

ARTÍCULO ORIGINAL

Evapotranspiración de la piña (*Ananas comosus* L. Merr)

*Evapotranspiration of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr)*

Camilo Bonet Pérez¹, Pedro A. Guerrero Posada²

RESUMEN. Se presentan los resultados de cuatro años de investigación sobre la influencia de la evapotranspiración en el desarrollo de la plantación y el rendimiento en el cultivo de la piña (*Ananas comosus* L. Merr). Se observó que existe una influencia significativamente mayor a medida que se le garantizó un mayor nivel de humedad en el suelo. En los distintos tratamientos se observó un incremento de la evapotranspiración durante el periodo enero-mayo con picos marzo-abril, producto de las condiciones climáticas características de este periodo (aumento de la evaporación) y las características fisiológicas en que se encontraba el cultivo floración-fructificación-desarrollo del fruto. En el tratamiento al 80% de la capacidad de campo produjo un incremento del rendimiento del 18% con respecto al tratamiento de secano. También se determinó la evapotranspiración real para el límite de humedad del suelo al 80% de la capacidad de campo durante todo el ciclo vegetativo, los valores medios para los tres ciclos fueron de 2,55 mm·d⁻¹. Se pudo comparar que en este cultivo la evapotranspiración está muy influida por la disponibilidad de humedad en el suelo, cuando ésta desciende la planta utiliza mecanismos de protección y “economiza” el consumo de agua.

Palabras clave: Necesidades hídricas, uso del agua.

ABSTRACT. The results of the pineapple crop (*Ananas comosus* L. Merr), irrigation research work which was carried out during four years with the objective of evaluate the relationship between the evapotranspiration and the plant development. It was proved that the influence was bigger when there was more available water. The ETc was bigger during the January-May period, with the maximum in March-April, it is a consequence of the evaporation increase and the crop vegetative stage (flowering-fruit development). The yield was 18% bigger in the 80% of field capacity irrigation treatment regarding to the treatment without irrigation. The crop evapotranspiration was determined for the 80% field capacity variant, the results for the whole cycle were 2,55 mm·d⁻¹. As a result of the research work has been verified that the evapotranspiration in this crop has a great influence of the soil water level, when it decreases the plants economize the water consumption.

Keywords: Hidrics necessity, use of water

INTRODUCCIÓN

La reanimación de la producción de piña en el país requiere de la consolidación de las mejores técnicas agrícolas empleadas por los principales productores mundiales y su adecuación a nuestras condiciones. Uno de los aspectos no estudiados para este cultivo en nuestro país es el referido a sus necesidades hídricas y su respuesta al riego, sin embargo, en el mundo existe ya algún conocimiento al respecto.

En Hawai se estima que las necesidades diarias de la piña corresponden a niveles de agua que van aproximadamente de 1,25 a 2,00 mm. En las regiones con precipitaciones bien repartidas durante el año, se consideran generalmente como óptimas las precipitaciones totales de 1 200 a 1 500 mm. Por

debajo de estas cantidades o en las regiones en que la lluvia no se considera bien repartida, cada vez que esté mal distribuida el agua se convierte en un factor limitante, entonces es necesario acudir a la irrigación para aumentar el rendimiento. Cerca del punto de marchitez, la planta sólo puede seguir viviendo gracias a sus reservas de agua constituidas por los tejidos acuíferos de las hojas, agotándose estas, comienzan a manifestarse los primeros síntomas foliares de marchitez (Bartholomew *et al.*, 2003).

Las consecuencias de la sequía son muy variables de acuerdo con la edad de la planta en el momento de producirse, si una insuficiencia hídrica se produce durante la etapa inicial, será necesaria una adecuada humedad del suelo para la rápida recuperación del vástago, si tiene lugar un período de sequía durante 4–6 meses después de haber sido plantado el vástago, se alarga un poco el ciclo de la planta, pero sin consecuencias

Recibido 20/03/11, aprobado 20/07/12, trabajo 17/12.

¹ Dr.C., Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey-Ciego de Ávila, Cuba. Teléfono: 32 252305 32-282013 (Ext. 163), e-mail: camilo@reduc.edu.cu

² Ing., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey-Ciego de Ávila, Cuba.

lamentables para el rendimiento. Si una deficiencia hídrica tiene lugar más tarde, sobre todo entre el comienzo de la formación de la inflorescencia y el comienzo de la formación del fruto, período que engloba pues toda la floración, puede por el contrario tener graves consecuencias en el rendimiento (Bartholomew *et al.*, 2003).

Otros autores refieren la influencia del stress hídrico en el desarrollo y rendimiento del cultivo, su alto aprovechamiento de las lluvias y la capacidad para resistir períodos de sequía.

El conocimiento de la respuesta del cultivo al riego permitirá definir la estrategia que en ese sentido debe seguirse, así como precisar la significación del nivel de humedad en el pronóstico de los rendimientos. Con vistas a dar respuesta a estas interrogantes se definió la realización de una investigación en las condiciones de la provincia de Ciego de Ávila, con el siguiente objetivo: Determinar la respuesta del cultivo de la piña al riego y la evapotranspiración del cultivo (ETc) de la piña en las condiciones de esta provincia.

MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Ciego de Ávila sobre suelo ferralítico rojo compactado, predominante en las áreas dedicadas a este cultivo en esa provincia. El cultivar Española Roja fue utilizado en los experimentos por ser el plantado en mayor escala en el país.

La plantación, labores agrotécnicas, protección fitosanitaria e inducción floral se realizó según el *Instructivo Técnico del cultivo de la Piña en Cuba* (1980), para el riego se utilizó un sistema de riego por aspersión de media presión.

Para la ejecución de las investigaciones fue utilizado un diseño experimental de franjas, con 4 tratamientos y 5 repeticiones. Los tratamientos fueron:

A. Regar al 80% de la capacidad de campo durante todo el ciclo vegetativo.

B. Regar al 70% de la capacidad de campo durante todo el ciclo vegetativo.

C. Regar al 70% de la capacidad de campo de noviembre hasta abril, luego de secano.

D. Secano.

El área de la parcela experimental fue de 68 m², de ellos 34,92 m² corresponden al área de cálculo. Durante los tres primeros meses a partir de la siembra se efectuaron riegos a razón de 150 m³/ha con intervalos de 15 días para lograr el establecimiento de la plantación.

Durante la ejecución de las investigaciones fueron realizadas las evaluaciones referidas al desarrollo y producción del cultivo: Relación longitud – diámetro del fruto, número de hojas emitidas, peso promedio del fruto, altura de la planta, diámetro del pedúnculo, número de vástagos, dinámica de floración, masa foliar teórica (MFT), rendimiento, acidez, sólidos solubles y vitamina C, siguiendo la metodología sugeridas por el *Instructivo Técnico del cultivo de la Piña en Cuba* (1980), para estos estudios. Se realizó el balance de humedad por periodos decenales, se midió la evaporación mediante evaporímetro clase A, la precipitación mediante pluviómetro Standard y la humedad del suelo mediante el método gravimétrico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se estudiaron durante tres ciclos del cultivo los parámetros referidos al desarrollo, producción y calidad del fruto para los distintos tratamientos.

La altura de la planta, diámetro del pedúnculo y número de vástagos no presentaron diferencias entre los tratamientos.

TABLA 1. Evaluación estadística de indicadores del desarrollo y la producción

Trat.	Peso de la Hoja (g)	Número de Hojas	MFT (g)	Rend. (t·ha ⁻¹)	Peso del Fruto (kg)	Longitud del Fruto (cm)	Diámetro del Fruto (cm)
A	803,9 a	74,0 a	6 396 a	100,2 a	1,30 a	13,49 a	12,85 a
B	735,0 b	69,0 b	5 329 b	94,8 b	1,20 b	12,97 b	12,28 b
C	694,2 c	67,6 b	4 893 c	93,6 b	1,16 b	12,88 b	12,27 b
D	6 141,6 d	63,1 c	4 127 d	86,5 c	0,99 c	11,93 c	11,49 c
Signif.	***	***	***	***	***	***	***

Los resultados indican influencia del nivel de humedad del suelo en el desarrollo vegetativo de las plantas, reflejándose en un incremento del peso de la hoja “D” y del número de hojas emitidas, lo cual conduce a un incremento de la MFT en la medida en que es mayor el nivel de humedad del suelo.

En la Figura 1 se observa la correlación entre la ETc y la MFT acumulada.

La MFT (Figura 2), fue mayor en la medida en que aumentó el nivel de aseguramiento de agua al cultivo; esta influencia será más o menos marcada de acuerdo a las condiciones climáticas del año, lo cual coincide con los resultados obtenidos en otras latitudes por Almeida (2001).

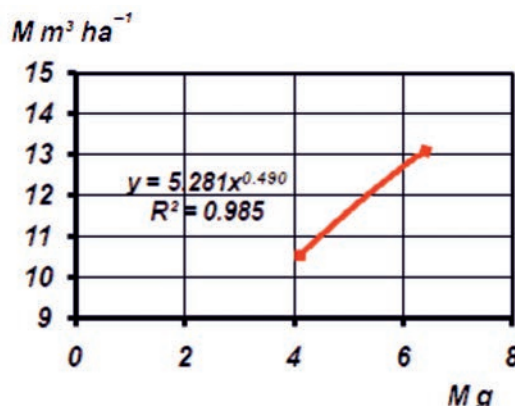


FIGURA 1. ETc y MFT acumulada.

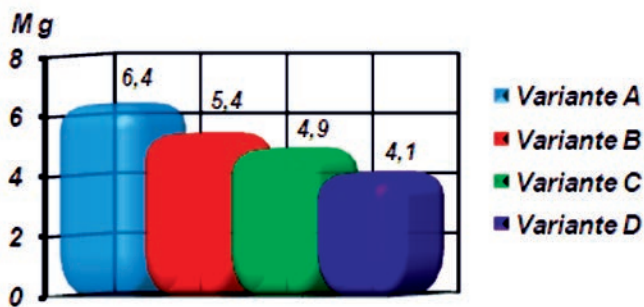


FIGURA 2. MFT acumulada.

La evaluación del rendimiento y sus componentes muestra resultados favorables al tratamiento con mayor nivel de humedad, presentando los peores valores el tratamiento de secano (Figura 3). Estos resultados son coincidentes con los reportados por diversos autores quienes han confirmado el efecto positivo del riego sobre el rendimiento del cultivo de la piña siempre que éste se haya aplicado teniendo presente las características particulares del cultivo en cuanto al uso del agua (Reinhardt, Souza y Cabral, 2001).

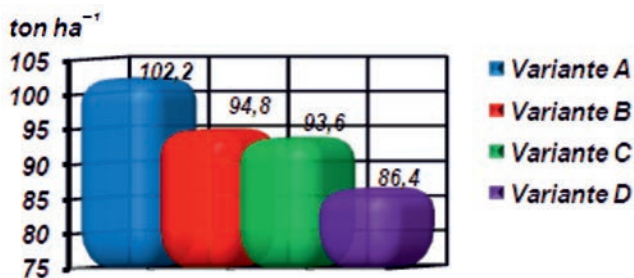


FIGURA 3. Rendimiento.

Resulta evidente que dadas las características de este cultivo que le permiten resistir largos períodos de sequía y utilizar muy eficientemente el agua disponible, así como la posibilidad que tiene de “economizar” el consumo de agua, la influencia del riego en los rendimientos estará siempre muy condicionada a las características climáticas predominantes en cada lugar, e incluso al comportamiento particular de las variables climáticas en cada periodo, pero es incuestionable el efecto favorable del riego en el logro de resultados productivos altos y estables.

El incremento del rendimiento viene dado por un mayor peso del fruto, el que a su vez está determinado por mayor longitud y diámetro, como resultado se obtuvo una mejor composición del fruto por categoría de calidad, con valores de 81,3%, 79,8%, 78,0% y 70,6% de frutos de primera categoría en los tratamientos “A”, “B”, “C” y “D” respectivamente (Figura 4).

En todos los años el período de formación del fruto transcurrió durante los meses secos del año, lo que puede haber hecho más significativa la diferencia entre los tratamientos con riego y secano, no obstante, en cierta medida la producción ya estaba comprometida desde mucho antes pues según se vio anteriormente la MFT en el momento de la inducción floral era significativamente mayor en el tratamiento regado al 80% CC, por tanto estaban creadas las condiciones para obtener mayores rendimientos en este tratamiento (Figura 5), aún en igualdad

de condiciones a partir de este momento (Bartholomew *et al.*, 2003).

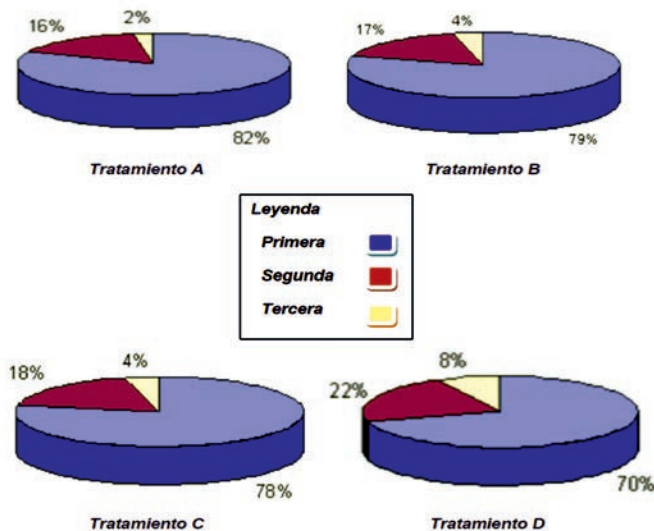


FIGURA 4. Calidad del fruto (Ref: NC 7726).

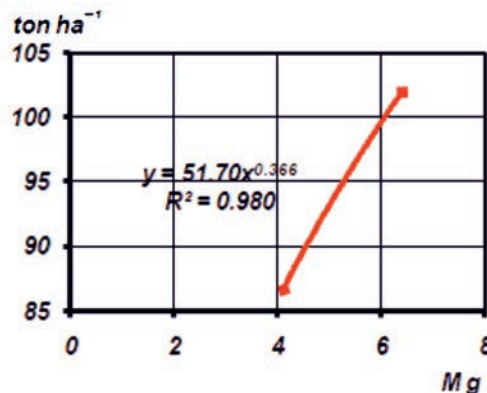


FIGURA 5. Rendimiento y MFT acumulada.

Por su parte Souza (1998), como resultado de experimentos conducidos en Brasil, han obtenido diferencias significativas en cuanto al tamaño de los frutos, favorables a los tratamientos con mayores frecuencias de riego y niveles de fertilización, en cultivos desarrollados en condiciones controladas.

La Figura 6 refleja el comportamiento de la calidad del jugo en los distintos tratamientos; los resultados obtenidos muestran que el riego no afecta la calidad del jugo, pues aunque la relación Brix/Acidez se incrementó en la misma medida en que se aumentó el nivel de humedad del suelo, todos los valores se obtuvieron dentro de un rango aceptable.

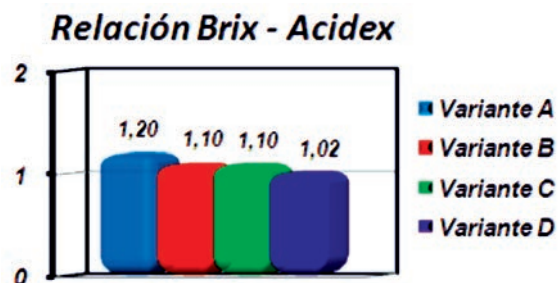


FIGURA 6. Calidad del jugo.

Un análisis integral de los resultados indica que en el tratamiento regado al 80% CC los resultados son significativamente superiores al resto, en tanto entre los tratamientos regados al 70% CC durante todo el año y sólo durante el periodo seco las diferencias son mínimas, pero significativas con respecto al tratamiento sin riego, aunque este último fue capaz de garantizar un nivel de producción determinado.

El aprovechamiento de la lluvia durante el periodo resultó relativamente alto, con una media de 33% de los 5 426 mm acumulados durante los tres ciclos; los resultados obtenidos reafirman el criterio de que el cultivo de la piña puede aprovechar eficientemente las más mínimas precipitaciones, esto coincide con lo encontrado por Joshi (2003), quienes señalan que las hojas de la piña tienen características que le dan gran capacidad para oponerse a la pérdida de agua. Estos resultados nos permiten afirmar que en las condiciones edafoclimáticas predominantes en las áreas dedicadas a este cultivo en la provincia de Ciego de Ávila, es de esperar en años medios mantener una humedad por encima del 70% CC en el período de primavera sin necesidad del riego, criterio importante para el manejo del agua en condiciones deficitarias.

Según se observa en la Figura 7, el aprovechamiento de la lluvia fue mayor en la medida en que era menor la garantía de las necesidades hídricas del cultivo por efecto del riego.

El mayor aprovechamiento se produce durante el período seco con un promedio de 71%, alcanzando el tratamiento “D” un 82% de aprovechamiento de la lluvia en ese período.

En todos los tratamientos el aprovechamiento ocurre fundamentalmente en los primeros 20 cm del suelo, así por ejemplo

en el tratamiento “D” ocurre el 80,5% y en el tratamiento “A” el 79,9%.

El resto del agua consumida por las plantas fue aportada por el riego el cual se efectuó según el límite inferior de humedad establecido para cada tratamiento. El número total de riegos efectuados fue de 74, 32 y 26, con normas de riego totales de 18 130, 11 744 y 9 542 m³·ha⁻¹ en los tratamientos “A”, “B” y “C” respectivamente. Resulta significativa la considerable diferencia en el número de riegos entre los tratamientos regados a 80 y 70% CC, (Figura 8), esto estuvo dado porque la humedad descendía con facilidad del 80% CC, sobre todo en el período seco, sin embargo tardaba mucho en descender del 70% CC, lo cual es un reflejo de la disminución de la ETc a medida que desciende la humedad en el terreno (Allen *et al.*, 2006).

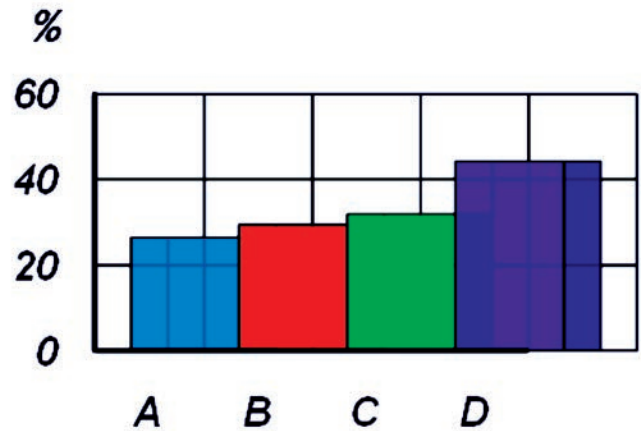


FIGURA 7. Lluvia aprovechable.

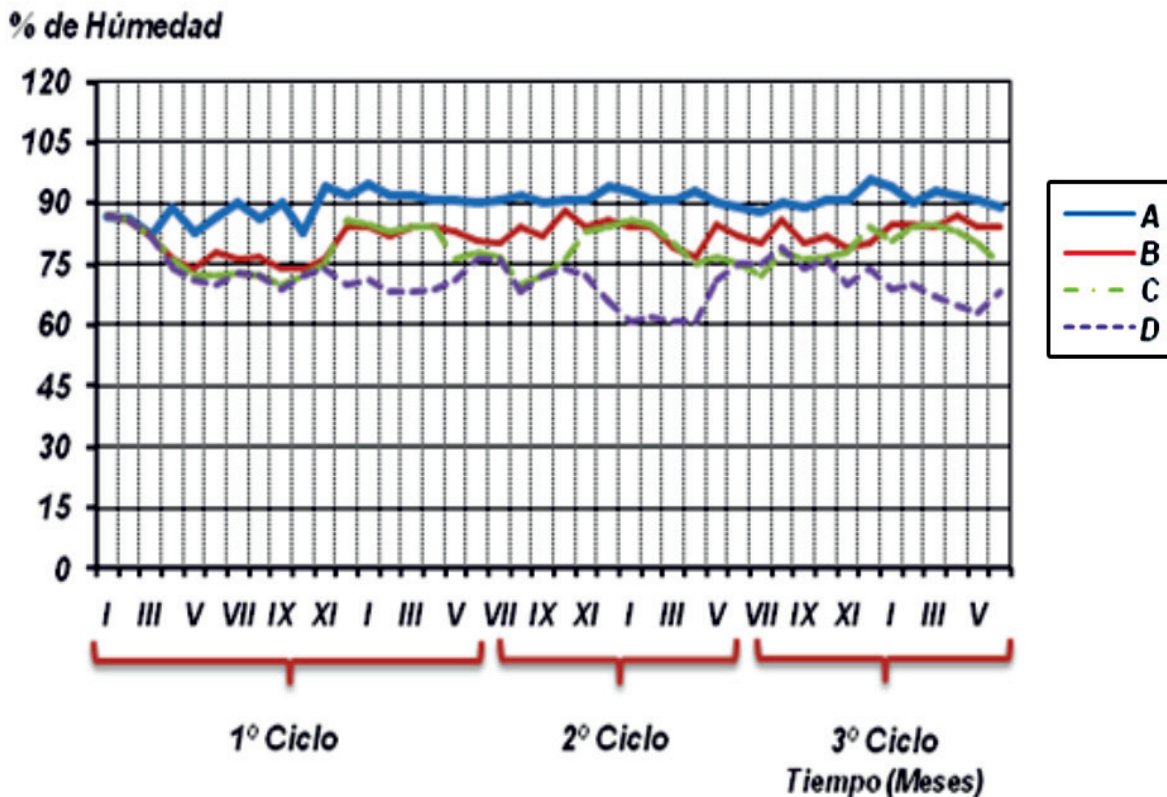


FIGURA 8. Número de riegos.

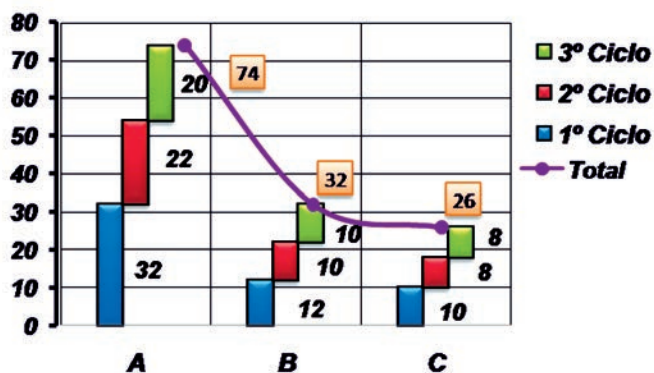


FIGURA 9. Nivel de humedad por tratamiento.

Al finalizar los tres ciclos se obtuvieron valores promedios por encima del 70% CC en la humedad del suelo para todos los tratamientos, lo cual indica la buena economía del agua de esta planta.

La ETC para los distintos tratamientos fue calculada, siendo la media diaria de 2,20 mm·d⁻¹. En la Figura 10 puede observarse que este parámetro se comportó de forma ascendente en la medida que la planta tuvo una mayor disponibilidad de agua en el suelo, siendo el mayor en el tratamiento “A” con 2,58 mm·d⁻¹ y el menor en el tratamiento “D” con 1,90 mm·d⁻¹.

Resultados similares fueron reportados (Bartholomew, *et al.*, 2002; Bartholomew *et al.*, 2003).

A partir de los resultados obtenidos respecto al comportamiento del nivel de humedad en el desarrollo, producción y calidad del fruto se concluye que la ETC óptima es la correspondiente al nivel de humedad del 80% CC, o sea, la obtenida para el tratamiento “A”, la cual se muestra en la Tabla 2.

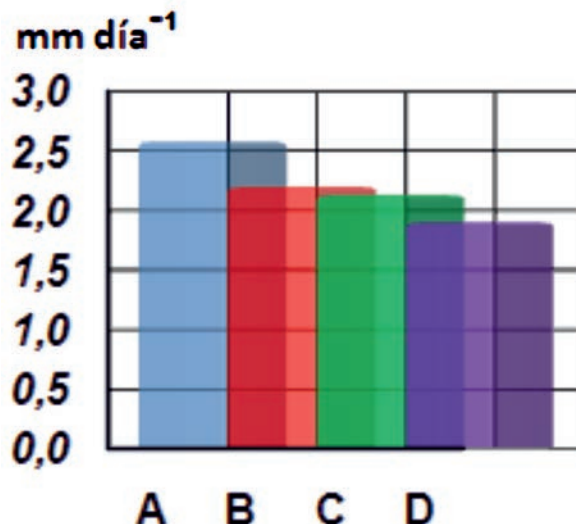


FIGURA 10. Evapotranspiración media.

TABLA 2. Valores de evapotranspiración del cultivo de la piña (80% CC)

Período de desarrollo fisiológico	1er. Ciclo (mm·d ⁻¹)	2do. Ciclo (mm·d ⁻¹)	3er. Ciclo (mm·d ⁻¹)
Establecimiento	1,90	-	-
Crecimiento y desarrollo	2,74	2,39	2,33
Floración	3,21	2,61	2,68
Desarrollo del fruto	3,18	2,47	2,52
Cosecha	2,89	2,38	2,34
Total del período	2,76	2,45	2,45

Se observa durante los tres ciclos un incremento de la ETC en los períodos de floración y desarrollo del fruto, lo cual coincide con reportes de otros países. El valor medio de la ETC en el tratamiento “A” (2,58 mm·d⁻¹) es coincidente con los resultados obtenidos por la comunidad científica internacional, quienes reportan valores inferiores a 3,00 mm·d⁻¹ con el empleo de diferentes cultivares y en diversas latitudes (Bartholomew *et al.*, 2002).

La mayor ETC del cultivo durante el primer ciclo con relación al resto se atribuye a una mayor participación de la evaporación en la ETC total por un menor desarrollo foliar, lo que coincide con lo planteado por Bartholomew *et al.* (2002), quien confirma que dadas las características anatómicas y fisiológicas de este cultivo, la evaporación tiene un mayor peso en la evapotranspiración total, lo cual no es característico de

otros cultivos de importancia económica.

Ha quedado demostrado el incremento de la ETC en el período que abarca desde la floración hasta la formación del fruto, resultado coincidente con lo señalado por Combres (1980), citado por Malézieux (1992). Si este período coincide con los meses secos, la necesidad del riego es indiscutible, si no es así, el riego puede jugar un papel importante como complemento de las lluvias.

La ETC resultó significativamente mayor a medida que se garantizó un mayor aseguramiento del nivel de humedad en el suelo, aumentando siempre inmediatamente después de las lluvias o los riegos, lo cual reafirma el criterio de que en este cultivo la ETC está influida por la humedad disponible para las plantas (Bartholomew *et al.*, 2003); mientras que cuando la humedad es insuficiente las plantas utilizan sus mecanismos de

protección y economizan el agua (Allen *et al.*, 2006).

Indiscutiblemente este cultivo, además de la posibilidad que tiene de regular el consumo de agua puede resistir períodos de sequía, pero esto se refleja en el desarrollo y producción, pues en la medida en que se garantizó un mayor nivel de humedad en el suelo los resultados productivos fueron superiores.

La ETc se produce fundamentalmente en los primeros 20 cm de suelo lo que coincide con los estudios de Ekern (1965); alcanzando en esa profundidad una media en todo el ciclo de 77,4% en el tratamiento “D” y el 80,4% en el tratamiento “A”.

Con relación a la distribución anual, en los distintos tratamientos se observa un incremento de la ETc durante el período enero – mayo, con picos en marzo y abril, estos resultados son atribuidos a las condiciones climáticas características de este período y a la etapa fisiológica en que se encontraba el cultivo (floración – fructificación – desarrollo del fruto).

Según se ha comprobado, en la medida en que se garantizó

un mayor nivel de humedad en el suelo los resultados productivos fueron mayores tanto en la MFT como en el rendimiento, lo cual ha sido reportado por Bonet *et al.*, (2008a); Bonet *et al.*, (2008b); Bonet, (2009) y Bonet *et al.*, (2010).

CONCLUSIONES

- El cultivo de la piña responde eficientemente al riego, lo cual se refleja tanto en el desarrollo vegetativo como en la producción.
- La ETc de la piña está muy influida por el nivel de humedad del suelo, cuando la humedad es alta la ETc aumenta sensiblemente, cuando la humedad del suelo disminuye la planta utiliza mecanismos de protección y economiza el agua. La ETc media del tratamiento regado al 80% CC fue de 2,76; 2,45 y 2,45 mm·d⁻¹ para los tres ciclos del cultivo, con picos en las fases de floración y desarrollo del fruto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.; J. DOORENBOS y J. L. MONTEITH: *Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, 298 pp., Estudio FAO Riego y Drenaje, No. 56; Roma, Italia, 2006.
- ALMEIDA, O. A.D.: “Irrigação na cultura do abacaxi: aspectos técnicos e econômicos. Irrigation of pineapple crops. Technical and economic aspects”, *Pesquisa Agropecuaria Gaucha* 8(41): 32-39; 2001.
- BARTHOLOMEW, D. P.; R. KENNETH. & O.E. DALE: “Pineapple cultivation in Hawaii”, *Fruits and Nuts*; 2002.
- BARTHOLOMEW, D.P., R.E. PAUL & K.G. ROHRBACH. *The pineapple: botany, production and uses*, Publishing, Wallingford, UK, 2003.
- BONET, P. C., R.I. ACEA y M. HERNÁNDEZ: Evapotranspiración del cultivo de la piña. En: **VIII Conferencia Científica UNICA**, Ciego de Ávila, Cuba, Publicación en CD, ISBN1 978-959-16-0934-2; Ciego de Ávila, 2008a.
- BONET, P. C., R.I. ACEA & M. HERNÁNDEZ: *Evapotranspiration of pineapple in Cuba [en línea] In: Pineapple News, vol. 15(2): 5–15; Disponible en: <http://www.ishs.horticulture.org.workinggroups/pineapple> [Consulta: 20 de agosto 2008b]*
- BONET, P.C.: *Régimen de riego del cultivo de la piña*, Informe final de investigación, Proyecto 22-52, Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, La Habana, 2009.
- BONET, P. C., R.I. ACEA y M. HERNÁNDEZ: Evapotranspiración de la piña en Cuba. Publicación en CD. En: **III Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Sub Tropical**, La Habana, ISBN 978-959-296-021-3, La Habana, 2010.
- EKERN, P.C.: “Evapotranspiration of Pineapple in Hawaii”, *Plant Physiology*, 40(4): 736–739; 1965.
- GEORGE, P. R.: *Medida del status de agua en la planta de piña*. Cv. Queensland Cayenne, 1984.
- Instructivo Técnico del cultivo de la Piña en Cuba*: Instructivo Técnico, Tecnología a emplear en el cultivo de la piña (Ananas comosus L.Merr); Ed. Instituto de Investigaciones de Frutas Tropicales, Cuba, 1980.
- JOSHI, M. C.: Growth, carbón dioxide exchange, transpiration, and transpiration ratio of pineapple, *Botanical Gazette* 126: 174-179, 2003.
- MALÉZIEUX, E.: *Effet d’une irrigation localisée et d’une couverture de polyéthylène sur la croissance et le rendement de l’ananas en Basse Côte d’Ivoire*, Coompte rendu d’essai, (document Interne) IRFA, 1992.
- REINHARDT, D. H., D.S.SOUZA & S. CABRAL: *Abacaxi irrigado em condicoes semiáridas (Irrigated pineapple under semi-arid conditions)*, Ed. 1. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Brasil, 2001.
- SOUZA, L. F.: Humedad del suelo y niveles de fertilización para piña “Perola” en Mesetas Costeras Secas de Brasil, En: **3er. Simposium Internacional de Piña**, Pattaya, Tailandia, 1998.