

INFLUENCIA DEL RIEGO EN EL COMPORTAMIENTO DE TRES HÍBRIDOS TENERA DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq.) DE DIFERENTES ORIGENES. LA CONCORDIA - ESMERALDAS. (5º AÑO DE EJECUCIÓN)

Cristian Vega¹, Marcelo Calvache² y Rocío Morales³

¹ Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA). Becario Tesista. Correo electrónico: licano_vega@hotmail.com

² Universidad Central del Ecuador. Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas.

³ Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA). Programa de Investigación.

ANTECEDENTES

El sector palmero ecuatoriano ha tenido un constante crecimiento a lo largo de los últimos tiempos y se ha convertido en uno de los sectores más dinámicos e importantes en la economía del país, debido a que genera fuentes de trabajo directas e indirectas beneficiando a miles de familias dedicadas a esta actividad.

El crecimiento de este sector agrícola es muy dinámico debido a que en la década de los 60 apenas existían unas 1000 ha de cultivo y de acuerdo al Censo Nacional realizado por FEDAPAL – ANCUPA (2005), en el Ecuador existen 207285.31 hectáreas sembradas de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), de las cuales, el 87.1% pertenecen a pequeños productores con plantaciones menores a 50 hectáreas y sin un nivel tecnológico que les permita obtener producciones competitivas, que generen ingresos acordes al cultivo.

Entre las causas de la baja producción de la palma aceitera en el Bloque Occidental (Santo Domingo, La Concordia, Quinindé y Quevedo) está la distribución irregular de la precipitación con un déficit hídrico en el segundo semestre del año (junio-diciembre), y puesto que la palma aceitera es exigente en agua, demandando entre 150 a 180 mm por mes, se hace necesario la aplicación del riego durante este período de tiempo. Si bien es cierto que no todos los años son iguales en cuanto al clima, siempre se ha mantenido este déficit hídrico que en promedio dura entre 5 y 6 meses lo que indudablemente afecta al cultivo; esto se ve directamente reflejado en las bajas producciones que se obtienen (producción media anual 12 t/ha/año la más baja entre los países productores de palma aceitera) cuando el cultivo en condiciones óptimas puede llegar a producir hasta 40 t/ha/año.

Castillo (1996) indica que la principal consecuencia de la insuficiencia de lluvias es la reducción de las producciones. Precipitaciones mensuales de menos de 100 mm, durante dos meses consecutivos, muestran un claro desequilibrio en la producción.

Además existe poca información sobre los efectos del riego en el rendimiento de la palma de aceite en la zona de La Concordia y no se tiene un criterio claro de cómo se lo debe manejar para aumentar la producción de racimos de fruta fresca y el contenido de aceite; Calvache (2002) considera que se debe tomar en cuenta el equilibrio general del agua en el sistema suelo-planta-atmósfera.

Mite *et al.* (1999), señalan que el conocer la influencia del riego sobre la producción y rentabilidad de la palma es, sin lugar a dudas, de gran importancia en zonas de humedad insuficiente.

Con este antecedente, ANCUPA en convenio con la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, viene desarrollando desde hace cinco años la evaluación del riego sobre tres híbridos Tenera de palma aceitera y se han obtenido datos preliminares sobre el efecto positivo que tiene éste en la planta y esto se ve reflejado especialmente en los dos últimos años (2007, 2008) en donde existió una mejor producción de las plantas que poseen un suministro de agua constante durante todo el año, según Lema (2008) y Reinoso (2009).

Con esta perspectiva durante el **quinto año de ejecución** se continuó evaluando el riego esperando obtener resultados positivos y alentadores del efecto que éste causa en las plantas de palma aceitera, además de determinar si la tendencia en cuanto a la respuesta de los híbridos se siguió manteniendo o empezó a variar y seguir generando una base de datos que permitan dar los resultados concluyentes que se aspiran a obtener luego de 10 años de investigación.

OBJETIVOS

- Determinar el híbrido Tenera de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) que presente mejor respuesta a la aplicación de agua mediante el riego por aspersión.
- Determinar el efecto del riego por aspersión en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq).
- Determinar si existe interacción entre el Riego y los Híbridos Tenera de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq).
- Realizar el análisis financiero de los tratamientos en estudio.

MATERIALES Y METODOLOGIA

La investigación se desarrolló en el Centro de Investigaciones de Palma Aceitera (CIPAL) perteneciente a la Asociación de Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera (ANCUPA), ubicado en el km. 37 ½ de la vía Santo Domingo-Quinindé, Cantón La Concordia, Provincia de Esmeraldas, a una altitud de 264 m.s.n.m., temperatura promedio de 24.2 °C, humedad relativa de 87.76 %, 690.9 horas/luz, nubosidad de 7/8 y precipitación anual de alrededor de 3000 mm.

Los factores fueron **Híbridos** (INIAP, IRHO y ASD) y **Riego** (r_0 sin riego, r_1 con riego) y las variables en estudio fueron diámetro a la base del estípete, altura del estípete, emisión foliar, área foliar, diámetro de la corona foliar, relación sexo, rendimiento y extracción de nutrientes en la producción. Las evaluaciones se hicieron al término de la época húmeda y seca, es decir a los seis y doce meses.

Se trabajó con tres repeticiones y las unidades experimentales y unidades experimentales netas constaron de 30 y 8 plantas respectivamente. Los resultados fueron analizados con un Diseño de Parcela Divida (DPD) en el cual el factor Riego fue colocado en las parcelas grandes y el factor Híbridos fue colocado en las subparcelas y un análisis funcional que incluyó Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para el Factor Riego y Comparaciones Ortogonales y Tukey al 5% para Híbridos y las Interacciones.

Se utilizaron tres híbridos Tenera de cinco años de edad y un sistema de riego por aspersión con 47 aspersores por hectárea (13.5 m entre aspersores y 15.6 m entre líneas de aspersores). La humedad diaria del suelo fue determinada por tensiómetros ubicados en las zonas con y sin riego, y la frecuencia de aplicación del riego fue determinada por el lisímetro MC que indicaba la evaporación diaria expresada en mm, la cual era recuperada con la aplicación de agua en el momento adecuado. Las actividades culturales fueron manejadas a lo largo del año mediante cronogramas de trabajo y para las fertilizaciones anuales se trabajo con análisis de suelos y foliares.

RESULTADOS

En la **Tabla 1, Figura 1**, se observa que para los factores Riego (R) e Híbridos (H) no existen diferencias estadísticas pero si diferencias matemáticas reportándose una mejor respuesta para los dos factores en las unidades experimentales con riego.

Tabla 1. Area foliar y rendimiento anual y emisión foliar semestral en la “Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia – Esmeraldas. (5° año de ejecución).

FACTORES	Área foliar (m2)	Emisión foliar (Hojas/mes)		Rendimiento (TM/ha)
	Anual	Época 1	Época 2	Anual
Riego				
r1 Con Riego	230.91	2.17	1.89	25.03
r0 Sin Riego	210.86	2.36	1.59	19.85
Híbridos**				
h1 INIAP	213.88	2.30 a	1.74 ab	22.87 ab
h2 IRHO	203.00	2.15 b	1.63 b	17.62 b
h3 ASD	245.78	2.35 a	1.84 a	26.82 a
Comp. Ortogonales*				
h1 vs h2h3	213.88 vs 224.39	2.30 vs 2.25	1.74 vs 1.74	22.87 vs 22.22
h2 vs h3	203.00 b vs 245.78 a	2.15 b vs 2.35 a	1.63 b vs 1.84 a	17.62 b vs 26.82 a
Interacciones**				
r1h1 (INIAP Con Riego)	222.81	2.23	1.93 a	26.61
r0h1 (INIAP Sin Riego)	204.95	2.37	1.56 c	19.14
r1h2 (IRHO Con Riego)	224.36	2.03	1.80 ab	19.26
r0h2 (IRHO Sin Riego)	181.63	2.27	1.45 c	15.99
r1h3 (ASD Con Riego)	245.57	2.25	1.93 a	29.23
r0h3 (ASD Sin Riego)	246.00	2.45	1.76 b	24.42

*DMS al 5% y **Tukey al 5%

AREA FOLIAR ANUAL

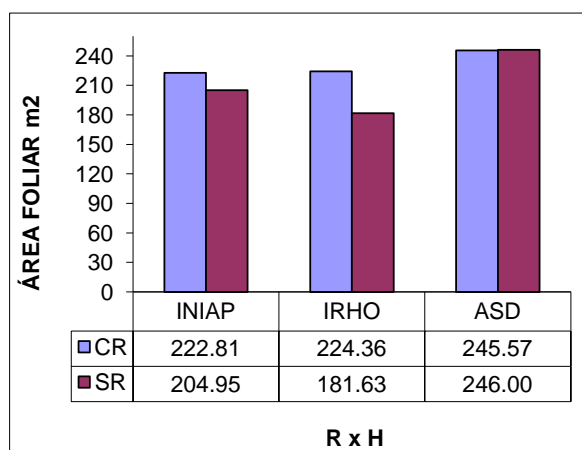


Figura 1. Area foliar anual para híbridos en la “Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia – Esmeraldas. (5° año de ejecución).

Así tenemos que para Riego se reportó una mejor área foliar en las zonas con riego con un promedio de 230.91 m² en tanto que en las zonas sin riego el área foliar fue menor obteniendo un promedio de 210.86 m². Es decir que con la aplicación del riego durante la época seca se obtuvo un incremento del área foliar de alrededor del 10% lo cual incluye una mayor producción de hojas nuevas, de folíolos así como el incremento en el ancho y largo de los mismos; esto le permite a la planta captar y aprovechar de mejor manera tanto la luz como el CO₂ para realizar la fotosíntesis, lo que se traduce en una mayor producción de compuestos esenciales para las plantas y a la larga una mayor producción.

Burgos *et al.* (2007) manifiestan que cuando el área foliar es disminuida, puede haber una limitación en la asimilación de CO₂ por el cierre de estomas debido el déficit hídrico. Así, la fotosíntesis es limitada por el agua a causa del retardo en la expansión foliar y la restricción en la captación de CO₂.

El rendimiento de las palmas depende mucho del índice de crecimiento y de la presencia de un área foliar de tamaño adecuado (Revelo 2002) y según varios autores el tamaño y número de hojas funcionales son decisivos para facilitar la máxima producción de inflorescencias femeninas, y consecuentemente, de racimos en las etapas posteriores.

Es interesante comentar que el híbrido ASD tiene prácticamente la misma área foliar en las zonas con y sin riego y supera a INIAP e IRHO. Esto indica una muy buena adaptabilidad de ASD a las condiciones de La Concordia ya que a lo largo del tiempo de investigación siempre ha mantenido un área foliar mayor lo que se ve directamente reflejado en una mayor producción a lo largo del tiempo.

EMISION FOLIAR

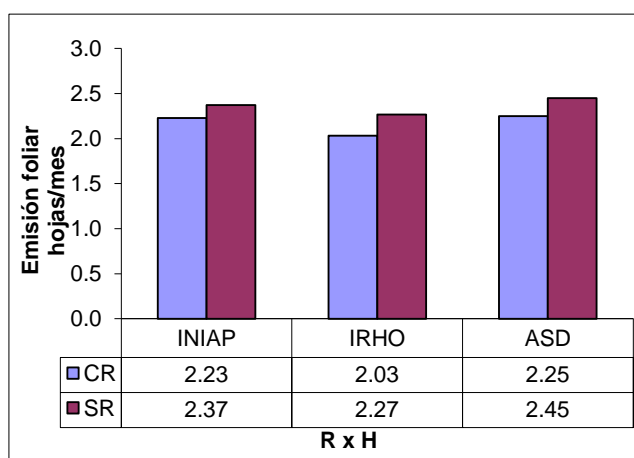


Figura 2. Emisión foliar en la época lluviosa (enero-julio) en la “Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia – Esmeraldas. (5° año de ejecución).

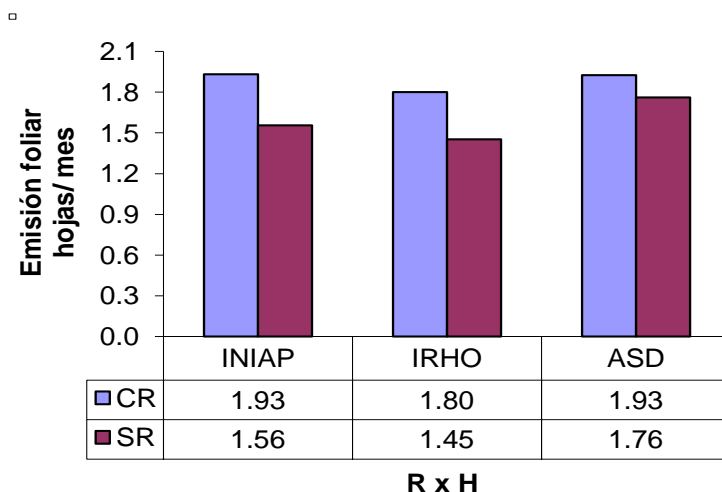


Figura 3. Emisión foliar en la época seca (julio-enero) en la “Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia – Esmeraldas. (5º año de ejecución).

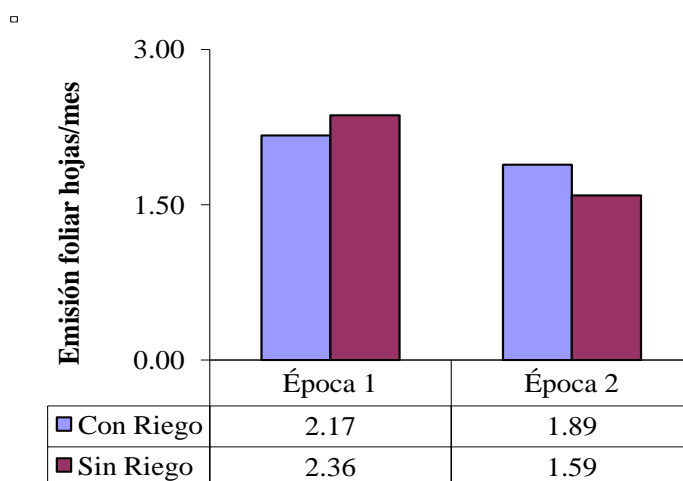


Figura 4. Emisión foliar promedio para el factor Riego en la “Influencia del Riego en el comportamiento de tres Híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes”. La Concordia-Esmeraldas.

Esta variable mostró un comportamiento muy interesante a lo largo del año de evaluación. Como se puede observar en el **Tabla 1**, **Figura 2**, durante la época lluviosa se reportan diferencias altamente significativas para el factor Híbridos (H) y la comparación ortogonal h2 vs h3 (IRHO vs ASD) y ninguna significación estadística para Riego (R), la comparación ortogonal h1 vs h2h3 y las interacciones R x H. Pero se debe tomar en cuenta que la emisión foliar fue mejor para los tres híbridos en las parcelas sin riego aclarando que todas las unidades experimentales en este período de tiempo estuvieron bajo las mismas condiciones climáticas y de manejo. El híbrido que reportó la mejor emisión foliar fue ASD sin riego con 2.45 hojas/mes y con la menor emisión foliar el híbrido IRHO con riego con 2.03 hojas/mes.

Ahora bien, en la época seca el comportamiento cambio totalmente tomando en cuenta que en este período de tiempo sí se aplicó riego. En la **Tabla 1, Figura 3**, se observan diferencias altamente significativas para Híbridos (H) y la comparación ortogonal h2 vs h3 (IRHO vs ASD), diferencias significativas para la interacción R x H y ninguna significación estadística para Riego y la comparación ortogonal h1 vs h2h3.

En esta época en donde se aplico riego desde el mes de julio hasta los primeros días de diciembre se produjo una mejor emisión foliar de los tres híbridos con riego cambiando totalmente el comportamiento presentado en la época lluviosa en donde las zonas sin riego se comportaron de mejor manera.

En la **Figura 3** se puede observar la mejor emisión foliar para INIAP con riego con 1.93 hojas/mes (11.58 hojas/período) en tanto que INIAP sin riego la emisión foliar fue menor con (1.56 hojas/mes (9.36 hojas/período), para IRHO con riego 1.80 hojas/mes (10.80 hojas /período) en tanto que IRHO sin riego 1.45 hojas/mes (8.70 hojas período) y para ASD con riego 1.93 hojas/mes (11.58 hojas/período) en tanto que ASD sin riego 1.76 hojas/mes (10.56 hojas/período).

Además se debe mencionar que durante los meses de mayor sequía (agosto, septiembre, octubre, noviembre) la acumulación de flechas en las plantas sin riego fue marcada la cual llegaba en el caso del híbrido IRHO a 6 flechas y en INIAP y ASD a tres y cuatro flechas. Es decir que durante estos meses prácticamente la emisión foliar fue de cero, y solo en el último mes de la estación seca (diciembre) las flechas acumuladas se abrieron, pero esto no recompensa todo el tiempo que la planta no pudo abrir sus hojas por falta de agua.

Cayón (1996) y Granda (1996) indican que un efecto visible del estrés hídrico durante varios meses es la dificultad de las hojas nuevas para expandirse, dando lugar a una corona de seis o más flechas sin abrir. Durante este tiempo, las hojas más viejas continúan la senescencia a una tasa normal o acelerada, pero el número de hojas verdes funcionales en la corona se reduce. Y esto al igual o en mayor grado que el área foliar afecta a la tasa fotosintética de las palmas.

No existen estudios profundos en los cuales se detalle lo que sucede con las flechas acumuladas durante las épocas de sequía. Lo más probable es que estas generen inflorescencias masculinas o a su vez racimos malogrados debido a las condiciones adversas a las que fueron sometidas. Sanjinés (1987) manifiesta que la inflorescencia asociada con cada hoja que no se abre y permanece en estado de flecha sufrirá el mismo retraso, afectando la producción 15 meses más tarde.

Lo importante es mantener una emisión foliar constante a lo largo del tiempo dentro de una plantación de palma y esto se logra con la aplicación del riego en las épocas en las que existen déficit hídricos, para de esta forma asegurar las futuras producciones.

RENDIMIENTO

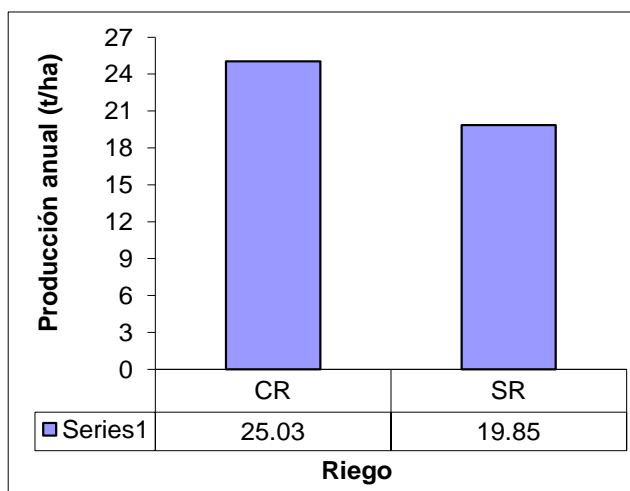


Figura 5. Rendimiento anual para Riego en la “Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia – Esmeraldas. (5° año de ejecución).

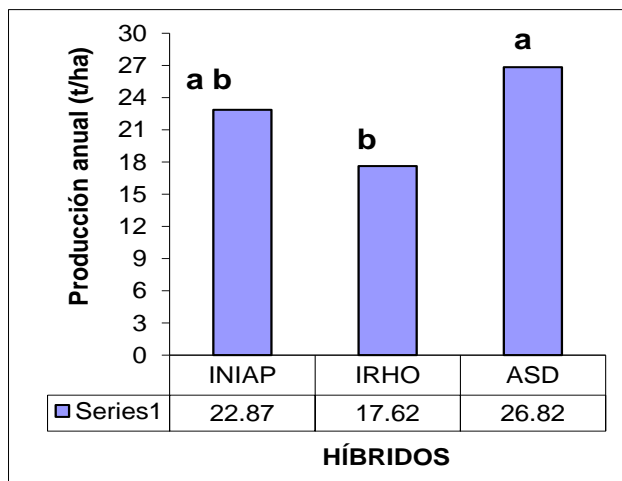


Figura 6. Rendimiento anual para Híbridos en la “Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia – Esmeraldas. (5° año de ejecución).

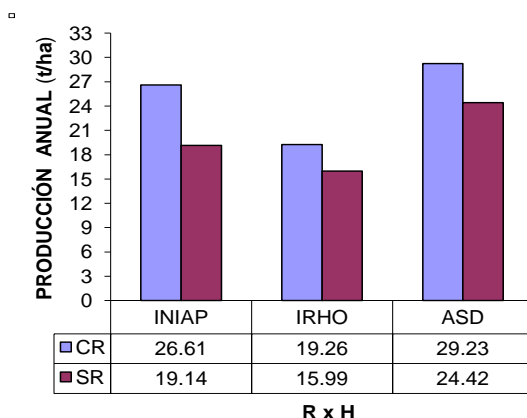


Figura 7. Rendimiento anual para la Interacción Riego x Híbridos en la “Influencia del riego en el comportamiento de tres híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia – Esmeraldas. (5° año de ejecución).

Granda (2002) afirma que para que la palma sea un buen negocio se debe mantener rendimientos superiores a 24 a 26 t/ha/año, y es aquí donde el riego juega un papel importante como componente esencial para mejorar la producción. Los rendimientos óptimos se obtienen con un estado hídrico ideal y un balance adecuado de las medidas culturales como fertilización, control de plagas, enfermedades, malezas, poda y una buena cosecha.

Para la variable rendimiento, en la **Tabla 1, Figura 7**, se observa un mejor rendimiento promedio en los tres materiales con riego (Interacción Riego x Híbridos), ubicándose en primer lugar con el mayor rendimiento el híbrido ASD con 29.23 t/ha, luego INIAP con 26.61 t/ha y con el menor rendimiento IRHO con 19.26 t/ha. En las parcelas sin riego se observa un menor rendimiento teniendo 24.42, 19.14 y 15.99 t/ha para ASD, INIAP e IRHO respectivamente. Para ASD el incremento fue de 4.81 t/ha/año, para INIAP el incremento fue de 7.47 t/ha/año y para IRHO el incremento fue de 3.27 t/año.

Para el factor Híbridos (H) **Tabla 1, Figura 5** se obtuvo diferencias altamente significativas para la comparación ortogonal h2 vs h3 (IRHO vs ASD), y diferencias significativas para Híbridos. ASD fue el mejor híbrido con un rendimiento promedio de 26.82 t/ha/año, luego se ubicó INIAP con 22.87 t/ha/año y con el menor rendimiento IRHO con 17.62 t/ha/año.

Para el factor Riego (R) podemos observar en la **Tabla 1, Figura 4**, que a pesar de no existir diferencias estadísticas, si existen diferencias matemáticas importantes, obteniendo en las unidades experimentales con riego un rendimiento promedio de 25.03 t/ha/año en tanto que en las unidades experimentales sin riego el rendimiento promedio fue de 19.85 t/ha/año. Es decir se produjo un incremento en el rendimiento de alrededor de 5.18 t/ha/año.

Según Mite *et al.* (1999) en Ecuador, con riego, se han conseguido rendimientos de más de 28 t/ha a pesar de tener solo 870 horas de brillo solar/año, sugiriendo que factores tales como el suministro de agua al suelo y la humedad atmosférica pueden ser más importantes que el nivel de la radiación.

Corley y Tinker (2009) consideran que probablemente el déficit hídrico estacional es el factor climático más importante que afecta al rendimiento de la palma de aceite. Africano (2000) indica que

la falta de agua en el cultivo de palma aceitera es causal determinante de la baja producción porque afecta el aspecto fisiológico y la absorción de nutrientes.

Peláez (1998) afirma que si un déficit hídrico continúa por varios días resultará en una disminución en la producción de RFF (Racimo de fruta fresca). En este caso a la palma se le debe suministrar el riego para que la planta pueda mantener un nivel alto de producción.

Figueredo y Vallejo (1986), mencionan que las regiones en donde se han obtenido las producciones más altas de racimos están caracterizadas por una precipitación uniforme con fuerte aguaceros y un alto número de horas luz solar por día en todos los meses del año, mientras que, aquellas regiones con la más baja producción de racimos exhiben distintas estaciones secas, constante nubosidad y un bajo número de horas luz por día.

CONCLUSIONES

- ✓ Durante el quinto año de evaluación se reportaron efectos positivos del riego para las siguientes variables: incremento de la altura del estípite, emisión foliar, área foliar, relación sexo y rendimiento reflejando la ventaja que representa la aplicación del riego en la época de déficit hídrico.
- ✓ Como en los años anteriores de investigación, el híbrido ASD Con Riego (h3r1) fue el que presentó la mejor respuesta a la aplicación del riego en la mayoría de variables en evaluación.
- ✓ Los híbridos en evaluación presentan una adaptabilidad variable a las condiciones climáticas y edafológicas de La Concordia, la cual se puede considerar aceptable para el híbrido ASD e INIAP ya que sus respuestas en cuanto a crecimiento, desarrollo y producción son buenas, en tanto que para el híbrido IRHO esta adaptabilidad se puede considerar baja debido a la baja respuesta del mismo si se lo compara con los dos híbridos a lo largo del tiempo
- ✓ El costo operacional para el año 2009 registró valores de 11.35 USD para una planta Con Riego y 10.00 USD para una planta Sin Riego. Los 0.35 USD de diferencia son costos variables generados por la aplicación del riego.
- ✓ El mayor Beneficio/Costo lo registró ASD CR con un valor de 2.06, lo cual indica que **por cada dólar invertido en el cultivo** se recupera la inversión y se obtiene una ganancia de 1.06 USD, en tanto que el menor B/C lo registró IRHO SR con un valor de 1.28 USD.
- ✓ El mayor Beneficio/Costo Incremental lo registró INIAP con un valor de 4.42, es decir que **por cada dólar invertido en riego** se recupera la inversión y se ganan 3.42 USD, para ASD se obtiene un Bi/Ci de 2.85 y para IRHO el Bi/Ci es de 1.93. Para los tres casos el invertir en riego representa una ganancia económica debido al incremento del rendimiento en el cultivo.

RECOMENDACIONES

- ✓ Incluir en los siguientes años de evaluación variables como número de racimos por planta, peso de racimos y extracción de aceite que son variables de interés en la palma aceitera.
- ✓ Completar el tiempo total de investigación debido a que los efectos del riego no son de efecto inmediato en todas las variables, y en algunos casos sus efectos se ven luego de dos años de su aplicación.

BIBLIOGRAFIA

- 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. Revista PALMAS 21 (Nº especial). Tomo 1: 107-116.
- Africano, F. 2000. Labores de mantenimiento en cultivos establecidos de palma de aceite. Bogotá, Colombia. p. 173.
- Bernal, F. 2001. El cultivo de la palma de aceite y su beneficio. Guía general para el nuevo palmicultor. Bogotá, Colombia. FEDEPALMA. p. 23-28.
- Burgos, C., y R. Perdomo. 2007. Efecto de los niveles de agua en el suelo sobre el crecimiento y desarrollo de palmas en vivero. Revista PALMAS 28(1): 71 – 73.
- Calvache, M. 2002. Manejo del riego en el cultivo de la palma aceitera. Revista el Palmicultor Nº 15, FEDEPALMA. p 33 – 38.
- Castillo, A. 1996. Aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de un cultivo de palma africana. Primer curso internacional de Palma de Aceite. Santa Fé de Bogotá, Colombia. p. 69-81.
- Cayón, D. 1996. Ecofisiología de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Primer curso internacional de Palma de Aceite. Santa Fé de Bogotá, Colombia. p. 39-54.
- Corley, R.H.V., y P.B. Tinker. 2009. La palma de aceite. Trad. Maldonado, E; Maldonado F. 4 ed. Molher Impresores. 604 p.
- Granda, E. 2002. Aspectos prácticos sobre el manejo de riego en una plantación de palma de aceite de la Costa Norte de Colombia. Pasquel producciones. Revista El Palmicultor Nº(15): 39-40.
- Hidalgo, D. 2007. Influencia del riego en el comportamiento de tres Híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 115 p.
- Lema, V. 2008. Influencia del riego en el comportamiento de tres Híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 100p.
- Mite, F., M. Carrillo, y J. Espinosa. 1999. Influencia de la fertilización y el riego sobre el desarrollo, nutrición y rendimiento de la palma africana en la zona de Quevedo. Revista El Palmicultor 12:17–19.
- Peláez, C. 1998. Riego subfoliar de Palma Africana. Revista El Palmicultor Nº 12: 24-25.
- Reinoso, V. 2009. Influencia del riego en el comportamiento de tres Híbridos Tenera de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de diferentes orígenes. La Concordia. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 157 p.
- Revelo, M. 2002. Palmicultura Moderna Orientación para productores y empresarios. Colombia (v1). Galrobayo edición. p. 117.
- Sanjinés, A. 1987. Efectos del riego y la sequía en el crecimiento, floración y producción de la palma africana. Revista PALMAS Nº 59: 59–61.
- Vallejo, G., y V. Figueredo. 1986. Requerimientos ecológicos del cultivo. Bogotá, CO. Memorias del Primer Encuentro Nacional sobre Palma Africana. p. 21-116.