3.8	11.6
Triticale	2.6	5.2	4.0	11.8
	Pastoreo-Heno			
Especie	Corte 1 pastoreo	Corte 2 pastoreo	Corte 3 heno	Total
Centeno	3.9	4.6	7.3	15.8
Avena	3.7	4.0	4.7	12.4
Trigo	3.2	4.8	6.9	14.9
Triticale	3.1	5.2	7.0	15.3

Fuente: Flores *et al.* (2009)

LITERATURA CITADA

- Brouwer, C. and M. Heibloem. 1986. Irrigation water management: irrigation water needs. Training Manual No. 3, FAO-Rome, Italy. 89 p.
- Bushuk, W. 2001. Rye production and uses worldwide. Cereal Food World. 46: 70-73.
- Cabañas C., B., G. Galindo G., J. Mena C. y G. Medina G. 2004. La siembra en surcos y corrugaciones con pileteo en cebada maltera de temporal en Zacatecas. Folleto para productores No. 29. Campo Experimental Zacatecas. Centro de Investigación Regional Norte Centro- INIFAP. Calera, Zacatecas, México. 41p.
- Campo Experimental Valle de Guadiana (CEVG). 2005. Guía para la asistencia técnica agrícola del área de influencia del Campo Experimental Valle del Guadiana. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP. Durango, México. 210 pp.
- NewCrop 1999. Barley. Center for New Crops & Plant Products Prudue University. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/Crops/Barley.html> (Consultado 15/11/2011)
- Conway, T.M. 2010. Proper seedbed preparation is key to a successful planting. Natural Resource Conservation Service. Salina, Kansas. <http://www.ks.nrcs.usda.gov/news/coneds04/SeedbedPrep04.html> (Consultado el 7/11/2011)

- Enciso, J., D. Porter, G. Fipps, and P. Colaizzi. 2004. Irrigation of forage crops. B-6150 AgriLife Extension-Texas A&M System. 8 p.
- FAO. 2004a. *Avena sativa*. ECOCROP 1. The environmental requirements database. Rev 2. Rome, Italy.
<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=481>. (Consultado el 15/11/2011)
- FAO. 2004b. *Hordeum vulgare*. ECOCROP 1. The environmental requirements database. Rev 2. Rome, Italy.
<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=1232>. (Consultado el 15/11/2011)
- FAO. 2004c. *Triticum aestivum*. ECOCROP 1. The environmental requirements database. Rev 2. Rome, Italy.
<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=2114>. (Consultado el 15/11/2011)
- FAO. 2004d. *Secale cereale*. ECOCROP 1. The environmental requirements database. Rev 2. Rome, Italy.
<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=1929>. (Consultado el 15/11/2011)
- Flores O., M.A., U. Figueroa V., R.A. Sánchez G., R. Gutiérrez L. y M.A. Velasquez V. 2009. Uso del arado vertical para reducir costos en la producción de avena forrajera. En: Memorias del VI Simposio

Internacional de Pastizales. Monterrey, N.L 4-7 de Noviembre de 2009.

Flores O., M.A. R. Gutiérrez L. y R.A. Sánchez G. 2009. Producción de forraje de cereales menores bajo riego en dos esquemas de utilización. En: Memorias del VI Simposio Internacional de Pastizales. Monterrey, N.L 4-7 de Noviembre de 2009.

Flores O. M.A. y R.A. Sánchez G. 2010. Rendimiento y calidad del forraje de mezclas de triticale-ebo (*Vicia sativa* L. a diferentes densidades). En Velazco Z., M.E., M. Salvador F y M.L.. Adriano A. (eds.) Memorias del Primer Congreso Internacional de Pastizales. Octubre 13 al 15 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Flores O. M.A. y R.A. Sánchez G. 2011. Calidad nutritiva de forraje de cereales de grano pequeño en tres etapas de madurez. En: Martínez R., J.J., M. Vázquez N., R. Santana R. A. Martínez R. y J. Puentes G. (Eds) Memorias de la XXIII Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agronomía y Zootecnia-Universidad Juárez del Estado de Durango. 9 al 11 de noviembre de 2011, Gómez Palacio, Durango pp 665-669.

Gutiérrez C., J.M. 1982. Guía para cultivar avena forrajera en el Valle de México. Folleto para productores No. 16. Campo Experimental Valle de México-Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central-INIA. Chapingo, México 9 p.

Guyer P.Q. and T. Mader. 1984. Small Grains for silage or hay. NebGuide G84-696-A. Cooperative Extension - Institute of Agriculture and Natural Resources-University of Nebraska, Lincoln. 6p.

Jones, C.M., A.J. Heinrichs, G.W. Roth, and V.A. Isher. 2004. From harvest to feed: Understanding silage management. College of Agricultural Sciences - Agricultural Research and Cooperative Extension, Pennsylvania State University. 34 p.

Lacefield, G, J.C. Henning, M. Collins and L. Swetnam. 1996. Quality hay production. Agr-62. University of Kentucky-Cooperative Extension Service. 4 p. <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/agr/agr62/agr62.pdf> (10 de noviembre de 2011).

Lozano del R., A.J., A. Hernández S., R. González I., and M. Bejar H. 2004. El triticale in Mexico. In: Mergoum, M. and H. Gómez M. (Eds). Triticale improvement and production. FAO Plant Production and Protection Paper No. 179. Rome, Italy pp 123-128.

Marsalis, M.A. 2003. Small grain silage. Circular 630. New Mexico State University-Cooperative Extension Service College of Agriculture and Home Economics, Las Cruces, N.M 8p.

Medina G., G., H. Salinas G. y F.A. Rubio A. 2001. Potencial productivo de especies forrajeras en el estado de Zacatecas. Libro Técnico No. 1. Campo Experimental Calera - Centro de Investigación Regional Norte Centro-INIFAP. Calera, Zacatecas. pp 22 y 58.

Medina G., G., J.A. Zegbe D., B. Cabañas C., J.Mena C., J.A. Ruiz C., A.G. Bravo L., M.D. Amador R., R. Zandate H.M. Reveles H.R. Gutiérrez S., G. Díaz P.J. Madero T. y S. Rubio D. 2007. Potencial productivo de especies agrícolas en el Distrito de Desarrollo Rural Río Grande, Zacatecas. Libro Técnico No. 6. Campo Experimental Zacatecas-Centro de Investigación Regional Norte Centro-INIFAP. Calera, Zacatecas. pp 37-39 y 107-109.

Mickan F. and T.Farran. 2008. Making cereal silage. Department of Primary Industries, Victoria Australia. www.environment/Feeding-and-Nutrition/~media/Documents/Animals-feed-and-environment/Feeding%20cows/Home-grown%20feeds%20latest/MAKING%20CEREAL%20SILAGE%20SEPT%202008.ashx. (Consultado el 8/11/2011)

Mounier, D., T. Kearney, G.S. Pettygrove, K. Brittan, M. Mathews, and L. Jakson. 2006. Fertilization of small grains. Part 4. Small grain production manual. University of California Cooperative Extension.

<http://ucarn.org/freepubs/docs/8167.pdf>

(Consultado el 8/11/2011)

Mueller, J.P., J.T. Green, and W.L. Kjelgaard. 2001. Corn silage harvest techniques. In: National Corn Handbook-49. <http://corn.agroomy.wisc.edu/Management/pdfs/NCH49.pdf>. (Consultado el 8/11/2011)

Oplinger,, E.S., T.S. Maloney, and D.W. Wiersma. 1997. Fall and spring forage yield and quality from fall seeded cereal crops. Soybeans and small grains 26. University of Wisconsin. 7p. http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/fall_and_spring_forage_yield_and_quality%20%20%20.pdf. (Consultado el 4/11/2011)

Rankin, M. 2003. Cereal forages for spring planting. Focus on Forage Vol 5 No. 10. University of Wisconsin Extension. 3 p.

Ross, S.M., J.R. King, J. T. O'Donovan, and D. Spaner 2004a. Intercropping Berseem clover with barley and oat cultivars for forage. *Agronomy J.* 96:1719-729.

Ross, S.M. J.D. King, J.T. O' Donovan, and D. Spaner 2004b. Forage potential of intercropping berseem clover with barley, oat and triticale *Agronomy J.* 96: 1013-1020.

Ruíz C., J. A., G. Medina G., C. Ortiz T., R. Martínez P., I. J., González A., H. E. Flores y K.F. Byerly M. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro-INIFAP. Guadalajara, Jalisco, México. 334 p.

Saulescu, N.N. and H-J Braun. 2001. Cold tolerance. In: Reynold. M.P., J.I. Monasterio O., and A. McNab (eds.) Application of physiology in wheat breeding México. D.F. CIMMYT. pp 111-123.

Shewry, P.R. 2009. Wheat. Journal of Experimental Botany 60: 1537-1553.

Stallknecht, G.F., K.M. Gilbertson, and J.E. Ranney. 1996. Alternative wheat cereals as food grains: einkorn, emmer, spelt, kamut, and triticale. In: Jenick, J. (Ed.) Progress in new crops pp 156-170. ASHS Press, Alexandria, V.A.

Suttie, J.M. and S.G. Reynolds. 2004. Fodder oats: A world review. Plant Production and Protection Series No. 33. Food and Agriculture Organization Rome, Italy.
<http://www.fao.org/DOCREP/008/y5765e.htm#>
Contents. (Consultado el 8/11/2011)

Texas Agrilife Reseach and Extension Center at Stephenville-Texas A&M System (TAREC) 2011a. Cool season annual & perennials. <http://stephenville.tamu.edu/topics/forages/for-age-species/cool-season-annual-perennials/> (Consultado el 4/11/2011)

Texas Agrilife Reseach and Extension Center at Stephenville-Texas A&M System (TAREC) 2011b. Triticale. <http://stephenville.tamu.edu/topics/forages/forage-species/cool-season-annual-erennials/triticale/> (Consultado el 4/11/2011)

Texas Agrilife Reseach and Extension Center at Stephenville-Texas A&M System (TAREC) 2011c. Wheat. <http://stephenville.tamu.edu/topics/forages/for-age-species/cool-season-annual-perennials/wheat/> (Consultado el 4/11/2011)

Texas Agrilife Reseach and Extension Center at Stephenville-Texas A&M System (TAREC) 2011d. Rye. <http://stephenville.tamu.edu/topics/forages/for-age-species/cool-season-annual-perennials/rye/> (Consultado el 4/11/2011)

Tanji, K.K. and N.C. Nielsen.2002. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid enviroments. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 61. Rome.

<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4263E/y4263e00.htm#contents> (Consultado el 4/11/2011)

Undersander, D. 2000. Pea and small grain mixtures. Online University of Wisconsin Extension Cooperative Service.

http://www.uwex.edu/ces/forage/pubsPea_Small_Grain_Mixtures.htm (Consultado el 4/11/2011)

Watson, S. L., Fjekk, D.L., Shroyer, J.P., K. Bolsen, and S. Duncan. 1993. Small grain cereals for forage. MF-1072. Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service. 7p.

REVISIÓN TÉCNICA Y EDICIÓN

Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez

FORMACIÓN Y DISEÑO DE PORTADA

L.C. y T.C. Diana Sánchez Montaña

Si usted requiere de mayor información acuda o comuníquese
al Campo Experimental Zacatecas
Km 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo
Calera, Zacatecas CP 98500
Tel (478) 985-0198 y 985-0199
Fax (478) 985-0363

Correo electrónico: dirección@zacatecas.inifap.gob.mx

Página web: <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx>

La información del presente folleto se generó de los proyectos:
Validación de especies forrajeras, avena, cebada, triticale,
sorgo y trigo como fuente alternativa de energía y proteína en
la dieta de bovinos lecheros; y Optimización de procesos para
los sistemas de producción lechera en Zacatecas.

Financiados por la Fundación Produce Zacatecas A. C.

Esta publicación se terminó de imprimir en Diciembre de 2011

Imprenta Mejía

Calle Luis Moya No. 622 Sur

Calera de Víctor Rosales, Zacatecas

Tiraje 500 ejemplares

DIRECTORIO

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Director de Coordinación y Vinculación

PERSONAL INVESTIGADOR

Dr. Alfonso Serna Pérez	Suelo y Agua
M.C. Blanca I. Sánchez Toledano	Socioeconomía
M.C. Enrique Medina Martínez	Maíz y Frijol
M.C. Francisco A. Rubio Aguirre	Pastizales y Forrajes
Dr. Guillermo Medina García	Modelaje
Dr. Jaime Mena Covarrubias.....	Sanidad Vegetal
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales Caducifolios
M.C. Juan C. López García	Caprinos y Ovinos
I.T.A. Juan J. Figueroa González	Frijol
Dr. Luis R. Reveles Torres	Recursos Genéticos
M.C. Ma. Dolores Alvarado Nava	Valor Agregado
Ing. Ma. Guadalupe Zacatenco González	Frutales Caducifolios
Ing. Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dr. Manuel de J. Flores Nájera	Caprinos y Ovinos
Dr. Mario D. Amador Ramírez	Sanidad Vegetal
Dr. Miguel A. Flores Ortiz	Forrajes
Ing. Miguel Servín Palestina	Suelo y Agua
M.C. Nadiezhda Y.Z. Ramírez Cabral	Modelaje
Dr. Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Forrajes
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez	Bioenergéticos
M.C. Roman Zandate Hernández	Frijol



www.inifap.gob.mx

www.inifap-nortecentro.gob.mx

www.zacatecas.inifap.gob.mx