



<http://opn.to/a/47yz3>

ARTÍCULO ORIGINAL

Estudio del comportamiento de nuevos cultivares de caña de azúcar (*Saccarum Officinarum*) en condiciones de riego

Study of the Behavior of New Cultivars of Sugar Cane (Saccarum Officinarum) Under Irrigation Conditions

Ing. Desiré Baigorriá Padrón, Ing. Yoandri González Hernández, Ing. Lázaro Pardo Mora, Ing. Javier Delgado Padrón, Ing. Javier Rodríguez García

Estación Territorial de Investigación de la Caña de Azúcar (ETICA), Quivicán, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue evaluar 12 cultivares de caña de azúcar en condiciones de riego y seco en la zona agroclimática de la provincia Mayabeque para su posible introducción en la producción cañera. El estudio se llevó a cabo en el bloque experimental de la Estación Territorial de Investigación de la Caña de Azúcar (ETICA). La plantación se realizó en la época de frío y se realizaron dos cosechas, una en caña planta (18 meses de edad) y otra en el primer retoño (13 meses de edad) en un suelo Ferralítico Rojo típico; las variables evaluadas fueron toneladas de caña por hectárea (TCH) y toneladas de pol por hectárea (TPH). Durante el período de caña planta se aplicaron 27 riegos para una norma neta total de $9450 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, mientras que en el primer retoño solo se aplicaron 14 riegos y una norma total de $4900 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Se observaron diferencias altamente significativas entre el riego y seco para las dos variables analizadas, el riego incrementó el rendimiento en TCH y TPH en más del 25%. Las variedades C92-325, C86-12, C86-156 y C120-78 alcanzaron rendimientos superiores a las 230 t ha^{-1} al considerar el total de TCH en todo el periodo estudiado y difirieron significativamente del resto, las dos primeras con diferencias de más de 100 t ha^{-1} con respecto a la variedad C86-165 de menor rendimiento. Los cultivares de mejor respuesta en TCH y TPH bajo riego en las dos épocas estudiadas resultaron ser C92-325, C86-12, C86-156 y C120-78, con relación beneficio-costos superior a 1,13.

Palabras clave: *variedad, rendimiento agrícola, pol en caña*

ABSTRACT. The objective of the present work was to evaluate 12 sugarcane cultivars in irrigation and no irrigation conditions in the agroclimatic zone of the Mayabeque province for their possible introduction in sugarcane production. The study was carried out in the experimental block of the Sugarcane Territorial Research Station (ETICA). The plantation was done in the cold season and two crops were made, one in cane plant (18 months old) and another in the first offspring (13 months old) in a typical Red Ferralitic soil, the variables evaluated were tons of cane per hectare (TCH) and tons of pol per hectare (TPH). During the period of cane plant, 27 irrigations were applied $9450 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ total net duty, while in the first shoot only 14 irrigations were applied and $4900 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ total net duty. Highly significant differences between irrigation and no irrigation were observed for the two variables analyzed and irrigation increased yield in TCH and TPH by more than 25%. The varieties C92-325, C86-12, C86-156 and C120-78 reached yields higher than 230 t ha^{-1} when considering the total TCH in the entire period studied and differed significantly from the rest, the first two with differences of more than 100 t ha^{-1} with respect to the C86-165 variety of lower yield. The best response cultivars in TCH and TPH under irrigation during the two periods studied were C92-325, C86-12, C86-156 and C120-78, with a cost-benefit ratio greater than 1,13.

Keywords: *variety, agricultural yield, cane pol*

* Autora para correspondencia: Desiré Baigorriá Padrón, e-mail: desire.padron@inicamy.azcuba.cu

Recibido: 10/04/2019.

Aprobado: 06/12/2019.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sus derivados y como tal la industria azucarera continúan representando un peso importante en la economía cubana. Se estima que su aporte representa aproximadamente el 40% de las exportaciones del país, donde juega un papel fundamental el manejo de las variedades de caña de azúcar (González *et al.*, 2014).

A pesar de que la caña de azúcar crece durante todo el año y se beneficia de las importantes lluvias de la primavera en Cuba, numerosas investigaciones han demostrado el efecto beneficioso del riego en el rendimiento del cultivo (Martín *et al.*, 1987; Avalos y Pacheco, 2012; Lamela *et al.*, 2014; Espíndola y Paytas, 2015). Lo anterior indica que la respuesta al riego es un importante factor a tener en cuenta cuando se va a recomendar nuevas variedades.

La respuesta en rendimiento de la caña de azúcar al riego varía según las condiciones de manejo del cultivo, la región climática, el tipo de suelo, la variedad y otros factores; por lo que resulta importante conocer estas diferencias, a fin de establecer las estrategias de regionalización de variedades y tecnologías con un fundamento científico y sobre bases sostenibles (Hernández, 2014).

La caña de azúcar necesita un suministro abundante y estable de agua para su crecimiento y desarrollo. En condiciones adecuadas, ésta crece en proporción directa con la cantidad de agua disponible, y por cada 10 mm de agua utilizada se puede obtener alrededor de 1 tonelada de caña por hectárea (Sánchez *et al.*, 2015).

Según Méndez *et al.* (2016), la caña de azúcar requiere aproximadamente 1500 mm de agua (14-15 meses) para su normal desarrollo, Doorenbos y Kassam (1986), plantean que, dependiendo del clima, los requerimientos de agua (ETm) de la caña de azúcar son de 1500 a 2500 mm distribuidos uniformemente durante la temporada de crecimiento.

El Programa de Desarrollo de la caña de azúcar en Cuba prevé la introducción gradual de nuevos cultivares a la producción cañera, los cuales presentan características agro-productivas y de resistencia superiores a las comerciales actualmente y se priorizaran en áreas bajo riego de forma que posibiliten incrementar la producción de caña y así aumentar el aporte a la economía de nuestro país (Pompa, 2013).

El objetivo del presente trabajo es evaluar cultivares de caña de azúcar en condiciones de riego y secano en la zona agroclimática de la provincia Mayabeque para su posible introducción en la producción cañera.

MÉTODOS

Localización del área de estudio

El experimento se realizó en la Estación Territorial de Investigación de la Caña de Azúcar (ETICA); ubicada a 7 km del municipio Quivicán, provincia Mayabeque, con coordenadas geográficas 22° 78' Norte y 82° 38' Oeste, sobre un suelo Ferralítico Rojo típico según la Segunda Clasificación Genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999), los que poseen un relieve llano, su profundidad varía desde medianamente profundo a muy profundo, arcillosos, bien drenados, estructura granular y ligera a mediana compactación. Son de perfil tipo ABC, en cuyo horizonte A la materia orgánica oscila entre 2 y 4%. Los niveles de fósforo y potasio en estos suelos alcanzan valores medios entre 4–4,5 y 11–12 mg/100 g de suelo, respectivamente, según las categorías establecidas por el Servicios de Fertilizantes y Enmienda (SERFE). Son suelos productivos y fáciles de laborar.

La zona en que se realizó el estudio se caracteriza por tener temperatura que oscilan entre los 21,1 y 27,1 °C, mientras que la humedad relativa del aire varía entre el 77 y 87%, en dependencia de la época y hora del día; la velocidad del viento resulta moderada casi todo el año, y fluctúa entre 2,1 y 4,8 m seg⁻¹, la duración de la luz alcanza un máximo en el mes de abril con 9,9 horas día⁻¹ y el mínimo en diciembre con 5,8 horas día⁻¹. En la Figura 1 se muestra el comportamiento de las precipitaciones durante la fase caña planta y primer retoño con respecto al histórico (20 años, con un promedio anual de 1389,90 mm, ocurriendo el 77% en el periodo lluvioso).

En el estudio, para el periodo de desarrollo de la caña planta de 18 meses (octubre 2015-marzo 2017), precipitaron 1421,5 mm distribuidos en 92 eventos, este valor total de lluvias fue un 10% inferior al promedio histórico. Para el primer retoño (abril 2017- marzo 2018) precipitaron 1362 mm en 77 eventos, con 28 mm menos con respecto al histórico.

En la Figura 1 puede observarse que, para los meses de febrero, marzo y junio 2016 (Figura 1 A) la disminución de la precipitación respecto al histórico son de alrededor de -48, -51 y -53%, respectivamente, mientras que en los meses de octubre a diciembre 2016 decrecen en -70%. Por otra parte, en solo 6 meses de los 16 las precipitaciones respecto al histórico fueron superiores. Similar comportamiento se aprecia en los meses de septiembre, octubre, diciembre 2017 y enero y febrero 2018 del periodo de primer retoño (Figura 1B), ratificando la necesidad del riego para la obtención de buenos rendimientos agrícolas.

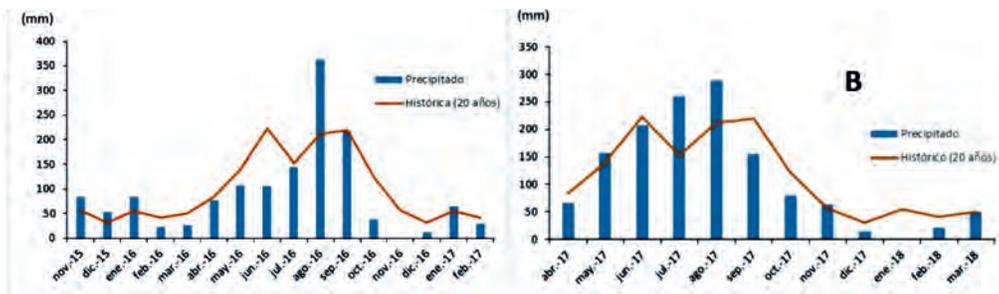


FIGURA 1. Comportamiento de las precipitaciones durante la fase: A- caña planta y B- retoño con respecto al histórico.

Diseño experimental y Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue el de Parcelas Divididas (DPD o Split Plot) con 2 factores: en las parcelas mayores el factor (A) riego y sin riego. En las parcelas menores (Factor B) las 12 variedades (C87-51, C1051-73, C120-78, C86-12, C92-325, C86-56, C86-165, C89-148, C97-445, C90-501, C90-647 y C86-156).

Las parcelas menores estuvieron constituidas por 6 surcos espaciados a 1,6 m y una longitud de 6 m con 4 repeticiones para cada tratamiento. Las mediciones se realizaron en los 4 surcos centrales de cada parcela. La plantación se realizó en la época de frío y se realizaron dos cosechas una como caña planta (febrero-marzo, 16-18 meses de edad) y otra como primer retoño en abril del siguiente año (13 meses de edad).

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza, y cuando se aplique una prueba de comparación múltiple de medias de Tukey (nivel de probabilidad de error del 5%), se tomará en cuenta que para las medias de los factores A y Réplicas se utiliza el error I y para los factores B e interacción (AB) el error II, según procedimiento propuesto por Espino y Arcia (2009). Todos los análisis se hicieron con el procesador estadístico STATGRAPHICS Plus 5.0.

El riego

El método de riego empleado fue de aspersión con un enrollador de la marca Valducci, con tuberías de diámetro de 110 mm y una longitud de 250 m, aspersor Komet modelo Twin 202, con boquilla de diámetro 30 mm, y un gasto de 58,65 m³h⁻¹, la presión de trabajo medida a la entrada del hidrante 500kPa y 300 kPa en la boquilla. Se aplicó una norma neta parcial de 350 m³ha⁻¹ con intervalo de acuerdo a las precipitaciones medidas en el pluviómetro ubicado en el área experimental, los valores de evapotranspiración de referencia (ET_o) y el coeficiente del cultivo (K_c) por edades y fases fenológicas, tomados de la Base de datos del Servicio de Riego y Drenaje del Instituto de Investigaciones de Caña de Azúcar (INICA).

Evaluaciones a realizar

Para la determinación del rendimiento agrícola se utilizó el método por estimación propuesto por Milanés (1978, 1979), el cual consistió en el conteo de todos los tallos molibles de los cuatro surcos centrales de cada parcela de los cultivares, posteriormente se tomaron al azar 20 tallos representativos de la población de los mismos surcos y se pesaron en una báscula digital, el peso se multiplicó por el total de tallos y se obtuvo el peso de la parcela en kg, permitiendo calcular el rendimiento agrícola en toneladas de caña por hectárea (TCH) a partir de la siguiente expresión:

$$TCH = Pp / (10/A) \quad (1)$$

donde:

TCH= Toneladas de caña por hectáreas.

Pp= Peso de la parcela (kg);

A= Área de la parcela en m²;

Índice de conversión de kg a tonelada es 10

Para el cálculo de las toneladas de Pol por hectárea (TPH)

fue necesario relacionar el rendimiento agrícola en toneladas de caña por hectárea (TCH) y el porcentaje de Pol en caña a través de la expresión siguiente:

$$THP = \frac{TCH \times \% \text{ de Pol en caña}}{100} \quad (2)$$

Para la determinación del porcentaje de pol en caña se consideró el resultado del muestreo y análisis azucarero final previo a la cosecha, para el cual se tomó una muestra de 1m de caña por cada parcela, por cada réplica y por cada cultivar, o sea se tomaron tres muestras por cultivar y se analizaron en el laboratorio del propio centro, las lecturas de Brix con el refractómetro de mesa y un valor en el polarímetro permitió buscar el porcentaje de Pol en jugo a través de la tabla polarimétrica y este valor nos permitió calcular el porcentaje de Pol en caña a través de la expresión siguiente:

$$\% \text{ de Pol en caña} = n. P \quad (3)$$

donde:

n= Factor de la relación entre la masa de bagazo y el porcentaje de fibra;

P= % de Pol en jugo.

Todos estos procedimientos se realizaron según el Manual de Métodos Analíticos de Pérez y Fernández (2006).

Análisis económico

Como base para el análisis económico del riego se consideró la información de costo del Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar Inica (2011) y del Grupo Azucarero Azcuba (2012) y se emplearon las variables: rendimiento agrícola, valor del incremento de la producción, costo del riego, el precio de venta y se determinó además la relación beneficio-costos, teniendo en cuenta los indicadores económicos mostrados a continuación según la FAO (1980).

- CR-Costo del riego de una hectárea en (\$):
CR=CS+CE+CA+CM+CAT

donde:

CS: Costo del salario;

CE: Costo de la energía;

CA: Costo del agua;

CM: Costo los mantenimientos requeridos;

CAT: Costo de la amortización del sistema;

- CRT-Costo del riego total en (\$): CRT=CR x N° de Riego

- I-Incremento de las toneladas de caña de azúcar en (t ha⁻¹):
I=TCHR-TCRS

donde:

TCHR: Toneladas de caña por hectárea en riego.

TCRS: Toneladas de caña por hectárea en secano.

- CI- Costo del incremento en (\$): CI= CRT/I

- CIT- Costo del incremento total en (\$): CIT= CI+32,55
donde: 32.55 es el costo de la cosecha.

- VI-Valor del incremento en (\$): VI= I x Vm

donde: Vm: Valor de una tonelada de caña = \$ 175

- B- Beneficio neto en pesos (\$): B = VI – CIT

- B / C - Relación beneficio / Costo: B / C = B / CRT

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al comportamiento del clima, en la variante con riego fue necesario aplicar 27 riegos con norma neta total de 9450 m³ ha⁻¹ en caña planta, mientras que en el primer retoño solo se aplicaron 14 riegos con norma neta total de 4900 m³ ha⁻¹, valores que se encuentran en el rango de los obtenidos por otros autores para diferentes condiciones experimentales.

Fonseca (1984) y Lamelas (2003), realizaron varias experiencias sobre el control del riego en bloques cañeros en La Habana (18 meses, variedad Ja 64-19), y aplicaron 19 riegos con normas parciales de hasta 350 m³ ha⁻¹ y norma total en el periodo de 5335 m³ ha⁻¹. Estos autores destacan que en intervalos de hasta 30 días el riego no logró cubrir las necesidades de agua de la planta, sin embargo los rendimientos logrados fueron de 142,06 t ha⁻¹. (Avalos y Pacheco, 2012).

Pacheco *et al.* (1977), citado por Avalos y Pacheco (2012), en caña planta de 13 meses en suelos arcillosos pesados en el norte de la provincia de Villa Clara, con una norma de riego total aplicada de 5966 m³ ha⁻¹ obtuvieron rendimientos agrícolas de 116,64 t ha⁻¹ y Ruiz *et al.* (1979), para Jovellanos aplicaron 22 riegos con una norma total de 7194 m³ ha⁻¹.

Alonso *et al.* (1982), en estudios realizados en la zona norte de Villa Clara, concluyeron que el número de riegos en año medio seco para obtener altos rendimientos con buenas condiciones agronómicas está entre 6 y 11 dependiendo de la cepa y fecha de siembra, recomendando normas totales que oscilan entre 4300 y 5900 m³ ha⁻¹, según la edad y tipo de cepa.

En la Tabla 1 se muestra la comparación entre los tratamientos de secano y riego para las variables rendimiento agrícola o toneladas de caña por hectárea (TCH) y toneladas de Pol por hectárea (TPH) como promedio de las dos épocas. Se observan diferencias altamente significativas entre el riego y secano para las dos variables analizadas. En la misma puede apreciarse que

el riego incrementó el rendimiento en TCH y TPH en más del 25%. Estos resultados confirman, una vez más, que la caña es una planta de regadío enfatizando lo señalado por Don Alvaro Reynoso en uno de los primeros ensayos científicos sobre el cultivo de la caña de azúcar en Cuba en 1862 (Martín *et al.*, 1987).

En épocas posteriores diversos autores también han demostrado la importancia del riego para obtener cosechas seguras y productivas en este cultivo (Pacheco *et al.*, 1977; Vigoa y Egaña, 1978; Vigoa, 1979; Fonseca y Lamela, 1981; citados por Hernández (1978) y Martín *et al.* (1987).

Por su parte Fonseca (1984), consideró que para lograr un efecto económico positivo del regadío es necesario producir más de 26 t ha⁻¹ con relación al secano, lo que coincide con los resultados mostrados en la Tabla 1.

TABLA 1. Comparación entre los tratamientos de secano y riego para las variables toneladas de caña por hectárea (TCH) y toneladas de pol por hectárea (TPH)

Tratamiento	TCH (t·ha ⁻¹)	TPH (t·ha ⁻¹)
Sin riego	90,97 b	15,39 b
Riego	125,31 a	20,97 a
Sign.	***	***
ES±	2,16	0,394
Diferencias	34,3	5,58
Incremento	27,4%	26,6%

Una conclusión importante a la que llegan Martín *et al.* (1987), es que los incrementos de rendimiento, que se producen como consecuencia de regar la caña en Cuba, pueden alcanzar como promedio entre 30 y 35 t ha⁻¹.

En la Figura 1, donde se analiza por separado las dos épocas estudiadas (caña planta y primer retoño), se evidencia como el riego actúa significativamente sobre el incremento de los rendimientos independientemente de la cepa.

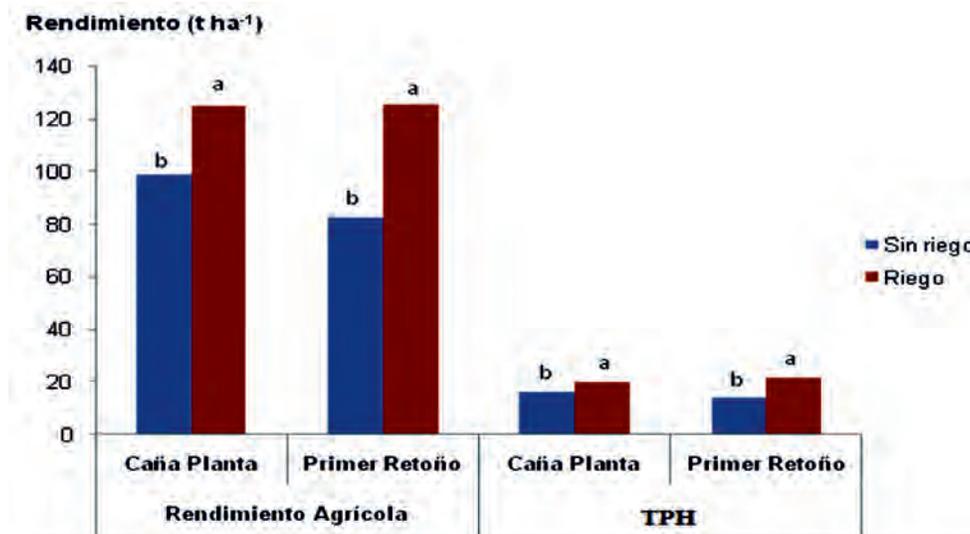


FIGURA 2. Comparación rendimiento agrícola (TCH) y TPH con riego y sin riego en las dos épocas estudias, caña planta y primer retoño.

Según Lamela *et al.* (2014), el riego y el drenaje constituyen un beneficio imprescindible para las plantaciones cañeras, con el que es posible alcanzar incrementos de rendimientos agrícolas con relación al secano de hasta 40 t ha⁻¹ y en algunos casos, cuando el cultivo es correctamente atendido y con sistemas altamente eficientes, pueden ser mayores.

Rendimiento agrícola (TCH)

En la Tabla 2 y 3 se resume la comparación de los valores del rendimiento agrícola, para los dos factores estudiados: Factor (A) riego y sin riego, Factor (B) las 12 variedades, en las dos épocas estudiadas (caña planta y primer retoño) y el total, mostrando diferencias altamente significativas en los dos factores (A y B). En la época caña planta no hay diferencias significativas entre replicas ni entre las interacciones de los tratamientos con riego y sin riego con las variedades, por lo que solo se comparan las medias de los efectos principales, según criterios de Ruesga *et al.* (2005).

TABLA 2. Comparación de los valores del rendimiento agrícola (TCH, t·ha⁻¹) para el efecto principal del Factor A, en las dos épocas estudiadas (caña planta y primer retoño)

Tratamiento	Caña Planta	Primer Retoño
Sin riego	99,34 b	82,60b
Riego	125,04 a	125,58 ^a
Sign.Factor A	***	***
ES±	1,96	1,73
Diferencias	25,7	42,98
Incremento	20,5%	34,2%

Se observan diferencias altamente significativas entre el riego y secano para las dos épocas analizadas, con incrementos en el rendimiento de 34,2% cuando se regó en el primer retoño, superior a caña planta que alcanzó el 20,5%.

TABLA 3. Comparación de los valores del rendimiento agrícola (TCH, t·ha⁻¹) para el efecto principal del Factor B (12 cultivares), en las dos épocas estudiadas (caña planta y primer retoño) y total

Variedades	Caña Planta	Primer Retoño	Total
C92-325	127,0a	161,79a	288,79a
C86-12	113,0abc	159,78a	272,82ab
C86-156	109,64abc	135,83b	245,47bc
C120-78	128,05a	110,59c	238,64c
C90-501	119,67ab	87,20def	206,88d
C97-445	106,93abc	99,66cd	206,59d
C86-56	114,40abc	89,56de	203,97d
C87-51	96,44c	103,37cd	199,82de
C89-176	108,43abc	84,94def	193,37de
C1051-73	108,88abc	78,45ef	187,33de
C89-148	109,48abc	70,32ef	179,81de
C86-165	104,31bc	67,62f	171,94e
Media general	112,19	104,09	216,28
Sign. Factor B	***	***	***
ES±	4,82	4,25	6,34
Interacción AB	NS	***	***

Los cultivares que tuvieron mayor repuesta al riego en caña planta fueron: C120-78, que obtuvo 18 t ha⁻¹ más en caña planta que en el primer retoño, siguiéndole en ese orden C92-325, C90-501, C86-56 y C86-12 con incrementos entre 16 y 31,6 t ha⁻¹.

En el primer retoño los cultivares que tuvieron mayor repuesta al riego fueron C92-325 y C86-12 con valores de rendimiento agrícola o TCH por encima de la media general de 57,7 y 55,7 t ha⁻¹, respectivamente. Le siguen en ese orden, C86-156 y C120-78 con más de 110 t ha⁻¹.

Destacándose los cultivares C92-325, C86-12 y C86-156 que tuvieron respuesta al riego tanto en caña planta como primer retoño, en el resto de las variedades el rendimiento fue inferior en el primer retoño. Lo que pudiera interpretarse como un efecto de interacción entre el riego y las variedades, que resultó altamente significativo en el primer retoño y en la suma de las dos cosechas (Tabla 3).

Considerando el total de toneladas de caña por hectárea en todo el periodo estudiado las variedades con rendimientos superiores a las 230 t ha⁻¹ son C92-325, C86-12, C86-156 y C120-78, las dos primeras con diferencias de más de 100 t ha⁻¹ con respecto a la variedad C86-165 de menor respuesta. Similares resultados fueron obtenidos por Mendoza *et al.* (2009); Rodríguez (2012) "publisher": "Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Holguín. (INICA y Abiche *et al.* (2015), al estudiar un grupo de variedades en la región oriental de Cuba proponen a la variedad C92-325, C86-12, C90-501 y C86-156 como las de mejor comportamiento.

Toneladas de Pol por hectárea (TPH)

En las Tablas 4 y 5 se resume la comparación de los valores de toneladas de Pol por hectárea (TPH), para los dos factores estudiados: Factor (A) riego y sin riego, Factor (B) las 12 variedades, en las dos épocas estudiadas (caña planta y primer retoño) y total, mostrando diferencias altamente significativas en los dos factores (A y B). No hay diferencias significativas entre replicas ni entre las interacciones de los tratamientos con riego y sin riego con las variedades, por lo que solo se comparan las medias de los efectos principales.

TABLA 4. Comparación de los valores de toneladas de Pol por hectárea (TPH, t·ha⁻¹) para el efecto principal del Factor A, en las dos épocas estudiadas (caña planta y primer retoño)

Tratamiento	Caña Planta	Primer Retoño
Sin riego	16,42b	14,36b
Riego	20,31 a	21,64 ^a
Sign.	***	***
ES±	0,33	0,30
Diferencias	3,89	7,28
Incremento	19,1 %	33,6%

Se observan diferencias altamente significativas entre toneladas de Pol por hectárea con riego y secano en las dos épocas analizadas, y el riego incrementó el rendimiento hasta un 33,6% en el primer retoño.

TABLA 5. Comparación de los valores toneladas de Pol por hectárea (TPH, t ha⁻¹) para el efecto principal del Factor B (12 cultivares), en las dos épocas estudiadas (caña planta y primer retoño) y total

Variedades	Caña Planta	Primer Retoño	Total
C92-325	19,89ab	27,90a	47,79a
C86-12	19,14ab	27,45a	46,6ab
C86-156	17,99ab	23,51b	41,51bc
C120-78	20,51a	18,80c	39,32cd
C90-501	19,66ab	14,98defg	34,84de
C97-445	17,17ab	17,29cde	34,65de
C86-56	17,50ab	15,60cdef	34,47de
C87-51	16,41b	18,43cd	33,11ef
C89-176	18,07ab	14,68efg	32,76ef
C1051-73	18,46ab	13,52fg	31,98ef
C89-148	18,33ab	12,16fg	30,49ef
C86-165	17,25ab	11,69g	28,94f
Media general	18,36	18,01	36,37
Sign.	***	***	***
ES±	0,81	0,74	1,08

Los cultivares que tuvieron mayor repuesta al riego en caña planta fueron C120-78, C92-325, C90-501 y C86-12, con incrementos de hasta 4 t ha⁻¹ con respecto a la variedad de menor respuesta (C87-51). En primer retoño, con excepción de la variedad C90-501, se mantienen las mismas variedades con mayor respuesta y se incluye la variedad C86-156 con 23,5 t ha⁻¹.

Si se considera la suma de las dos épocas, los cultivares C92-325, C86-12, C86-156 y C120-78 tuvieron respuesta al riego

tanto en caña planta como primer retoño con rendimientos en toneladas de Pol por hectárea, mayores de 39 t ha⁻¹, y valores por encima de la media general de 36,37 t ha⁻¹.

Resultados de Espíndola y Paytas (2015) muestran que el riego es indispensable para la producción del cultivo de caña de azúcar. Sin esta tecnología los rendimientos en tallos decaen en un 34,7% y 45,2% para las variedades LCP 85-384 y NA 85-1602, respectivamente. Estas mermas implicaron una reducción del rendimiento sacarínico del 43,7% y 48,7% para las mismas variedades.

Análisis económico

Para el análisis económico solamente se considerarán las variedades promisorias, C86-12, C92-325, C86-156 y C120-78 (Tabla 6), teniendo en cuenta la suma del rendimiento agrícola (TCH, t ha⁻¹) en caña planta y primer retoño, los cuales indican que los ingresos se comportan desde los más bajos en la variedad C120-78 con 9 868,25 pesos hasta los más altos 20142,50 pesos con la variedad C86-12, considerándose el cultivar de mejor comportamiento. El beneficio neto (ganancia) se comportó de forma similar a los ingresos 20 035,64; 16 329,98; 11 932,64 y 9 684,03 pesos y una relación beneficio costo promedio de 1,69 pesos.

En el caso de la variedad C92-325 pudiera tenerse en cuenta para áreas en secano al no existir una marcada diferencia entre regar (135,8 t ha⁻¹) y no regar (118,2 t ha⁻¹) y obtener rendimientos de más de 280 t ha⁻¹ sumando las dos etapas y una relación beneficio costo de 1,40.

Entre las variedades con mejores resultados desde el punto de vista económico en un estudio en la Unidad Empresarial de Base "Argeo Martínez" de la Empresa Azucarera Guantánamo, Pompa (2013) señala a la C92-325 y C86-156 al presentar utilidades de \$ 3449 y 1791, respectivamente.

Tabla 5. Análisis económico de los cultivares prominentes considerando la suma de los rendimientos de caña planta y primer retoño

Variedades	CR MN	No. Riego	CRT MN	Rendimiento (t ha ⁻¹)			% de increm.	CI/t MN	CTI/t MN	VI MN	B / ha MN	B/C MN
				Riego	Secano	Dif.						
C86-12	208,60	41	8552,60	330,37	215,27	115,1	53,47	74,31	106,86	20142,50	20035,64	2,34
C92-325	208,60	41	8552,60	323,32	254,24	69,08	27,17	123,81	156,36	12089,00	11932,64	1,40
C86-156	208,60	41	8552,60	292,48	198,46	94,02	47,37	90,97	123,52	16453,50	16329,98	1,91
C120-78	208,60	41	8552,60	266,83	210,44	56,39	26,80	151,67	184,22	9868,25	9684,03	1,13

CONCLUSIONES

- Los cultivares estudiados mostraron en general diferencias significativas en el rendimiento tanto en caña planta como en retoño. Las mejores variedades rindieron como promedio del total de las dos épocas 261,4 t ha⁻¹ (C92-325, C86-12, C86-156 y C120-78), mientras que las de peor comportamiento (C89-176, C1051-73, C89-148, C86-165) solo alcanzaron el 29,9 % de las primeras.
- Los resultados obtenidos indican una respuesta positiva al riego, en los cultivares de mayor rendimiento esta respues-

ta significa un incremento de rendimiento entre 20-38%, mientras que aun en los de peor comportamiento se alcanza también un incremento del rendimiento (8-15 %).

- Para los cultivares de mayor respuesta al riego se obtuvo una relación beneficio costo que oscilo entre 1,13 y 2,34
- Los cultivares de mejor respuesta en rendimiento agrícola (TCH) y al contenido azucarero (TPH) bajo riego en las dos épocas estudiadas resultaron ser C86-12, C86-156, C92-325 y C120-78, con TCH entre 238-288 t ha⁻¹, TPH entre 39-47 t ha⁻¹ y relaciones beneficio costo de entre 1,13 y 2,34.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABICHE, M.W.; RILL, M.S.A.; RODRÍGUEZ, G.R.; PUCHADES, I.Y.; LÓPEZ, R.A.: “Respuesta de nuevos cultivares de caña de azúcar en la región oriental de Cuba”, *Ciencia en su PC*, 4: 37-46, 2015, ISSN: 1027-2887.
- ALONSO, N.; PACHECO, J.; GUTIÉRREZ, A.: “Recomendaciones sobre el régimen de riego de la caña de azúcar para la Costa Norte de Villa Clara”, En: *43 Congreso de la ATAC*, Ed. ATAC, La Habana, Cuba, 1982.
- AVALOS, C.J.L.; PACHECO, S.J.: “Programación del riego de la caña de azúcar en la provincia de Villa Clara, Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(4): 61-66, 2012, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- AZCUBA: *Proyección de la actividad de riego y drenaje. Informe de Riego y Drenaje, 2011*, Inst. AZCUBA, La Habana, Cuba, 2012.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H.: *Yield response to water*, Ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Irrigation and Drainage ed., vol. Paper 33, Rome, Italy, 193 p., 1986, ISBN: 92-5-300744-3.
- ESPÍNDOLA, C.M.; PAYTAS, M.J.: “Rendimiento de tallos y sacarino ante variaciones en la disponibilidad hídrica del suelo en dos variedades de caña de azúcar”, *Ciencia y tecnología de los cultivos industriales*, 5(7): 41-49, 2015, ISSN: 1853-7677.
- ESPINO, S.A.; ARCIA, P.J.: *Estadística aplicada para las ciencias y la docencia*, Ed. Publinica, Estadística Aplicada a las Ciencias Biológicas y Agrícolas ed., vol. II, La Habana, Cuba, 158 p., 2009.
- FAO: *Los fertilizantes y su empleo. Fomento de tierras y aguas*, no. 8, Inst. FAO, Guía de bolsillo para extensionistas, Roma, Italia, 1980.
- FONSECA, J.R.: *Necesidades de agua de la caña de azúcar plantada en diferentes épocas de siembra en el occidente de Cuba*, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje, PhD. Thesis, La Habana, Cuba, 1984.
- GONZÁLEZ, R.F.; HERRERA, P.J.; LÓPEZ, S.T.; CID, L.G.: “Productividad del agua en algunos cultivos agrícolas en Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(4): 21-27, 2014, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- HERNÁNDEZ, A.: “Estudio de varias formas de régimen de riego en el cultivo de la caña de azúcar”, *Ciencia y Técnica de la Agricultura: Riego y Drenaje*, 1(2): 5-32, 1978, ISSN: 0138-8487.
- HERNÁNDEZ, J.A.; PÉREZ, J.J.M.; MESA, N.Á.; BOSCH, I.D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.: *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba.*, Ed. AGRINFOR, Barcaz L L ed., vol. I, La Habana, Cuba, 64 p., 1999, ISBN: 959-246-022-1.
- HERNÁNDEZ, O.E.: *Incremento de la eficiencia del riego a través del uso de variedades de alta respuesta*, Inst. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Proyecto de innovación tecnológica, Ciego de Ávila, 2014.
- INICA: *Planificación y Operación de los sistemas de Riego y Drenaje y los Recursos Hídricos en Caña de Azúcar*, Inst. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Informe final de proyecto, La Habana, Cuba, 149 p., 2011.
- LAMELA, C.F.; ROQUE, R.R.; GREK, E.R.; SOLTURA, K.P.: *Instructivo técnico de la caña de azúcar. Capítulo 7 Riego y Drenaje*, Ed. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, II ed., La Habana, Cuba, 2014, ISBN: 978-959-300-036-9.
- LAMELAS, F.C.: “Una proyección sobre la actividad de riego y drenaje en la unidad básica de producción cañera (UBPC) “Ciro Redondo”, *Cuba & Caña*, (1): 15-18, 2003, ISSN: 1028-6527.
- MARTÍN, J.R.; GÁLVEZ, G.; DE ARMAS, R.; ESPINOSA, R.; VIGOA, R.; LEÓN, A.: *La caña de azúcar*, Ed. Científico-Técnica, La Habana, Cuba, 1987.
- MÉNDEZ, A.J.; SALGADO, G.S.; LAGUNES, E.L.; MENDOZA, H.J.; CASTELÁN, E.M.; CÓRDOVA, S.S.; HIDALGO, M.C.: “Relación entre parámetros fisiológicos en cana de azúcar (*Saccharum spp.*) bajo suspensión de riego previo a la cosecha”, *AGROProductividad*, 9(3): 15-21, 2016.
- MENDOZA, B.Y.; CRUZ, S.R.; LUIS, M.O.: *Comportamiento de variedades de caña de azúcar (saccharum spp. híbrido) en condiciones de sequía, [en línea]*, Inst. Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Holguín. (INICA), (MINAZ), Cuba, Holguín, Cuba, 2009, Disponible en: <http://ediciones.inca.edu.cu/files/congresos/2010/CDMemorias/memorias/ponencias/talleres/MRG/ra/MRG-P.27.pdf>, [Consulta: 20 de julio de 2019].
- MILANÉS, R.N.: *Variabilidad de los criterios del rendimiento de la caña de azúcar*, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana, PhD. Thesis, La Habana, Cuba, 1978.
- MILANÉS, R.N.: *Variabilidad de los criterios del rendimiento de la caña de azúcar (Saccharum officinarum)*., Inst. Academia de Ciencias de Cuba, Informe Científico Técnico, La Habana, Cuba, 1979.
- POMPA, A.L.: *Evaluación de nuevos cultivares de caña de azúcar (Saccharum spp. Hib) en condiciones de secano*, Universidad de Oriente, Eng. Thesis, Santiago de Cuba-Guantánamo, 60 p., 2013.
- RODRÍGUEZ, R.: *Perfeccionamiento del programa de mejora genética de la caña de azúcar (Saccharum spp.) para la obtención de nuevos genotipos tolerantes al estrés por déficit hídrico*, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), PhD. Thesis, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, 2012.
- RUESGA, I.; PEÑA, E.; EXPÓSITO, I.; GARDON, D.: *Libro de experimentación agrícola*, Ed. Editorial Universitaria, Facultad de Ciencias Agrícolas, Centro Universitario Vladimir Ilich Lenin, Las Tunas, Cuba, 2005, ISBN: 959-16-0351-7.
- RUIZ, J.; GONZÁLEZ, R.; LLERENA, E.: “Cálculo de un régimen de riego óptimo para la caña de azúcar en la región de Jovellanos”, En: *I Forum Científico del Centro Universitario de Matanzas*, Ed. Centro Universitario de Matanzas, Matanzas, Cuba, 1979.
- SÁNCHEZ, G.J.S.; FERNÁNDEZ, G.Y.; MARTÍNEZ, M.P.; BONET, P.C.; HERNÁNDEZ, M.A.; NOY, A.P.: “Régimen de riego de explotación con la técnica por enrolladores, en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*)”, *Agrisost*, 22(1): 9-23, 2015, ISSN: 1025-0247.

Baigorrría *et al.*: Estudio del comportamiento de nuevos cultivares de caña de azúcar en condiciones de riego

Desiré Baigorrría Padrón, Investigadora, Estación Territorial de Investigación de la Caña de Azúcar (ETICA), Quivicán, Mayabeque, Cuba, e-mail: desire.padron@inicamy.azcuba.cu

Yoandri González Hernández, Investigador, Estación Territorial de Investigación de la Caña de Azúcar (ETICA), Quivicán, Mayabeque, Cuba, e-mail: desire.padron@inicamy.azcuba.cu

Lázaro Pardo Mora, Investigador, Estación Territorial de Investigación de la Caña de Azúcar (ETICA), Quivicán, Mayabeque, Cuba, e-mail: desire.padron@inicamy.azcuba.cu

Javier Delgado Padrón, Investigador, Estación Territorial de Investigación de la Caña de Azúcar (ETICA), Quivicán, Mayabeque, Cuba, e-mail: desire.padron@inicamy.azcuba.cu

Javier Rodríguez García, Investigador, Estación Territorial de Investigación de la Caña de Azúcar (ETICA), Quivicán, Mayabeque, Cuba, e-mail: desire.padron@inicamy.azcuba.cu

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

**...sistemas integrales de ingeniería agrícola,
nuestra contribución a la seguridad alimentaria...**



IAgric
Instituto de Investigaciones
de Ingeniería Agrícola

**desarrollamos
y comercializamos**

- *Elementos para Sistemas de Riego.*
- *Implementos y Equipos de Mecanización Agropecuaria.*
- *Asistencia Técnica especializada para la instalación, y explotación de tecnologías agrícolas.*
- *Servicios de ingeniería para el diseño de sistemas de riego y drenaje y equipos y máquinas agrícolas.*
- *Servicios de pruebas y validación de tecnologías agrícolas.*
- *Servicios de capacitación y entrenamiento especializados en los campos de la ingeniería agrícola.*

INFORMACIÓN: Unidad de Producciones Tecnológicas y Comercial
Avenida Camilo Cienfuegos y Calle 27 Arroyo Naranjo
E-mail: agriccomercial@minag.cu Teléfonos(537) 691 2533 / 691 2665