

MANUAL DEL PARTICIPANTE

Cultivo de alfalfa con riego por goteo sub-superficial

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CURSO	
Nombre del curso	Cultivo de alfalfa con riego por goteo sub-superficial
Elaborado por	Martín Anaya Camacho
Tipo de curso	Taller teórico práctico
Fecha de elaboración	22 diciembre 2004
Duración	80 horas
Número de participantes	30 jóvenes emprendedores
Propósito del curso	Desarrollar un proyecto que pueda involucrar a los jóvenes emprendedores en cultivo de alfalfa con un sistema que eleve la rentabilidad del cultivo.
Objetivo general del curso	Al término del curso, el joven emprendedor del área rural aplicará las técnicas de cultivo de alfalfa con riego por goteo sub-superficial para desarrollar la producción rentable de alfalfa en su región
Contenido del curso	Tema 1: Características y establecimiento del cultivo Tema 2: Fuente de agua y gasto disponible Tema 3: Sistema de riego Tema 4: Cosecha y empaque
Perfil del instructor	Técnico especialista en cultivo de alfalfa, con experiencia en manejo de riego por goteo.
Perfil de los participantes	Jóvenes emprendedores rurales
Requerimientos del lugar de impartición	
Mobiliario	Aula con mesas y sillas móviles
Material didáctico	Manual del participante
Requerimientos para el desarrollo de ejercicios y prácticas	
Instrumentos, materiales, instalaciones, equipo, etc.	Sistema de riego por aspersión y por goteo. Bomba, fuente de agua, terreno para siembra, semilla, cortadora y empacadora.
Material didáctico	Manual del participante

ÍNDICE

Presentación
Objetivo general
Introducción

Tema I. Características y establecimiento del cultivo

Clima
Preparación del suelo
Siembra
Variedades
Requerimientos hídricos
Manejo de plagas, maleza y enfermedades
Fertilización

Ejercicio
Síntesis

Tema II. Fuente de agua y gasto disponible

Calidad del agua con fines de riego (análisis del agua)

Ejercicio
Síntesis

Tema III. Sistema de riego

Riego por aspersión
Tuberías de pvc línea principal
Tuberías de pvc línea distribuidora o sub-principal
Línea regante de aluminio y emisores (aspersor)
Equipo de bombeo
Riego de mantenimiento (por goteo sub-superficial)
Tuberías de pvc línea principal
Tuberías de pvc línea distribuidora o sub-principal
Sistema de dren sistema y lavado de la red
Tipo y calibre de cintillas
Tipo de filtrado
Equipo de bombeo
Riego por goteo operación, conservación y calendarización
Equipo de inyección de fertilizantes
Aparatos de medición de humedad en el suelo (tensiómetros)

Ejercicio
Síntesis

Tema IV. Cosecha y empaque

Maquinaria de corte y empaque

Ejercicio

Síntesis

Conclusiones del curso

Bibliografía

Evaluaciones

OBJETIVO GENERAL

Al término del curso, el joven emprendedor del área rural aplicará las técnicas de cultivo de alfalfa con riego por goteo sub-superficial para desarrollar la producción rentable de alfalfa en su región.

INTRODUCCION

El curso que se desarrolla a continuación está basado en la experiencia de personas que se han dedicado a esta actividad durante mucho tiempo y tiene como propósito el proporcionar los elementos básicos que permitan mejorar la producción de alfalfa en tu región.

Para las zonas productoras de ganadería extensiva, esta leguminosa forrajera es muy valiosa por su alto valor nutricional y sus características de reproducción, distinguiéndose por su alto contenido de proteínas y vitaminas, así como su palatabilidad, tanto en forma verde como henificada, lo cual permite almacenarla por temporadas largas sin que pierda propiedades.

En México la alfalfa es el cultivo por excelencia, durante los últimos años la superficie sembrada de este forraje fue de aproximadamente 230 mil ha. Buena parte de esta superficie fue cultivada en las zonas ganaderas productoras de leche y carne del noreste del país, bajo condiciones de riego.

TEMA I. CARACTERISTICAS Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO.

OBJETIVO PARTICULAR.

Al finalizar el tema, los participantes identificarán las propiedades y características de la alfalfa, así como, sus variedades y las labores básicas para el establecimiento de su cultivo.

INTRODUCCIÓN

Se sabe que la alfalfa es uno de los cultivos más importantes del país, se sabe también que hay diferentes sistemas de cultivo. Buscando hacer más eficiente la producción de alfalfa, se propone una rápida revisión de sus características y de las etapas que se requiere pasar para establecer su cultivo.

La alfalfa (*Medicago Sativa L.*) es una leguminosa forrajera de alto contenido proteínico y de vitamina A, de muy alta palatabilidad, tanto en verde como henificada, lo que permite su almacenaje para épocas de estiaje.

Es posible producirla mediante riego por goteo sub-superficial en la mayoría de las comunidades del país. Para seleccionar este cultivo, hay que considerar las condiciones agro climáticas de la zona, las necesidades de este forraje indispensable para el desarrollo económico de las comunidades ganaderas; así como, las condiciones de calidad del suelo y agua que presenta la región, a pesar de que este tipo de cultivo es tolerante a estas últimas.

La alfalfa es un cultivo de ciclo perenne con un promedio de vida de 5 a 7 años, que se desarrolla en suelos profundos, permeables, con alto contenido de materia orgánica y con pH óptimo de 7.5 lo que permite desarrollar su amplio sistema radicular que es de tipo pivotante, por lo que es un cultivo de un alto consumo de agua (CD 5mm/día) no solo en su condición de producción de materia seca, sino como cultivo de cobertura total. Por su importancia en las zonas ganaderas y su aceptación como una alternativa tecnológicamente viable y económicamente rentable, se selecciona este cultivo, a pesar de que los productores solo tengan experiencia en la producción de alfalfa bajo esquemas tradicionales. Contando con los recursos necesarios y bajo supervisión, resulta fácil cambiar al sistema de riego por goteo sub-superficial.

CLIMA

REQUERIMIENTOS AGROECOLOGICOS DE LA ALFALFA

Distribución	36.1 +- 9.7° latitud norte y sur
Ciclo vegetativo	Perenne
Vía fotosintética	C3
Fotoperíodo	Indiferente
Altitud	0 a 2440 msnm
Precipitación	1200 mm prom. anual
Temperatura mínima	Menor o igual a 5° C
Temperatura máxima	Mayor o igual a 30 ° C
Textura del suelo	Media
Salinidad del suelo	Mayor a 104 dS/m
pH del suelo	6.3 a 8.0
Salinidad del agua	Mayor o igual a 0.75 dS/m

Fuente. Meza y Reygadas, 2002.

El cultivo de la alfalfa se adapta a climas que van desde templados hasta cálidos y secos, y a diferentes condiciones de suelos y alturas sobre el nivel del mar que van de 500 a 600 msnm. El requerimiento de agua según el clima es de 5 mm / día.

PREPARACION DEL SUELO

Comprende la realización de una serie de labores previas al cultivo para proporcionar una cama óptima para la siembra y fertilización, así como para romper el ciclo biológico de malezas e insectos.

Para el sistema de riego con goteo se proponen las siguientes labores:

- a) Un barbecho
- b) Uno a dos pasos de rastra
- c) Nivelación del terreno

SIEMBRA

Esta se lleva cabo de forma mecanizada mediante una sembradora de precisión para grano pequeño con una sembradora triguera o “drilla” del tipo cyclone, o bien al voleo manual considerando una paso de rastra de ramas para cubrir la semilla, esta se deberá llevar a cabo en las fechas de noviembre a enero ya en estos meses se podrá establecer sin el nacimiento de malas hierbas. La densidad de siembra recomendable para una óptima población de plantas es de 22 a 30 kg. Se recomienda sembrar a una profundidad no mayor a un cm, en terreno seco y plano, una vez enterrada la cinta de riego.

VARIEDADES

Se recomiendan por su capacidad de adaptación y rendimientos con el sistema de riego por goteo las variedades Cuf 101, Pioneer 5888, Júpiter y Pioneer 5939. Estas variedades ofrecen un rendimiento medio anual de 3.4 ton/ha de forraje seco por corte.

VARIEDADES DE ALFALFA RECOMENDADAS

VARIEDAD	REND. MEDIO POR CORTE (TON/HA)	CARACTERISTICAS
CUF 101	3.43	Altamente productora de forraje . Posee tallos gruesos y fibrosos. Susceptible al acame en floración.
PIONEER 5888	3.49	No Dormante (no es tan marcado el letargo invernal). Excelente productora de hojas, tallos delgados y digestivos.
JUPITER	3.43	Buena resistencia al pastoreo y pisoteo. Resistente a la sequía y tolerante a inundaciones y al frío.
PIONEER 5939	3.38	No Dormante (no es tan marcado el letargo invernal). Excelente productora de hojas, tallos delgados y digestivos.

REQUERIMIENTOS HIDRICOS

Para calcular cuanto y cuando regar es fundamental conocer mediante un análisis de suelo las características de retención de agua en el suelo con los siguientes parámetros:

Capacidad de Campo (C.C.)

Punto de Marchites Permanentes (P.M.P.)

Humedad Aprovechable (H.A.)

Para el caso particular de la alfalfa con riego por goteo se puede permitir un abatimiento de hasta el 20 % de la H.A.

Por lo que se estima una frecuencia de 3 veces por semana y aumentar solo el volumen de la lámina de riego considerando de manera particular las condiciones de clima, variedad, tamaño y densidad de población del cultivo, además se considera la cobertura total.

MANEJO DE PLAGAS, MALEZA Y ENFERMEDADES

PLAGAS

Normalmente no presenta problemas importantes de plagas y enfermedades; no obstante cuando estas se presentan causan pérdidas económicas importantes, en aquellas donde se presentan infestaciones, se recomienda adelantar el corte y no hacer aplicaciones de insecticidas.

Las plagas más comunes son:

PLAGA	PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS POR HA.	EPOCA DE APLICACION
Pulgón Verde Pulgón Manchado	Parathion Met. 720 Dimetoato 40	1.0 lt. 0.75 lt.	Cuando existan de 20 – 25 pulgones por tallo (muestreo de 50 tallos)
Minador de la hoja	Dimetoato 40 Basudin 60	2.0 lt. 0.75 lt.	Cuando existan de 20 hojas minadas de cada 100 muestreadas.
Periquito Tricornudo Chinche Lygus Chicharritas	Sevin 80 Sevidan 70	1.5 kg 1.0 kg.	60 adultos por 100 redadas 75 adultos por 100 redadas 500 adultos por 100 redadas
Gusano Trozador	Sevin 80 Dipterex 80	1.5 kg. 1.5 kg.	Después de cada corte aplicar por las tardes cuando se encuentren 2 larvas por cada metro lineal.

MALEZAS

Se consideran a aquellas plantas invasoras o malas hierbas que se desarrollan de manera espontánea o propagadas por el hombre involuntariamente.

La lucha contra la malezas requiere de constancia ya que estas presentan una capacidad de adaptación y propagación extraordinaria.

Las principales son:

Malva, quelite, mostacilla, gramma y zacate buffel.

Solo se aplican herbicidas en áreas o manchones fuertemente infestados después del corte de la alfalfa, aplicando Paraquat a razón de 1.0 lt./ha.

MALEZAS COMUNES EN ALFALFA Y SU CONTROL

MALEZA	PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS POR HA.	EPOCA DE APLICACION
Gramíneas anuales y perennes	Poast	3.0 lt	Postemergente selectivo en cultivos de hoja ancha.
Maleza de Hoja Ancha y Angosta	Pivot	1.0 lt.	A los 40 días después de la siembra y/o después del corte hasta los rebrotes nuevos de la maleza.

ENFERMEDADES

Solo se presentan en terrenos mal nivelados por causa de excesos de humedad y las más comunes son provocadas por hongos tales como:

Peca de la hoja
Cenicilla o Mildiu
Chahuistle o Roya

EJEMPLO. Se requiere de visitas constantes al campo de cultivo, a fin de que los participantes puedan observar todas las características de la alfalfa, su sistema radicular y las condiciones del suelo.

FERTILIZACION

Se utilizarán fertilizantes líquidos compatibles químicamente para no formar precipitados y evitar taponamiento de la cintilla. Además se deberá considerar que a partir del segundo año no se hace necesario aplicar nitrogenados ya que la Alfalfa es una leguminosa que fija nitrógeno ambiental mediante la cepas de *Rizobium* inoculando la semilla, mediante los nódulos característicos de la raíz de este cultivo. Por tanto es conveniente aplicar solo fosforados de acuerdo a la fertilidad de los suelos, tomando como referencia los análisis físico-químicos de los mismos. Se recomienda Ácido fosfórico que suele dar buenos resultados.

EJERCICIO. El grupo de participantes deberá realizar con la supervisión del instructor la labores de preparación del terreno, así como la siembra al voleo.

SÍNTESIS

- La alfalfa es un cultivo de ciclo perenne, con un alto consumo de agua.
- Antes de sembrar hay que barbechar, dar una o dos pasadas de rastra y nivelar el terreno.
- Se siembra mecanizada o manualmente entre noviembre y enero.
- Por lo general requiere un riego de tres veces por semana.
- No padece muchas plagas ni enfermedades, pero hay que ser constante en la vigilancia para evitar daños mayores.
- Requiere fertilizantes líquidos y compatibles para evitar taponamientos en la cintilla.
- La alfalfa fija el nitrógeno al suelo.

TEMA II. FUENTE DE AGUA Y GASTO DISPONIBLE

OBJETIVO PARTICULAR.

Al finalizar el tema los participantes serán capaces de identificar las características de una fuente de agua aplicable al cultivo de la alfalfa.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es un cultivo con un alto consumo de agua, de ahí la importancia de contar con una buena fuente de agua. Hay ciertas características que debe cumplir esta fuente, es por ello que a continuación se revisarán.

FUENTE DE AGUA

Se hace necesario llevar a cabo una visita de campo para tomar datos destinados al diseño, como lo son:

- Fuente de agua
- Gasto disponible
- Datos de la fuente de abastecimiento
- Pozo y aforo
- Profundidad total del pozo
- Nivel estático
- Nivel dinámico
- Nivel de bombeo
- Tipo de energía y voltaje
- Transformador y estado del sistema eléctrico
- Tipo de bomba de extracción de agua

CALIDAD DEL AGUA CON FINES DE RIEGO (ANALISIS DEL AGUA)

Se tomará muestra de agua de la fuente disponible, la cual deberá de estar en el laboratorio en un plazo no mayor de 24 hrs. para su análisis físico-químico. De esta manera se determinará la salinidad del agua de riego mediante la Conductividad Eléctrica.

EJEMPLO. A partir de datos establecidos, el instructor explicará la mejor forma de aprovechar una fuente de agua.

EJERCICIO. Se harán visitas al campo de experimentación, con el propósito de recabar datos reales sobre la fuente de agua disponible, así como tomar muestras del agua para llevarlas al laboratorio.

TEMA III. SISTEMA DE RIEGO

OBJETIVO PARTICULAR.

Al finalizar el tema los participantes identificarán por sus características el sistema de riego por aspersión y el sistema de riego por goteo sub superficial, aplicando cada uno de ellos en la etapa del cultivo de alfalfa correspondiente.

INTRODUCCIÓN

Para obtener buenos resultados en el cultivo de alfalfa es conveniente identificar las características de los dos procedimientos de riego que es necesario combinar. El riego por aspersión que es el utilizado para establecer la plantación y el riego por goteo sub superficial, que es el que se usa para mantener la alfalfa durante todo su ciclo vegetativo.

Es necesario ser muy cuidadosos en el diseño y selección de materiales adecuados para el sistema de riego por goteo en alfalfa, calculado y manejado por profesionales técnicos. así como la selección de un emisor de acuerdo con las condiciones del clima, disponibilidad y calidad de agua, costo y duración de este emisor.

RIEGO

Para seleccionar y determinar un equipo de riego por goteo con una alta eficiencia de uniformidad en el riego y por ende una alta productividad, se deberán de llevar a cabo los siguientes estudios o consideraciones:

- Levantamiento topográfico con curvas de nivel
- Caracterización y análisis del suelo
- Localización de la fuente de abastecimiento de agua
- Situación legal de la fuente de abastecimiento (registro CNA)
- Volumen concesionado en el título de concesión (6 mm³/Ha/Año)

- Aforo para conocer el gasto disponible
- Análisis físico-químico para conocer la calidad de agua
- Estudio de clima y evapotranspiración
- Manejo del cultivo en la zona
- Infraestructura de caminos
- Tipo de energía y equipo de bombeo
- Evaluación de las condiciones actuales del equipo existente (bombeo y eléctrico)

Se deberá de considerar en el diseño hidráulico, un equipo de riego por Aspersión Portátil semi fijo para el establecimiento del cultivo de alfalfa, que deberá de estar en operación por lo menos durante los primeros 3 meses de iniciada la siembra con el objeto de que la alfalfa desarrolle un sistema radicular profundo capaz de aprovechar el agua del sistema de riego por goteo.

RIEGO POR ASPERSION

TUBERIAS DE PVC LINEA PRINCIPAL

Consiste en tubería de pvc clase 5 con anillo incluido, cuyo diámetro dependerá del gasto del pozo en lps y las dimensiones del terreno ya que a mayor gasto y distancia se ocuparan diámetros mayores en la conducción, esto se determinará mediante los cálculos hidráulicos correspondientes.

TUBERIAS DE PVC LINEA DISTRIBUIDORA O SUB-PRINCIPAL

Consiste en tubería de pvc clase 5 con anillo incluido, cuyo diámetro dependerá de el gasto y las secciones que operaran simultáneas y las dimensiones de estas ya que a mayor gasto por sección y distancia se ocuparán diferentes diámetros siendo estos menores a los de la tubería principal, esto se determinará mediante los cálculos hidráulicos correspondientes.

LINEA REGANTE DE ALUMINIO Y EMISORES (ASPERSOR)

Consiste en tubería de aluminio sistema de gancho completamente portátiles y superficiales, cuyo diámetro dependerá del gasto y las secciones que operaran simultáneas y las dimensiones de estas ya que a mayor gasto por sección y distancia, se ocuparán diferentes diámetros. Esto se determinará mediante los cálculos hidráulicos correspondientes.

EJEMPLO. El instructor deberá mostrar a los participantes, en vivo, los diferentes componentes del riego por aspersión.

EQUIPO DE BOMBEO

Consiste en el cálculo de la carga dinámica total de los sistemas de riego por goteo y aspersión, esto se determina mediante los cálculos hidráulicos correspondientes considerando la condición crítica del sistema de mayor demanda de presión y las características de gasto.

Esto con el fin de calcular el equipo de bombeo necesario para proporcionar la presión de operación adecuada para el sistema.

Se calcularán las láminas de riego de acuerdo con las características del diseño agronómico y con los cálculos de evapotranspiración, constantes de humedad y láminas de riego requeridas por el cultivo de acuerdo con su etapa fenológica y época del año. Con la finalidad de llevar a cabo la programación y calendarización de los riegos por aspersión necesarios para el establecimiento del cultivo de alfalfa.

EJERCICIO. Los participantes tendrán oportunidad de operar el equipo de riego por aspersión, en el campo sembrado de alfalfa.

SÍNTESIS

- Se requiere de dos sistemas de riego, uno por aspersión y otro por goteo.
- El riego por aspersión se usa para establecer el cultivo de la alfalfa (como tres meses a partir de la siembra)
- El riego por goteo se usa cuando ya el sistema radicular de la alfalfa creció lo suficiente.
- Es necesario establecer una calendarización fija para el riego por aspersión.

RIEGO DE MANTENIMIENTO (POR GOTEO SUB-SUPERFICIAL)

En el diseño hidráulico del equipo de riego por goteo que se utilizará para la aplicación del riego de mantenimiento, se deberá considerar el ciclo vegetativo perenne del cultivo de alfalfa, que va de 5 a 7 años.

El riego por goteo deberá estar en operación continua durante todo este tiempo, una vez que se establece el cultivo con riego por aspersión. Se trata de proporcionar la cantidad suficiente de agua y nutrientes para producir la

cantidad y calidad de alfalfa que se haya previsto. Se deberán considerar las especificaciones de los materiales y seleccionar la cintilla del calibre apropiado, que se sugiere sea del calibre 10 mil, así como un sistema de filtros de anillos de operación manual.

TUBERIAS DE PVC LINEA PRINCIPAL PARA GOTEO

Consiste en tubería de pvc clase 5 con anillo incluido, cuyo diámetro dependerá del gasto del pozo en lps y las dimensiones del terreno, ya que a mayor gasto y distancia, se ocuparan diámetros mayores en la conducción. Esto se determina mediante los cálculos hidráulicos correspondientes. Será la misma tubería que se ocupe para el riego de establecimiento (aspersión).

TUBERIAS DE PVC LINEA DISTRIBUIDORA O SUB-PRINCIPAL

Consiste en tubería de pvc de 50 PSI como mínimo con anillo incluido o campana para cementar. Estas características están disponibles de acuerdo con el diámetro de la tubería seleccionada. Este diámetro dependerá del gasto y las secciones que operarán simultáneas y las dimensiones de estas, ya que a mayor gasto por sección y distancia se ocuparán mayores diámetros, siendo estos menores a los de la tubería principal. Esto se determina mediante los cálculos hidráulicos correspondientes a cada posición de riego, tiempo de operación, etc. En esta tubería se colocan salidas por medio de mangueras que alimentan la cintilla que para este tipo de suelo y cultivo de alfalfa se recomienda a cada 80 cm. y a una profundidad no mayor de 30 cm.

SISTEMA DE DREN. SISTEMA Y LAVADO DE LA RED

Para mantener en óptimo funcionamiento la cinta de riego, es muy importante en el sistema de riego por goteo, utilizar lavados o purgas con ácido fosfórico, que además de proporcionar fósforo contribuye en el lavado de cintas evitando taponamientos de los emisores. También se puede adicionar ácido sulfúrico en dosis de 5 a 10 lts/ha. Esto se diluye en 100 lts. de agua y se aplica en forma lenta mediante el equipo de fertilización que se propone sea un ventury mazzei. La frecuencia de aplicación se recomienda sea mensual para obtener los mejores resultados, además de contribuir al lavado, es un excelente mejorador del suelo.

El purgado consiste en dejar libre la salida del agua en el dren final contemplado en el diseño hidráulico. Para llevar a cabo esta operación, que

elimina impurezas acumuladas en la cinta y removidas por los ácidos, debe mantenerse durante unos 10 minutos con suficiente presión.

TIPO Y CALIBRE DE CINTILLAS

En el riego por goteo la parte principal es el emisor, que se denomina cintilla o cinta de riego. Actualmente en el mercado existe una gran variedad de marcas, flujos, calibres y espaciamentos entre emisores por lo que se deberá seleccionar con especial cuidado.

CARACTERÍSTICAS DE LA CINTILLA SELECCIONADA PARA RIEGO POR GOTEO EN ALFALFA

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES
Calibre	10 mil o 250 micrones
Espaciamiento del emisor	30 a 40 cm.
Flujo o gasto del emisor	1 l p h por cada 100 mts.
Modelo de cinta propuesto	510- 12- 450 o bien 510-30-340
Tipo de gotero	insertado
Tipo de flujo	turbulento
Requerimiento de filtrado	130 mesh

TIPO DE FILTRADO

Es de vital importancia un adecuado sistema de filtrado ya que garantiza una óptima operación de los emisores de la cinta de riego, por lo que se deberá de dimensionar y seleccionar el tipo de filtros de acuerdo con la calidad físico química del agua. Para la mayoría de las regiones productoras de alfalfa se propone la utilización de filtros de anillos de 130 mesh, los cuales se colocarán en batería y el número de filtros lo determinará el gasto del pozo y la calidad del agua.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS FILTRANTES PARA RIEGO POR GOTEO EN ALFALFA

CARACTERÍSTICAS	ESPECIFICACIONES
Material del filtro	poliamida
Diámetro del elemento	3"
Flujo o gasto filtrado por unidad	8- 10 lps.
Pérdida de carga	3 – 5 psi
Anillos	poliamida en batería
Retrolavado	inverso manual
Calidad de filtrado	130 mesh

EQUIPO DE BOMBEO

La selección del equipo de bombeo se calculará de acuerdo con la carga dinámica total que se obtiene del diseño y cálculo hidráulico del sistema de riego por goteo. Con este dato de carga dinámica total (CDT) y el gasto total (Q) así como los datos técnicos del catálogo de la bomba en cuestión, la potencia o capacidad de la bomba en H.P. se determina como sigue:

$$\text{H.P.} = \frac{Q \times \text{CDT}}{\text{EF.} \times n}$$

En donde:

H.P.	Potencia en caballos de fuerza
Q	Gasto total del sistema en lps
CDT	Carga dinámica total
EF.	Eficiencia de operación de la bomba
n	Constante de funcionamiento para bombas centrífugas

RIEGO POR GOTEO OPERACIÓN, CONSERVACION Y CALENDARIZACION

Se recomienda que la operación de este sistema de riego, la realice siempre una misma persona, para mantener y lograr la uniformidad en la aplicación de agua y nutrientes. También es importante que esa persona conozca e interprete los instrumentos de medición requeridos para la aplicación del volumen de agua. Así como la aplicación de elementos químicos como fertilizantes, insecticidas, fungicidas, nematicidas y reguladores de crecimiento.

La operación del sistema de riego requiere de un conocimiento básico sobre los siguientes aspectos.

1. La cantidad óptima de nutrientes y la curva de demanda.
2. La concentración de un elemento en el suelo y la asimilación por la alfalfa.
3. La distribución y densidad de las raíces en el suelo, tipo de suelo y régimen de humedad.
4. La lectura de instrumentos de medición, manómetros, tensiómetros, de ph etc.

La conservación del sistema de riego se relaciona principalmente con el tipo de agroquímico utilizado, la concentración dentro del sistema, la presión en los

diferentes puntos de control y el mantenimiento de dispositivos y reponiendo aquellos que han sufrido un desgaste severo. El costo de mantenimiento en el sistema de riego por goteo es del 30% comparado con el costo del sistema de riego por aspersión portátil.

En cuanto al tipo de agroquímico utilizado, se puede mencionar que los fertilizantes de baja solubilidad provocan sedimentación en los goteros especialmente los fosforitos. Las sustancias químicas utilizadas deben ajustarse a ciertos requerimientos como el ser completamente solubles con el fin de no crear sedimentación y evitar la obstrucción de los goteros. Cuando se usa dos o más materiales se deberá verificar su compatibilidad química para evitar precipitados.

Para una correcta operación se deberá verificar las presiones en diferentes puntos de control, y limpiar filtros antes de cada operación de riego para garantizar mayor presión y uniformidad en el riego, ya que si las aguas están sucias, los filtros se obstruyen con facilidad y se requiere hacer limpieza con mayor frecuencia. Es importante controlar la presión durante toda la operación, ya que esta puede bajar por obstrucción y la aplicación deseada pierde eficiencia y uniformidad, por lo que deben ser supervisados los diferenciales de presión.

EQUIPO DE INYECCION DE FERTILIZANTES

Para la aplicación de elementos químicos se instalará un dispositivo fertilizador con el principio de Ventury, que es un mecanismo que funciona por diferencial de presión creando un vacío que succiona e inyecta la sustancias químicas líquidas al flujo principal del riego por goteo.

Su instalación se lleva a cabo en el manifold de filtrado y deberá contar con tanques exclusivos de mezclado y filtrado, regulados mediante válvulas de pvc y mangueras de plástico.

Su operación será por diferencial de presión con la proporcionada por la fuente de agua o equipo de rebombeo, también se puede utilizar un equipo de bombeo adicional pequeño que proporcione la presión suficiente para la inyección de elementos químicos.

EJEMPLO. El instructor deberá mostrar al grupo en vivo, todos los componentes del sistema de riego por goteo.

APARATOS DE MEDICION DE HUMEDAD EN EL SUELO (TENSÍOMETROS)

Para la correcta aplicación de la cantidad de agua en el cultivo de alfalfa mediante el sistema de riego por goteo, se hace necesaria la utilización de instrumentos especializados de medición como son los tensiómetros que marcan la fuerza con la que está retenida la humedad en el suelo. Los tensiómetros, que marcan una lectura determinada en BARS, se deberán colocar a dos profundidades diferentes, por el tipo de sistema radicular de la alfalfa y la profundidad de la misma.

Las profundidades mas recomendables son a 30 cm. y a 60 cm. Su monitoreo deberá ser permanente.

Adicionalmente es conveniente apoyarse en otros instrumentos para otras mediciones importantes, como los CARDYS para analizar contenidos de N, P, K , P.H. de las soluciones en el suelo, y extracto de pecíolo entre otros. Y mediante tablas de los niveles de estos elementos para el cultivo de alfalfa, se toman las diferentes recomendaciones de aplicación de nutrientes.

EJERCICIO. En prácticas de campo los participantes operarán el sistema por goteo, haciendo purgas, aplicando fertilizantes y plaguicidas y controlando la humedad.

SÍNTESIS

- El riego por goteo se debe mantener durante los 5 ó 7 años del ciclo vegetativo de la alfalfa.
- Mediante el riego por goteo se proporciona a la planta el agua y los nutrientes que necesita.
- Es necesario el purgado periódico para evitar taponamientos a la cintilla.
- Es necesario conocer las características de la cintilla para seleccionarla bien.
- Es conveniente mantener la uniformidad en el riego, por lo que se recomienda que sea la misma persona, bien capacitada quien lo realice.
- Se debe incorporar al flujo principal del riego una solución de químicos fertilizantes.
- Es importante controlar la humedad en el suelo mediante los tensiómetros.

TEMA IV. COSECHA Y EMPAQUE

OBJETIVO PARTICULAR.

Al término del tema los participantes aplicarán todas las recomendaciones correspondientes en el levantamiento de la cosecha de alfalfa, a fin de obtener los rendimientos previstos.

INTRODUCCIÓN

Las labores de cosecha son muy importantes para el rendimiento final de la alfalfa, ya que por una parte hay que cuidar que no se dañe el sistema de riego por goteo, es decir, que la maquinaria no cause daños a las cintillas, y por otra parte el producto debe estar seco para odre empacarlo, de ahí que se deba tener una serie de cuidados en esta etapa.

COSECHA

Para una mejor cosecha hay que considerar lo siguiente:

- El sistema de riego por goteo no limita la cosecha mecanizada, facilitando los cortes al no haber bordos para el manejo de agua que dificulten la operación de la maquinaria.
- Es conveniente llevar a cabo el corte y demás paso de maquinaria cuando no haya demasiada humedad para evitar que se afecte la cinta de riego por el apisonamiento que ocasiona el paso de la maquinaria.
- Después del uso de una maquina cortadora, la alfalfa se deberá dejar deshidratar al sol debiendo darle una o varias vueltas con rastrillos mecánicos para su posterior empaque.
- El numero de cortes para el primer año es de 11 con un rendimiento promedio anual de 40 ton de materia seca por hectárea.
- En los siguientes ciclos se podrán obtener hasta 12 cortes por año con un redimiendo promedio de hasta 45 ton/ha.
- El empaque se realiza con maquinaria especial para forrajes en donde queda compactada y amarrada en pacas de un promedio de 35 kg. lista para su comercialización o almacenaje.

EJEMPLO. Los participantes deberán tener oportunidad de observar cómo se corta, se revuelve al secarse y se empaqa la alfalfa.

MAQUINARIA PARA CORTE Y EMPAQUE

1. Tractor agrícola
2. Segadora de cuchillas o cortadora
3. Rastrillos
4. Empacadora de hilo o alambre
5. Traila o remolque

COSTOS POR HECTÁREA

CONCEPTO	RIEGO POR GOTEO	COSTO/HA \$	RIEGO TRADICIONAL	COSTO/HA \$
equipo de riego*		28,000.00		0.00
prep. terreno		1,000.00		1,000.00
semilla y siembra		3,000.00		3,000.00
fertilización		1,600.00		1,600.00
riego y drenaje		6,000.00		9,000.00
plagas y enfermedades		500.00		500.00
cosecha	12 cortes al año	8,000.00	10 cortes al año	5,500.00
costos directos		48,100.00		20,600.00
costos indirectos		4,810.00		2,600.00
costos de establecimiento		52,910.00		23,200.00
costos de mantenimiento a partir 2do año		20,000.00		24,000.00

* incluye diseño, adquisición e instalación de todos los componentes del sistema y zanjas.

ANÁLISIS ECONOMICO DEL PAQUETE TECNOLÓGICO DE ALFALFA CON RIEGO POR GOTEO

ETAPA	COSTO/HA	REND TON/HA	PRECIO TON/MS	VALOR PROD \$	UTILIDAD \$	RELACION B/C
Establecimiento el 1er. año	52,910.00	40.00	1,350.00	54,000.00	1,010.00	1.02
Manejo del 2º. al 6º. años	20,000.00	45.00	1,350.00	60,750.00	40,750.00	3.03

EJERCICIO. Los participantes harán el ejercicio de calcular el rendimiento de un terreno de dos hectáreas, sembrado de alfalfa, cultivada con sistema de riego por goteo, estimando una producción de 43 ton/ha.

SÍNTESIS

- La alfalfa se puede cosechar mediante maquinaria, cuando no haya demasiada humedad.
- Después de cortarla y antes de empacarla, la alfalfa se debe deshidratar al sol.
- En el primer año se logran 11 cortes y 12 en los años siguientes.
- La alfalfa se compacta y amarra en pacas de aproximadamente 35 kg de producto seco, para su comercialización o almacenaje.

CONCLUSIONES DEL CURSO

- La producción de alfalfa mediante riego por goteo es **2.3 veces mayor a la producción promedio obtenida con sistema de riego rodado.**
- Se obtienen hasta 3.5 ton/ha por corte.
- Ahorro del agua de riego hasta un 30% comparado con riego rodado.
- Ahorro de mano de obra.
- Mayor calidad del producto.
- Mayor rentabilidad del sistema producto.

BIBLIOGRAFÍA

Abc. Agro. Com. 2002. Agroinformación. El cultivo de la alfalfa. <http://www.abc.agro.com>.

AgriBio Tech. México 2002. La producción de alfalfa durante la vida del cultivo. <http://www.agribiotech.com>.

Clark G., C. D. Stanley, A G. Smajstria y F. S. Zazueta. 1995. El uso de la plasticultura para la producción intensiva de cultivos hortícolas. USA. 5-23 pp.

Crespo P., G. y F. Hernández, S. 1993. Requerimiento y calendario de riego con fines de planeación, programas de cómputo. Diplomado ingeniería de riego. C. P. IMTA. CNA. Montecillo, Edo, de México. 40 pp.

Díaz S. H. 1992. Praderas de riego en el norte de México. Memorias. Seminario sobre bovino de carne. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México. pp. 81-83.

Flores M. J. A. 1981. Bromatología animal. 2ª. Edición. LIMUSA. México. 930 pp.

Godoy, A. C. 2002. El riego por goteo superficial permite ahorrar agua en la alfalfa. AGRORED No. 23 año III. 18 pp.

Hochmuth G. J. 1995. Manejo de fertilizantes con riego por goteo para hortalizas. El uso de la plasticultura para la producción intensiva de cultivos hortícolas. USA. pp 17-33.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 1985. Diagrama de las principales especies vegetales con las cuales se efectúan investigaciones agrícolas en México. SARH – INIA. México, 86 pp.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1997. Tecnologías llave en mano. SAGAR – INIFAP. México. Tomo II. pp 178 – 181.

Johnston A. M. 2000. Manejo del fósforo y el potasio en cultivos forrajeros. Informaciones agronómicas. INPOFOS. Vol IV. No. 3. Qro., México. pp 13-14.

- Martínez, H. J. 1993. Fertirrigación y quimigación. Diplomado Ingeniería de riego. C. P. IMTA. CNA. Montecillo, Edo. de México. pp 2-4.
- Mendoza, M. S., A. Riodríguez C. y E. Romero F. 1994. Operación de sistemas de riego por goteo. Riego por goteo y su automatización. INIFAP-CENID- RASPA. Gómez Palacio, Dgo. 95 pp.
- Meza C. J. A. 2001. Guía para el establecimiento de alfalfa con riego por goteo en el Valle de Santo Domingo. Folleto para productores No. 13. INIFAP. CIRNO. Campo Experimental Valle de Santo Domingo. Cd. Constitución, B.C.S. 16 pp.
- Pozo, M. del. 1983. La alfalfa su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. #a. Edición. México.
- Romero F. 1994. Prevención y combate de problemas por obstrucción de goteros. Riego por goteo y su automatización. INIFAP. CENID RASPA. Gómez Palacio, Dgo. 95 pp.
- Russell J. S. y H. R. Webb. 1987. Rangos climáticos de gramíneas y leguminosas usadas en las praderas. Traducción A. Jiménez M. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 21 pp.
- Sánchez R. R. 1981. producción de granos y forrajes. Ed. LIMUSA, México. 592 pp.
- Soroa P. J. de. 1968. Diccionario de Agricultura. Labor. Barcelona. España. 1008 pp.
- Torres B. C. 1996. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Memoria de curso. FIRA-Fertilizantes Tepeyac. Constitución, B.C.S. México. 121 pp.
- Tucuman.com.1998. Equipos de riego con cintas de riego por goteo. Irrigación. <http://www.tucuman.com/produccion>. 3pp
- United States Department of Agriculture (USDA). 1997. National Range and Pasture Handbook. USDA-NRCS. USA. 472 pp.
- United States Department of Agriculture (USDA).1998. Soil Quality test kit guide. USDA-ARS-NRCS- Soil Quality Institute. USA. 82 pp.

Zapata, M. A. Et al. 1995. Producción y calidad del forraje de diferentes variedades de alfalfa de la zona central de Sonora. Memoria Técnica No. 9. Centro de Investigaciones Pecuarias. Hermosillo, Son. 7 pp.