

Sistema de riego por superficie mediante el metodo de tuberia de ventanas en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.)

Gate Pipe Irrigation System in Oil Palm (*Elaeis Guineensis* Jacq.)

AUTOR



José Julián Monroy Rairán

Ingeniero Agrícola.
Coordinador del área de manejo de agua y suelo.
El Palmar del Llano S.A.

Palabras CLAVE

Riego por superficie, tubería de ventanas, riego en palma de aceite

Irrigation, gated pipes, irrigation in oil palm

Ponencia presentada dentro del Marco de la IX Reunión Técnica Nacional en Palma de Aceite. Cenipalma 27-29 de septiembre-2010

Resumen

El sistema de riego por superficie mediante tubería de ventanas es un sistema que se ha venido implementando desde hace más de cincuenta años en países desarrollados y en nuestro país desde hace treinta años en cultivos de caña de azúcar, sin embargo, esta metodología no había sido implementada en cultivos de palma de aceite. El método consiste en llevar el agua, desde la fuente hasta los lotes, mediante una tubería principal de PVC, la cual es instalada bajo la superficie del terreno y se encuentra provista de hidrantes instalados estratégicamente para realizar la distribución del agua de riego. A partir de estos hidrantes se instala la tubería de ventanas. Esta es de un material liviano (PVC) y está provista de ventanas de apertura graduable a partir de las cuales sale el agua de riego; esta tubería se distribuye sobre la superficie del suelo de tal forma que permita entregar el agua en unas zanjas de riego, previamente realizadas en el terreno, a través de las cuales fluye el agua en el sentido de la pendiente y que se entrega localizada en la zona de raíces. El Palmar del Llano S.A. ha venido implementando este sistema en diferentes fincas obteniendo resultados importantes en la producción con un bajo costo de instalación y operación lo cual se convierte en una alternativa importante para abastecer los requerimientos de agua en las épocas de verano. En este artículo se muestra la descripción del sistema y los resultados obtenidos a la fecha, con su implementación.

Abstract

The surface irrigation system using gated pipes is a system that has been implemented for over 50 years in developed countries and for over 30 years in sugar cane crops in our country. However, this methodology has not been implemented in oil palm plantations. The method consists of taking water from the source to the lots through



an underground PVC water main pipe fitted with strategically installed hydrants for the distribution of irrigation water. Gated pipes are installed in these hydrants. This is a lightweight material (PVC) fitted with adjustable gates from which irrigation water flows out. This pipeline is distributed over the ground surface in such a way as to deliver water to previously built irrigation ditches through which water flows in the direction of the slope for localized delivery of water to the root zone. Palmar del Llano S.A. has been implementing this system in several plantations obtaining significant production results with low cost of installation and operation, which becomes an important alternative to supply water requirements during dry seasons. This article provides a description of the system and the results achieved to date with its implementation.



Introducción

Los sistemas de riego implementados a cultivos de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) se han venido utilizando con dos objetivos principales, suplir las necesidades hídricas del cultivo en épocas de baja precipitación las cuales representan una disminución en la producción y mantener una producción con baja variabilidad durante todo el año (disminuir el pico de cosecha).

En Colombia se han utilizado dos metodologías para la aplicación del agua de riego; por superficie o gravedad y por aspersión. En el primero el agua es conducida al punto de infiltración directamente sobre la superficie del suelo mediante canales o zanjas a un bajo costo pero con una baja eficiencia, por el contrario, en aspersión el agua es conducida por tuberías y es aplicada al suelo en forma de gotas que semejan la lluvia natural, mediante aspersores, con una alta eficiencia pero con un costo inicial para su instalación que asciende de cuatro a siete veces más que en superficie. Con el fin de darle solución a los requerimientos hídricos de las plantas en épocas de sequía a un costo razonable y hacer más eficiente los recursos hídricos, los cuales son cada vez más escasos, se adoptó una tecnología de riego la cual ya había sido implementada en cultivos de caña de azúcar en el occidente del país hace más de treinta años, pero adaptada al cultivo de palma de aceite. Esta metodología consiste en realizar un riego superficial mediante surcos previamente adecuados, teniendo en cuenta la topografía del terreno y los cuales están alimentados por tuberías portátiles de ventanas (Figura 1). Mediante el desarrollo del presente trabajo se pretende mostrar

los adelantos realizados en la consecución de dicho sistema, sus características, operación, ventajas y los avances obtenidos.

Metodología

El riego por superficie mediante tubería de ventanas ha sido utilizado ampliamente en cultivos de caña de azúcar, sin embargo no se tienen registros bibliográficos que demuestren que se han realizado en cultivos de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.).

La empresa El Palmar del Llano S.A. ha venido realizando pruebas en la implementación y puesta a punto de sistemas de riego por superficie mediante tubería de ventanas desde el año 2007 con el fin de darle solución a los requerimientos de agua de los cultivos, teniendo en cuenta la disminución de los recursos hídricos existentes en época de verano y las implicaciones del déficit hídrico en los rendimientos de producción. Previo a la instalación de los sistemas



Figura 1. Aplicación de agua al suelo por un sistema de tubería de ventanas.

de riego definitivos se realizaron pruebas pilotos con montajes de sistemas de riego que beneficiaron un área de 470 hectáreas y que sirvieron para la puesta a punto en la operación e implementación de cuatro proyectos de riego definitivos, cada uno con un área beneficiada de 250 hectáreas (1.000 en total).

En la finca Camelias, ubicada en el municipio de San Carlos de Guaroa (Meta), en la margen izquierda del río Guamal, a una altitud de 217 msnm, con temperatura promedio de 25 °C, humedad relativa de 83% y posición geográfica 3° 42' 48" N 73° 11' 27" W, se implementaron dos sistemas de riego de este tipo, en una siembra de 2008 en un material Deli x compacta con una densidad de siembra de 170 plantas por hectárea.

El primer paso en la concepción del sistema de riego, previo a la instalación, es hacer un diseño de la siembra que obedezca a las exigencias de las demás labores y del riego requerido (Figura 2).

Posteriormente se llevó el trazo de la tubería en el cultivo (Figura 3), se hicieron los cálculos hidráulicos para determinar el requerimiento de potencia de la unidad de bombeo y posteriormente se hicieron los ajustes del caso que llevaron al diseño y trazo definitivo.

Para la operación del sistema de riego es de suma importancia que se prepare el terreno, lo cual consiste en construir unas zanjas para riego que tienen por objeto direccionar el flujo del agua para que esta no se mueva en forma aleatoria a través del área de riego,

sino que, por el contrario, tenga un avance continuo y se entregue localizada en la zona de raíces.

La Figura 4 muestra la disposición de las zanjas de riego teniendo en cuenta la edad del cultivo. Para las plantas jóvenes es importante que la zanja quede cerca de su sistema radical y a medida que crecen, se van alejando de ella hasta llegar al centro de la calle.

En la misma figura se aprecia una zanjadora de trabajo lateral. Este es un desarrollo realizado por El Palmar del Llano S.A, con el fin de realizar las zanjas de riego sin dañar las hojas de las plantas. La zanjadora tiene la posibilidad de moverse a un lado y al centro permitiendo realizar la labor a diferentes distancias de la planta. Al momento de realizar las zanjas de riego se debe tener en cuenta la topografía del terreno. Esto permite orientar el sentido del flujo de agua desde las partes más altas a las más bajas. En la Figura 5 las líneas amarillas representan las zanjas de riego y las flechas de color rojo indican el sentido del agua del sistema. Las líneas de color azul claro corresponden a tuberías de ventanas que están armadas sobre los hidrantes (círculos negros).

La geometría del canal de riego tiene forma trapezoidal con un ancho en la parte superior de 30 centímetros y una profundidad de 20 centímetros. Es recomendable realizar una zanja poco profunda con el fin de minimizar las pérdidas por infiltración profunda (percolación). En la figura 6 se muestra el perfil de la zanja y se puede apreciar la tubería de ventanas operando en el sentido del riego.

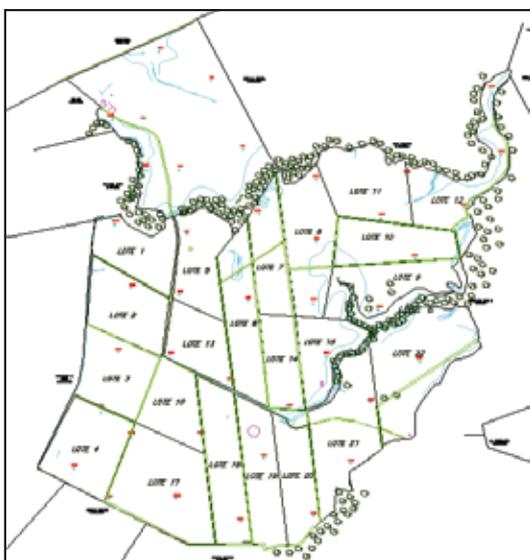


Figura 2. Diseño del cultivo en la finca Camelias.

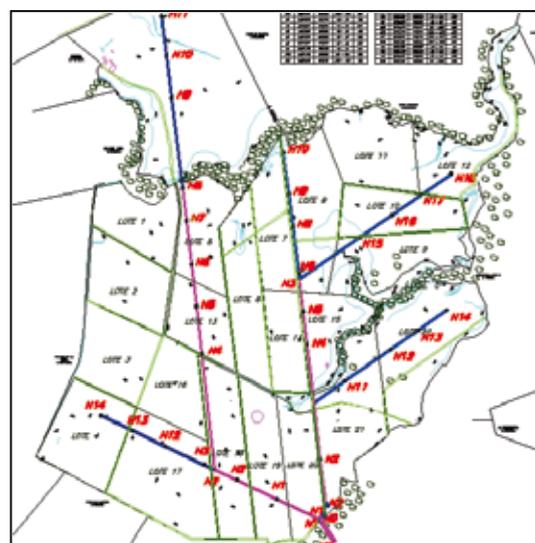
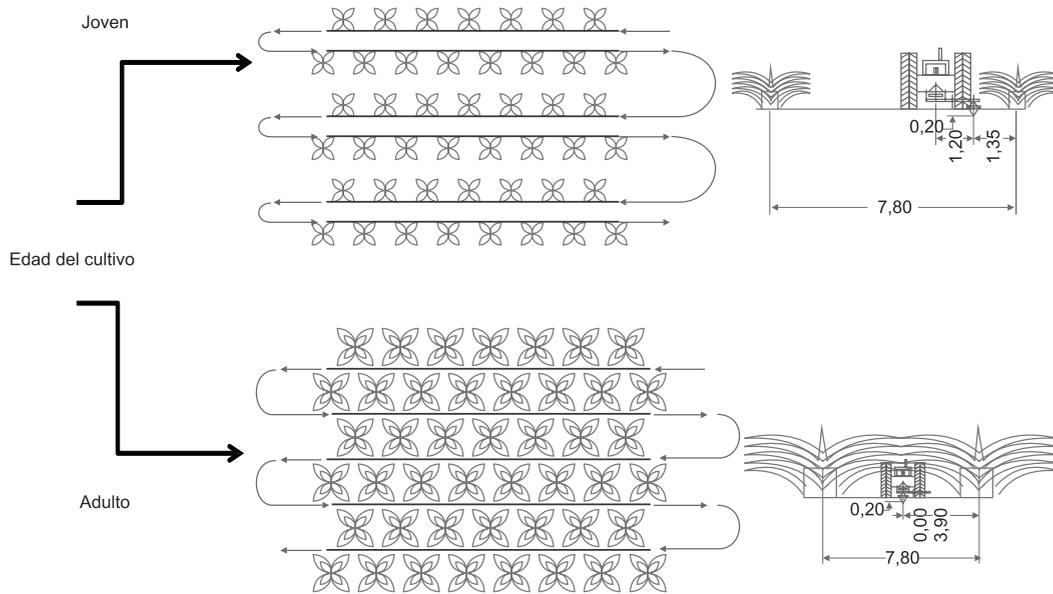
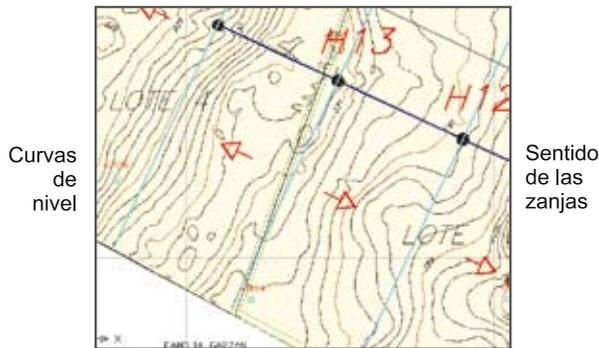


Figura 3. Diseño del sistema de riego en la finca Camelias..



Fuente: El Palmar del Llano S.A. Riego 2009.

Figura 4. Preparación del terreno para el riego con zanjas según la edad del cultivo.



Fuente: El Palmar del Llano S.A. Riego 2009.

Figura 5. Orientación de las zanjas para riego.

Elementos del sistema

El sistema de riego está compuesto por una unidad de bombeo con un motor diésel de 175 HP y una bomba centrífuga que puede entregar un caudal de 250l/s con una presión a la descarga entre 30 y 50 psi, según la longitud de la conducción. A partir de la unidad de bombeo el agua es conducida mediante tubería de PVC, luego en la parte predial es distribuida también en tubería de PVC y acoplada a hidrantes de distribución de 10 pulgadas, los cuales son situados en lugares estratégicos para la administración del agua en toda el área. La tubería de conducción y distribución es fija y queda instalada bajo la superficie del terreno a una profundidad que permita asegurar su vida útil.



Fuente: El Palmar del Llano S.A. Riego 2009.

Figura 6. Geometría de la zanja de riego y operación del sistema en una zanja.

A partir de los hidrantes se utilizan accesorios para el acople y apertura de válvulas (tomos para hidrante), los cuales interconectan la tubería principal con la tubería portátil de PVC de 10 pulgadas; esta tubería portátil lleva el fluido hasta las zanjas de riego en las cuales se suministra el agua al suelo para que quede disponible para las plantas.

Unidad de bombeo



Tubería principal de conducción



Elementos de acople



Tubería de ventanas

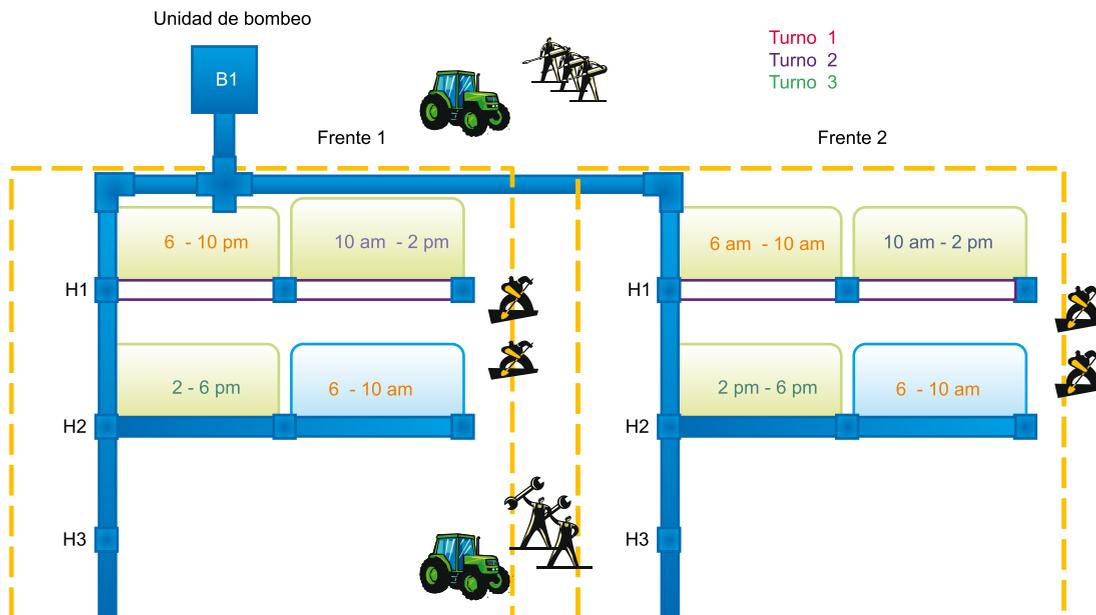


Figura 7. Elementos del sistema de riego por ventanas.

Operación

La Figura 8 muestra el ejemplo de un sistema de riego para 250 hectáreas. Cuando la unidad de bombeo empieza a operar envía el agua a través de la tubería principal hasta los hidrantes (puntos H1, H2 y H3), a partir de los cuales se instalan las posiciones de riego con tubería de ventanas.

La primera posición (turno 1) de riego del sistema se realiza de 6 a 10 a.m. Esto significa que la tubería portátil debe ser instalada el día anterior para asegurar que el sistema pueda empezar a operar a esa hora. Durante la operación del riego en esta primera posición (4 horas) se debe realizar la movilización y armado de la siguiente posición (turno 2) para que este lista al



Fuente: El Palmar del Llano S.A. Riego 2009.

Figura 8. Operación del riego.



llegar las 10:00 a.m. Al completar el tiempo de riego para el turno 1 se abre el hidrante o la válvula en línea para habilitar la posición de riego 2 (turno 2), luego se cierran las ventanas, válvulas o hidrantes, según el caso, del turno 1. De la misma manera en que se realiza el cambio del turno 1 al turno 2, se realiza el cambio al turno 3. Mientras sucede la operación del último turno del día (turno 3) se debe realizar el movimiento y armado del turno correspondiente al siguiente día para que quede listo para las 6:00 a.m.

Parámetros de riego

La operación del sistema de riego se realiza mediante el accionamiento simultáneo de dos hidrantes (dos frentes de trabajo) cada uno de los cuales alcanza a regar un área de 4,16 ha por posición. La jornada de riego es de 12 horas, dado que se requiere de personal constante, para realizar los movimientos de tubería y para facilitar el movimiento del agua en las zanjas, por tanto se realizan tres posiciones por día y se beneficia con ello un área de 12,5 ha por frente de trabajo. Esto quiere decir que la capacidad de riego por sistema es de 25 ha/día con un caudal de entrega de 250 litros por segundo. En la Figura 9 se observa la descripción de dos sistemas de riego trabajando simultáneamente en una siembra con un área beneficiada de 500 ha.

Para el ejemplo descrito anteriormente no hay riego nocturno, sin embargo se puede realizar alcanzando más área beneficiada si se llegara a requerir.

Seguimiento del riego

Previo a la implementación del riego se tomaron muestras de suelo con el fin de determinar la curva característica de retención de humedad de las zonas en las cuales se implementarían los sistemas de riego. Para monitorear el contenido de humedad en el suelo y verificar el alcance de la metodológica aplicada se instalaron tensiómetros a manómetro, en lugares estratégicos (uno por cada frente de trabajo). Estos elementos permiten tener lecturas diarias de contenido de humedad y orientan al regador en lo referente al alcance del sistema, la frecuencia del riego, el consumo de agua y la eficiencia. (Figura 10).

Resultados

En la Figura 11 se puede observar el balance hídrico correspondiente a 2008 sin la implementación del riego versus el balance con la lámina aportada por efecto del riego mediante el método de tubería de ventanas. Se puede observar que en el segundo caso (con riego) no se presentaron periodos con déficit de humedad, lo cual quiere decir que se logró el objetivo principal al

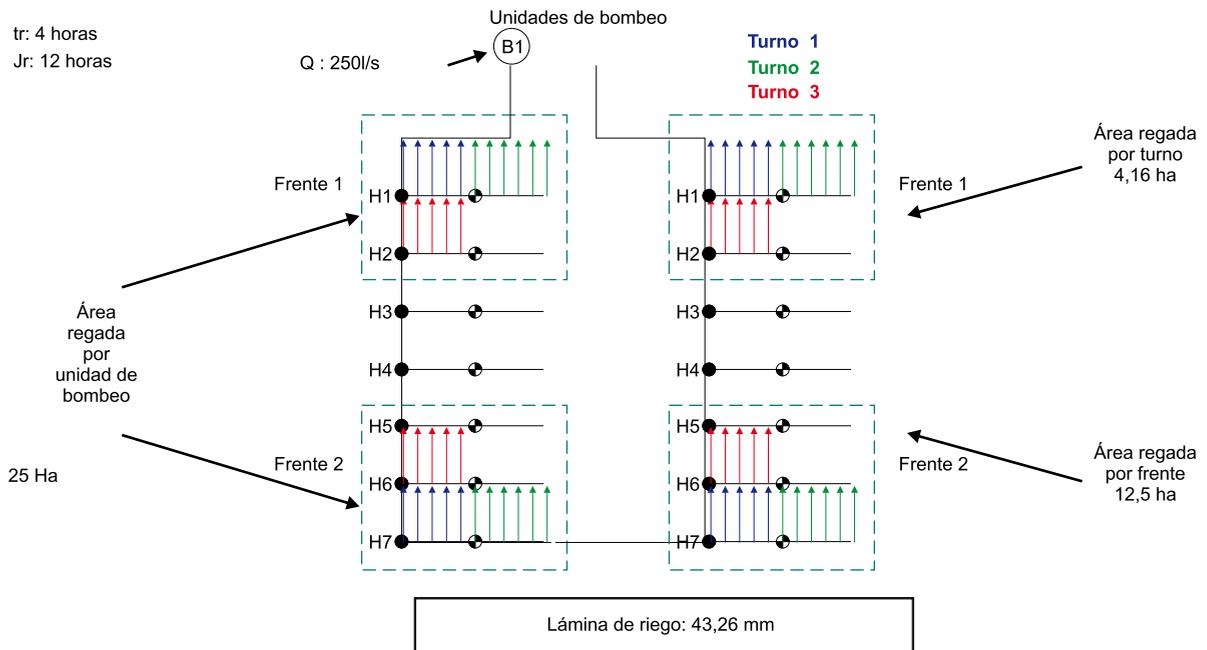


Figura 9. Parámetros del riego.

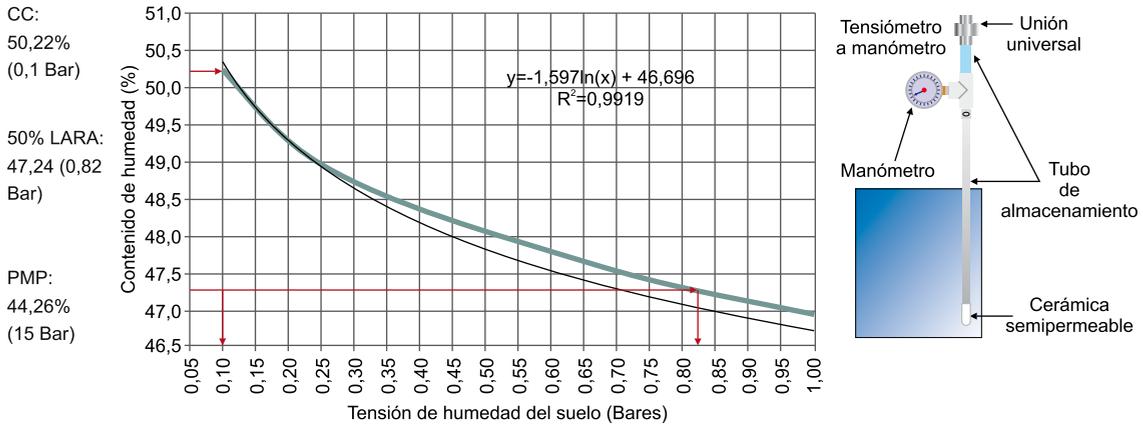


Figura 10. Seguimiento del riego.

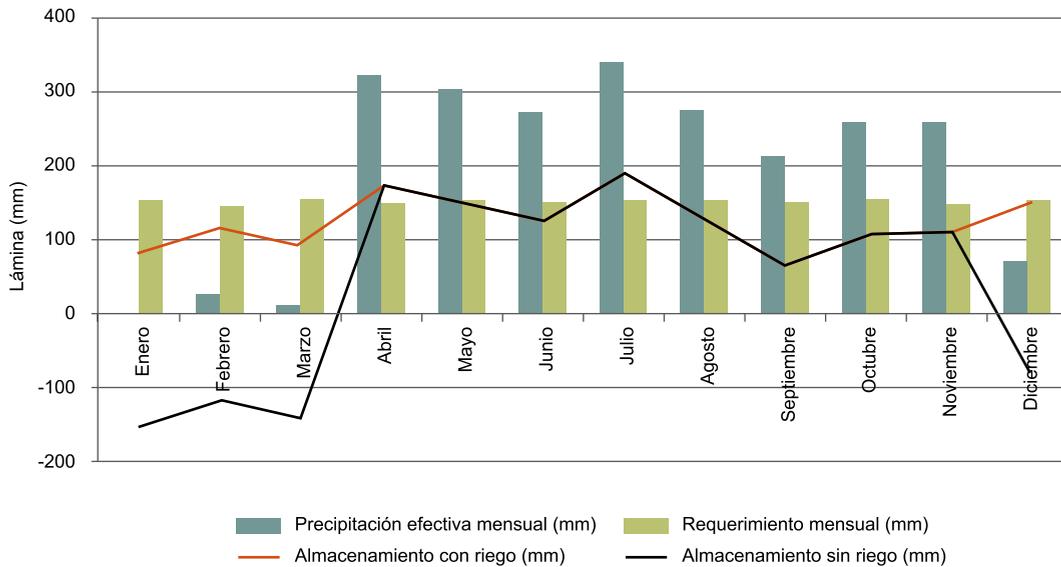


Figura 11. Balance hídrico con y sin riego.

implementar esta metodología, al mantener el contenido de humedad por encima del déficit.

Por otra parte, con ayuda del monitoreo diario realizado con los tensiómetros se observó el comportamiento típico del contenido de humedad en la época de verano (Figura 12).

Se observa que las frecuencias de riego (diez días) son acertadas, porque el agua es aplicada en el momento justo en el cual la lectura de contenido de humedad es más bajo, es decir cuando se ha terminado la lámina disponible (antes que se presente déficit de humedad), con lo cual se está dando el uso más eficaz a la capacidad del sistema de riego. Por otra parte, se observa que la lámina aplicada corresponde a las cantidades requeridas para suplir las necesidades del cultivo

de palma de aceite con las frecuencias establecidas, esto se puede observar porque la lámina disponible no alcanza a tener lecturas negativas (déficit).

En Figura 12 se observa también, que en los dos días posteriores a la aplicación del agua de riego, el contenido de humedad disminuye a una tasa mayor que en los días subsiguientes, esto se debe a que al momento del riego el suelo alcanza a llegar a niveles de saturación en los cuales se presentan las pérdidas por percolación profunda por efecto de la incapacidad del suelo de almacenar mas volumen de agua. Luego de este periodo de tiempo la disminución del contenido de humedad presenta una variación más homogénea y permite determinar el consumo de agua por las plantas. El requerimiento promedio calculado con base

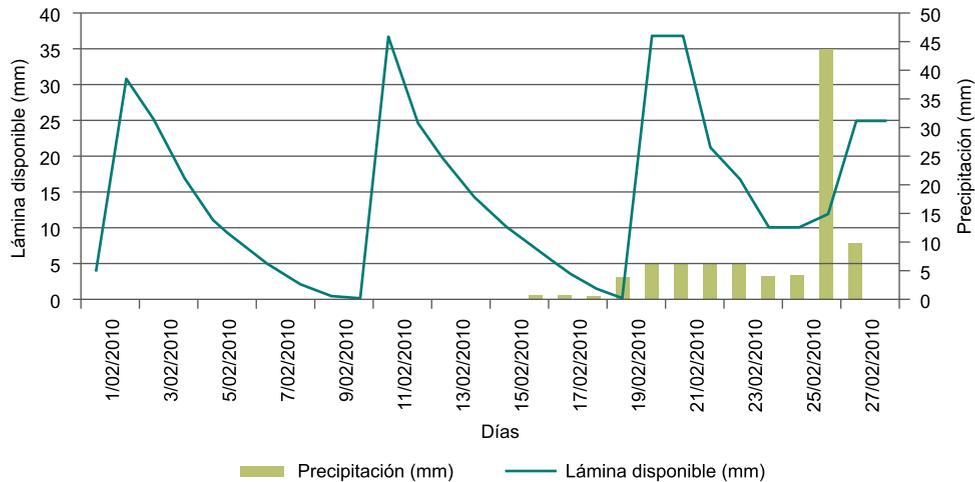


Figura 12. Comportamiento de la humedad en el suelo con riego.

en la metodología anteriormente descrita, en plantas de 17 meses después de la siembra, beneficiada con un sistema de riego superficial por el método ventanas fue de 2,88 mm/día. Con los datos calculados la eficiencia de un sistema de riego superficial por el método de ventanas, con las características mostradas anteriormente es de 67%. Este dato es quizá el más importante porque permite verificar que se está dando un uso racional a los recursos hídricos, con una eficiencia superior comparada con los sistemas de riego tradicionales por inundación que presentan eficiencias cercanas al 30 % y permitiendo acercarse a las eficiencias logradas con sistemas de riego tecnificado como el método por aspersión (70% a 90%).

Otro factor determinante en la implementación de un sistema de riego por superficie mediante tubería de ventanas, es la diferencia obtenida en el desarrollo de las plantas y por supuesto de la producción (Tabla 1).

Tabla 1. Diferencias en la producción. Siembra 2008		
Criterio	Riego por ventanas	Sin riego
Material	Deli x Compacta	Deli x Compacta
Densidad de siembra	170 plantas/ha	170 plantas/ha
Inicio de cosecha (después de la siembra)	20 meses	24 meses
Peso promedio de racimo	2,1 Kg	1,3 Kg
No. racimos por planta (promedio)	13	6
Producción promedio (esperada)	4,6 t/ha	1,3 t/ha

En la Figura 13 se observa las diferencias de una siembra con las mismas características de material, vivero, suelo y labores agronómicas de campo con y sin riego por superficie mediante tubería de ventanas.

Costos de operación

En la Tabla 2 se muestran los costos por hectárea año a los cuales asciende la implementación y operación de un sistema de riego por superficie mediante tubería de ventanas. Estos costos incluyen los tractoristas y la preparación del terreno (apertura de las zanjas y su posterior tapada cuando se termina el riego). El riego opera solo en época de verano, en época de invierno no se requiere.

Como se observa en la Tabla 2, se incluye dentro de los costos de riego el valor por la instalación del sistema de riego (cuyo costo está diferido a diez años). De esta manera el valor total por concepto de la implementación de un sistema de riego mediante tubería de ventanas es de \$674.857 por hectárea/año, lo cual significa que para compensar la inversión del riego se deben producir por lo menos 2,43 toneladas/ha de racimos de fruta fresca (RFF).

Otro dato es el ahorro obtenido en el agua, que es un parámetro especialmente importante, porque las corporaciones autónomas regionales están limitando las concesiones de agua. Actualmente estos sistemas de riego están permitiendo un ahorro por turno de riego 93,2 m³ por hectárea, comparado con un sistema de riego por inundación. Esto significa que en un verano tradicional de tres meses el ahorro suma 838,8 m³ por

Sin riego



Fuente: El Palmar del Llano S.A. Jarama 2010

Con riego



Fuente: El Palmar del Llano S.A. Camelias 2010

Figura 13. Siembras de características similares.(Izquierda sin riego, derecha con riego).

Tabla 2. Cálculo costo del riego en el verano 2009-2010 (un año).	
Actividad	Costo por hectárea
Operación sistema de riego siembra 2008 (incluye tractoristas)	\$191.293
Preparación del terreno	\$4.782
Combustible ACPM (para motores de riego y tractores)	\$182.682
Maquinaria (tractores)	\$66.960
Instalación del sistema de riego (costo diferido a 10 años)	\$229.140
Total	\$674.857
Equivalente en RRF (t/ha)	2,43

hectárea, lo cual, traducido a pesos, son \$620,7 por hectárea (utilizando la tasa cobrada por Cormacarena de \$0,74/m³).

Conclusiones

El sistema de riego por ventanas es una metodología muy eficiente, comparada con los sistemas de riego superficiales tradicionales. Esto obedece básicamen-

te a la disminución de las pérdidas de agua en la conducción y distribución, así como en la aplicación localizada del agua de riego.

El sistema de riego por ventanas es la alternativa de más bajo costo si se compara con sistemas de riego de alta eficiencia como la aspersión y el goteo, los cuales llegan a costar entre dos y cinco veces más.

Mediante este sistema se logran mantener las condiciones de humedad en el suelo necesarias para el desarrollo normal del cultivo de palma de aceite durante las épocas de sequía.

La implementación de un sistema de riego por ventanas es una de las mejores alternativas de riego para los productores de palma de aceite.

Este sistema de riego demanda menores cantidades de agua por hectárea que los riegos por inundación.

Agradecimientos

Se le da un agradecimiento especial a la junta directiva de El Palmar del Llano S.A. por tener la idea inicial de implementar esta metodología de riego y permitir desarrollarla hasta el logro de los resultados expuestos.