

RIEGO Y DRENAJE

ARTÍCULO ORIGINAL

Efecto del agua sobre el rendimiento en el cultivo de la piña

Effect of the water on the yield in pineapple crop

Dr.C. Camilo Bonet Pérez¹, Dr.C. Oscar Brown Manrique^{II}, Ing. Pedro Guerrero Posada¹, Dr.C. Felicita GonzálezRobaina¹, M.Sc. Geisy HernándezCuello^{III}

¹ Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

^{II} Universidad de Ciego de Ávila (UNICA), Ciego de Ávila, Cuba.

^{III} Universidad Agraria de La Habana (UNAH), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN. Con el objetivo de determinar el efecto del déficit de humedad del suelo en el rendimiento del cultivo de la piña bajo riego se estudian coeficientes que caracterizan esta relación según metodología FAO, utilizando como información de partida los resultados obtenidos en el estudio sobre la evapotranspiración del cultivo bajo diferentes niveles de aseguramiento de agua. Los resultados del estudio indican que para las condiciones del área de estudio el coeficiente de estrés hídrico (Ks) varía en valores entre 0,75 y 0,25 para niveles de humedad mínima entre el 75% y el 65% de la capacidad de campo respectivamente, la relación del rendimiento con la evapotranspiración y el agua aplicada por riego resultó alta, con valores del coeficiente de correlación de 0,86 y 0,92 respectivamente, mientras la relación entre la disminución relativa del rendimiento y el déficit relativo de evapotranspiración fue de 0,54, confirmando la alta eficiencia de uso del agua y la resistencia al estrés hídrico en este cultivo, asimismo, se obtuvieron valores para la productividad del agua de 3,14 kg m⁻³ respecto al agua consumida y de 5,37 kg m⁻³ respecto al agua de riego en el tratamiento más productivo, los cuales se corresponden con estudios realizados en otras condiciones edafoclimáticas.

Palabras clave: estrés hídrico, déficit de humedad

ABSTRACT. In order to know the effect of the deficit of humidity in the pineapple crop yield in fields with irrigation were studied coefficients that characterize this relationship according to the FAO methodology, using the information obtained in the study of evapotranspiration in pineapple crop with different soil humidity levels. The results of the study indicate that for the conditions of the study area the coefficient of stress of humidity (Ks) change in values between 0,75 and 0,25 with minimum levels of humidity between 75% and 65% of the field capacity respectively; the relation between the yield and the evapotranspiration and the water applied by the irrigation was high, with values of correlation coefficient of 0,86 and 0,92 respectively, while the relation between the relative decrease of the yield and the relative deficit of evapotranspiration was 0,54, it confirms the great water use efficiency and the resistance to the hydric stress in this crop, also, were obtained values for the water productivity of 3,14 kg m⁻³ regarding the consumed water and 5,37 kg m⁻³ in relation to the irrigation water in the most productive treatment; these results are according to the ones that have been obtained in other studies carried out in different edafic and climatic conditions.

Keywords: Stress of humidity, deficit of humidity.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la piña presenta características botánicas y fisiológicas que le permiten resistir períodos de sequía e incluso garantizar en nuestras condiciones climáticas un nivel de producción determinado en áreas de secano, sin embargo, los estudios realizados confirman que a pesar de los bajos valores de evapotranspiración que presenta, responde positivamente al riego

tanto en lo referido al desarrollo del cultivo como al rendimiento y calidad de la producción. (Bonet *et al.*, 2010; Domínguez, 2008¹).

Según investigaciones realizadas en la provincia de Ciego de Ávila en la década del 80, los mejores resultados se obtuvieron con niveles de humedad por encima del 80% de la reserva máxima de humedad en condiciones de suelo ferralítico rojo compactado

¹ DOMÍNGUEZ, S. J. L.: Evapotranspiración del cultivo de la Piña (*Ananas comosus* L. Merr) para las condiciones de las provincias centrales, Tesis en opción al Título de Ing. Agrónomo. Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba, 2008.

(Bonet *et al.*, 2008), sin embargo, factores objetivos tales como la disponibilidad de agua, de sistemas de riego y otros no permiten en todos los casos garantizar un régimen de riego óptimo.

No todos los cultivos tienen la misma respuesta al nivel de aseguramiento hídrico, e incluso, no en todas las fases de su desarrollo fisiológico se producirá el mismo efecto ante un estrés hídrico determinado. (Doorenbos y Pruitt, 1975; Segura, 2008). Estudios realizados en el cultivo de la piña indican que un déficit de humedad durante la etapa posterior a la siembra puede tener consecuencias lamentables en la población, si una deficiencia hídrica tiene lugar durante el período de desarrollo vegetativo puede alargarse el ciclo del cultivo pero sin consecuencias para el rendimiento si este aspecto se tiene presente para no realizar la inducción floral antes del momento ideal, si por el contrario, un déficit de humedad del suelo se presenta durante la etapa que engloba la floración y formación del fruto puede tener graves consecuencias en el rendimiento (Rodríguez *et al.*, 2009).

Cuando la humedad del suelo es alta, el agua tiene libertad de movimiento y puede ser extraída fácilmente por las raíces de las plantas; en la medida en que el suelo se seca la energía potencial baja, el agua es retenida cada vez más fuertemente por fuerzas capilares y de adsorción a la matriz del suelo, lo que la hace menos extraíble por el cultivo. (Sanchez-Blanco y Torrecillas, 2008; Muñoz, 2008²). El coeficiente Ks describe el efecto del estrés hídrico en la transpiración del cultivo, cuando se producen limitaciones en el suministro de agua a la planta debido a la disponibilidad de agua en el suelo u otros factores que afectan el uso del agua por el cultivo tales como la salinidad del agua en el suelo la transpiración disminuye (Allen *et al.*, 2006).

Es conocido que en los cultivos de regadío se establece una estrecha relación entre el nivel de satisfacción de las necesidades hídricas y el rendimiento agrícola, lo cual se suele expresar a través de una función donde $R = f(ET_c)$. Es importante conocer un estimado de la posible afectación a la producción de piña en dependencia del déficit de humedad del suelo, por lo cual en este estudio nos planteamos el siguiente objetivo: Estudiar la relación entre el nivel de aseguramiento de agua al cultivo de la piña y su rendimiento.

MÉTODOS

Se utilizaron datos del experimento sobre el estudio de la evapotranspiración del cultivo (ET_c) de la piña llevado a cabo con en áreas experimentales de la Universidad de Ciego de Ávila sobre suelo ferralítico rojo compactado (Hernández *et al.*, 1996); las propiedades hidrofísicas del suelo predominante en el área experimental aparecen en la Tabla 1.

TABLA 1. Propiedades hidrofísicas del suelo

Perfil (cm)	Capacidad de campo, % b.s.s.	Densidad aparente, g cm ⁻³
0-10	30,75	1,34
10-20	30,50	1,34
20-30	30,00	1,34

Determinación de la ET_c del cultivo de la piña en condiciones de estrés hídrico

La ET_c en condiciones de estrés hídrico se expresa como:

$$ET_c_{aj} = ET_o * K_c * K_s \quad (1)$$

donde: ET_{c_{aj}} -Evapotranspiración del cultivo en condiciones de estrés hídrico (mm d⁻¹);

ET_o-Evapotranspiración de referencia (mm d⁻¹);

K_c-Coeficiente de cultivo en condiciones estándar;

K_s-Coeficiente de estrés hídrico.

El coeficiente K_s puede se calcula a través de la expresión: (Allen *et al.*, 1998):

$$K_s = \frac{ADT - Dr}{ADT - AFA} = \frac{ADT - Dr}{(1 - p)ADT} \quad (2)$$

donde:

ADT-Agua disponible total en la zona radical del suelo (mm);

Dr-Agotamiento de humedad en la zona radical (mm);

AFA-Agua fácilmente aprovechable (mm);

p-Fracción del ADT que un cultivo puede extraer de la zona radical sin sufrir estrés hídrico.

El ADT es la reserva de agua existente entre la capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PM):

$$ADT = W_{cc} - W_{pm} = 10 * H * DA(HP_{cc} - HP_{pm}) \quad (3)$$

donde:

H-Profundidad de la capa activa a humedecer (m);

DA-Densidad aparente de la capa de suelo considerada (g cm⁻³);

HP_{cc} -Humedad presente en el suelo cuando se encuentra a CC (% b.s.s.);

HP_{pm} -Humedad presente en el suelo cuando se encuentra en PM (% b.s.s.).

El valor de AFA dependerá de nivel inferior de humedad que se asuma para establecer el límite de agua fácilmente utilizable:

$$ADA = W_{cc} - W_{lm} = 10 * H * DA(HP_{cc} - HP_{lm}) \quad (4)$$

donde:

W_{lm}-Reserva de humedad de la capa de suelo en el límite productivo (mm);

HP_{lm} -Humedad presente en el suelo cuando se encuentra en el límite productivo (% b.s.s.).

El Dr se establece como la diferencia entre W_{cc} y la reserva de humedad en el punto correspondiente al nivel de estrés que corresponda, nivel que será menor al correspondiente al límite productivo (W_{lp}) y a su vez será mayor al nivel correspondiente al punto de marchitez.

$$Dr = W_{cc} - W_{eh}$$

donde:

W_{eh}. Reserva de humedad en el punto de estrés hídrico (mm).

La reserva en el punto de estrés hídrico (W_{eh}) se obtiene de:

² MUÑOZ, C., J. L. Régimen de riego del cultivo de la piña (Ananas comosus L Merr) en suelos ferralítico rojo compactado. Tesis en opción al título de Ing. Agrónomo. Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba, 2008.

$$W_{eh} = 10 * H * DA * HP_{eh}$$

donde:

HP_{eh} -Humedad presente en el suelo en el punto de estrés hídrico (% b.s.s.).

Se sabe por concepto que: $W_{lp} > W_{eh} > W_{pm}$, esto significa que $Dr > AFA$, en caso de $Dr < AFA$, entonces:

Ks = 1. El valor de la fracción (p) se obtiene por la relación:

$$p = AFA / ADT \quad (5)$$

Los valores de ADT, Dr y AFA dependen de las características del suelo, mientras el valor de p está influido también por el cultivo. Para las condiciones de este trabajo en el cual el estudio de la ETc de la piña se realizó sobre suelo ferralítico rojo compactado se utilizaron los valores de ADT y AFA calculados a partir de las propiedades hidrofísicas del suelo y los estudios sobre la respuesta del cultivo a diferentes niveles de humedad en el suelo (Bonet *et al.*, 2008), mientras los valores de Dr se calcularon para tres niveles de humedad del suelo correspondientes al 75%, 70% y 65% de la reserva máxima. La profundidad radical considerada fue de 0,30 m de acuerdo a los estudios realizados durante la etapa experimental.

Cálculo de la relación entre el nivel de aseguramiento de agua y el rendimiento

Se determinaron las posibles relaciones de los valores absolutos del rendimiento con las variables independientes: evapotranspiración, agua aplicada y agua total con ayuda del análisis de correlación y regresión y las relaciones de los valores relativos de rendimiento (Rr) y evapotranspiración (ET). Para el cálculo de la productividad del agua se utilizaron las definiciones planteadas por Dehghanisani *et al.* (2009); quienes diferenciaron la productividad del agua consumida como ET (WP_{Et}) y la productividad del agua aplicada (WP_I), considerando en esta última al agua aplicada como riego. En ambas definiciones el numerador fue expresado en términos de rendimiento del cultivo (kg ha⁻¹). Un pronóstico del rendimiento según el estrés hídrico producido puede obtenerse utilizando la expresión: (Doorenbos y Kassam, 1988):

$$D = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \right] \quad (6)$$

donde:

Kr-Factor de efecto sobre el rendimiento (adimensional);

R-Rendimiento real (kg ha⁻¹);

R_{max}-Rendimiento máximo (kg ha⁻¹);

ET-Evapotranspiración real (m³ ha⁻¹);

ET_{max}-Evapotranspiración máxima (m³ ha⁻¹).

Los valores máximos de rendimiento y evapotranspiración son determinados en condiciones experimentales y responden a condiciones ideales de producción, en tanto los valores reales se determinan a partir de determinadas condiciones de estrés hídrico pero con total garantía del resto de las actividades agro-

técnicas. El coeficiente Kr es clasificado por la FAO (Doorenbos y Kassam, 1988). de la siguiente forma: bajo (< 0,85), medio bajo (0,85–1,00), medio alto (1,00 –1,15), alto (>1,15). Establecido el coeficiente Kr para un cultivo y condiciones edafoclimáticas puede ser utilizado para predecir el rendimiento ante determinadas situaciones de estrés hídrico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evapotranspiración del cultivo en condiciones de estrés hídrico

De acuerdo a resultados experimentales respecto a la influencia en el desarrollo y producción de la piña con diversos niveles de humedad del suelo (Bonet *et al.*, 2008), se asume que en estos suelos el límite inferior de humedad no debe descender del 80% CC. El PM se asumió en el valor correspondiente al 60% CC teniendo en cuenta las características del suelo. Tenemos entonces la siguiente información: H = 0,30 m; LP = 80% CC; DA = 1,34 g cm⁻³; PM = 60% CC; CC = 30,5% b.s.s. Aplicando las fórmulas 3, 4 y 5 se obtuvo: ADT = 49 mm; AFA = 25 mm; p = 0,51. En la publicación FAO – 56 (Allen *et al.*, 1998) aparecen valores de 0,3 a 0,6 m de profundidad radical y p = 0,5, para el cultivo de la piña con otro cultivar y en otros suelos.

Para el cálculo de Ks se utilizó la ecuación 2, asumiendo diferentes niveles de estrés hídrico.

TABLA 2. Valores de Ks para diferentes niveles de estrés hídrico

Límite inferior de humedad (%bss)	Dr (mm)	Ks
75	31	0,75
70	37	0,50
65	43	0,25

Con estos valores de Ks puede determinarse la ET_{c_{aj}} a partir de la ecuación 1. Según estudios realizados en Cuba (Bonet *et al.*, 2010a) se conocen los Kc para la piña; para condiciones de estrés hídrico correspondientes a un nivel del 70% de la reserva máxima de humedad, los Kc obtenidos se transformarían según se observa en la Tabla 3.

TABLA 3. Valores de Kc del cultivo de la piña ajustados para condiciones de estrés hídrico correspondientes a un nivel de humedad del suelo del 70% CC

	1er. ciclo	2do. ciclo	3er. ciclo
Kc _{inic}	0,25	-	-
Kc _{med}	0,39	0,35	0,35
Kc _{fin}	0,28	0,25	0,21

A partir de estos coeficientes de cultivo rectificadas (Kc.Ks) y la ETo se determinaría la ET_{c_{aj}} y ello permitiría una programación del riego adecuada a las condiciones reales. La evapotranspiración obtenida, menor a la ETc en condiciones normales, permite realizar un pronóstico de la afectación al rendimiento.

En resumen, disponemos de los estudios de ETo, (Solano *et al.*, 2003), los valores de Kc del cultivo de la piña; puede de-

terminarse el K_s para las condiciones concretas del lugar y en base a ello calcular la $ET_{c_{aj}}$, la cual sería para los efectos de la ecuación 6 la evapotranspiración real (ET) y podría ser utilizada para pronosticar el rendimiento del cultivo.

Relación entre el nivel de aseguramiento de agua y el rendimiento

La eficiencia con que es utilizada el agua puede ser determinada mediante la relación entre el rendimiento y el consumo de agua (Doorenbos y Kassam, 1988). El uso del agua en el cultivo de la piña varía durante las distintas etapas de desarrollo fisiológico según se muestra en la figura 1 (Bonet *et al.*, 2008).

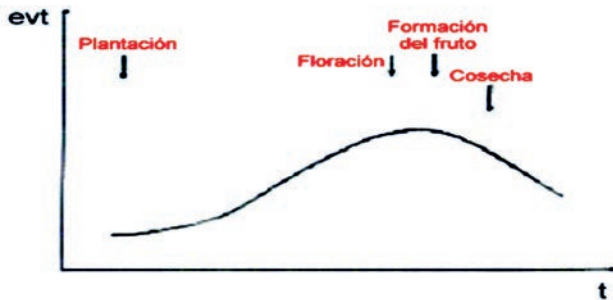


Figura 1. Uso del agua en el cultivo de la piña (Tomado de Ekern, 1965)

Durante el estudio de la evapotranspiración del cultivo de la piña (Bonet *et al.*, 2008), se obtuvieron los valores de rendimiento, evapotranspiración y consumo de agua. Los rendimientos de la piña oscilaron entre 102,2 y 86,4 t ha⁻¹, a los cuales correspondieron valores de 19030 y 900 m³ ha⁻¹ de agua aplicada, correspondiendo el máximo rendimiento al tratamiento regado a un nivel de humedad del 80% CC y el menor rendimiento al tratamiento sin riego, siendo el efecto más marcado durante el primer ciclo del cultivo, cuando la ET_c alcanza sus valores máximos por mayor efecto de la evaporación.

El aporte de la lluvia al consumo fue como promedio entre 26,5% y 31,8% en los tratamientos regados, siendo de 71,2% y 57,6% durante los períodos poco lluvioso y lluvioso respectivamente, lo que enfatiza la capacidad de este cultivo para aprovechar el agua disponible, y el papel suplementario del riego en las condiciones de Cuba.

La Figura 2 muestra la relación entre el rendimiento y el agua consumida; el modelo potencial fue el de mejor ajuste con un coeficiente de determinación de 0,74.

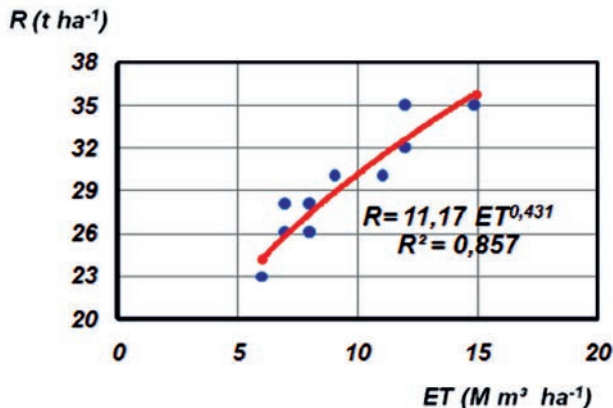


Figura 2. Relación entre el rendimiento (R) y el agua consumida (ET).

En la Figura 3 se refleja la relación del rendimiento con respecto al agua aplicada por riego, respondiendo a un ajuste potencial con un coeficiente de determinación de 0,85, lo cual coincide con los resultados reportados por Camejo y Duarte (2002), en un estudio realizado para las condiciones de las provincias centrales.

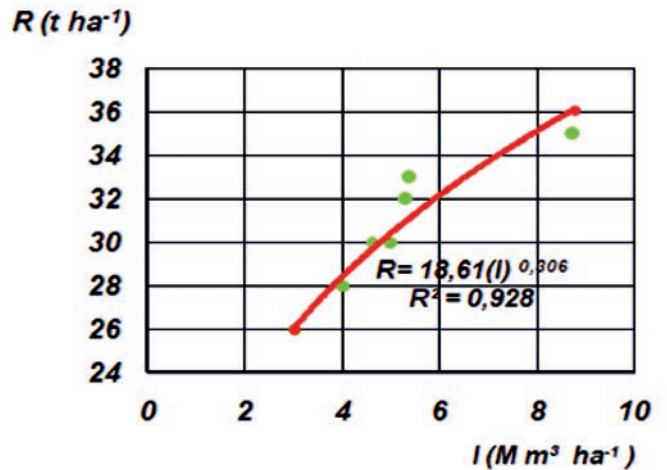


Figura 3. Relación entre rendimiento (R) y el agua aplicada por riego (I).

Estos resultados indican que el cultivo de la piña es capaz de utilizar eficazmente el agua disponible, de manera que este es un factor a considerar en las condiciones de los países tropicales como el nuestro al organizar los programas de siembra y producción, con vistas a hacer el uso más eficiente posible de las condiciones naturales predominantes. Al relacionarla con la ET_c , la productividad del agua alcanzó valores entre 3,14 y 3,20 kg m⁻³.

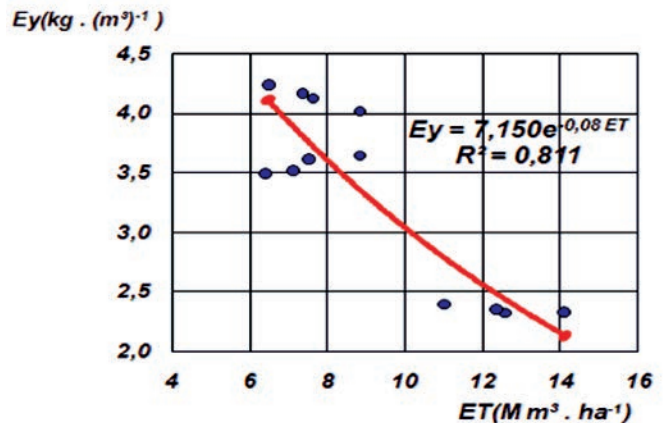


Figura 4. Productividad del agua evapotranspirada.

Valores sobre la productividad del agua obtenidos para el cultivo de la piña empleando el cultivar Cayena Lisa en condiciones edafoclimáticas diferentes a las nuestras han sido reportados por la FAO (Doorenbos y Kassam, 1988), señalando un rango entre 5 – 10 kg m⁻³, las diferencias se atribuyen al hecho de que el cultivar Española Roja alcanza rendimientos significativamente inferiores a los del cultivar Cayena Lisa. La tendencia a obtener una mayor productividad del agua en la medida en que el aporte ha sido menor confirma la característica de este cultivo de poseer una alta resistencia a la sequía (Bartholomew

y Rohrbach, 2002). La curva (Figura 4) responde a un ajuste exponencial con un coeficiente de determinación de 0,66 y refleja una característica particular del cultivar Española Roja utilizado en esta evaluación, en el cual el primer ciclo tiene una mayor ETc total por mayor duración, en tanto el rendimiento decrece significativamente en el tercer ciclo, lo cual provoca una baja relación estadística y la dispersión atípica de los valores de productividad del agua respecto a la ETc.

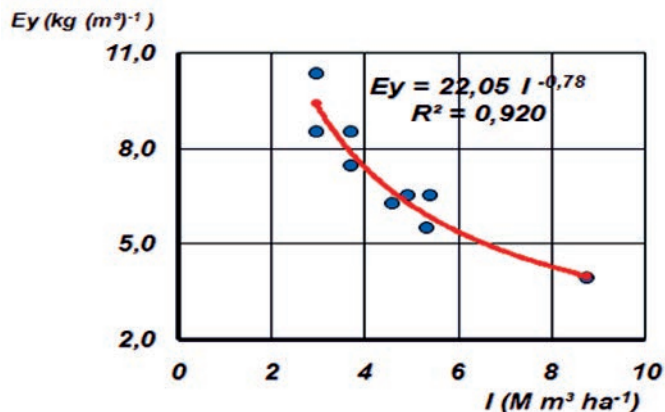


Figura 5. Productividad del agua de riego.

Respecto al agua de riego se obtuvo la relación que se presenta en la Figura 5, responde a un modelo exponencial con un coeficiente de determinación de 0,85; los resultados reafirman

la estrecha relación existente entre el agua aportada por riego y la producción.

Se estudió el posible efecto del déficit hídrico en los resultados productivos (Figura 6), a partir de la relación entre la disminución relativa del rendimiento y el déficit relativo de ET. La pendiente Kr en esta función fue de 0,54 con un coeficiente de determinación de 0,72.

Esta función es lineal si la función de producción calculada en base a la ET es lineal (Kipkorir, 2002). Un factor de respuesta Kr superior a 1, indica que el cultivo tendrá grandes pérdidas en el rendimiento cuando no se satisfacen sus requerimientos hídricos; en este estudio Kr resultó en el rango de bajo (< 0,85), coincidente con lo reportado a partir de experiencias de otros países (Doorenbos, y Kassam, 1988); el resultado confirma el criterio sobre la tolerancia de la piña al estrés hídrico. El bajo valor de efecto sobre el rendimiento es indicador de la baja ETc y de la posibilidad que tiene el cultivo de resistir períodos de sequía e incluso garantizar determinado nivel de producción con el régimen de lluvias característico de Cuba (Bonet *et al.*, 2010)³. Lo que no debe conducir a una falsa apreciación sobre la importancia del riego en este cultivo, ya que en nuestras condiciones se han corroborado los resultados obtenidos en otros países en los cuales la irrigación se ha convertido en un pre requisito indispensable para la obtención de resultados productivos satisfactorios.

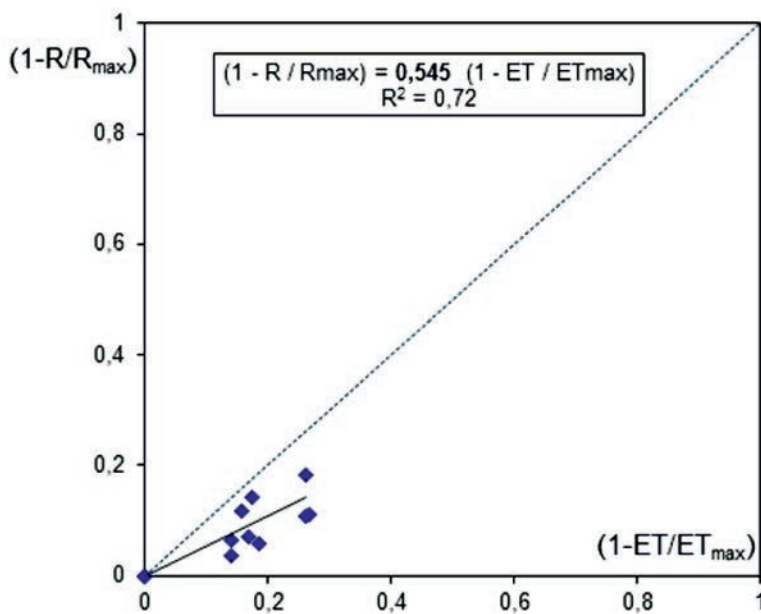


Figura 6. Disminución relativa de R y el déficit relativo de ETc.

CONCLUSIONES

- El cultivo de la piña presenta una alta relación entre el agua y el rendimiento, con valores de los coeficientes de correlación de 0,86 y 0,92 respecto al rendimiento con relación a la ETc y al agua de riego respectivamente, mientras la productividad

del agua alcanzó valores entre 3,14 y 3,20 kg m⁻³ con relación a la ETc y entre 5,37 y 8,09 kg m⁻³ con relación al agua de riego. La disminución relativa del rendimiento respecto al déficit relativo de evapotranspiración tuvo una relación de 0,54, valor bajo que confirma la resistencia del cultivo al estrés hídrico

³ BONET, P., C. ACEA, L.R.I., BROWN, M.O., HERNÁNDEZ, V.M. & DUARTE, D.C: Relación agua rendimiento en el cultivo de la piña. Publicación en CD. En: Memorias del III Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Sub Tropical, ISBN 978-059 - 296-021-3, La Habana, Cuba, 2010.

- En las condiciones de suelo predominantes en las áreas dedicadas al cultivo en Ciego de Ávila han sido determinados coeficientes (Ks) de 0,75; 0,50 y 0,25 para niveles de estrés hídrico de 75, 70 y 65% CC respectivamente. Los resultados confirman que la piña presenta alta resistencia a la sequía y es capaz de aprovechar muy eficientemente el agua disponible.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLEN, G. R.; L. PEREIRA; D. RAES; M. SMITH: Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, Estudio FAO de Riego y Drenaje No. 56, ISBN 92-5-304219-2, Roma, 2006.
- BARTHOLOMEW, C. P. & K. G. ROHRBACH: "Pineapple cultivation in Hawaii", Fruits and Nuts, F&N-7: 2-7, Oct. 2002.
- BONET, P. C.; I. ACEA, M. HERNÁNDEZ: "Evapotranspiration of pineapple in Cuba". Pineapple News, Issue No. 15, Newsletter of the Pineapple Working Group, International Society for Horticultural Science, 15: 23-27, June 2008.
- BONET, P. C.; I. ACEA; O. BROWN; M. HERNÁNDEZ; C. DUARTE: "Coeficiente de cultivo para la programación del riego de la piña", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN 1010-2760, 19 (3): 23-27, 2010.
- CAMEJO, B. L. E. y L. S. DUARTE: Relación agua rendimiento y manejo del riego en algunos de los principales cultivos de la zona central de Cuba. Ingeniería Hidráulica, ISSN-e: 1815-591X, XXIII (3): 2002.
- DEHGHANISANIJ, H.; M. NAKHJAVANI; A. ZEGGAF TAHIRI & H. ANYOJI: "Assessment of wheat and maize water productivities and production function for cropping system decisions in arid and semiarid regions", Irrig. and Drain., ISSN: 1531-0361, 58: 105-115, 2009.
- DOORENBOS, J. & Y. W. O. PRUITT: "Guidelines for predicting crop water requirements", Irrigation and Drainage, Paper No. 24, 1975.
- DOORENBOS, J. y A. H. KASSAM: Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos, Estudio FAO de Riego y Drenaje, No. 33, Roma, 1988.
- EKERN, P., C.: "Evapotranspiration of Pineapple in Hawaii", Plant Physiology, ISSN: 0176-1617, 40 (4): 736-739, 1965.
- HERNÁNDEZ, A. J.; PÉREZ, J. M.; BOSH, D.; RIVERO, L.: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, Ed. AGRINFOR, ISBN: 95924602219789592460225, pp. 64, La Habana, 1999.
- KIPKORIR, E. C.; D. RAES; & B. MASSAWE: "Seasonal water production functions and yield response factors for maize and onion in Perkerra, Kenya", Agricultural Water Management, ISSN: 03783774, PII: S0 3 7 8 - 3 7 7, 4 (02) 0 0 3 4 - 3 Agricultural Water Management, 56 (3): 229-240, 2002.
- RODRÍGUEZ, A.; E. FARRÉS, J. PLACERES, O. PEÑA, L. M. FORNARIS Y L. MULEN: "Manejo del cultivo de la piña (Ananascomosus (L.) Merr.) cv. Española Roja, en Cuba", CitriFrut., ISSN: 1607-5072, 29 (2): 2009.
- SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. y A. TORRECILLAS: Aspectos relacionados con la utilización de estrategias de riego deficitario controlado en cultivos leñosos, pp. 45-62, En: Riego Deficitario Controlado. Fundamentos y Aplicaciones, 188pp., Ed. Mundi Prensa, ISBN 84-7114-590-1, España, 2008.
- SEGURA, P.: El agua para riego en regiones semiáridas. Déficit, infradotación, eficiencia y productividad. Una aproximación, pp. 15-41, En: Riego Deficitario Controlado. Fundamentos y Aplicaciones, 188pp., Ed. Mundi Prensa. ISBN 84-7114-590-1, España, 2008.
- SOLANO, O., C. MENÉNDEZ, R. VÁZQUEZ Y J. A. MENÉNDEZ: "Estudio de la evapotranspiración de referencia en Cuba". Revista Cubana de Meteorología. Instituto de Meteorología, ISSN: 0864-151X (P), Vol. 10 (1): 33-38, 2003.

Recibido: 31 de octubre de 2013.

Aprobado: 10 de julio de 2014.

Publicado: 24 de octubre 2014

Camilo Bonet Pérez, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAGric), Carretera Fontanar-Wajay km 2½. Rpto. Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba, Teléfono: 0132-282013 (ext 163). Correo electrónico: camilo.bonet@reduc.edu.cu

