LA PALMA

BOLETÍN TÉCNICO

GREPALMA
GREMIAL DE PALMICULTORES DE GUATEMALA

NO. 3 - ENERO DE 2016

CRITERIOS Y BASES TÉCNICAS PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL AGUA -RIEGO Y DRENAJE-

II PARTE

Por:
Ing. Agrícola
José Humberto Silva Chavarro

Ing. Agrícola
Óscar Mauricio Álvarez Soto

2. RECONOCIMIENTO Y DIAGNÓSTICO DE LAS CONDICIONES DE DRENAJE.

2.4 REQUERIMIENTOS DE DRENAJE.

Los requerimientos de drenaje de un proyecto se clasifican generalmente en drenaje superficial y subterráneo.

Requerimientos de drenaje superficial.

El drenaje superficial se determina como el exceso de agua de escorrentía que se debe evacuar en un tiempo dado. Puede ser expresado mediante la siguiente ecuación:

$$C_d = E/T_d$$

Dónde:

C_d = Coeficiente de drenaje superficial (lps/ha)

E = Escorrentía tota expresada en términos de lámina (mm)

T_d = Tiempo de drenaje en horas. Para el cultivo de palma de aceite lo ideal es que el tiempo de drenaje no supere las 48 horas, esto para permitir el normal desarrollo de las labores culturales del cultivo.

El coeficiente de drenaje superficial (Cd) se puede también expresar en términos de caudal por unidad de área:

$$C_d = 2.78*E/T_d \quad \text{(lps/ha)}$$

La escorrentía total (E.) se puede determinar mediante el balance hídrico, de acuerdo a la siguiente relación:

$$E = P-I-ET$$

Dónde:

E = Escorrentía total

P = Lluvia critica de diseño obtenida en el análisis de frecuencia de precipitaciones con un periodo de retorno de 5 años.

I = Infiltración total durante el tiempo de drenaje.

ET = Evapotranspiración durante el mismo periodo de tiempo.

Requerimientos de drenaje subterráneo

Para los requerimiento de drenaje subterráneo se debe tener en cuenta, primero, la profundidad óptima del nivel freático, que para el caso de palma de aceite se recomienda entre 0.8 y 1 m, esto considerando que la mayor porción del sistema radicular se encuentra a esta profundidad y segundo el caudal que se debe evacuar por el sistema.

Cuando el nivel freático permanece a una misma profundidad o con poca variación, el sistema de drenaje se debe diseñar aplicando el modelo de flujo permanente. Y cuanto el nivel freático fluctúa como efecto de las lluvias o la aplicación de agua de riego, se aplica el modelo de flujo variable.

3. MÉTODOS DE RIEGO Y DRENAJE

3.1 MÉTODOS DE RIEGO UTILIZADOS EN PALMA DE ACEITE.

El riego consiste en aplicar agua a un cultivo de manera artificial a fin de reponer un déficit hídrico que este presenta por condiciones ambientales.

Para el caso de la palma de aceite está bastante documentado el efecto que el estrés hídrico presenta sobre su productividad y por lo tanto es posible determinar de acuerdo a diferentes factores, la viabilidad de la implementación de un sistema de riego. En ese sentido, y conociendo el cambio que ha venido presentando el planeta en cuanto a la distribución y magnitud de la precipitación, y el impacto que esto ha generado sobre la productividad, se hace indispensable para los cultivadores poder conocer todos los factores asociados a la tecnología del riego en el cultivo.

En términos prácticos, la técnica de riego en palma de aceite se resume en definir que tanto impacta el déficit hídrico en la productividad, y en función a las condiciones locales de oferta hídrica, cuantificar qué posibilidades hay de suplir dicho déficit. Esto, conjugado con condiciones topográficas, suelos, aspectos sociales y ambientales, disponibilidad energética, etc., permite seleccionar el método de riego que mejor se adapte, y al cuantificar sus costos de implementación, operación y mantenimiento es posible definir la viabilidad financiera de su adopción.

SU ÉXITO
CRECE
CON NUESTROS
MATERIALES
DE SIEMBRA

NUESTRAS SEMILLAS ESTAN CERTIFICADAS POR LA
OFICINA NACIONAL DE SEMILLAS DE COSTA RICA

VARIEDADES DE
ALTA DENSIDAD
Densidad de siembra de 160 - 170 palmas/ha

Themba, Challenger, Supreme
Evolution Blue y Avalanche

CLONES DE
ALTA DENSIDAD
Mayor densidad de siembra (Hasta 180 palmas/ha)

Titán, Tornado, Sunrise,
Sabre y Drake

- Precocidad y alta producción de racimos y aceite/ha
- Alta tasa de extracción de aceite (26%)
- Menores costos de cosecha y mayor vida comercial de la plantación
- Plantaciones altamente uniformes

SEMILLAS Y CLONES DE PALMA ACEITERA
ASD
Costa Rica
DE ALTO RENDIMIENTO

Garantizamos: • La más alta calidad • 99.9% de pureza de téneras • Precocidad y alto rendimiento sostenido.
Respaldados por un sólido programa de investigación y una de las más amplias colecciones de germoplasma en el mundo.

Tel: (506) 2284-1120. Fax: (506) 2257-2667 • sales@asd-cr.com • www.asd-cr.com

A continuación se presenta una descripción de los métodos de riego más utilizados en el cultivo de la palma de aceite:

- **Riego por inundación:** este método consiste en la construcción de canales de riego en las partes altas de los lotes, desde donde se permite un desbordamiento hacia las partes bajas a manera de inundación. Es el método que presenta las menores eficiencias en el uso del agua y por consiguiente es el menos amigable con el ambiente por sus altas pérdidas. En el caso de quererse implementar de manera adecuada, requiere condiciones ideales de pendiente y homogeneidad del terreno, por lo cual en algunos casos se deben hacer bastantes movimientos de tierra para lograr estas características.

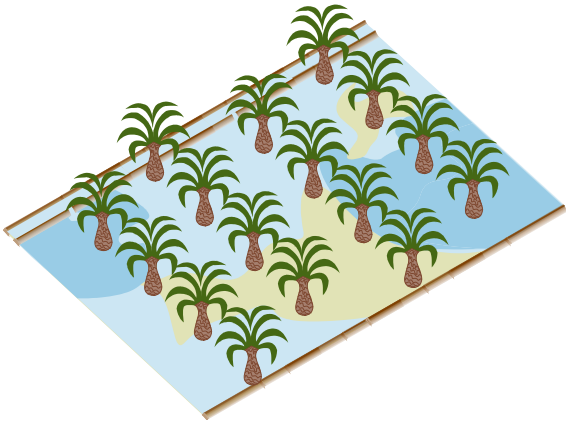

Figura 8. Riego por inundación en palma de aceite.

Este método es recomendado solamente en condiciones de agua abundante.

- **Riego por melgas en contorno:** es la versión mejorada del riego por inundación, y consiste básicamente en la construcción de bordas en curvas de nivel para hacer un poco más uniforme la distribución de agua. Para el caso de palma de aceite es muy poco práctico puesto que las bordas son destruidas permanentemente durante el tráfico en las labores que se realizan en el cultivo. La eficiencia de uso del agua no difiere mucho de la de riego por inundación.

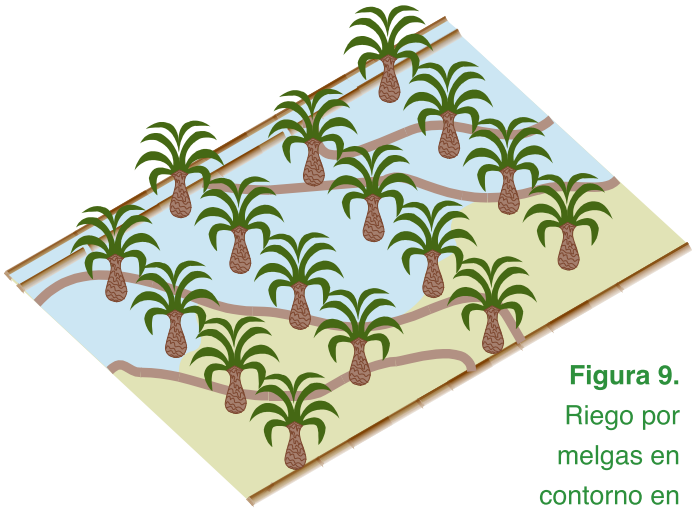

Figura 9. Riego por melgas en contorno en palma de aceite.

- **Riego por melgas rectangulares:** este método consiste en la construcción de bordas de tierra de aproximadamente 30 cm, que generan espacios de recorrido de agua conocidas como melgas y que favorecen el movimiento del agua en el sentido de la pendiente del terreno. Requiere pendiente homogénea para que funcionen adecuadamente. La eficiencia de aplicación de riego es un poco mayor de la de los métodos anteriores, pero no supera el 50%.

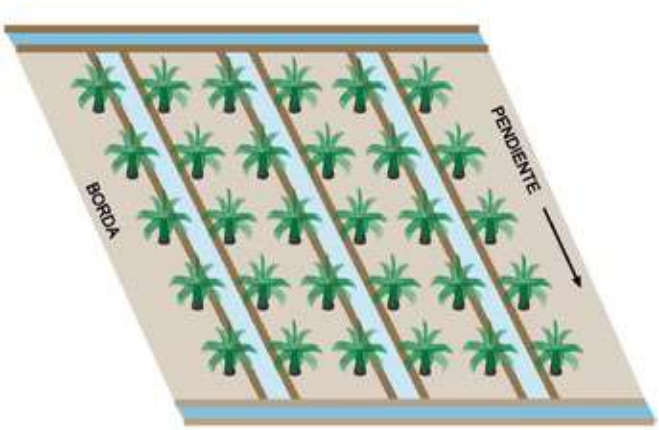

Figura 10. Riego por melgas rectangulares con humedecimiento parcial.

- **Riego por aspersión:** es el método de riego que más se asemeja a la lluvia. Consiste en una red de tuberías que permite llevar agua a cada palma. Generalmente, requiere de un sistema de propulsión o bombeo para imprimirle la energía que garantice el flujo por la tubería, por lo cual es muy sensible en cuanto a diseño para que sus costos de operación no sean muy altos. Este sistema es el sistema de riego presurizado más utilizado en palma de aceite, teniendo como una de sus principales ventajas la uniformidad de aplicación, su fácil mantenimiento, y la posibilidad de aplicar fertirriego.

Figura 11. Riego por aspersión en palma de aceite.

Dentro de sus desventajas se tiene que los aspersores son susceptibles al robo y al daño durante el tránsito de maquinaria.

- **Riego dirigido:** es una variación del riego por aspersión y básicamente cambia en que el agua es dirigida a cada palma. Tiene como gran ventaja que en palma recién sembrada puede aplicarse cantidades menores de agua e irse aumentando gradualmente en la medida que el cultivo vaya teniendo mayor desarrollo. En términos de costo de implementación y operación es similar a riego por aspersión.

Figura 12. Riego dirigido en palma de aceite.

- **Riego por goteo:** este método de riego consiste en una aplicación dirigida a cada palma mediante mangueras con goteros ó goteros individuales. Cuenta con una red de tubería similar a todos los sistemas presurizados pero generalmente funciona a una potencia menor, por lo que sus costos de operación son más bajos, siendo una de sus principales ventajas junto con la posibilidad de aplicación de fertirriego y su alta eficiencia.

Su principal desventaja radica en su alta exigencia en los sistemas de filtrado, lo cual requiere especial atención para que opere adecuadamente. También es susceptible al daño mecánico durante las labores del cultivo.

Figura 13. Riego por goteo en palma de aceite.

- **Riego por subirrigación:** este método de riego consiste en hacer una operación inversa al drenaje del suelo, puesto que lo que se hace es incrementar el nivel freático de manera artificial aprovechando la infraestructura de drenaje. Generalmente, se usa en zonas donde se tiene una mayor intensidad de canales de drenaje, es decir, canales terciarios cada cuatro calles de palma. Requiere unas condiciones muy específicas de suelo y topografía.

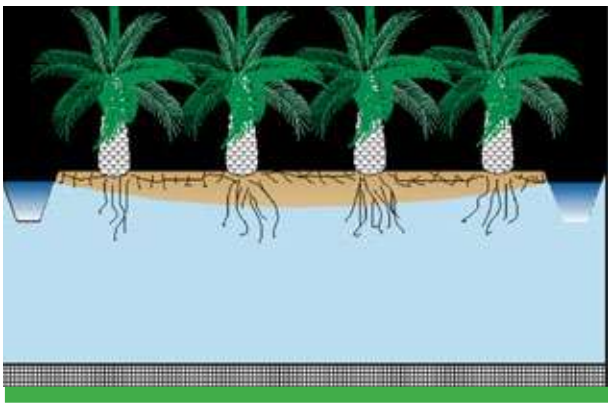

Figura 14. Riego por subirrigación en palma de aceite.

En cuanto a suelo, funciona adecuadamente cuanto se tiene una capa impermeable a una profundidad inferior a 2 m y un suelo con una alta conductividad hidráulica en los primeros horizontes. En cuanto a pendiente, su funcionamiento es adecuado en pendientes inferiores al cinco por mil. En otras condiciones requiere de un número mayor de obras de control para un adecuado funcionamiento. Este método de riego es bastante económico en su implementación y operación, pero su eficiencia en el uso del agua no supera el 40%.

aGRODINCO
Ingeniería en adecuación de tierras
Contamos con personal calificado y equipos de última tecnología que nos permiten dar oportuna respuesta y alta confiabilidad en la información generada.
TOPOGRAFÍA Y FOTOGRAMETRÍA
INGENIERÍA EN MANEJO DE AGUAS
"Nuestros diseños se caracterizan por tener la mejor relación costo beneficio"
Optimice el tiempo de actividades en campo, sacando provecho de las herramientas informáticas de AgroLevels. Realice un seguimiento de su información.
Genere reportes y analice su información geográfica.
AgroLevels
Agricultura a otro nivel
www.AgroLevels.com
• GUATEMALA: E-mail: hmontiel@agrodinco.com • Tel: +502 30544192
jsilva@agrodinco.com • malvarez@agrodinco.com
• COLOMBIA • NICARAGUA • MEXICO
www.agrodinco.com

3.2 MÉTODOS DE DRENAJE

Después de realizar los estudios de reconocimiento y diagnóstico de drenaje, se debe seleccionar el método o sistema de drenaje, que puede ser superficial o subterráneo.

Drenaje superficial: el drenaje superficial consiste en la evaluación del agua acumulada sobre la superficie del suelo a causa de las lluvias intensas y frecuentes, desbordamientos de cauces, topografía plana e irregular y suelos con baja capacidad de infiltración. Para su control, se pueden escoger una o varias formas de drenaje superficial las cuales dependen del origen de los excesos.

- **Emparejamiento de la superficie:** considerando que los cultivos de palma de aceite en su mayoría se establecen en terrenos de pendiente plana o con ondulaciones moderadas las cuales presentan microrelieves que forman pequeños montículos y cubetas, se recomienda iniciar la adecuación del terreno con el emparejamiento de la superficie, lo cual no implica grandes movimientos de tierra ya que no se pretende modificar la topografía si no el alisamiento de la superficie para facilitar la escorrentía, una manera de hacerlos es mediante la utilización de equipos de rastra y pulidores. Ver figura 15.

Figura 15. Emparejamiento del terreno en sentido de la pendiente para mejorar las condiciones de escorrentía superficial.

- **Para controlar las inundaciones:** se recomienda la construcción de diques paralelos a los cauces para evitar su desbordamiento. El diseño y construcción de estos diques debe planificarse con base en estudios hidrográficos, topográficos, suelos y de frecuencias de inundaciones para determinar su viabilidad técnica y económica.

Figura 16. Control de inundaciones por medio de diques perimetrales.

- **Para controlar las aguas de escorrentía:** se recomienda la construcción de canales perimetrales o diques para la interceptación de aguas provenientes de lotes adyacentes. Esto evitará el ingreso de grandes volúmenes de agua en las áreas con problemas de drenaje, haciendo que la red interna o local tenga menores dimensiones. Figura 17.

Figura 17. Ejemplo de canales perimetrales para interceptar aguas de provenientes de áreas críticas.

- **Red de drenaje local:** consta de canales principales, secundarios, terciarios y zanjas o sangrías, que son diseñados y construidos dentro del área problema y tienen la capacidad de avaluar los excesos en un determinado tiempo. En palma de aceite, se recomienda la construcción de la red de drenaje con capacidad para evaluar una lluvia crítica con periodo de retorno de 5 años en un tiempo máximo de 48 horas, esto para evitar interrumpir las labores de recolección y evacuación de fruta.

Drenaje Subterráneo: en palma de aceite, el drenaje subterráneo es necesario cuando las áreas críticas presentan niveles freáticos permanentes (> 15 días) a profundidades menores de 0.8 m. Sin embargo, el sistema de drenaje que se diseñe no debe abatir el nivel freático a profundidades mayores de 1.2 m, para aprovechar el aporte de agua por capilaridad que permite reducir en forma significativa los requerimientos de riego. Por esta razón el manejo del nivel freático se debe analizar en conjunto con el riego. Lo anterior aplica solo cuando las aguas son de buena calidad, en caso contrario se debe abatir el nivel freático a profundidades mayores de 1.8 m para evitar problemas de salinización.

Canales abiertos de drenaje: Son canales abiertos que pueden ser utilizados para conducir aguas subterráneas y de escorrentía. Tienen pendientes entre 0.01 % y 0.5%. En el cultivo de palma estos canales pueden ocupar áreas significativas por lo que es importante considerar estos espacios en los diseños de plantaciones.

Figura 18. Canales abiertos para abatimiento de niveles freáticos en áreas con problemas de drenaje subterráneo.

Los taludes de los canales abiertos son susceptibles a procesos de erosión y su mantenimiento deber ser frecuente para evitar la acumulación de sedimentos y crecimiento de malezas que reducen su capacidad de evaluación.

Aunque existen otras alternativas como los drenajes entubados, por su alto costo aún no son utilizados en el cultivo de palma de aceite.

En el cultivo de palma el espaciamiento entre los drenajes colectores o secundarios puede variar entre 200 y 600 m, dependiendo de la topografía y el diseño de lotes.

Espaciamiento entre drenajes terciarios: los drenajes terciarios son los drenajes que permiten el abatimiento del nivel freático al interior de los lotes con problemas de drenaje subterráneo (ver figura 15). Para el cálculo del distanciamiento y profundidad se debe primero conocer el tipo de régimen que puede ser permanente o variable, para el caso del régimen permanente explicado anteriormente en este boletín, se utiliza comúnmente la metodología propuesta por Hooghoudt y para el régimen variable la metodología de Glover Dumm, esta última es la más común en palma de aceite.

Figura 15. Canales de drenajes terciarios tipicos del cultivo de palma de aceite en zonas planas con problemas de drenaje.

Para facilitar el uso de estas fórmulas, se recomienda la utilización del *software Espadren* para el cálculo de espaciamiento de drenajes desarrollado por la Escuela de Ingeniería Agrícola del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

En el cultivo de palma de aceite es importante tener en cuenta que el distanciamiento entre drenajes se debe ajustar a múltiplo de cada 2 líneas, lo que en cultivos sembrados a 9 m en tres bolillo permite hacer drenajes en múltiplos de 15.62 m.

Figura 16. Utilización del *software Espadren* para cálculo del espaciamiento entre drenajes por el método de *Glover Dumm*.

REFERENCIAS

ACOSTA, A. 2000. Estimación de patrones diarios de consumo de agua por las plantas, con base en mediciones detalladas de humedad y temperatura, en diferentes profundidades de suelo. Modelos matemáticos y sistemas de medición. En: Palmas, Vol. 22, No 3. Santafé de Bogota D.C. 2001. P 9.-27

ACOSTA, A. 2000. Efecto del déficit hídrico en el comportamiento de los patrones diarios de consumo de agua por la palma de aceite. En: Palmas, Vol. 21, Tomo 1. Santafé de Bogota D.C. 2000. P 117.

ALVAREZ, M.; SILVA, J.H. 2007. Conceptos básicos para la realización del balance hídrico en el cultivo de la palma de aceite. Boletín Técnico. Convenio CENIPALMA – SENA – SAC. Bogotá D.C. 2001.

ALVAREZ, M., et al. 2007. Eficiencia en el uso del agua en una plantación de palma de aceite En: Palmas, Vol.28, No 2. Santafé de Bogotá D.C. 2007. P 11.-22.

CORLEY, R.H.V.; HONG, T.K. 1981. Irrigation of oil palm in Malaysia. In: (E. Pushparajah; P.S. Chew, (Eds)). Of the international conference on the oil palm in agriculture in the eighties. Proceedings. PORIM, Kuala Lumpur. Vol5, p. 343-356.

FUENTES Y AGUE, J.L. Técnicas de riego. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Ediciones mundi prensa. Segunda ed. Barcelona, 1996.

FAO, Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio riego y drenaje, Boletín número 24. Roma 1976.

MEJIA, J. 2000. Consumo de agua por la palma de aceite y efectos del riego sobre la producción de racimos, una revisión de literatura. En: Palmas, Vol. 21, No 1. Santafé de Bogota D.C. 2001. P 51.-57

PIZARRO, F. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Editora agrícola española. Madrid, 1978.

LA PALMA

BOLETÍN TÉCNICO

GREPALMA

GREMIAL DE PALMICULTORES DE GUATEMALA

info@grepalma.org

SÍGUENOS EN

FACEBOOK.COM/GREPALMA WWW.GREPALMA.ORG