Coeficientes de respuesta al agua de variedades de caña de azúcar. Estudio de caso en la unidad empresarial básica (UEB) Jesús Rabí

Carlos Lamelas-Felipe*, Salvador García-Guerra, Jesús Fonseca-Arteaga, Manuel L. Vidal-Díaz y Rolando M. González-Acosta
Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar INICA, Carretera CUJAE km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba.
*carlos.lamela@inica.azcuba.cu

RESUMEN

El trabajo muestra los coeficientes de respuesta al agua de un grupo de variedades de caña de azúcar obtenido en diferentes condiciones de suelo y clima. Estos fueron categorizados de alta, medio-alta, medio-baja y baja sensibilidad al agua. Se desarrolló un estudio de caso en la unidad empresarial básica (UEB) Jesús Rabí, en la provincia de Matanzas, que aportó, con sistemas de riego de pivote, relaciones agua-rendimiento, en condiciones comerciales altamente significativas (P<0.01); como complemento de este estudio se desarrollaron áreas de investigación de referencia en el mismo lugar, con las variedades C85-102 y C87-51 en cepas de retoño quedado y retoño, respectivamente, que brindaron resultados de déficit de evapotranspiración aproximados a un 5 %, con coincidencia, tanto para los balances ingreso-egreso como para el obtenido por intermedio del uso de la expresión de los coeficientes de respuesta para ambas variedades.
Palabras clave: rendimiento, agua, caña de azúcar.

ABSTRACT

The work shows the answer coefficients to the water of a group of varieties of cane of sugar obtained in different soil condition and climate. The same ones were categorized as of high, half-high, half-low and low sensibility to the water. A case study was developed in the Basic Enterprise Unit (UEB) Jesus Rabí in Matanzas province, which contributed with irrigation systems of pivot relationship water-yield under highly significant commercial conditions (P <0.01); like complement of this study was developed areas of reference investigations in the same place with the varieties C85-102 and C87-51 in stumps of sprout and I sprout respectively, which offered results of deficit of approximate evapotranspiration to 5 %, with coincidence so much for the balances entrance-expenditure like through the use of the expression of the answer coefficients for both varieties.
Key words: yield, water, sugarcane.

INTRODUCCIÓN

La respuesta agroproductiva de la caña, al agua, difiere de acuerdo con el manejo, la región edafoclimática y la variedad, entre otros factores, según Yang (1). De ahí la importancia de estudiar estos elementos, con el objetivo de establecer estrategias de regionalización de variedades, en correspondencia con las tecnologías de riego empleadas.

Nye (1992) y Stewart *et al*. (1977) (2), citados por Tarjuelo (3), usaron los resultados de múltiples trabajos experimentales para establecer un modelo empírico simple o función de producción generalizada. Doorenbos y Kassam (4) establecieron una función de tipo lineal entre el consumo de la caña de

azúcar y los rendimientos, y lo complementaron, al utilizar el modelo de Stewart y recomendaron coeficientes de respuesta al agua constante para cada cultivo, aunque variables por fases de desarrollo.

El problema radica en la necesidad de determinar la respuesta al agua, de variedades de caña de azúcar, la hipótesis señala que cuando se tienen en un área variedades de alta sensibilidad de respuesta al agua y se pretende obtener la máxima producción por unidad de volumen aplicado, estas tendrán prioridad en el suministro de agua.

El objetivo del trabajo es exponer los coeficientes de respuesta al agua, de algunas variedades comerciales de caña de azúcar y presentar un estudio de caso en la UEB Jesús Rabí.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cuantificar el efecto de la limitación del agua, fue necesario deducir la relación entre la disminución del rendimiento relativo y el déficit de evapotranspiración relativa, dado por el efecto sobre el rendimiento (Ky), para ello se utilizó la siguiente expresión: *(1-Ya/Ym)=Ky (1-Eta/ETm)*. Donde: *Ya* = Rendimiento real cosechado, *Ym* = Rendimiento máximo cosechado, *Ky* = Factor de efecto sobre el rendimiento, *ETa* = Evapotranspiración real, *ETm* = Evapotranspiración máxima. Las investigaciones para determinar los coeficientes de respuesta al agua, por variedades, fueron realizadas en dos momentos diferentes y bajo distintos tipos de suelo, clima y métodos de riego. En la tabla 1 se brinda la caracterización de los estudios realizados, dentro de un primer proyecto, desarrollado en

Tabla 1. Caracterización del primer y segundo grupos de estudio para la determinación de los coeficientes de respuesta al agua de diferentes variedades

Provincias	UEB	Suelos	Método de riego	Lluvia (mm)
Artemisa	Eduardo García Lavandero	Ferralitizado cálcico (Ferralsol)	Localizado	1398
Matanzas	Cuba Libre	Ferralitizado cálcico (Ferralsol)	Localizado	1550
Ciego de Ávila	Ciro Redondo	Ferralitizado cálcico (Ferralsol)	Localizado	1243
Las Tunas	Jesús Menéndez	Vertisuelos (Vertisol)	Localizado	963
Granma	Arquímides Colina	Aluviales (Fluvisol)	Localizado	1174
Santiago de Cuba	América Libre	Sialitizados cálcicos (Cambisol)	Localizado	1296

Provincias	Lugares	Suelos	Método de riego	Lluvia (mm)
Artemisa	Bauta	Ferralitizado cálcico (Ferralsol)	Aspersión	1388
Matanzas	Jovellanos	Ferralitizado cálcico (Ferralsol)	Aspersión	1524
Villa Clara	Sagua la Grande	Gleysado sialitizado (Gleysol)	Superficial	1139
Ciego de Ávila	Venezuela	Ferralitzado cálcico (Ferralsol)	Aspersión	1226
Holguin	Urbano Noris	Vertisuelos (Vertisol)	Superficial	1128
Guantánamo	Guantánamo	Aluviales (Fluvisol)	Aspersión	838

el período 2001-2004, en el cual se evaluó el método de riego localizado con el empleo de la técnica de riego por goteo subterráneo (5).

Con posterioridad, durante el período 2003-2006, se realizó un segundo proyecto (6) que abarcó la evaluación de variedades comerciales, con el empleo de diferentes métodos (aspersión, superficial y localizado). La caracterización de esos estudios se muestra en la tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestran los resultados integrales derivados de este estudio, para las variedades evaluadas, en cuanto a rendimientos máximos, coeficientes de respuesta (*Ky*) y sensibilidad al agua. La clasificación adoptada se realizó en correspondencia con los criterios de Doorenbos y Kassam (4), quienes categorizaron la caña de azúcar con un coeficiente de respuesta al agua, superior a 1.

El empleo del método de riego localizado permitió identificar cinco variedades con alto coeficiente de respuesta (superior a 1.30) y, por consiguiente, clasificados con alta sensibilidad al agua, cuatro de ellas son variedades principales en la actualidad (C87-51, C86-12, C85-102 y C120-78). Por otra parte, la también variedad principal C1051-73, fue identificada con sensibilidad media-alta.

Tabla 2. Resultados integrales de respuesta al agua de las variedades evaluadas en los períodos 2002-2004 y 2003-2006

Variedades	*Ky*	Rendimiento máximo (tha^{-1})	Sensibilidad al agua
C87-51	1.53	215	Alta
C266-70	1.45	220	Alta
C86-12	1.44	-	Alta
C85-102	1.4	-	Alta
C120-78	1.35	225	Alta
C1051-73	1.25	215	Media - Alta

Variedades	*Ky*	Rendimiento máximo (tha^{-1})	Sensibilidad al agua
B7274	1.4	220	Alta
Cl38-77	1.27	-	Media - Alta
C1616-75	1.27	185	Media - Alta
C2115-73	1.24	180	Media - Alta
Ja64-19	1.23	190	Media - Alta
L55-5	1.23	210	Media - Alta
C1324-74	1.22	180	Media - Alta
Ja60-5	1.2	180	Media - Alta
CP52-43	1.2	180	Media - Alta
Ty70-17	1.12	190	Media - Baia
My5514	1.09	230	Media - Baia
B77418	1	170	Media - Baia
C568-75	0.95	185	Baja
C111-79	0.96	200	Baja

Respuesta: Alta >1.30; Media-Alta 1.20-1.29; Media-Baja 1.00-1.19; Baja < 1.00.

En un segundo grupo, con varios métodos de riego, hay otras variedades, entre las que se encuentran las que tienen actualidad (CP52-43 y My5514), con sensibilidad de media-alta y media-baja, respectivamente. Los cultivares restantes, con la excepción de B7274 y Ja64-19, carecen de interés comercial en la actualidad.

Estudio de caso en la UEB Jesús Rabí

La figura 1 refleja la relación entre la norma neta total aplicada y el rendimiento agrícola obtenido para las variedades C87-51, C86-125 y C85-102, durante los años 2009-2018, en la UEB Jesús Rabí, en condiciones comerciales. Las relaciones responden a modelos lineales y potenciales, las correlaciones resultan altamente significativas. (P<0.01) para las tres variedades estudiadas.

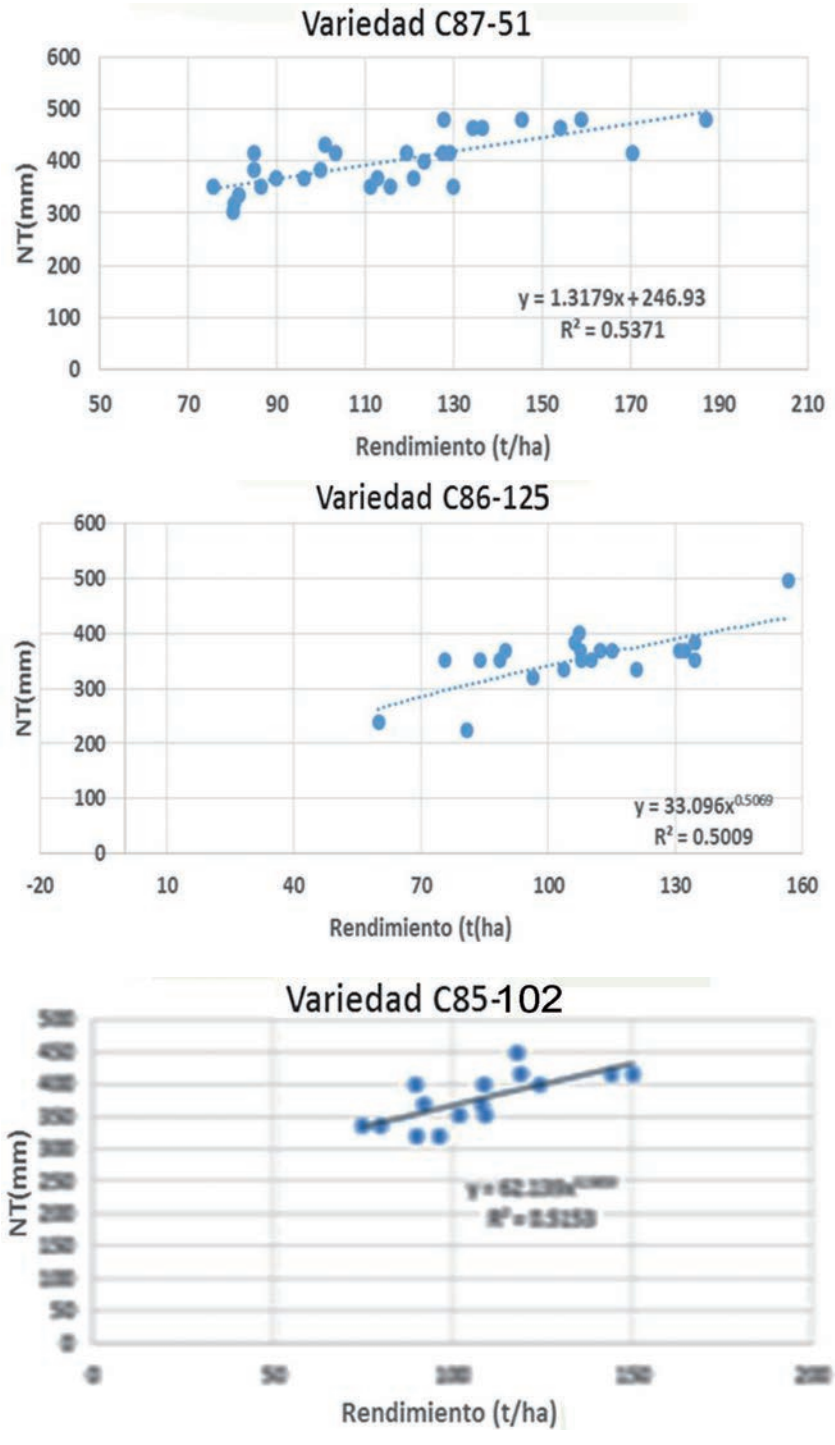

Figura 1. Relación norma neta total aplicada y rendimientos agrícolas en condiciones comerciales.

La tabla 3, expone el balance de ingresos-egresos de dos áreas de referencia satisfactoriamente regadas, las variedades fueron C85-102 y C87-51, los ingresos (lluvia aprovechable y norma neta de riego), cubrieron entre un 95-100 % de la evapotranspiración. (0-5 % de déficit).

Tabla 3. Balance de ingresos-egresos. Áreas de referencias en la UEB Jesús Rabí

Máquina	Variedades	Cepa	Edad	ET (mm)	n (mm)	%	Lla(mm)	%	% ET	% Déficit
1	C85-102	RQ	18	1797	416	23	1299	72	95	5
3	C87-51	R	13	1168	366	31	850	69	100	0

ET: Evapotranspiración, n: Norma neta total, LLa: Lluvia aprovechable, RQ: Retoño quedado, R: Retoño.

La relación entre la disminución, el rendimiento relativo y el déficit de evapotranspiración relativa, en las propias áreas de referencia, indicaron déficits de evapotranspiración hasta, aproximadamente un 5 %, lo que corrobora lo planteado en el balance de ingreso-egreso (tabla 4).

En todos los casos, la productividad del agua aplicada para las dos variedades, estuvo entre 25 y 30 kg/m^3; y la productividad del agua consumida, para las áreas de referencia entre 6.8 y 8.5 kg/m^3, que coincide con lo planteado por Doorenbos y Kassam (4).

Tabla 4. Relación entre la disminución del rendimiento relativo y el déficit de evapotranspiración relativa. Áreas de referencias en la UEB Jesús Rabí

Variedades	Rr (tha)	Rp (tha)	Ky	Rr/Rp	1-Rr/Rp	1-Etr/Etp	Etr/Etp	% Déficit
C85-102	RQ	18	1797	416	23	1299	72	5
C87-51	R	13	1168	366	31	850	69	0

Rr: Rendimiento real, Rp: Rendimiento potencial, Etr: Evapotranspiración real, Etp: Evapotranspiración potencial.

CONCLUSIONES

- Los coeficientes de respuesta al agua de las variedades de caña de azúcar, pueden ser una herramienta que permita pronosticar la afectación de rendimiento, a partir de una determinada reducción en el consumo de agua.
- Existe una estrecha relación entre las normas netas aplicadas y los rendimientos agrícolas de la variedades C87-51, C86-12 y C85-102, en condiciones comerciales en la UEB Jesús Rabí,
- Los balances de ingreso-egreso en áreas de referencia en la UEB Jesús Rabí, dieron un déficit de consumo inferior a un 5 %, para las variedades C85-102 y C87-51 en cepas de retoño quedado y retoño respectivamente. Este resultado fue coincidente al obtenido por intermedio de la prueba de los coeficientes de respuesta al agua en ambas variedades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yang, S. J. (1997). The water use efficiency of sugar cane crop-e review. ISSCT. Irrigation Workshop. Townsville, Australia, Sep. 15-19: 22 pp.
2. Nye (1992) y Stewart, *et al.* (1977), apud Tarjuelo (2005- 581 pp.).
3. Tarjuelo, J. M. (2005). El riego por aspersión y su tecnología. Ediciones Mundi-Prensa: 581 pp.
4. Doorenbos, J. y Kassam A.H. (1986). Efectos de agua sobre los rendimientos de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje No 33. (Segunda versión): 212 pp.
5. INICA. (2004). Fundamentos tecnológicos y económicos para la extensión del riego por goteo subterráneo en caña de azúcar. Informe Final de Proyecto de Innovación Tecnológica: 32 pp.
6. INICA. (2006). Planificación de la Operación de los sistemas de Riego y Drenaje y los Recursos Hídricos en Caña de Azúcar. Informe Final de Proyecto Científico-Técnicos del MINAZ: 33 pp.