

RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL PARA EFICIENCIAR LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA DE ALFALFA EN CLIMA TEMPLADO ÁRIDO

USO EFICIENTE DEL AGUA, PRODUCTIVIDAD DEL AGUA, MATERIA SECA

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. Consiste en el manejo e instalación de un sistema de riego con cinta subsuperficial, es decir enterrada a 20-30 cm de profundidad para suelos poco desarrollados y con separación de líneas regantes de 80-60 cm para suelos pesados, 60-40 cm para suelos medios y menor de 40 cm para suelos ligeros, con una separación de emisores de 20 cm y cintilla calibres mayores a 8 mil con un gasto de 1 LPH; Recuperando con el riego únicamente el 80% de la demanda atmosférica (80% de la evapotranspiración potencial), con el objetivo de incrementar la eficiencia en el uso de agua y obtener un buen rendimiento de materia seca y proteína cruda por metro cubico de agua utilizado, es decir mayor eficiencia en el uso de agua.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD ATENDIDO. Del 2007 al 207 en Zacatecas se sembró en promedio 253 hectáreas de alfalfa por año, obteniendo una producción anual alrededor de 23 mil toneladas. Por ser un cultivo perenne su producción se lleva a cabo bajo condiciones de riego. Al cultivo se le aplican 15, 000 m³ ha⁻¹ de agua de riego. Zacatecas presenta un abatimiento de los acuíferos de 1.18 m por año provocando un desequilibrio en la recarga. A pesar que esta leguminosa produce un forraje de excelente calidad como fuente de proteína cruda, muestra eficiencias en el uso de agua muy bajas comparadas con otras especies forrajeras. Se reportan valores de productividad de 1.0 hasta 2.9 kg m⁻³.

3. RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS PRODUCTORES AL UTILIZAR LA TECNOLOGÍA. Durante el periodo de julio a septiembre se llevó a cabo un programa de riego en una parcela de seis hectáreas de alfalfa con riego por cintilla, localizada en el municipio de Jerez, Zacatecas, propiedad del C. Adán Villagrán Martínez. La parcela se separó en dos lotes (tres hectáreas por lote) para manejar las técnicas de riego; 1) convencional, de acuerdo al conocimiento del productor, aplica dos riegos por corte. 2) Eficiente, tecnología propuesta que consta de aplicar el 80% de la evapotranspiración y el suministro es cada tercer día. En el riego convencional la producción de MS fue de 6.8 t ha⁻¹ con un contenido de proteína del 17.2%, logrando 1.16 t PC ha⁻¹, esto se logró con una lámina aplicada de 31.4 cm. Mientras que la producción de MS con el riego eficiente fue de 7.19 t ha⁻¹, y una proteína de 17%, en

total 1.22 t PC ha⁻¹ con una lámina aplicada de 19.6 cm. Con lo anterior se demuestra que se pueden lograr rendimientos similares de forraje seco y kilogramos de proteína cruda, al menos en un corte, sin embargo, se logra reducir hasta un 38% de lámina de riego con la tecnología generada, logrando obtener 62.3 kg PC cm de agua aplicado (tecnología convencional 37.2 kg PC cm).

4. APOYOS RECIBIDOS POR LOS PRODUCTORES PARA PROMOVER SU ADOPCIÓN. No aplica.

5. SOPORTE DOCUMENTAL DE LA ADOPCIÓN. Esta es una tecnología de proceso. El usuario de la tecnología fue el C. Adán Villagrán Martínez, productor del municipio de Jerez, Zacatecas. Con la información generada durante el proceso de adopción (validación y transferencia), también se capacitó a los técnicos y extensionistas del plantel del CBTA No 88.

6. VINCULACIÓN ACTUAL Y REQUERIDA. Sería la iniciativa privada, aquellas compañías que se dedican a la instalación de sistemas de riego o venta de cintilla y semilla de alfalfa.

7. APLICACIÓN POTENCIAL A PROGRAMAS DE DESARROLLO. Tecnificación de riego en Zacatecas, programas de gobierno estatal, con la finalidad de apoyar con insumos a las tecnologías del uso eficiente del recurso agua.

Mayor información

M.C. Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez

Ing. Manuel Reveles Hernández

Dr. Miguel Servín Palestina

Campo Experimental Zacatecas

Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo

C.P 98500, Calera, Zacatecas.

Tel: 55-38-71-87-00 ext 82328

Fuente financiera: INIFAP

sanchez.ricardo@inifap.gob.mx



Parcela de alfalfa con cintilla enterrada utilizando riego eficiente

RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL PARA EFICIENTAR LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA DE ALFALFA EN CLIMA TEMPLADO ÁRIDO

USO EFICIENTE DEL AGUA, PRODUCTIVIDAD DE AGUA, MATERIA SECA

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. Consiste en el majeo e instalación de un sistema de riego con cinta de subsuperficial, es decir enterrada a 20-30 cm de profundidad para suelos poco desarrollados y con separación de líneas regantes de 80-60 cm para suelos pesados, 60-40 cm para suelos medios y menor de 40 cm para suelos ligeros, con una separación de emisores de 20 cm y cintilla calibres mayores a 8 mil con un gasto de 1 LPH; Recuperando con el riego únicamente el 80% de la demanda atmosférica (80% de la Evapotranspiración potencial), con el objetivo de incrementar la eficiencia en el uso de agua y obtener un buen rendimiento de materia seca y proteína cruda por metro cubico de agua utilizado, es decir mayor eficiencia en el uso de agua que se verá reflejada en el incremento de la calidad forrajera ofrecida al ganado.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A RESOLVER. La alfalfa por ser un cultivo perenne, su producción se lleva a cabo bajo condiciones de riego. Al cultivo se le aplican 15, 000 m³ ha de agua de riego. Lo que representa una fuerte presión en los recursos hídricos que cada vez son más escasos y costosos, Zacatecas presenta un abatimiento de los acuíferos a una tasa de 1.18 m por año provocando un desequilibrio en la recarga. Esta leguminosa produce un forraje de excelente calidad como fuente de proteína cruda, además muestra eficiencias en el uso de agua muy bajas comparadas con otras especies forrajeras. Se reportan valores de productividad con valores de 1.0 hasta 2.9 kg m⁻³ (kilogramos de materia seca por metro cubico de agua de riego aplicada). Pero tanto el volumen como la calidad de forraje producido, son determinantes para la selección de la variedad que se quiere sembrar, sin dejar a un lado la capacidad de adaptación en los climas presentes en la región.

3. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA. Se llevaron a cabo dos acciones sustantivas. El primero fue la capacitación a técnicos para el manejo de riego por cintilla a través del programa de riego recomendado por el CEZAC y que se encuentra, en la página: <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/aplicaciones.php>. La segunda acción fue llevar el manejo de riego con cintilla enterrada en parcelas ya establecidas de productores. Las parcelas se localizan en los distritos de riego (DDR) de Guadalupe y Fresnillo, específicamente, Enrique Estrada (1.5 ha) y Rio Florido (4 ha), respectivamente. En esta última parcela sirvió como referencia para llevar a cabo la toma de datos ya que se encuentran establecidas dos variedades de alfalfa, Cuf-101 (variedad testigo) y Júpiter (variedad recomendada en la tecnología).

4. SOPORTE TÉCNICO DE LA TRANSFERENCIA. En el mes de julio se llevó un curso de capacitación "Manejo de aplicación de programa de riego y técnicas para el establecimiento de alfalfa con cintilla", los documentos comprobatorios se pueden encontrar en el SIGI con el número 010201190500136720. En octubre se realizó un evento de difusión "tecnología de producción de alfalfa manejada con cintilla enterrada" los documentos comprobatorios se pueden encontrar en el SIGI con el número

010201190500137089. En noviembre se realizó un evento demostrativo "Manejo de cultivos forrajeros de riego con cintilla, conservación y utilización de ensilado en borregos", los documentos comprobatorios se pueden encontrar en el SIGI con el número 010201190500137089. Con la información obtenida de la validación se presentaron dos publicaciones técnicas en congreso, los documentos se encuentran en el SIGI con número 010105190500140374 y 010105190500140422.

5. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA TRANSFERENCIA.

El promedio de la lámina de riego de dos cortes durante junio y julio en Rio Florido, Fresnillo, aplicando el 90% de la demanda atmosférica fue de 150.2 mm. Con lo anterior se obtuvo un rendimiento medio de materia seca (MS) para la variedad Cuf 101 de 4.4 ton/ha con un 18.4% de contenido de proteína cruda (PC) y para la variedad Júpiter el rendimiento fue de 5.5 ton/ha de MS con un 19.5% de PC. Por lo tanto, los kilogramos de proteína cruda obtenida con Cuf 101 fueron de 806 Kg de PC/ha y para Júpiter 1062 Kg de PC/ha. Con la tecnología a transferir (riego con cintilla enterrada y variedad Júpiter) se logró una mayor eficiencia en el uso del agua 3.63 kg de MS/m³, comparado con 2.9 kg de MS/m³ que se obtuvo con la tecnología testigo (riego con cintilla enterrada y variedad CUF 101). La eficiencia del agua en la proteína cruda (EPC) de la variedad Júpiter fue de 1.1 Kg PC/m³, mientras que para Cuf 101 fue de 0.8 Kg de PC/m³.

6. AGENTES DE CAMBIO ATENDIDOS. Se capacitaron a cinco agentes de cambio con actividades relacionadas a la producción sustentable de forrajes de riego, los documentos se encuentran en el SIGI con número 010205190500140072.

7. SOPORTE DOCUMENTAL. El documento que dio origen a ésta tecnología se encuentra disponible en la página web de la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias titulada; "Eficiencia en el uso del agua de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) con sistema de riego subsuperficial" 2017;8(4):429-435.

8. VINCULACIÓN ACTUAL Y REQUERIDA. La vinculación necesaria para lograr la transferencia de esta tecnología es continuar colaborando con el Ing. José Carlos Luna Salas de la Brigada de Educación para el Desarrollo Rural número 46, con domicilio en Rio Florido, Fresnillo, Zacatecas. El Ing. Carlos fortaleció alianzas con productores de alfalfa que fueron capacitados, logrando la obtención de apoyos de gobierno estatal para el uso de ésta tecnología en más de 40 has.

Mayor información

M.C. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez

Ing. Manuel Reveles Hernández

M.C. Miguel Servín Palestina

Campo Experimental Zacatecas

Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo.

Apartado Postal: 18. CP 98500 Calera, Zac.

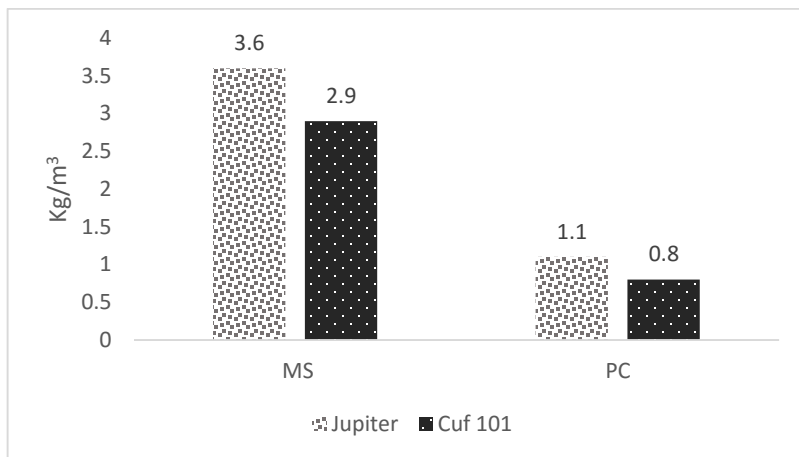
Tel: 01 800 088 22 22 ext: 82301

sanchez.ricardo@inifap.gob.mx

Tecnología transferida en 2019 y reportada en diciembre



Ventajas comparativas de los datos de transferencia



Tecnología transferida (Riego con cintilla y variedad Júpiter)
 Lamina: 150.2 mm
 Forraje seco: 5.5 ton ha
 PC: 19.5%
 Kg de PC: 1062
 EUA MS: 3.63 kg/m³
 EPC: 1.1 kg PC m⁻³

Testigo (Riego con cintilla y variedad Cuf 101)
 Lamina: 150.2 mm
 Forraje seco: 4.4 ton ha
 PC: 18.4%
 Kg PC: 806
 EUA MS: 2.9 kg/m³
 EPC: 0.8 kg PC m³



RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL PARA EFICIENCIAR LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA DE ALFALFA EN CLIMA TEMPLADO ÁRIDO

USO EFICIENTE DEL AGUA, PRODUCTIVIDAD DE AGUA, MATERIA

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. Consiste en el manejo e instalación de un sistema de riego con cinta del tipo subsuperficial, es decir, enterrada de 20 a 30 cm de profundidad. Para suelos poco desarrollados la separación de líneas regantes es de 60 a 80 cm, para suelos pesados de 40 a 60 cm y para suelos ligeros a 40 cm. La separación de emisores debe ser a 20 cm, de cintilla calibres mayores a 8 mil con un gasto de 1 LPH. El riego es únicamente el 80% de la demanda atmosférica (80% de la Evapotranspiración potencial) con ello se incrementa la eficiencia en el uso de agua, obteniendo un buen rendimiento de materia seca y proteína cruda por metro cubico de agua utilizado, es decir mayor eficiencia en el uso de agua que se verá reflejada en el incremento de la calidad forrajera ofrecida al ganado. Las variedades a utilizar serían Júpiter, Gigante ó Excelente.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A RESOLVER. La alfalfa es uno de los cultivos caracterizados por tener baja productividad del agua (kg MS m⁻³ de agua de riego aplicada) comparado con otros cultivos forrajeros como el maíz y sorgo. En Zacatecas existe una presión alta del recurso hídrico, y se ha reportado una tasa de abatimiento anual en los acuíferos de 1.18 m; de no tener cuidado en el manejo de este recurso, pondría en peligro la seguridad alimentaria del país. Por lo anterior, es necesario implementar el uso de tecnologías de riego con mayor eficiencia, como por ejemplo el riego por goteo subsuperficial que ha logrado incrementar hasta en un 50% la eficiencia en el uso de agua comparado con el riego tradicional (gravedad). Es necesario confirmar que los componentes tecnológicos recomendados por el INIFAP mejoren los manejos tradicionales y sobre todo que se adapten a diferentes ambientes.

3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA VALIDACIÓN. El promedio de la lámina de riego por corte (tres) cubriendo alrededor del 80% (111.5 mm) de humedad en suelo no afectó la cantidad y calidad de forraje en comparación con el 100% (161.5 mm) de humedad en suelo, la eficiencia de agua en la proteína cruda (EPC) fue 0.90 y 0.83 kg PC m⁻³, respectivamente. Los rendimientos fueron 4.5 y 4.7 ton MS ha, y en proteína cruda (PC) fue 19.5 y 20.5 % respectivamente. La tecnología validada obtuvo mayor en la productividad con respecto a la materia seca (PA) con un 9%. También, con la tecnología validada se logró disminuir 5.4 horas de riego, lo que redujo los costos de producción por costo de riego por corte de \$436.9 a \$301.7. En la validación de variedades recomendadas, en el primer corte las variedades Gigante y Júpiter superaron al testigo Cuf 101, los rendimientos fueron 7 323, 6 465 y 6 405 kg Ms ha.

4. RECOMENDACIÓN PARA SU USO. Para medir el nivel de humedad y programar los riegos es necesario establecer en la parcela un sensor o dispositivo que mida la tensión de agua en el suelo. Dependiendo de la cantidad de agua requerida por el cultivo se recomienda aplicar los riegos cada tercer día con tiempos de dos a tres horas, siempre y cuando se tome en cuenta la precipitación, ya que en caso de que la lluvia

cubra los requerimientos hídricos, los riegos se suspenden. Aplicar ácido fosfórico (40 l/ha) y 20 kg de nitrógeno cada 2 o 3 riegos para evitar obstrucciones en los goteros y aportación de fertilizante al cultivo. Sembrar la variedad júpiter o gigante bajo ésta tecnología.

5. INFORMACIÓN DE LA VALIDACIÓN. La validación de los niveles de humedad en el suelo (100 y 80 %) se llevó a cabo en el INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Para ello se acondicionó una parcela que se sembró en el año 2015 con cintilla subsuperficial y la variedad Cuf 101. Los datos se levantaron de junio a septiembre. La validación de variedades se llevó a cabo en los terrenos del CBTA 306 en Rio Florido, Zacatecas. Se obtuvo información de un solo corte ya que la siembra se realizó en el mes de mayo del 2018. El colaborador fue Juan José Sánchez Sánchez, brigadista de desarrollo rural de Rio Florido adscrito al CBTA 306.

6. SOPORTE TÉCNICO DE LA VALIDACIÓN. Durante el proceso de validación se obtuvo una desplegable titulada "Sistema de riego por goteo subsuperficial en alfalfa" y se realizó un curso-demostración en los terrenos del CBTA 306 titulado: "Riego por goteo subsuperficial para eficientar la producción de proteína cruda de alfalfa". El evento se reportó en el SIGI con número 010201190500123052.

7. ÁMBITO DE APLICACIÓN. Para climas árido templado del estado de Zacatecas con problemas de escasas de agua.

8. USUARIOS POTENCIALES. Propietarios de las 13,500 has dedicadas a la siembra de alfalfa en Zacatecas.

9. COSTO ESTIMADO. En los costos de aplicación para la tecnología testigo (100 % humedad) y validada (80 % de humedad) solamente varían los costos de aplicación de riego por concepto de gasto de energía eléctrica, ya que por corte es alrededor de \$436 para el testigo, mientras que para la tecnología validada es \$301 (se tomó como referencia 24 horas de pozo encendido a un costo de \$600)

10. SOPORTE DOCUMENTAL. La tecnología se encuentra disponible en el artículo científico "Eficiencia en el uso del agua de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) con sistema de riego subsuperficial" Rev Mex Cienc Pecu 2017;8(4):429-435.

Mayor información:

M.C. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez

Ing. Manuel Reveles Hernández

M.C. Miguel Servín Palestina

Campo Experimental Zacatecas

Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo.

Apartado Postal: 18. CP 98500 Calera, Zac.

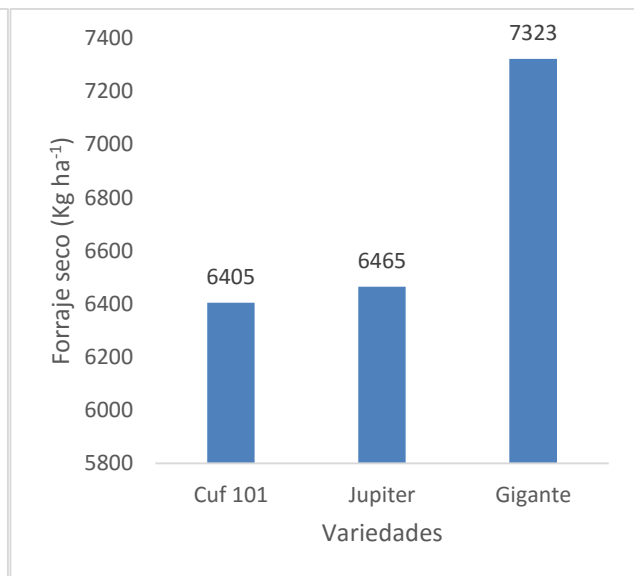
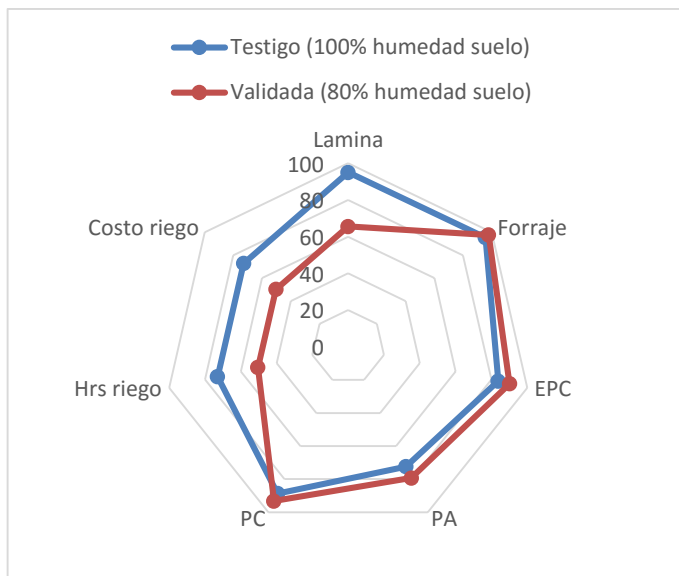
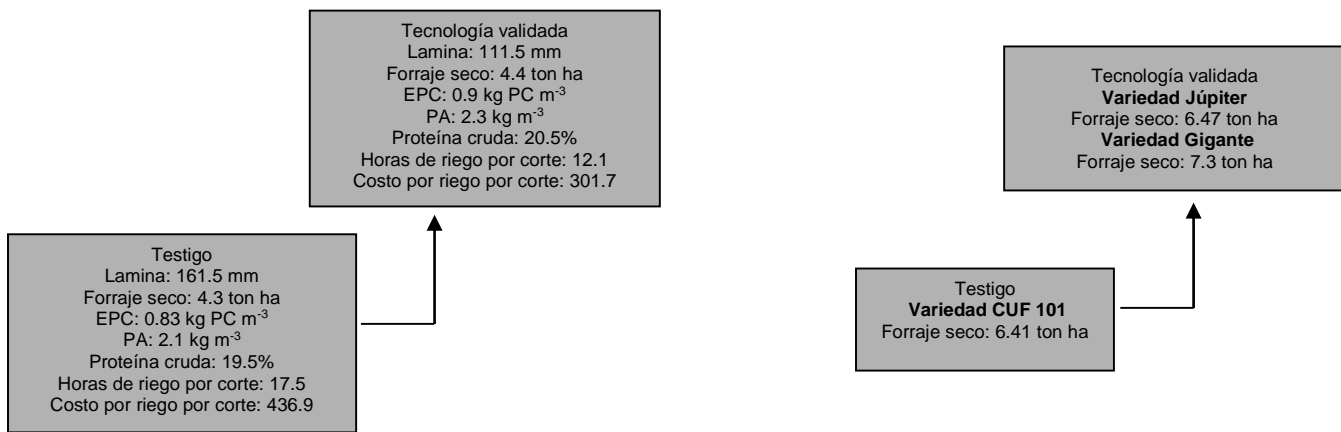
Tel: 01 800 088 22 22 ext: 82301

sanchez.ricardo@inifap.gob.mx

Fuente Financiera: Fondos Fiscales INIFAP



Ventajas comparativas de los datos de validación



RIEGO POR GOTEO SUBSUPERFICIAL PARA EFICIENCIAR LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA DE ALFALFA EN CLIMA TEMPLADO ÁRIDO

USO EFICIENTE DEL AGUA, PRODUCTIVIDAD DE AGUA, MATERIA SECA

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA.

Consiste en el majeo e instalación de un sistema de riego con cinta de subsuperficial, es decir enterrada a 20-30 cm de profundidad para suelos poco desarrollados y con separación de líneas regantes de 80-60 cm para suelos pesados, 60-40 cm para suelos medios y menor de 40 cm para suelos ligeros, con una separación de emisores de 20 cm y cintilla calibres mayores a 8 mil con un gasto de 1 LPH; Recuperando con el riego únicamente el 80% de la demandan atmosférica (80% de la Evapotranspiración potencial), con el objetivo de incrementar la eficiencia en el uso de agua y obtener un buen rendimiento de materia seca y proteína cruda por metro cubico de agua utilizado, es decir mayo eficiencia en el uso de agua que se verá reflejada en el incremento de la calidad forrajera ofrecida al ganado.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A ATENDER.

En los últimos 10 años se sembró un promedio de 253 ha por año y obtuvo una producción mayor de 23 mil toneladas por año. Por ser un cultivo perenne su producción se lleva a cabo bajo condiciones de riego. Al cultivo se le aplican 15, 000 m³ ha de agua de riego. Lo que representa una fuerte presión en los recursos hídricos que cada vez son más escasos y costosos por citar un ejemplo Zacatecas presenta abatimiento de los acuíferos a una tasa de 1.18 m por año provocando un desequilibrio en la recarga. A pesar que esta leguminosa produce un forraje de excelente calidad como fuente de proteína cruda, la cual, muestra eficiencias en el uso de agua muy bajas comparadas con otras especies forrajeras. Se reportan valores de productividad con valores de 1.0 hasta 2.9 kg m⁻³ (kilogramos de materia seca por metro cubico de agua de riego aplicada). Pero tanto el volumen como la calidad de forraje producido son determinantes para la selección de la variedad que se quiere sembrar, sin dejar a un

lado la capacidad de adaptación en los climas presentes en la región.

3. BENEFICIOS ESPERADOS. Se incrementa la producción de materia seca en un 9.3% disminuyendo hasta un 44% el agua de riego y pasar de una productividad de agua de riego de 1.3 a 2.4 kg de materia seca por metro cubico y de 0.26 a 0.53 kg de proteína cruda por metro cubico de agua utilizado.

4. ÁMBITO DE APLICACIÓN. Para climas árido templado del estado de Zacatecas con problemas de escasas de agua.

5. USUARIOS POTENCIALES. Productores y ganaderos que produzcan forraje alta calidad para engorda de ganado y producción de leche.

6. COSTO ESTIMADO. El costo estimado por hectárea, Semilla y siembra: \$8,500.00, Sistema de riego \$ 25,000.00. Manejo \$2, 920.00 por año. Agua de riego: \$6.678 pesos. Para segundo hasta quinto año, solo manejo y agua.

7. SOPORTE DOCUMENTAL. La tecnología se encuentra disponible en informes de investigación del Campo Experimental de Zacatecas, memorias de trabajos en congresos, en el artículo científico "Eficiencia en el uso del agua de variedades de alfalfa (Medicago sativa L.) con sistema de riego subsuperficial" Rev Mex Cienc Pecu 2017;8(4):429-435.

8. PROPIEDAD INTELECTUAL. No aplica

Mayor información:

¹M.C. Miguel Servín Palestina

¹M.C. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez

¹Campo Experimental Zacatecas

Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo.

Apartado Postal: 18

C.P. y Ciudad: 98500 Calera, Zac.

Tel: 01 800 088 22 22 ext: 82313, 82328

*servin.miguel@inifap.gob.mx; www.inifap.gob.mx

²Universidad Autónoma de Zacatecas (Francisco García Salinas) Posgrado en Ciencias de la Ingeniería Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica

Fuente financiera: Fondos Fiscales INIFAP.

Láminas de riego para 4 cortes con la tecnología generada (RGS) vs tecnología existente (Inundación)

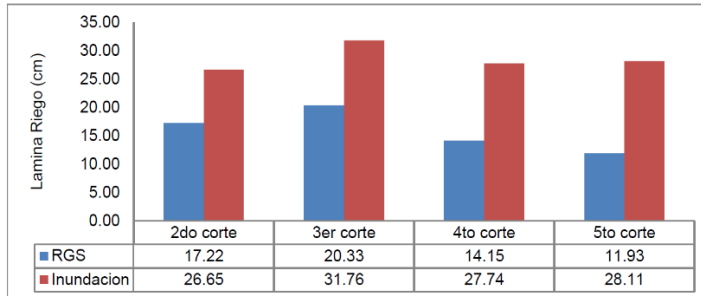


Figura 1.- Láminas de riego aplicadas por corte

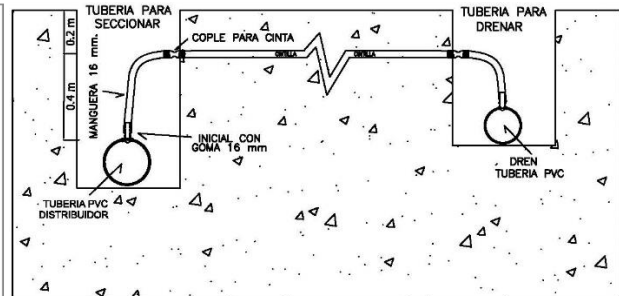


Figura 2.- Diagrama de instalación de cinta sub-superficial

DESGLOSE COMPARATIVO

Comparación de la tecnología nueva con las existentes

Incremento en la productividad de agua al transformar materia seca y proteína cruda, representada en kilogramos por metro cubico

Tecnología generada:
Datos por corte:
Materia Seca: 3.8 t ha⁻¹
Lamina de riego: 15.9 cm
Productividad: 2.4 kg m⁻³
Proteína cruda: 0.53 kg m⁻³

Tecnología Existente
Datos por corte:
Materia Seca: 3.5 t ha⁻¹
Lamina de riego: 28.6 cm
Productividad: 1.3 kg m⁻³
Proteína cruda: 0.26 kg m⁻³

