



INFORME TRABAJO DE GRADO

PASANTIA

Convenio Universidad nacional abierta y a distancia UNAD-Servicios agromecánicas del
Valle SOCAS DEL VALLE

Dany Valencia Bedoya

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)
Agronomía
Palmira Valle del Cauca
2019



INFORME TRABAJO DE GRADO PASANTIA

Convenio Universidad nacional abierta y a distancia UNAD-Servicios agromecánicas del
Valle SOCAS DEL VALLE.

Dany Valencia Bedoya

Trabajo de grado para optar al título Agrónomo.

Tutor-Asesor

María del Carmen Garcés

Ingeniero agrónomo Mcs. (C) Fitopatología

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

Agronomía

Palmira Valle del Cauca

2019



AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios por permitirme culminar con el proceso de formación académica en la universidad, gracias a la universidad nacional abierta y a distancia UNAD por brindarme y acompañarme durante esta etapa tan importante de mi vida, gracias a cada profesor que hizo parte de mi proceso formativo, gracias al Dr.Álvaro Valencia Collazos gerente de la empresa Servicios y soluciones agromecánicas del Valle SAS (**SOCAS DEL VALLE**) por contribuir y permitirme culminar con esta etapa en mi proceso de formación como profesional agrónomo, a los compañeros de trabajo Diana Lizet pito, Dayzuri Caicedo, Cesar Días, a mi señora madre Regina valencia, mis hermanos y a Martha Patricia Bolívar Bocanegra, todos contribuyeron de forma significativa en este proceso.



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES	7
ABSTRACT Y KEYWORDS.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
OBJETIVO GENERAL	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
MARCO TEÓRICO	13
METODOLOGÍA.....	15
RESULTADOS	16
PLANIFICACIÓN	16
Planificación de riego	16
Plan de riego para el cultivo de caña de azúcar(<i>Saccharum officinarum</i>)	17
Plan de riego cultivo de cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>):.....	18
SISTEMAS DE RIEGO	21
Riego por micro aspersión.	21
Ventajas del riego por micro aspersión:	22
Elementos del riego por micro aspersión:	25
Riego por ventana	29
Ventajas.....	30
Desventajas	30
Elementos del riego por gravedad con ventanas:	31
MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE RIEGOS	33
Micro aspersión	33
Mantenimiento de riego por ventana	33
CONCLUSIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42



TABLA DE CONTENIDO ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>)	18
Ilustración 2. Comportamiento demanda hídrica del cultivo de cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>) y porcentaje por etapas de desarrollo.....	19
Ilustración 3. Cultivo de cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)	20
Ilustración 4. Comportamiento de la lámina de riego por micro aspersión.....	21
Ilustración 5 Riego del cultivo de caña de azúcar con el sistema de micro aspersión	23
Ilustración 6. Disposición de la cinta de riego en forma continua	23
Ilustración 7. Disposición de la cinta de riego en forma alterna	24
Ilustración 8. Disposición de la cinta de riego Al 2*1	24
Ilustración 9. Tubería.....	25
Ilustración 10. Tapón en PVC	26
Ilustración 11. Cinta de riego.	26
Ilustración 12. Conector.	27
Ilustración 13. Silleta.....	27
Ilustración 14. Unión	28
Ilustración 15. Instalación riego por micro aspersión vista interna.....	28
Ilustración 16. Instalación de riego por micro aspersión vista externa	29
Ilustración 17. Comportamiento de la lámina de riego en el sistema de riego por tubería de ventanas.	30



Ilustración 18. Tubería.....	31
Ilustración 19. Ventana.....	31
Ilustración 20. Sistema de bombeo diésel.	32
Ilustración 21 relación área regada/metros cúbicos Samaria.....	36
Ilustración 22 relación área regada/metros cúbicos Meléndez.....	38
Ilustración 23 relación área regada/metros cúbicos Meléndez.....	40

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Requerimiento hídrico del cultivo del cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>) de acuerdo a las fases de desarrollo.	19
Tabla 2 Hacienda Samaria suerte 158, riego por micro aspersión cultivo caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>). mes junio 2019.....	35
Tabla 3 riegos por gravedad con ventanas hacienda Meléndez.....	37
Tabla 4 Hacienda Samaria suerte 158, riego por micro aspersión cultivo caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>). mes agosto de 2019.	38
Tabla 5 Hacienda Meléndez, suerte 97, riego por gravedad con tubería cultivo caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>). mes agosto de 2019.....	39



RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

El presente informe describe la importancia la planeación, la instalación y el mantenimiento de los sistemas de riego, haciendo hincapié en el sistema de riego por ventanas con tubería y el sistema de riego por micro aspersion. La etapa de la planeación es de suma importancia, pues en esta se identifican elementos como condiciones climáticas, agronómicas y edáficas de la hacienda, el tipo de cultivo y disponibilidad del agua, con estos elementos se podrá optar y determinar cuál de los sistemas de riego es el más apropiado para el cultivo visitado.

El mantenimiento de los sistemas de riegos mencionados en el párrafo anterior, es muy eventual, prácticamente podríamos afirmar que solo se realizan mantenimiento para corregir daños generados por el quehacer diario de las actividades de riego con el sistema implementado.

Es importante supervisar y evaluar las pérdidas del recurso hídrico en ambos sistemas de riego con el objetivo de hallar soluciones a corto y mediano plazo para así desarrollar mejoras en ambos sistemas de riego que nos permita optimizar el uso del recurso hídrico y reducir el impacto ambiental generado la actividad de riego.

Palabras claves: Recurso hídrico, micro aspersion, riego por gravedad, cinta de riego, balance hídrico.



ABSTRACT Y KEYWORDS

This report describes the importance of planning, installation and maintenance of IRRIGATION systems, emphasizing the window irrigation system with pipes and the micro sprinkler irrigation system. The planning stage is of the utmost importance, since in this elements are identified as climatic, agronomic and edaphic conditions of the farm, the type of cultivation and availability of water, with these elements you can choose and determine which of the irrigation systems It is the most appropriate for the crop visited.

The maintenance of the irrigation systems mentioned in the previous paragraph, is very eventual, we could practically affirm that maintenance is only performed to correct damages generated by the daily work of irrigation activities with the system implemented

It is important to monitor and evaluate the losses of the water resource in both irrigation systems in order to find solutions in the short and medium term in order to develop improvements in both irrigation systems that allow us to optimize the use of the water resource and reduce the environmental impact generated irrigation activity

Keywords: Water resource, micro sprinkler, gravity irrigation, irrigation tape, water balance.



INTRODUCCIÓN

El siguiente informe busca describir las actividades correspondientes a los seis meses de trabajo realizadas en función a la pasantía de trabajo de grado, de acuerdo al acta de reunión de aprobación del Comité Curricular con fecha del 5 de mayo de 2019, donde se aprueba el convenio y desarrollo de la pasantía opción trabajo de grado con la empresa servicios y soluciones agromecánicas del Valle SAS (SOCAS DEL VALLE/ECO riego bajo la asesoría de la Ing. María del Carmen Garcés.

Esta empresa está dedicada a brindar soluciones de riego para los agricultores en diferentes cultivos, entre ellos podemos destacar la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el cilantro (*Coriandrum sativum*) y maíz (*Zea mays*), en función a este objetivo SOCAS DEL VALLE ha desarrollado un departamento denominado ECOriego.

ECOriego es un diseño fácil de instalar, que permite trabajar con muy bajas presiones en campo disminuyendo el desperdicio de agua generada por la colación, infiltración o conducción, se puede utilizar de manera directa a reservorios, cañadas o bocatomas de ríos o cauces cercanos, se puede instalar directamente a un pozo profundo sin que sea necesario que este sea a presión, es aplicable en el cultivo de la caña a temprana y adulta edad. (ECOriego, 2018)

Estas actividades favorecen en el desempeño del estudiante a través del intercambio académico y laboral desarrollado con las entidades y las comunidades.

En este informe se evidencian el desarrollo de las actividades de planificación, mantenimiento y evaluación de los sistemas de riego desarrollados por la empresa (riego por gravedad y micro aspersión). Apoyo en la actualización de planes, manuales,



procedimientos y formatos utilizados en la empresa para la recopilación y sistematización de la información obtenida en campo. Poder realizar propuestas de mejoras. Presentación de informes de resultados.

Según la naturaleza de las actividades algunas serán de carácter académico y consultivas las cuales llevaran al conocimiento sobre la naturaleza y funcionalidad de la empresa para la posterior posibilidad de apoyo en cada una de las actividades que se desarrollaran en el transcurso de la pasantía permitiendo al final evaluar los aportes realizados en favor al mejoramiento funcional de la empresa y el enriquecimiento del estudiante de la escuela.



OBJETIVO GENERAL

- Determinar la importancia de la instalación y mantenimiento de los diferentes sistemas de riego para el óptimo desarrollo de los diferentes cultivos, optimizando el recurso hídrico y disminuyendo el impacto ambiental de esta actividad dentro del cultivo.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Planificar proyectos de riego por micro aspersión y riego por ventana según requerimientos técnicos optimizando los recursos agua y suelo.
- Verificar mantenimiento preventivo de los sistemas de riego.
- Calcular la pérdida del recurso hídrico de riego por micro aspersión vs riego por ventana.



MARCO TEÓRICO

La empresa SERVICIOS Y SOLUCIONES AGROMECANICAS DEL VALLE S.A.S (SOCAS DEL VALLE) es una empresa del sector agrícola ubicada en el Valle del Cauca, tiene una división que brinda soluciones no convencionales de sistemas de riego para diferentes cultivos, denominado ECO riego.

ECO riego se enfoca principalmente al riego del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sin dejar de lado la atención para el riego de otro tipo de cultivos; se proyecta como una empresa líder en el desarrollo de soluciones de sistemas de riego no convencionales, enfocándose en optimizar el uso del recurso hídrico.

Las actividades que realiza ECO riego son:

Diseño, construcción e instalación de sistemas de riego con consumo mínimo de agua.

Instalación, mantenimiento y operación de sistemas de riego por micro aspersion en los cultivos.

Desarrollo e implementación de planes de fertilización para diferentes cultivos mediante la utilización de la fertirrigación.

Instalación, mantenimiento y operación de los sistemas de riego por ventana en los cultivos.

Según (Vélez & Villagrán., 2016) La agricultura en general y la agricultura de riego en particular son actividades que han cambiado de modo significativo el paisaje de nuestro planeta y alterado muchos de los delicados ecosistemas que existían antes del aceleramiento del desarrollo humano que ocurre en los últimos 200 a 250 años, periodo por completo insignificante, comparado con la edad estimada de la Tierra.

La sobreexplotación de acuíferos es uno de los problemas que debe resolverse para alcanzar



un "desarrollo sustentable", que se define como un desarrollo que permite satisfacer las necesidades de la presente generación, pero sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer de manera similar sus propias necesidades.

Por eso es tan importante la implementación de sistemas riesgos que sean amigables con el medio ambiente, donde se optimice el recurso hídrico, ECO riego es un diseño fácil de instalar, que permite trabajar con muy bajas presiones en campo disminuyendo el desperdicio de agua generada por la colación, infiltración o conducción, se puede utilizar de manera directa a reservorios, cañadas o bocatomas de ríos o cauces cercanos, se puede instalar directamente a un pozo profundo sin que sea necesario que este sea a presión, es aplicable en el cultivo de la caña a temprana y adulta edad. (ECOriego, 2018)

De acuerdo con (HOLZAPFEL, 2009) Los sistemas de riego deberían ser un agente relevante para dar soluciones a la demanda creciente de alimentos, y el desarrollo, sustentabilidad y productividad del sector agrícola. El diseño, manejo, y operación de los sistemas de riego son factores cruciales para lograr un uso eficiente de los recursos hídricos y el éxito en la producción de cultivos.

El diseño y manejo de los sistemas de riego deben tener su base en criterios que sean relevantes, lo que implica considerar aspectos agronómicos, de suelo, hidráulicos, económicos, energéticos, y ambientales. El diseño y manejo óptimo de los sistemas de riego a nivel predial es un factor de primera importancia para un uso racional del agua, el desarrollo económico de la agricultura y su sustentabilidad ambiental. (HOLZAPFEL, 2009)

ECO riego, como empresa líder comprometida en la sostenibilidad de la industria y del medio ambiente presenta a ustedes un sistema de riego por micro aspersión localizado que busca la reducción de costos y la optimización del recurso hídrico, al tiempo que se aumenta la producción en campo y se es amigable con el medio ambiente.



METODOLOGÍA.

En trabajo se desarrolló en dos haciendas diferentes, en cada uno se implementó un sistema de riego diferente, en la hacienda Samaria, ubicada en el Municipio de Cerrito Valle del Cauca donde se implementa el riego por micro aspersión en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), por otro lado, en la hacienda Meléndez, ubicada en el corregimiento de Navarro de la ciudad de Santiago de Cali, donde se desarrolla el riego por gravedad con tubería para el mismo cultivo.

Para la fase de planificación se estableció la siguiente metodología, se hicieron vistas a campo de la mano del personal de asistencia técnica para brindando el asesoramiento técnico-económico al momento de realizar el diagnostico la hacienda visitada, identificando las características climatológicas, agronómicas y edáficas del lugar visitado para así poder determinar el sistema, de riego más idóneo para ésta.

En el mantenimiento de los sistemas de riegos se identificaron fallas y bajas en los rendimientos de riego para poder determinar el objetivo de esta falla y hallando la ruta de acción más apropiada para su oportuna corrección.

Para evaluar la eficiencia y perdida de agua de los sistemas de riegos implementados se estudiaron y analizaron variables como lamina de riego aportado, m³ por hectárea, y metros por segundo usados en una hectárea en las haciendas donde se utiliza los sistemas de riego por micro aspersión (Samaria) y riego por gravedad con tubería (Meléndez), determinando la eficiencia, la perdida de agua y aporte hídrico al cultivo de cada uno de los sistemas de riego.



RESULTADOS.

PLANIFICACIÓN

Planificación de riego

De acuerdo con (Ramirez, Montiel, Angeles, Vazquez, & Alberto, 2011) la planeación de la operación de riego consiste en la formulación de programas o planes de riego, y se pueden identificar las siguientes fases: 1. La estimación de volúmenes de agua que se esperan de fuente de captación; 2. Estimación de un plan de cultivos y 3. Las demandas del sistema de riego.

Para determinar las actividades de riego en un cultivo determinado, primero que todo se debe hacer una visita de campo en donde se identificaran las siguientes variables: disponibilidad de agua, si el agua es superficial o subterránea, si cuenta con pozo propio, si el pozo es eléctrico o con combustible, el área del cultivo, densidad de siembra, tipo de encalle, edad del cultivo, tipo de cultivo, tipo de suelo y evapotranspiración.

Conociendo la tipología del suelo, la capacidad de retención de agua en las raíces, el uso hídrico diario, la eficiencia de bombeo del sistema y las condiciones climáticas, se ajustará la cantidad de agua aplicada en función de las necesidades hídricas del cultivo.

El uso diario de agua en el cultivo puede calcularse a partir de datos meteorológicos. En muchos casos, los cálculos son lo suficientemente precisos para ayudar en la planificación de riegos. En general, los procedimientos de cálculo se pueden dividir en tres grupos:

- ✓ Cálculos basados únicamente en la temperatura



- ✓ Cálculos basados en la radiación solar y la temperatura
- ✓ Cálculos basados en la temperatura, la radiación, el viento y la humedad.

En socas del valle, la planificación de riego se realiza de mano con el cliente, el principal cultivo regado en la compañía es la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en este caso es el cliente quien realiza el balance hídrico de cada hacienda, determinando así el requerimiento hídrico de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Según (Laura & M, 2017) El balance hídrico tiene como fin realizar una evaluación cuantitativa espacial y temporal a nivel medio de los recursos hídricos. Así también, la calidad del agua de riego está determinada por la composición y concentración de los diferentes elementos que pueda tener, ello determina el tipo de cultivo a sembrar y el tipo de manejo que debe darse al suelo. Con respecto al balance hídrico, afirma (Peralta & Calle, 2017) que éste tiene como finalidad realizar una evaluación cuantitativa espacial y temporal a nivel medio de los recursos hídricos. Así también, la calidad del agua está determinada por la composición y concentración de los diferentes elementos que puede tener, esto determina el tipo de cultivo a sembrar y el tipo de manejo que debe darse al suelo.

De acuerdo con ((CENICAÑA), 2018) el cultivo de caña de azúcar(*Saccharum officinarum*)y panelera tiene una demanda hídrica de 15000 a 20000 m³ de agua por hectárea al año, teniendo cuenta que en general en la caña se realizan 8 riegos desde el establecimiento hasta el último riego a los 10 meses de edadantes de cosecha, es decir, cada riego debe aportar aproximadamente entre 1875 a 2000 m³ por hectárea para satisfacer el requerimiento hídrico de este cultivo, estos riegos se podrán realizar cada 20 días.

Plan de riego para el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum):

Para el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), teniendo en cuenta que el ciclo de vida es de 13 meses, que los dos primeros meses después de cosecha la planta no requiere agua, puesto que esta se alimenta de la cepa, y solo se programan riegos hasta los



10 meses de edad antes de cosecha, es decir, que solo se realizarán 8 riegos mensuales de 1400 m³ por hectárea, que a su vez se pueden subdividir e riegos quincenales de 700 m³, cubriendo una lámina de riego de 70 mm.



Ilustración 1. Cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Cultivo de Caña de azúcar en la hacienda Meléndez suerte 94.

Plan de riego cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*):

En el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*) Son pocos los estudios en Colombia sobre la cantidad de agua de riego que optimice los rendimientos y la calidad del cultivo de cilantro, de acuerdo a (Vallejo y Estrada 2004), el cilantro tiene una demanda 200 mm, distribuidos así: un 20% en los primeros 6 días, 50% en la etapa de establecimiento y crecimiento acelerado hasta los 25 días y un 30% en los 10 días restantes hasta inicio de formación de



tallo, floración y cosecha, a continuación se presenta un tabla y grafica con la anterior distribución:

CILANTRO		
Fase del cultivo	mm	%
Germinación	40	20
Establecimiento y crecimiento	100	50
formación de tallo, floración y cosecha.	60	30
TOTAL	200	100

Tabla 1. Requerimiento hídrico del cultivo del cilantro (*Coriandrumsativum*) de acuerdo fases de desarrollo.

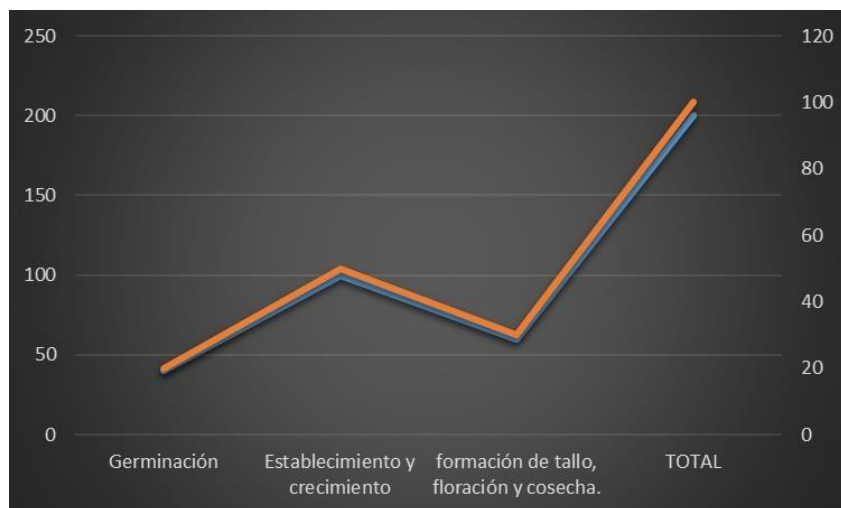


Ilustración 2. Comportamiento demanda hídrica del cultivo de cilantro (*Coriandrumsativum*) y porcentaje por etapas de desarrollo.

Relación área regada (Naranja) metros cúbicos aportados (azul) en las fases de desarrollo del cultivo de cilantro (*Coriandrumsativum*).



De la anterior grafica podemos determinar, que el cultivo de cilantro requiere una dosis mínima de agua inicio (germinación) y al final de su fase (floración y cosecha) y por contrario presenta una gran demanda hidria durante su establecimiento y crecimiento.



Ilustración 3. Cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum*)

Instalación de cinta de riego de 1.5 pulgadas en cultivo de cilantro en la hacienda la Fortuna en el corregimiento de Rozo Valle del Cauca.



SISTEMAS DE RIEGO

Riego por micro aspersión.

Esta es una modalidad de riego que consiste en la fabricación de una manguera de 1.5", que cuenta con 15 perforaciones milimétricas cada metro, esta manguera es cortada del largo del surco, la micro aspersión está destinada a suministrar el riego mediante gotas muy finas. Las perforaciones milimétricas ayudan a ofrecer un mayor diámetro de cobertura, una menor tasa de precipitación que los difusores, un mayor tamaño de gota, y una mejor distribución del agua (sobre todo en uniformidad de distribución). El riego por micro aspersión tiene un consumo de agua de 756 a 800 m³ por hectárea.

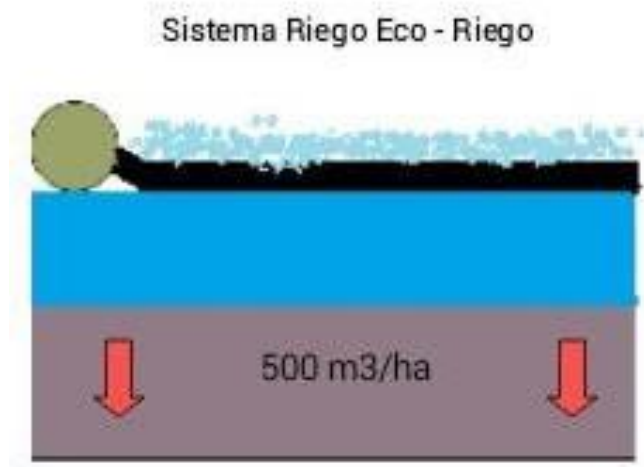


Ilustración 4. Comportamiento de la lámina de riego por micro aspersión

Homogeneidad de la lámina de riego aportada por el sistema de riego por micro aspersión en el cultivo.



En la ilustración 4 se describe la homogeneidad brindada por el sistema de riego por micro aspersión, este sistema de riego permite obtener una lamina de riego uniforme desde la cabeceara del tablón hasta la pata de este.

En el riego por micro aspersión se obtiene mayor uniformidad en el riego, pues la lámina de riego es la misma en toda el área regada, no hay pérdidas de agua por infiltración.

Ventajas del riego por micro aspersión:

- Fácil instalación.
- Disminución en desperdicio de agua hasta en un 90%.
- Aplicación en cualquier topografía.
- No genera escorrentía.
- No genera erosión.
- Uniformidad del riego.
- Reducción de la compactación al suelo provocado por el riego.
- Funcionamiento con aguas gravedad.
- Suprime el uso de los drenajes.
- Aplica para fertirriego.
- Rendimiento superior a sistemas convencionales (Ha/Hora).
- Cero pérdidas de aguas por colación, infiltración o conducción.
- Aplicación exacta de m³ por hectárea.
- Aumento de la producción de su cultivo.



Ilustración 5 Riego del cultivo de caña de azúcar con el sistema de micro aspersión

Instalación del sistema de riego por micro aspersión en la hacienda el Rosario en la suerte 69.

Hay tres formas para disponer la cinta de riego en lote dependiendo del encalle, continúa, alterna y al 2*1

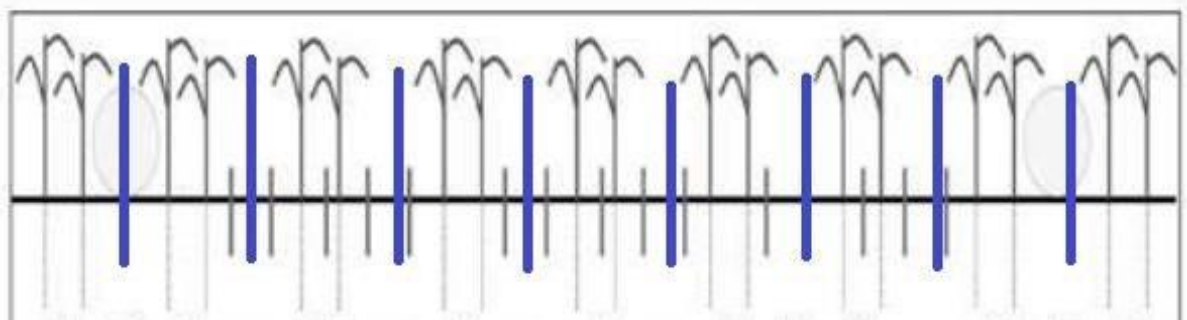


Ilustración 6. Disposición de la cinta de riego en forma continua.

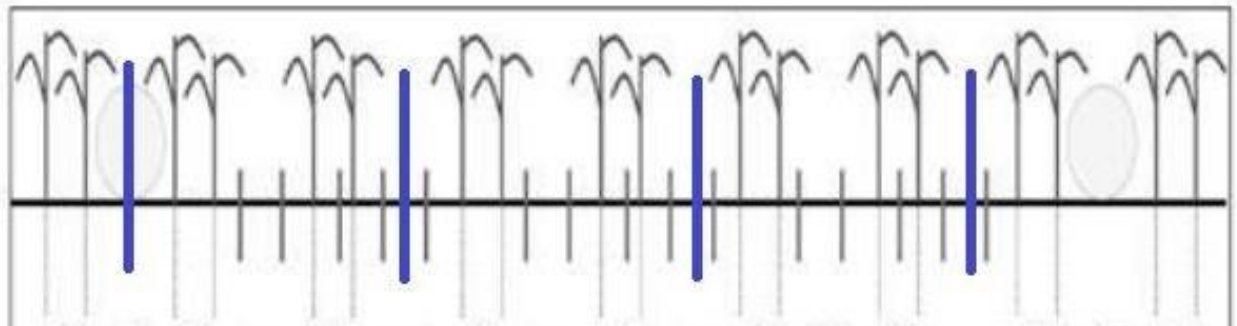


Ilustración 7. Disposición de la cinta de riego en forma alterna.

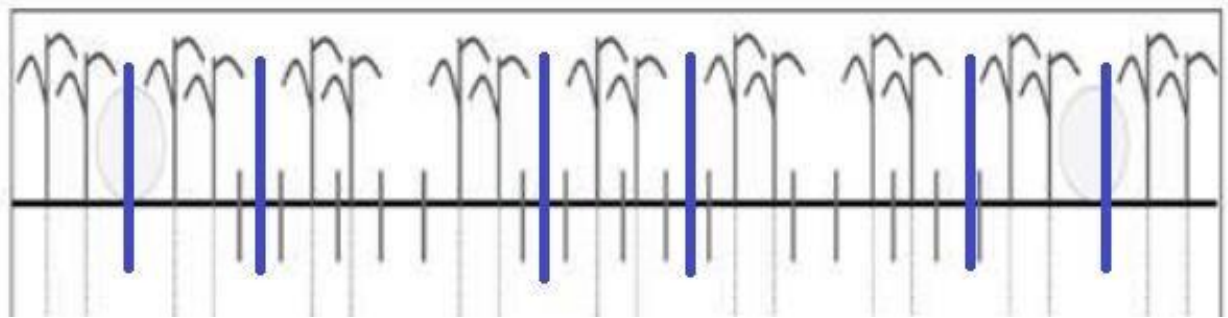


Ilustración 8. Disposición de la cinta de riego Al 2*1

Para determinar la cantidad de cinta de riego que se necesita para el lote, dependiendo del tipo de encalle se utilizan las siguientes formulas

Continua

$$Cinta = \frac{Area}{Densidad\ de\ siembra}$$



Alternativa

$$Cinta = \frac{Area}{Densidad\ de\ siembra * 2}$$

Al 2*1

$$Cinta = \frac{Area}{D.S (D.S/2)}$$

Elementos del riego por micro aspersión:

Para la instalación y el buen funcionamiento del sistema de riego por micro aspersión, se deben contar con los siguientes elementos:

Tubería: elemento cilíndrico para canalizar al agua desde el toma hidrante hasta el cultivo, este elemento permite transmitir de forma eficiente la misma presión agua desde el hidrante hasta el final de la línea de tubería.



Ilustración 9. Tubería.



Tapón: elemento metálico o en PVC para sellar el final de la línea de tubería.



Ilustración 10. Tapón en PVC

Cinta de riego: es una manguera de fabricación propia de SOCAS DEL VALLE, cuenta diámetro es de 1.5 pulgadas y cuenta con perforaciones milimétricas para dar uniformidad al riego.



Ilustración 11. Cinta de riego.



Conector: elemento de fabricación propia de SOCAS DEL VALLE, es un tubo de presión de PVC de 1 pulgada, de 15 cm de largo, que permite como su nombre lo dice, conectar la cinta de riego a la tubería.



Ilustración 12. Conector.

Silleta: es el elemento que permite la salida de agua de la tubería a la cinta de riego, en este elemento se introduce el conector.



Ilustración 13. Silleta



Unión: elemento de fabricación propia de SOCAS DEL VALLE, elaborado en tubo de presión de 1 pulgada de 10 cm de largo; este elemento como su nombre lo dice es para unir dos cintas de riego, ya sea para corregir una ruptura o para prolongar su longitud en un surco de terminado.



Ilustración 14. Unión

A continuación, mediante una imagen presentamos la instalación completa del sistema de riego por micro aspersión.

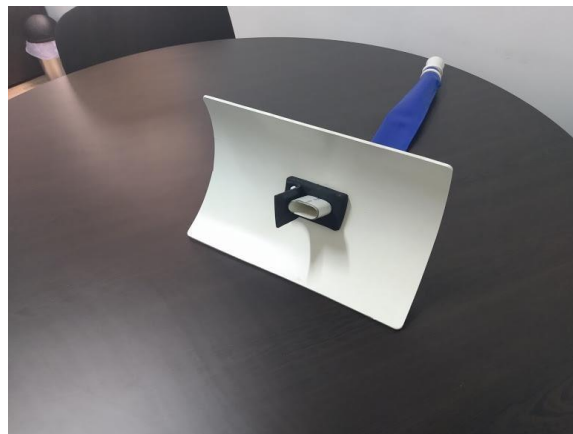


Ilustración 15. Instalación riego por micro aspersión vista interna.



Ilustración 16. Instalación de riego por micro aspersion vista externa.

Riego por ventana:

El de ventanas es un sistema de riego por superficie que permite conducir y distribuir el agua a través de tubería de PVC u otro material, hasta el sitio de las zanjas en las cuales se aplica el riego localizado. el riego por ventana tiene un consumo de agua de 1200 a 2300 m³ por hectárea.

Para la instalación del riego por ventanas se requiere de un motor o motobomba, el equipo de succión y tubería para llevar el agua desde el lugar desde donde se toma hasta el cultivo



Ventajas

- Disminuir de consumo de agua y energía, preservando el medio ambiente.
- Mejorar las frecuencias y los tiempos de riego aumentando el tiempo beneficiada.
- Mejorar las condiciones laborales de los trabajadores.
- Baja inversión inicial en comparación con otros sistemas.
- Reducir considerablemente la contaminación por malezas en el cultivo.

Desventajas

- Baja eficiencia y coeficiente de uniformidad en aplicación.
- No permite fertirriego.

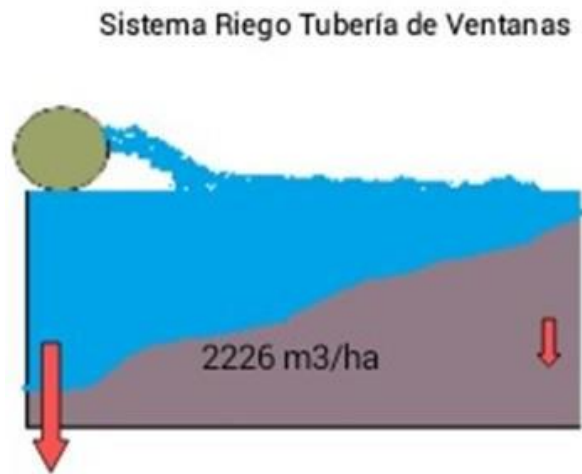


Ilustración 17. Comportamiento de la lámina de riego en el sistema de riego por tubería de ventanas.

En la figura anterior se observa el comportamiento del agua durante el riego por ventana, con este sistema de riego no obtenemos uniformidad el cubrimiento de la lámina de riego aplicada, en entrada del tablón hay mayor cubrimiento de la lámina y en la pata de del tablón la lámina es menor. Con este sistema hay muchas pérdidas de agua por infiltración



Elementos del riego por gravedad con ventanas:

Tubería: elemento cilíndrico para canalizar el agua desde el sistema de bombeo hasta el cultivo.



Ilustración 18. Tubería

Ventana: sistema de salida del agua de la tubería al cultivo:



Ilustración 19. Ventana.



Equipo bombeo: motor fijo de combustión interna alternativa, modificado con un equipo de succión para el bombeo del recurso hídrico desde un cuerpo de agua determinado.



Ilustración 20. Sistema de bombeo diesel.



MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE RIEGOS.

Micro aspersión

El mantenimiento de este sistema de riego es muy sencillo, se introduce un trozo de espuma blanda no abrasiva y conecta el fluido hídrico hasta que salga de línea.

Evite pisar la cinta, más aún con elementos pesados, ásperos o corto punzantes.

Evite estirar y forzar la cinta.

Cuando no vaya a usar la cinta por un periodo prolongado, enrolle la cinta y almacene en un lugar seco.

Mantenimiento de riego por ventana

El mantenimiento de las motobombas se realiza cada 300 horas, cambio de aceite, filtros de combustible, aceite y aire.

Mantenimiento preventivo

Se realizan visitas de periódicas de inspección para todos los equipos (chequeos eléctricos en general, chequeos de presión, pruebas de fugas, pruebas de buen funcionamiento, lavado de equipos, filtros, etc., se identifican daños o posibles daños y se procede a programar su respectiva corrección.

Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento es el que se realiza cuando el equipo de bombeo sufre un daño sin previo aviso y requiere de pronta solución para que las actividades de riego no se vean obstaculizadas.



RIEGO POR VENTANA VS RIEGO POR MICRO ASPERSIÓN

La evaluación de los sistemas de riegos se realizó en la hacienda Samaria y la hacienda Meléndez en la suerte

Tabla 2 Hacienda Samaria surte 158, riego por micro aspersión cultivo caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Mes junio 2019.

HDA SAMARIA			
SUERTE 158	AREA STE	24.13	
FECHA	AREA	M3/ha	
20/06/2019	3.5	710	2485
21/06/2019	3	705	2115
22/06/2019	3.38	700	2366
23/06/2019	2.75	670	1842.5
24/06/2019	3	670	2010
25/06/2019	5	550	2750
26/06/2019	3.5	550	1925
TOTAL	24.13	4555	15493.5

La anterior tabla describe las actividades de riego realizadas en el mes de junio indicando las áreas y los metros cúbicos aplicados por hectárea durante cada riego. La suerte 158 de la hacienda Samaria cuenta con un área de 24.13 Has, las cuales fueron regadas en 7 días y se aportaron en promedio 650 m³ por hectáreas, dejando una lámina de riego 65 a 70 mm. A continuación, graficamos la relación área/m³ del riego en la suerte 158 hacienda Samaria.

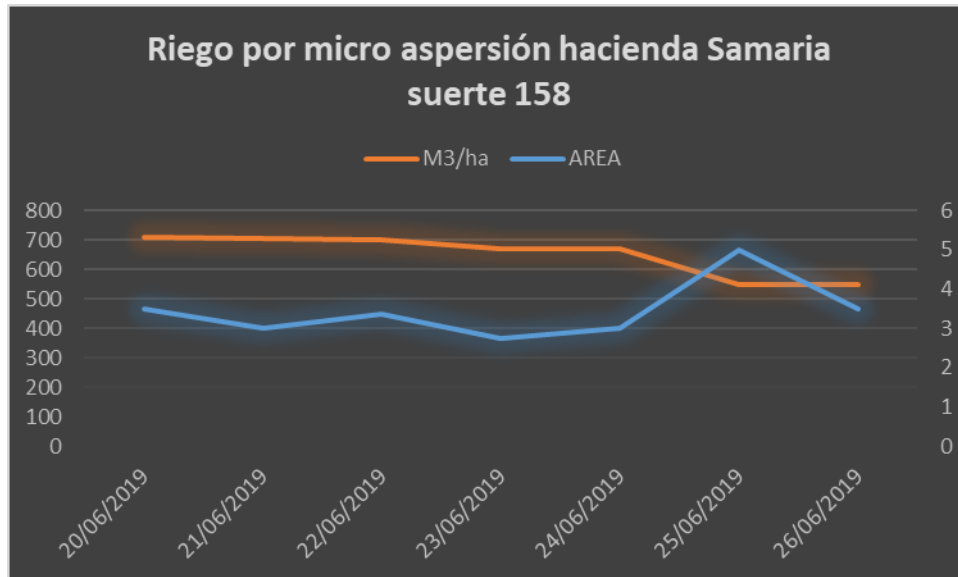


Ilustración 21 relación área regada/metros cúbicos Samaria.

Relación entre las variables área regada (Naranja) y metros cúbicos aportados (azul) en el cultivo de Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) la hacienda Samaria la suerte 158 cultivo orgánico.

En la anterior grafica podemos observar que las variables Área/m³ están proporcionalmente relacionadas, es decir, a mayor área regada, mayor los metros cúbicos aportados por hectárea.

En el riego por micro aspersión se observa según la grafica 21 un comportamiento lineal entre las variables de m³ y área regada.

Hacienda Meléndez surte 82 riego por gravedad con tubería en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

En la hacienda Meléndez en la suerte 82 se realizó actividades de riego por gravedad con tuberías con sistema de ventanas, esta suerte tiene un área total de 22.09 has, el riego se realizó en 7 días y se aportaron en promedio 878 m³ por hectárea dejando una lámina de



riego de 85 mm, esta lamina es heterogénea, es decir, presenta mayor cubrimiento en la cabecera del tablón y menor cubrimiento en la pata de éste.

Tabla 3 riegos por gravedad con ventanas hacienda Meléndez

HDA MELENDEZ			
SUERTE 82	AREA	22.09	
FECHA	AREA	M3/Ha	
23/07/2019	4.18	1450	6061
24/07/2019	4.35	1300	5655
25/07/2019	4.8	1500	7200
26/07/2019	2.26	1200	2712
27/07/2019	1.3	1100	1430
28/07/2019	3.9	1250	4875
29/07/2019	1.3	1150	1495
TOTAL	22.09	8950	29428

La siguiente grafica representa la relación área/m³ del riego por gravedad de la suerte 82 de la hacienda Meléndez para el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

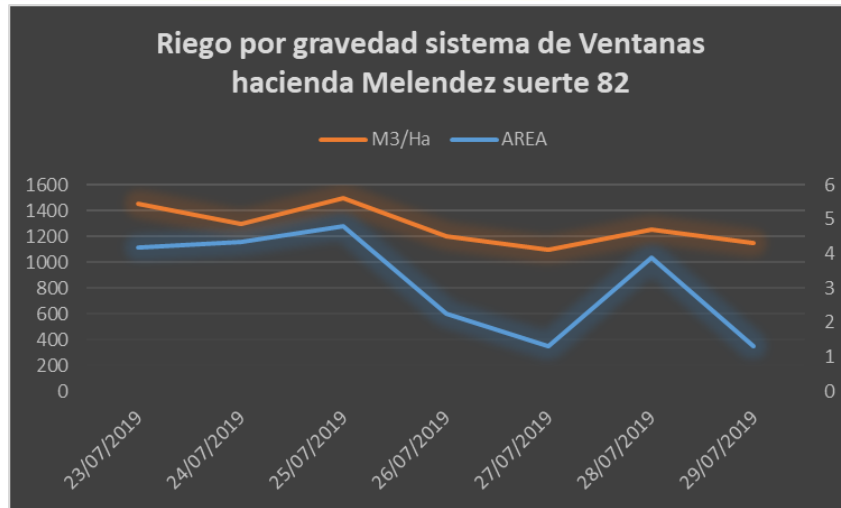


Ilustración 22 relación área regada/metros cúbicos Meléndez.

Relación entre las variables área regada (naranja) y metros cúbicos aportados (azul) en el cultivo de caña de azúcar en la hacienda Meléndez en la suerte 82, riego por gravedad con sistema de tubería con ventanas.

En la anterior grafica podemos observar que las variables Área/m³ están proporcionalmente relacionadas, es decir, a mayor área regada, mayor los metros cúbicos aportados por hectárea.

Tabla 4 Hacienda Samaria suerte 158, riego por micro aspersión cultivo caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Mes agosto de 2019.

HDA SAMARIA			
SUERTE 158	AREA STE	24.13	
FECHA	AREA	M3/ha	
7/08/2019	2.2	670	1474
8/08/2019	2.75	670	1842.5
9/08/2019	3.38	700	2366
10/08/2019	2.5	705	1762.5
11/08/2019	3.12	710	2215.2
12/08/2019	3.56	710	2527.6
13/08/2019	3.2	700	2240
14/08/2019	3.42	710	2428.2
TOTAL	24.13	5575	16856



En este mes en comparación con el anterior hubo un aumento en los metros cúbicos aplicados por hectárea, esto se debe a que cambaron las condiciones en la hacienda, de manera puntual aumento el brillo solar y la evapotranspiración, en este mes se aplicaron en promedio 696 m³/ha, y aumento un día más de riego para cubrir la 24.13 hectáreas.

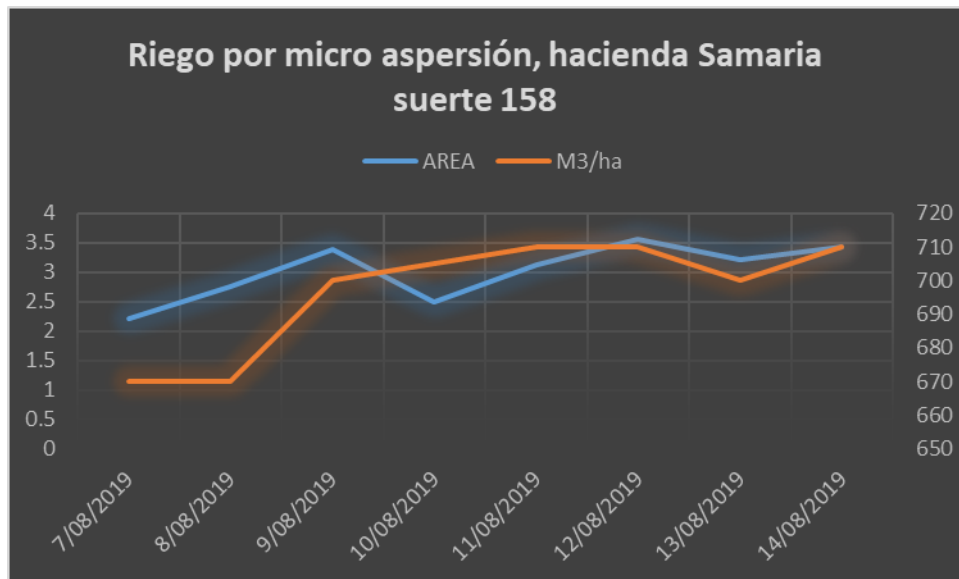


Tabla 5 Hacienda Meléndez, suerte 97, riego por gravedad con tubería cultivo caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). mes agosto de 2019.

HDA MELENDEZ			
SUERTE 97	AREA	30.52	
FECHA	AREA	M3/Ha	
13/08/2019	4.68	925	4329
14/08/2019	4.51	900	4059
15/08/2019	4.26	900	3834
16/08/2019	4.42	945	4176.9
17/08/2019	4.57	955	4364.35
18/08/2019	4.61	900	4149
20/08/2019	3.47	889	3084.83
TOTAL	30.52	6414	27997.08

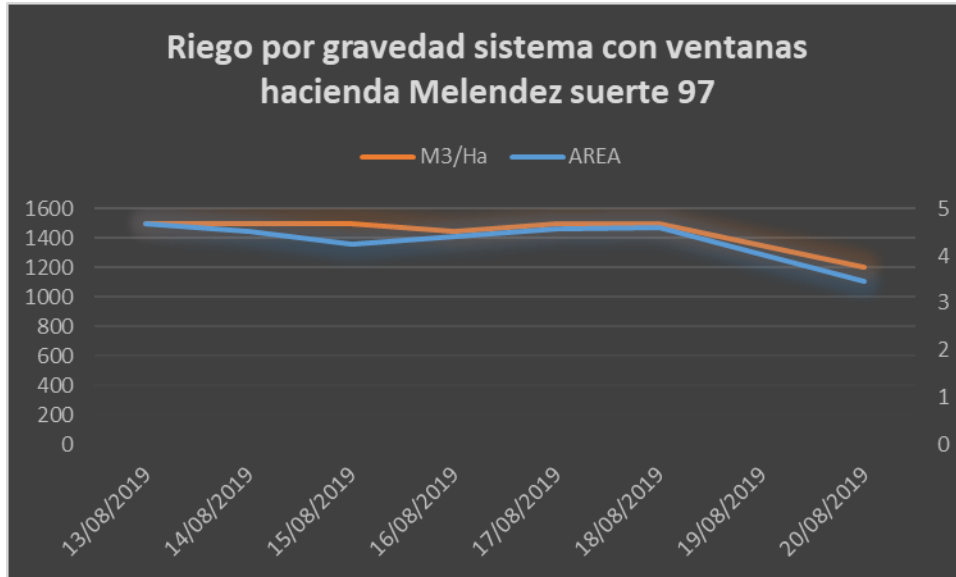


Ilustración 23 relación área regada/metros cúbicos Meléndez

Relación entre las variables área regada (naranja) y metros cúbicos aportados por riego (azul) en el cultivo de caña de azúcar en la hacienda Meléndez en la suerte 97.

En este mes al igual que el riego por micro aspersion debido a las condiciones climatológicas presenta un aumento del recurso hídrico aportado por hectárea, en esta suerte se aportan en promedio 916 metros cúbicos por hectárea, pero a diferencia de la suerte 82 regada en el mes de julio, este riego presenta un comportamiento lineal.



CONCLUSIONES.

Al comparar los dos sistemas de riegos con los seguimientos hechos en la suerte 158 en la hacienda samaria con riego por micro aspersion vs la suerte 82 de la hacienda Meléndez con rego por gravedad con tubería, podemos determinar que el riego por micro aspersion es más eficiente que el riego por gravedad con tubería, como indica (González, y otros, 2014) El riego por micro aspersion simula una lluvia donde la tasa de precipitación y de



infiltración es constante. Se ha demostrado que el rendimiento y la eficiencia del uso del agua de los cultivos es mayor con riego por micro aspersión que el obtenido con riego por gravedad (Yang et al., 2000; Liu y Kang, 2006) debido a que el riego por aspersión puede producir un microclima favorable para el crecimiento de los cultivos

Al analizar el comportamiento de las gráficas del riego por micro aspersión podemos determinar un comportamiento homogéneo durante los riegos aplicados hasta completar el área total regada de la suerte, por otra parte, en el riego por gravedad en algunas graficas se obtiene un comportamiento heterogéneo.

El uso de la cinta de riego de 1.5” en el sistema de riego por micro aspersión permite optimizar el uso del agua, le da más uniformidad al riego y la lámina aplicada, mejorando la producción en tonelada caña por hectárea.



(CENICAÑA), C. d. (2018). *Cultivo de la caña de azúcar agua*. Cali, Colombia: Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología. Cenicaña. Obtenido de https://www.cenicana.org/pdf_privado/historieta/uso_agua.pdf

ECO riego. (2018). Sistema de riego por micro aspersion. Palmira 2018: ECO riego.

González, A. Z., Santes, C. I., López, J. P., Valencia, E. A., Magaña, S. G., & Bracho, J. d. (2014). *Efecto del sistema de riego y clima en la eficiencia del uso de agua de nogal pecanero*. Coahuila, México.: Terra Latinoamericana/ the scielo. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792014000100023

Laura, R. F., & M, B. H. (2017). *Evaluación de recursos hídricos con fines de riego en la microcuenca*. la Paz: RIIARn vol.4 no.2. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182017000200004

Peralta, R. F., & Calle, B. H. (2017). *Evaluación de recursos hidricos con fines de riegos en la microcuenca Keraya, municipio Cairoma*. la Paz: Revista de investigación e innovacion agropecuaria y de recursos naturales. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182017000200004

Ramirez, R. A., Montiel, Angeles, V., Vazquez, & Alberto, M. (2011). *Programa CROPWAT para la planeación y manejo del recurso hídrico*. Coatlinchán_; Texcoso: Revista Mexicana de ciencias agrícolas. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342011000200001.