

# Régimen de riego de la piña en la provincia Ciego de Ávila

## *Irrigation schedule of pineapple in Ciego de Ávila province*

Dr.C Camilo Bonet Pérez, Ing. Pedro Guerrero Posada, Ing. Dania Rodríguez Correa, Ing. Johanis Hernández Llanes, Ing. Pedro Rodríguez Rómulo

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

**RESUMEN.** Partiendo de la información disponible sobre el comportamiento de las necesidades hídricas del cultivo de la piña en las distintas fases de desarrollo y los coeficientes de cultivo de este cultivo que han sido estudiados, se determinan los parámetros para la programación del riego en las condiciones edafoclimáticas predominantes en la provincia de Ciego de Ávila. Los cálculos se realizan utilizando la metodología propuesta por la FAO a partir de la evapotranspiración de referencia, la cual ha sido calculada por el Instituto de Meteorología según la ecuación de Penman-Monteith ajustada para las condiciones específicas de las estaciones meteorológicas en Cuba. Los cálculos son realizados para los tres tipos de suelos predominantes en las áreas dedicadas al cultivo de la piña en Ciego de Ávila. Los resultados muestran la no necesidad de riego durante los meses comprendidos en el período lluvioso del año, en tanto durante el resto del año las frecuencias de riego oscilan entre 6 y 10 días y las normas de riego entre 7 y 15 mm según el tipo de suelo y etapa de desarrollo, debiendo el riego manejarse con cuidado para evitar sobre humedecimientos indeseables para este cultivo.

**Palabras clave:** norma de riego, frecuencia de riego.

**ABSTRACT.** Starting from the available information on the behavior of the water necessities of pineapple in the different development phases and the crop coefficients that have been studied, are determined the parameters for the irrigation scheduling under the edaphoclimatic conditions predominant in Ciego de Ávila province. The calculations are carried out using the methodology proposed by the FAO starting from the Reference Evapotranspiration, which has been calculated by the Institute of Meteorology according to the equation of Penman-Monteith, adjusted for the specific conditions of the meteorological stations in Cuba. The calculations are carried out for the three predominant types of soils in the areas dedicated to pineapple production in Ciego de Ávila province. The results show that the irrigation is not necessary during the months of the rainy period of the year, and during the rest of the year the irrigation frequencies oscillate between 6 and 10 days and the irrigation norms between 7 and 15 mm according to the kind of soil and development stage, being important to manage the irrigation carefully to avoid undesirable excess of humidity for this crop.

**Keywords:** irrigation norm, irrigation frequency.

## INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananascomosus L. Merr*) es conocida en todo el mundo por su exquisito sabor y excelentes cualidades nutritivas, siendo consumida tanto en forma de fruta fresca como en conserva; estas características la sitúan como uno de los productos agrícolas de mayor demanda y le permiten dominar el comercio mundial de frutas tropicales (Llanos, 1998)<sup>1</sup>.

La piña constituye en Cuba uno de los cultivos de importancia económica, tanto por la gran aceptación que tiene en la población como por la posibilidad de lograr producciones durante todo el año.

Después del triunfo de la Revolución los años de las grandes cosechas nacionales estuvieron en el entorno de 47 000 t; tales valores disminuyeron progresivamente, incluso antes de la llegada del período especial, el que acentuó la caída. En el 2003 la producción en Cuba fue 40 543 t, lo que representó el 2,8% de la producción mundial, ocupando el trigésimo sexto lugar de los productores (FAO, 2004)<sup>2</sup>.

Al cierre de diciembre del 2006 la producción alcanzada fue de 16 660 t, de ellas sólo el 19,9% lo aportó el sector estatal y el 80,1% el sector no estatal (Rodríguez, 2007)<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> LLANOS, M.: "Producción y comercio mundial de frutos tropicales", Revista Valencia Fruits. (1881). P. 1, 1998.

<sup>2</sup> FAO: *Situación actual de las frutas tropicales* (Informe). Roma, 2004.

<sup>3</sup> RODRÍGUEZ, D.A.: *La piña*, Boletín Informativo Noti Citri Frut, IIFT. (1), La Habana, Cuba, 2007.

Durante los últimos años la producción se ha destinado básicamente al consumo de fruta fresca para el mercado nacional, el turismo y una pequeña parte a la industria conservera. El sector no estatal ha ocupado la mayor participación en la producción, alcanzando en el año 2006 el mayor rendimiento con 18 8 t·ha<sup>-1</sup>, aún insuficiente para cumplir las expectativas.

El territorio de Ciego de Ávila ha sido conocido como la capital de la piña en Cuba, convirtiéndose esta fruta en el símbolo de la joven provincia; sin embargo, no quedó al margen de la depresión en la producción.

Actualmente la provincia enfrenta un amplio programa dirigido al rescate de la producción de piña, lo cual es un anhelo de los avileños por ser la fruta que identifica al territorio. Dicha estrategia incluye la introducción de cultivares más productivos (MD-2), la utilización de la micro propagación y la diversificación de las áreas productivas en el sector cooperativo y campesino.

Los principales países productores de esta fruta utilizan el riego como vía para suplir el déficit de humedad cuando las lluvias no son suficientes o están mal repartidas, lo cual es característico de las zonas tropicales y sub tropicales en las que se concentra la producción.

Siendo el uso eficiente del agua en el riego una tarea esencial (Alonso, 2006). En Cuba durante muchos años la actividad de riego no estuvo contemplada en los programas de producción de este cultivo, en estudios realizados durante la década del 80 se demostró que a pesar de su alta resistencia a la sequía responde positivamente al riego, de estos resultados se derivaron las posteriores inversiones en tecnología de riego en las grandes áreas dedicadas a su producción en la provincia Ciego de Ávila (Bonet, 2009)<sup>4</sup>.

A partir de ese momento el riego se ha aplicado en las plantaciones de piña de esta provincia de forma inestable empleando diversas tecnologías tales como máquinas de pivote central, riego localizado, enrolladores y en menor escala el riego superficial, pero los resultados productivos no han estado en correspondencia con las inversiones realizadas en función del riego.

Las causas han estado relacionadas con la ejecución del riego sin criterios técnicamente fundamentos sobre las normas y frecuencias de riego a emplear de acuerdo a las condiciones edafoclimáticas predominantes y las características de la demanda hídrica del cultivo en sus distintas etapas de desarrollo vegetativo (Besseat, 2005).

La producción de piña en Ciego de Ávila se realiza en la actualidad a través de un gran polo productivo perteneciente a la Empresa Cítricos Ciego de Ávila y a casi un centenar de productores privados distribuidos por toda la provincia.

Las áreas aprobadas por la dirección de Suelos y Fertilizantes del MINAG en la provincia de Ciego de Ávila tienen como requisitos indispensables el poseer un pH menor de 6,5 y un buen drenaje superficial e interno.

Con el presente trabajo se pretende lograr el siguiente objetivo: Determinar los parámetros para la programación del riego del cultivo de la piña en las condiciones edafoclimáticas predominantes en la provincia Ciego de Ávila.

## MÉTODOS

Para el estudio del régimen de riego se desarrollan las siguientes etapas:

- Determinación de la lluvia mensual característica de la provincia a partir de la información suministrada por el Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila.
  - Cálculo de la lluvia aprovechable mensual utilizando el método de Savo (citado por Rey y de la Hoz, 1979).
  - Determinación de la Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) mensual característica de la provincia a partir de la información suministrada por la Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila.
- Para el estudio de las variables climáticas (lluvia y evapotranspiración de referencia) se utiliza la información de la estación Ciego de Ávila enclavada en el municipio Venezuela de esa provincia por ser la más representativa de las áreas dedicadas al cultivo de la piña, así como los datos correspondientes a los últimos 10 años que constituyen un reflejo más real de la situación climática actual.
- Cálculo de la Evapotranspiración (ET<sub>c</sub>) mensual del cultivo de la piña en la provincia a partir de la ET<sub>o</sub> obtenida y los Coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) calculados por etapas de desarrollo fisiológico del cultivo (Bonet *et al.*, 2010).
  - Determinación del déficit mensual de agua a partir de la ET<sub>c</sub> y la lluvia aprovechable calculada.
  - Identificación de los principales polos productivos de piña en la provincia de Ciego de Ávila y su distribución territorial, tomando como base la información brindada por el Departamento de Suelos y Fertilizantes de la provincia, y su identificación por tipo de suelo.
  - Caracterización de los suelos predominantes en los polos productivos del cultivo de la piña y precisión de las propiedades hidrofísicas de los mismos.
  - Definición de la profundidad de humedecimiento en las distintas etapas de desarrollo fisiológico del cultivo basado en los resultados obtenidos durante la etapa experimental de estudio de la ET<sub>c</sub> del cultivo de la piña (Bonet *et al.*, 2008a<sup>5</sup>,b).
  - Determinación de los parámetros de programación del riego para el cultivo de la piña en las condiciones edafoclimáticas predominantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de la lluvia en el territorio de Ciego de Ávila se muestra en el Anexo 1, se observa que el valor medio

<sup>4</sup> 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, Cuba, 2009.

<sup>5</sup> BONET, P.C., ACEA, L.R.I. & HERNÁNDEZ, V.M.: *Evapotranspiración del cultivo de la piña*. Publicación en CD. En: Memorias de la VIII Conferencia Científica UNICA, ISBN: 1 978-959-16-0934-2, Ciego de Ávila, Cuba. 2008a.

durante la última década prácticamente coincide con el valor medio de una serie de 20 años a partir de 1990, lo cual justifica el criterio de su utilización para la evaluación de las necesidades de riego. A partir de estos valores se determina la lluvia aprovechable

(Tabla 1), utilizando el método de Savo (Anexo 2) considerando las condiciones predominantes en las áreas de piña de la provincia: pendiente menor a 0,01; categoría de suelo, tonalidad roja lixiviada; profundidad del sistema radicular de 0,20 m (Bonet *et al.*, 2008a).

**TABLA 1. Lluvia aprovechable**

	Meses												Total
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<b>LL</b>	14,3	23,8	44,4	47,4	142,0	205,9	147,0	165,4	201,5	163,7	36,8	37,7	1229,9
<b>m<sub>1</sub></b>	0,80	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	-
<b>m<sub>2</sub></b>	1,00	1,00	0,90	0,90	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,00	1,00	-
<b>LLap</b>	<b>11,4</b>	<b>19,0</b>	<b>29,7</b>	<b>31,7</b>	<b>79,5</b>	<b>115,3</b>	<b>82,3</b>	<b>92,6</b>	<b>112,8</b>	<b>91,7</b>	<b>29,4</b>	<b>30,2</b>	<b>725,6</b>

Descripción de indicadores: LL. Lluvia total mensual (mm); m<sub>1</sub> y m<sub>2</sub>. Coeficientes para determinación de lluvia aprovechable; LLap. Lluvia aprovechable (mm).

El comportamiento de la ETo durante la última década y su comparación con los valores medios mensuales obtenidos de una serie de 30 años calculados a partir del año 1975 se muestran en el Anexo 3,

lo cual concuerda con lo señalado por Allen *et al.* (2006), quienes plantearon que el Kc difiere según el método utilizado en el cálculo o la determinación de la ETo.

Con el empleo de los Kc ya determinados y utilizando esta información se calcula la ETc (Tabla 2, 1er., 2do. y 3er. ciclo).

**TABLA 2. Evapotranspiración del cultivo por ciclo de desarrollo, en tres ciclos**

1er. ciclo	Meses											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>ETo</b>	93	106	128	143	139	130	139	132	116	108	95	<b>89</b>
<b>Kc</b>	0,50	0,50	0,50	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,92	<b>0,92</b>
<b>ETc</b>	<b>46,6</b>	<b>53,0</b>	<b>64,1</b>	<b>82,9</b>	<b>80,3</b>	<b>75,2</b>	80,4	76,3	67,4	62,4	87,4	81,6

1er. Ciclo (Cont.)	Meses					
	I	II	III	IV	V	VI
<b>ETo</b>	93	106	128	143	139	<b>130</b>
<b>Kc</b>	0,71	0,71	0,71	0,71	0,57	<b>0,57</b>
<b>ETc</b>	<b>66,1</b>	<b>75,3</b>	<b>91,0</b>	<b>101,5</b>	<b>79,0</b>	<b>73,9</b>

2do. ciclo	Meses											
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
<b>ETo</b>	139	132	116	108	95	89	93	106	128	143	139	<b>130</b>
<b>Kc</b>	0,53	0,53	0,53	0,53	0,88	0,88	0,63	0,63	0,63	0,63	0,50	<b>0,50</b>
<b>ETc</b>	<b>73,5</b>	<b>69,7</b>	<b>61,6</b>	56,9	83,7	78,1	58,7	66,8	80,7	90,0	69,3	64,8

3er. ciclo	Meses											
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
<b>ETo</b>	139	132	116	108	95	89	93	106	128	143	139	<b>130</b>
<b>Kc</b>	0,49	0,49	0,49	0,49	0,78	0,78	0,67	0,67	0,67	0,67	0,59	<b>0,59</b>
<b>ETc</b>	<b>68,0</b>	<b>64,5</b>	<b>56,9</b>	<b>52,7</b>	<b>74,2</b>	<b>69,2</b>	<b>62,4</b>	<b>71,1</b>	<b>85,8</b>	95,8	81,7	76,5

Descripción de indicadores: ETo. Evapotranspiración de referencia (mm); Kc. Coeficiente de cultivo; ETc. Evapotranspiración del cultivo (mm)

A partir de estos valores y la lluvia aprovechable se determina el déficit de humedad (Tabla 3, en los tres ciclos).

**TABLA 3. Déficit de humedad, en tres ciclos**

1er. ciclo	Meses											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>ETc</b>	46,6	53,0	64,1	82,9	80,3	75,2	80,4	76,3	67,4	62,4	87,4	<b>81,6</b>
<b>LLap</b>	11,4	19,0	29,7	31,7	79,5	115,3	82,3	92,6	112,8	91,7	29,4	<b>30,2</b>
<b>DH</b>	<b>35,2</b>	<b>34,0</b>	<b>34,4</b>	<b>51,2</b>	<b>0,8</b>	<b>(40,1)</b>	<b>(1,9)</b>	<b>(16,3)</b>	<b>(45,4)</b>	<b>(29,3)</b>	<b>58,0</b>	<b>51,4</b>

1er. ciclo (Cont.)	Meses					
	I	II	III	IV	V	VI
<b>ETc</b>	66,1	75,3	91,0	101,5	79,0	<b>73,9</b>
<b>LLap</b>	11,4	19,0	29,7	31,7	79,5	<b>115,3</b>

1er. ciclo (Cont.)	Meses					
	I	II	III	IV	V	VI
DH	54,7	56,3	59,3	69,8	(0,5)	(41,4)

2do. ciclo	Meses											
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
ETc	73,5	69,7	61,6	56,9	83,7	78,1	58,7	66,8	80,7	90,0	69,3	<b>64,8</b>
LLap	82,3	92,6	112,8	91,7	29,4	30,2	11,4	19,0	29,7	31,7	79,5	<b>115,3</b>
DH	<b>(8,8)</b>	<b>(22,9)</b>	<b>(51,2)</b>	<b>(34,8)</b>	<b>54,3</b>	<b>47,9</b>	<b>47,3</b>	<b>47,8</b>	<b>51,0</b>	<b>58,3</b>	<b>(10,2)</b>	<b>(50,5)</b>

3er. ciclo	Meses											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ETc	68,0	64,5	56,9	52,7	74,2	69,2	62,4	71,1	85,8	95,8	81,7	76,5
LLap	82,3	92,6	112,8	91,7	29,4	30,2	11,4	19,0	29,7	31,7	79,5	115,3
DH	<b>(14,3)</b>	<b>(28,1)</b>	<b>(55,9)</b>	<b>(39,0)</b>	<b>44,8</b>	<b>39,0</b>	<b>51,0</b>	<b>52,1</b>	<b>56,1</b>	<b>64,1</b>	<b>2,2</b>	<b>(38,8)</b>

Descripción de indicadores: DH. Déficit hídrico (mm)

El resultado del déficit de humedad calculado para el cultivo de la piña en las condiciones climáticas de la provincia Ciego de Ávila muestra que durante el periodo poco lluvioso del año, las lluvias son capaces de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo si están bien repartidas, criterio que coincide con lo reportado por Bartholomew *et al.* (2003) y Rodríguez

*et al.* (2009b), respecto a la producción de este cultivo en las condiciones de países tropicales; también, a partir de estudios realizados en Venezuela, Caraballo y Chauran (2009), han

concluido que algunos cultivares logran cosechas aceptables aún sin riego complementario, sin embargo la producción del cultivar Cayena Lisa en estas condiciones fue escasa.

La producción de piña en Ciego de Ávila en el sector estatal se desarrolla sobre suelo Ferralítico Rojo Compactado, en tanto 93 fincas del sector campesino se encuentran ubicadas en 11 diferentes tipos de suelos, concentrándose más del 70% de las áreas en los siguientes: Ferralítico Rojo Típico (IIA), Ferralítico Rojo Compactado (IIW) y Ferralítico Amarillento Concrecionario (IVB) (Figura 1).



FIGURA 1. Distribución territorial de las áreas de piña en Ciego de Ávila

A partir de los estudios realizados por la Dirección de Suelos y Fertilizantes de la provincia se determinaron las propiedades hidrofísicas medias de los suelos predominantes en las áreas dedicadas al cultivo de la piña (Tabla 4).

TABLA 4. Propiedades hidrofísicas de los suelos dedicados al cultivo de la piña

Clave	Tipo de suelo	Capacidad de campo (% b.s.s.)	Densidad del suelo en estado natural (g · cm <sup>-3</sup> )	Velocidad de Infiltración (mm · h <sup>-1</sup> )
IIA	Ferralítico Rojo Típico	30,74	1,20	85,20
IIW	Ferralítico Rojo Compactado	31,07	1,22	66,00
IVB	Ferralítico Amarillento Concrecionario	26,50	1,27	8,40

Los resultados obtenidos durante la etapa experimental de estudio de la ETc del cultivo de la piña (Bonet *et al.*, 2008a,b), indican que el mayor volumen de raíces se concentra en los primeros 0,20 m de suelo, a partir de esto se considera el incremento de la capa activa a humedecer según se muestra en la Figura 2.

Con la información disponible sobre las propiedades hidrofísicas del suelo, la capa activa a humedecer así como el déficit mensual de humedad calculado, se determinan los parámetros para la programación del riego (Anexo 4), cuyo resumen se muestra en la Tabla 5; en este caso, los cálculos han sido realizados partiendo de la siembra en el mes de diciembre, tal y como se efectuó durante la etapa experimental de estudio de la ETc (Bonet *et al.*, 2008a,b).

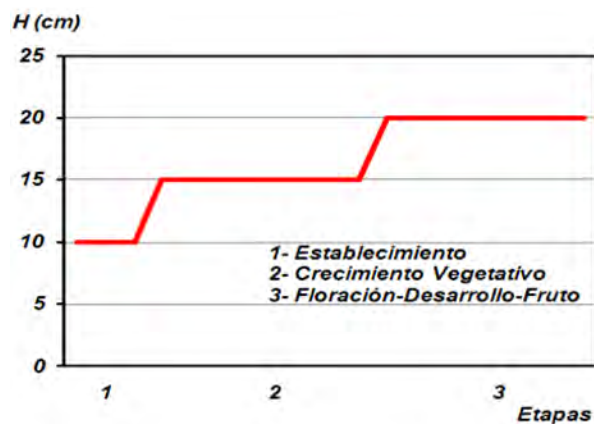


FIGURA 2. Incremento de la capa activa.

TABLA 5. Resumen de parámetros de programación del riego

Período de desarrollo vegetativo	Suelo IIA			Suelo IIW			Suelo IV B		
	Norma de riego parcial (m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> )	Frecuencia de riego (días)		Norma de riego parcial (m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> )	Frecuencia de riego (días)		Norma de riego parcial (m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> )	Frecuencia de riego (días)	
		1er. ciclo	2º y 3er. ciclo		1er. ciclo	2º y 3er. ciclo		1er. ciclo	2º y 3er. ciclo
Establecimiento	74	5-6	-	76	5-6	-	67	5-6	-
Crec. vegetativo	111	6	-	114	6	-	101	6	-
Floración	150	7-10	7-10	152	7-10	7-10	135	7	7-10
Des. del fruto	150	6-7	7-10	152	6-7	7-10	135	6-7	6-7
Cosecha	150	-	-	152	-	-	135	-	-

El número de riegos obtenido indica similitud en los resultados entre los tipos de suelos II-A y II-W a partir de que las normas de riego son semejantes, mientras en el suelo IV-B el número se incrementa en los tres ciclos por aplicarse normas de riego menores (Tabla 6).

Considerando que dadas las condiciones climáticas de nuestro país la disponibilidad de riego permite efectuar la siembra de la piña durante todo el año; la época de plantación determinará en qué momento del año tiene lugar cada una de las etapas de desarrollo del cultivo.

TABLA 6. Número de riegos por tipo de suelo

Tipo de suelo	Número de riegos			
	1er. ciclo	2do. ciclo	3er. ciclo	Total
Ferralítico rojo típico	46	22	22	90
Ferralítico rojo compactado	46	22	22	90
Ferralítico amarillento concrecionario	48	26	24	98

Los resultados obtenidos están en correspondencia con estudios que le han antecedido, así por ejemplo Huang y Lee (1969), citados por Bartholomew *et al.* (2003), estudiaron en Taiwán intervalos de dos, cuatro y seis semanas durante la temporada seca; encontrando un efecto marcado sobre el crecimiento y el peso del fruto favorable a la mayor frecuencia de riego, y sin efecto sobre la calidad del jugo.

Son también coincidentes los resultados reportados para las condiciones de Cuba por Rodríguez *et al.* (2009a), quienes han señalado que desde el trasplante hasta el tercer mes debe aplicarse un riego semanal de aproximadamente 3,5 L·planta<sup>-1</sup> y desde el cuarto mes hasta que se produzca la inducción de la floración un riego cada 10 días de alrededor de 4 L·planta<sup>-1</sup>. Por su parte, el Instituto de Investigaciones de Frutas Tropicales IIFT (2005)<sup>6</sup>, considera que la piña requiere, en las condiciones de Cuba, entre 15 y 18 mm semanales utilizando riego por goteo y entre 30 y 35 mm en el mismo periodo cuando se riega por aspersión; el propio IIFT (2007)<sup>7</sup>, plantea que

este cultivo tolera largos períodos de sequías por sus características de aprovechar y acumular el agua, pero en la etapa desde la siembra hasta los dos primeros meses y en el inicio de la floración y crecimiento del fruto necesita un buen abastecimiento de humedad; lo que resulta coincidente con reportes de Rodríguez *et al.* (2009b).

## CONCLUSIONES

- En la condiciones medias de la provincia, el riego del cultivo de la piña suele ser innecesario durante la etapa lluviosa (mayo–octubre).
- Las normas de riego netas alcanzan valores entre 7 y 15 mm, con frecuencias de riego entre 6 y 10 días
- La época de siembra determinará variaciones en las etapas de desarrollo fisiológico del cultivo y por lo tanto en la programación de riegos.

<sup>6</sup> IIFT: Guía Técnica para el cultivo de la piña. Ed [sn], La Habana, Cuba, 2005.

<sup>7</sup> IIFT: Boletín informativo Noti Citi Frut. No. 1. Enero, La Habana, Cuba, 2007.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M.: *Evapotranspiración del Cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, edit. Estudio FAO Riego y Drenaje 56, Ed. FAO, ISBN-92-5-304219-2, Roma, 2006.
- ALONSO, R.: *Uso eficiente del agua en el riego: una tarea esencial [en línea] 2006*, Disponible en: <http://www.mesaredonda.cubadebate.cu/> [Consulta: 18 de noviembre del 2006]
- BARTHOLOMEW, D.P., PAULL, R.E., & ROHRBACH, K.G.: *The pineapple: botany, production and uses*. Ed. CABI. Publishing, Wallingford, USA, 2003.
- BESSEAT, F.: "Centro virtual para agua en la agricultura", Ed. FAO, Roma, *Revista GRID*, ISSN 1021-268X, 23: 17-18, 2005.
- BONET, P.C., ACEA, L.R.I. & HERNÁNDEZ, V.M.: *Evapotranspiration of pineapple in Cuba [en línea] 2008* En: *Pineapple News*, vol. 15 (2): 5-15, 2008 Disponible en: <http://www.ishs.horticulture.org.workinggroups/pineapple/> [Consulta: 18 de febrero 2008b].
- BONET, P.C., ACEA, L.R.I., BROWN, M.O., HERNÁNDEZ, V.M. & DUARTE, D.C.: "Coeficiente de cultivo para la programación del riego en el cultivo de la piña", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 19 (3): 23-27 2010.
- CARABALLO, L. Y CHAURÁN, O.: "Comportamiento de la piña Cayena Lisa en condiciones de sabana". *Agricultura Andina* ISSN: 1315-3919, 12 (2): 2009.
- REY, R. y D. LA HOZ, L.: *Manual del régimen de riego de los principales cultivos de Cuba*, pp. 51-74, Ed. Orbe. La Habana, Cuba, 1979.
- RODRÍGUEZ, D.A., JARDINES, S.D., FARRÉS, A.E., PLACERES, G.J., PEÑA, G.O. y FORNARIS, R.: "Las fincas integrales de frutales en Cuba" *CITRIFRUT*, ISSN: 1607-5072, 29 (1): 2009a.
- RODRÍGUEZ D.A., FARRÉS, A.E., PLACERES, G.J., PEÑA, G.O., FORNARIS, R.L. M. y MULÉN, P.L.: "Manejo del cultivo de la piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) cv. Española Roja, en Cuba", *CITRIFRUT*, ISSN: 1607-5072, 29 (2): 2009b.

**Recibido:** 26/10/2014.

**Aprobado:** 23/07/2015.

**Publicado:** 05/09/2015.

*Camilo Bonet Pérez*, Investigador, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera de Fontanar, km 2½, Reparto Abel Santamaria, Boyero, La Habana, Cuba, Correo electrónico: [esp.iagric@cmg.minag.cu](mailto:esp.iagric@cmg.minag.cu)

*Pedro Guerrero Posada*, IAgric, Correo electrónico: [esp.iagric@cmg.minag.cu](mailto:esp.iagric@cmg.minag.cu)

*Dania Rodríguez Correa*, IAgric, Correo electrónico: [esp.iagric@cmg.minag.cu](mailto:esp.iagric@cmg.minag.cu)

*Johanis Hernández Llanes*, IAgric, Correo electrónico: [esp.iagric@cmg.minag.cu](mailto:esp.iagric@cmg.minag.cu)

*Pedro Rodríguez Rómulo*, IAgric, Correo electrónico: [esp.iagric@cmg.minag.cu](mailto:esp.iagric@cmg.minag.cu)



# ANEXOS

## ANEXO 1. Comportamiento de la lluvia en la provincia Ciego de Ávila

Distribución de la lluvia mensual durante la última década (mm). Estación Ciego de Ávila.

Mes	AÑOS										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Media
I	50,1	20,1	28,9	4,1	1,3	4,2	4,3	4,0	6,7	19,6	14,3
II	7,3	17,3	28,3	43,4	27,1	29,4	11,4	30,7	27,8	15,7	23,8
III	7,1	29,6	39,7	161,8	14,6	24,0	25,9	17,1	36,1	119,9	44,4
IV	78,9	24,1	15,2	103,1	9,7	15,9	33,7	81,6	14,5	97,3	47,4
V	55,5	201,7	358,7	157,3	19,4	29,1	98,8	172,9	227,9	89,4	142,0
VI	133,1	137,9	428,1	165,5	95,7	133,4	232,7	343,0	313,7	75,9	205,9
VII	113,7	172,6	151,9	166,8	133,1	190,2	221,6	127,2	122,9	69,7	147,0
VIII	116,3	101,0	169,3	150,2	96,0	182,9	221,1	148,4	233,9	234,7	165,4
IX	163,5	302,1	327,7	224,8	90,5	70,4	131,2	149,0	179,0	376,5	201,5
X	119,0	140,0	122,8	82,9	114,8	216,2	351,8	111,0	317,2	61,3	163,7
XI	19,8	88,0	75,9	58,1	24,5	9,7	15,7	27,9	12,6	35,8	36,8
XII	220,8	20,9	19,2	26,1	1,5	1,1	17,3	26,1	22,0	22,3	37,7
Total	1085,1	1255,3	1755,7	1344,1	628,2	916,5	1365,5	1238,9	1514,3	1218,1	1229,9

Promedio de valores lluvia mensual del periodo 1991-2010 (mm). Estación Ciego de Ávila.

Mes	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
Lluvia	25,0	33,5	41,4	51,5	164,5	206,2	126,9	156,1	205,7	145,5	52,6	28,0	1234,9

Fuente: Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila.

## ANEXO 2. Método de Savo para determinación de la lluvia aprovechable

### Coefficiente m1

Pendiente Lluvia mensual (mm)	< 0,01			0,01-0,05			> 0,05		
	< 40	40 - 100	> 100	< 40	40-100	> 100	< 40	40-100	> 100
	Categoría de suelo								
1	0,90	0,85	0,80	0,85	0,80	0,75	0,80	0,75	0,70
2	0,85	0,80	0,75	0,80	0,75	0,70	0,75	0,70	0,60
3	0,80	0,75	0,70	0,75	0,65	0,55	0,65	0,55	0,40
4	0,77	0,72	0,67	0,72	0,62	0,52	0,62	0,52	0,37
5	0,77	0,72	0,67	0,72	0,62	0,52	0,62	0,52	0,37
6	0,77	0,72	0,67	0,72	0,62	0,52	0,62	0,52	0,37
7	0,77	0,70	0,60	0,70	0,60	0,40	0,50	0,50	0,25

### Coefficiente m2

Categoría de suelo	Lluvia mensual (mm)	Profundidad del sistema radicular (m)					
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
1	< 40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	40 - 100	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	> 100	0,70	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00
2	< 40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	40 - 100	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	> 100	0,70	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00
3	< 40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	40 - 100	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	> 100	0,80	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00
4	< 40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	40 - 100	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	> 100	0,70	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00

Categoría de suelo	Lluvia mensual (mm)	Profundidad del sistema radicular (m)					
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
5	< 40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	40 - 100	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	> 100	0,70	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00
6	< 40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	40 - 100	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	> 100	0,70	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
7	< 40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	40 - 100	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	> 100	0,70	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00

Descripción de la categoría de suelo.

Amarillo podsolizado, graviloso arenoso

Laterita loamosa, arcilla de sabana

Tonalidad roja lixiviada

Pardos húmicos carbonatados

Cenagoso, turboso y margoso

Amarillo podsolizado arcilloso, sobre arcilla

Negro gris compacto de gley

Fuente: Rey y de la Hoz (1979)

### ANEXO 3. Comportamiento de la Evapotranspiración de referencia en provincia Ciego de Ávila

Distribución de la ETo durante la última década (mm). Estación Ciego de Ávila

Mes	AÑOS											Media
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
I	88,30	82,90	95,10	89,70	91,52	98,21	94,29	102,08	95,08	94,18	93,14	
II	99,30	102,30	100,90	105,70	102,46	98,12	97,84	113,54	115,77	124,84	106,08	
III	132,70	129,80	135,50	130,30	119,35	104,15	100,20	145,45	136,63	146,93	128,10	
IV	142,00	151,10	163,60	141,30	123,94	117,13	113,40	165,14	147,15	164,55	142,93	
V	152,50	130,50	149,50	141,40	130,12	113,81	106,21	148,76	153,88	158,55	138,52	
VI	144,50	144,20	135,40	132,20	110,01	97,71	100,53	137,10	154,25	140,92	129,68	
VII	156,60	146,60	155,70	142,00	104,28	111,33	105,16	148,92	160,44	155,41	138,64	
VIII	144,00	143,60	143,50	135,90	97,88	99,87	107,96	142,67	149,01	150,97	131,54	
IX	126,40	122,00	107,10	128,90	103,24	95,15	92,36	125,05	131,77	129,80	116,18	
X	113,40	108,30	117,10	117,30	101,32	96,08	94,12	105,81	112,08	109,83	107,53	
XI	96,00	90,10	89,60	96,20	108,97	89,56	86,17	97,03	97,07	99,95	95,06	
XII	77,60	86,20	86,30	80,80	100,23	87,60	91,14	86,95	93,76	96,67	88,72	
Total	1473,30	1437,60	1479,30	1441,70	1293,32	1208,72	1189,38	1518,50	1546,89	1572,60	1416,12	

Promedio de valores de ETo del periodo 1975-2005 (mm). Estación Ciego de Ávila

Mes	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
ETo	89,72	100,39	135,77	149,14	148,22	138,74	153,19	146,55	124,87	112,58	92,06	85,39	1476,62

Fuente: Centro Meteorológico Provincial de Ciego de Ávila.

### ANEXO 4. Parámetros de programación del riego de la piña en las condiciones edafoclimáticas predominantes en las áreas dedicadas al cultivo en la provincia de Ciego de Ávila

Suelo: Ferralítico Rojo Típico (II-A)

Ier. ciclo	Meses																	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI
Nn	7	7	7	11	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	-	-
NR	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	4	3	4	4	4	5	-	-
IR	6	5	6	6	-	-	-	-	-	-	7	10	7	7	7	6	-	-



		Meses											
2do. ciclo	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Nn	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	-	-	
NR	-	-	-	-	4	3	3	3	3	4	-	-	
IR	-	-	-	-	7	10	10	9	10	7	-	-	

		Meses											
3er. ciclo	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Nn	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	-	-	
NR	-	-	-	-	3	3	3	3	4	4	-	-	
IR	-	-	-	-	10	10	10	9	7	7	-	-	

**Suelo: Ferralítico Rojo Compactado (II-W)**

		Meses																	
1er. ciclo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Nn	8	8	8	11	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	15	-	-
NR	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	4	3	4	4	4	4	5	-	-
IR	6	5	6	6	-	-	-	-	-	-	7	10	7	7	7	7	6	-	-

		Meses											
2do. ciclo	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Nn	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	-	-	
NR	-	-	-	-	4	3	3	3	3	4	-	-	
IR	-	-	-	-	7	10	10	9	10	7	-	-	

		Meses											
3er. ciclo	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Nn	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	-	-	
NR	-	-	-	-	3	3	3	3	4	4	-	-	
IR	-	-	-	-	10	10	10	9	7	7	-	-	

**Suelo: Ferralítico Amarillento Concrecionario (IV-B)**

		Meses																	
1er. ciclo	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Nn	7	7	7	10	-	-	-	-	-	-	13	13	13	13	13	13	13	-	-
NR	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	5	-	-
IR	6	5	6	6	-	-	-	-	-	-	7	7	7	7	7	7	6	-	-

		Meses											
2do. ciclo	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Nn	-	-	-	-	13	13	13	13	13	13	-	-	
NR	-	-	-	-	4	4	4	4	4	4	-	-	
IR	-	-	-	-	7	7	7	7	7	7	-	-	

		Meses											
3er. ciclo	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Nn	-	-	-	-	13	13	13	13	13	13	-	-	
NR	-	-	-	-	3	3	4	4	4	5	-	-	
IR	-	-	-	-	10	10	7	7	7	6	-	-	

Descripción de indicadores: Nn. Norma de riego (mm) NR. Número de riegos IR. Intervalo de riego (d)