

EL RIEGO Y LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN CUBA. THE IRRIGATION AND THE PRODUCTION OF SUGARCANE SEED IN CUBA.

Carlos Lamelas Felipe, Salvador García Guerra y Manuel Luciano Vidal.

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a la CUJAE, Km 1½, Boyeros, CP 19390, La Habana, Cuba

E mail. carlos.lamela@inica.azcuba.cu

Resumen

El trabajo se identificó con la proyección del riego de los Bancos de Semilla en Cuba, por la evidencia de la existencia de un cambio climático. Los objetivos fueron zonificar las necesidades de agua de la caña de azúcar dedicada a la producción de semilla, proyectar la productividad del agua aplicada y consumida, así como exponer un estudio de caso sobre la relación agua-rendimiento para las condiciones de régimen de riego óptimo y alterado. Los requerimientos de agua fueron determinados por intermedio del sistema automatizado "CROPWAT" por zonas y diferentes edades. El procesamiento estadístico fue realizado con el programa "InfoStat". Los déficits de agua a aplicar por lugares variaron entre 391.9-464 mm para la zona occidental, 490.8-813.5 mm en la central y 605.4-723.8 mm en la oriental; la productividad neta del agua aplicada requirió 1.4 veces más agua para producir una tonelada de semilla en la zona central con relación a la occidental, 1.5 veces más en la zona oriental con relación a la occidental y 1.1 veces más en la zona oriental con relación a la central. Un estudio de caso con la variedad C86-12, determinó una reducción entre 27-34 ton.ha⁻¹ del rendimiento de la semilla posible a obtener con una disminución de hasta un 25 % del consumo de agua en dependencia de la edad de la plantación. Se recomendaron controles efectivos del riego en la zona occidental y central con vista al aprovechamiento de las precipitaciones invernales, así como el cumplimiento del plan de riego en el periodo de verano en la zona oriental del país.

Palabras claves: Clima, productividad, rendimiento, riego, semilla.

Abstract

The work was identified with the projection of the irrigation of the Banks of Seed in Cuba, with the evidence of the existence of a climatic change. The objectives were to zone the water requirements of sugarcane dedicated to the production of registered seed, to project the productivity of the applied water and consumed, and to expose a case study on the relationship water-yield for the conditions of irrigations excellent régime or altered. The deficits of water to apply for places varied among 391.9-464 mm for the western area, 490.8-813.5 mm in the central area and 605.4-723.8 mm in the east area; the productivity of the applied required 1.4 times more water to produce one ton of seed in the central area with relationship to the westerner, 1.5 times more in the oriental area with relationship to the westerner and 1.1 times more in the oriental area with relationship to the central. A case study with the variety C86-12, determined a reduction among 27-34 ton.ha⁻¹ of the yield of the seed possible to obtain with a decrease of until 25% of the consumption of water in dependence of the age of the plantation. Controls of the irrigation were recommended in the western and central areas with view to the effective use of the winter precipitations, as well as the necessary measures for the execution of the irrigation plan in the period of summer in the east area of the country.

Key words: Climate, productivity, yield, irrigation, seed

Introducción

Para la producción de semilla de caña en Cuba, Martín *et al.* (1987) plantean que para garantizar la calidad del material de plantación, se dispone de una organización encargada de producir la llamada semilla de caña de azúcar, a la cual le corresponden las siguientes categorías: Básica, Registrada y Certificada.

La utilización de semilla de calidad debe ser indispensable para obtener resultados cercanos a los óptimos con una tecnología de plantación correcta que cumpla los requisitos técnicos necesarios, entre los que se incluye la satisfacción de los requerimientos hídricos de la caña.

La Semilla Registrada se origina de la Semilla Básica, aunque también puede provenir de vitroplantas, la primera se divide en subcategorías, denominadas semilla registrada I y II, siendo requisito indispensable para estas categorías disponer de riego permanente que satisfaga los requerimientos de agua de las plantaciones en todo el ciclo (Jorge *et al.*, 2013). En el caso de la Semilla Certificada, la cual proviene de la Semilla Registrada, se requiere de riego para satisfacer los requerimientos de agua y garantizar un desarrollo equilibrado (Mesa *et al.*, 2014).

Según información brindada por AZCUBA (2015), existían en el país 60.8 ha destinada a la producción de semilla básica que se regaban en su totalidad y 3312.2 ha con caña para semilla registrada, de las cuales eran beneficiadas un 97.9%, sin embargo, ya desde aquel momento, la situación del riego de la semilla certificada era peor con apenas 28 % del área con riego, “entre 2015 y 2023 las áreas de semilla básica y registrada se incrementan en un 14 % (H. Jorge Suarez, común. pers.)”, sin embargo el INICA (2019) señala que ya desde mediados de este periodo, los sistemas de riego con enrolladores activos se reducen en un 25 %, debido al mal estado general de la infraestructura física, la cual sigue deteriorándose, por las limitaciones de piezas de repuesto, accesorios, así como la no adecuada explotación de estos sistemas destinados a la producción de semilla, por otra parte siempre han presentado dificultades originadas por la deficiente planificación, ejecución y supervisión de la operación.

El trabajo tiene por objetivo brindar elementos para la planificación del riego como punto de partida para la organización de la explotación en sistemas destinados a la producción de semilla de caña de azúcar en las diferentes zonas de Cuba.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló a partir de la información climática histórica dada por Klimes *et al.* (1980) y la suministrada por la base de datos del Servicio de Explotación de Riego y Drenaje. Fueron consideradas las precipitaciones de los lugares vinculados a un grupo de empresas del país y la evapotranspiración de referencia fue determinada para la región Occidental, Central y Oriental. La figura 1, informó sobre el comportamiento de la evapotranspiración de referencia del 25 % de probabilidad por zonas y las precipitaciones del 75 % de probabilidad. Se observó la tendencia a aumentar las diferencias entre ambos parámetros de oeste a este, del país.

Los requerimientos de agua de las cañas de semilla fueron determinados por intermedio del sistema automatizado CROPWAT versión 8, divulgado por Smith (1993), se utilizaron plantaciones de 8, 9 y 10 meses de edad, los déficits hídricos fueron determinados a partir del cálculo de la diferencia entre la evapotranspiración del cultivo y la lluvia aprovechable,

para el cálculo de esta última fue utilizado el método de factor fijo, considerando 0.6, 0.65 y 0.7 para las zonas Occidental, Central y Oriental, respectivamente.

El procesamiento estadístico fue realizado con el programa InfoStat (2008), versión 20151.

Los rendimientos agrícolas asumidos para cañas de semilla de 8, 9 y 10 meses fueron de 75, 85 y 95 ton/ha, considerando rendimientos mensuales entre 9.3 y 9.5 ton/ha.

Para el estudio de caso, la relación agua rendimiento fue calculada a partir de la expresión de Doorenbos y Kassam (1986).

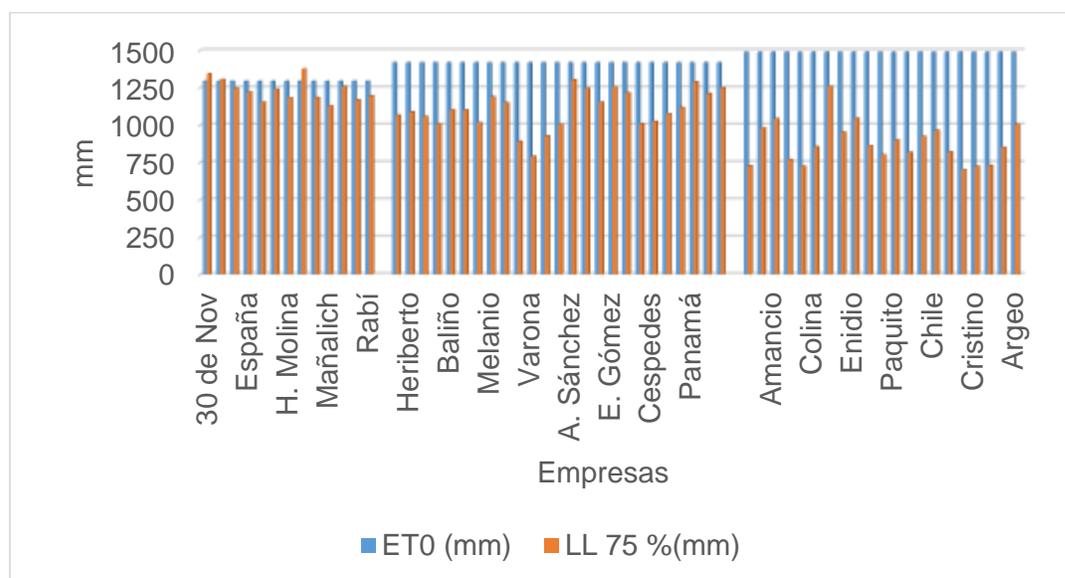


Fig.1. Comportamiento de la Evapotranspiración de referencia y la lluvia del año medio seco por empresas.

ETo: Evapotranspiración de referencia del 25 % de probabilidad LL: Lluvia del 75 % de probabilidad

Resultados y discusión

- **Comportamiento de las precipitaciones en los años de 1939-1966 y 1966-2000 en las zonas Occidental, Central y Oriental del país.**

Las Figuras 2, 3 y 4, mostraron el comportamiento de las precipitaciones medias de un grupo de empresas seleccionados en el periodo seco (noviembre –abril) en las zonas Occidental y Central y en el húmedo (mayo-octubre) en la zona Oriental. El aspecto más relevante del comportamiento de las precipitaciones de 1966-2000 en el periodo seco en la zona Occidental y Central del país fue que estuvo por encima de la media de los años de 1939-1966; por otra parte el comportamiento de las precipitaciones en el periodo húmedo en la zona Oriental estuvo por debajo de la media, o sea llovió más en occidente y centro en el periodo seco y menos en el oriente en el periodo húmedo, aunque Kulicov y Rudnev (1980), han informado de la existencia en Cuba de una sequía otoñal periódica y una sequía de verano no periódica, el fenómeno descrito parece asociado al cambio climático, el cual ya ha sido discutido por Pérez *et al.* (2005) al señalar este comportamiento a partir de la década de los años 70 en el occidente y de los 90 en el oriente.

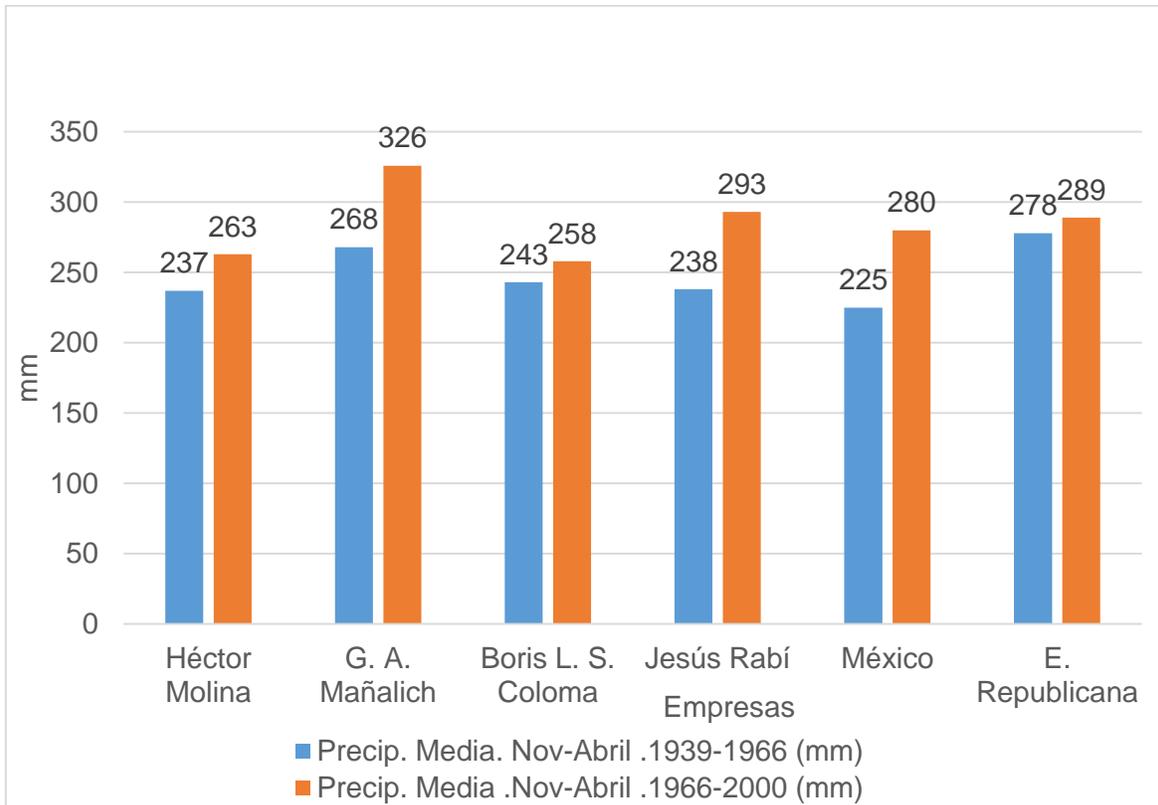


Fig. 2. Precipitaciones en el periodo seco en Occidente.

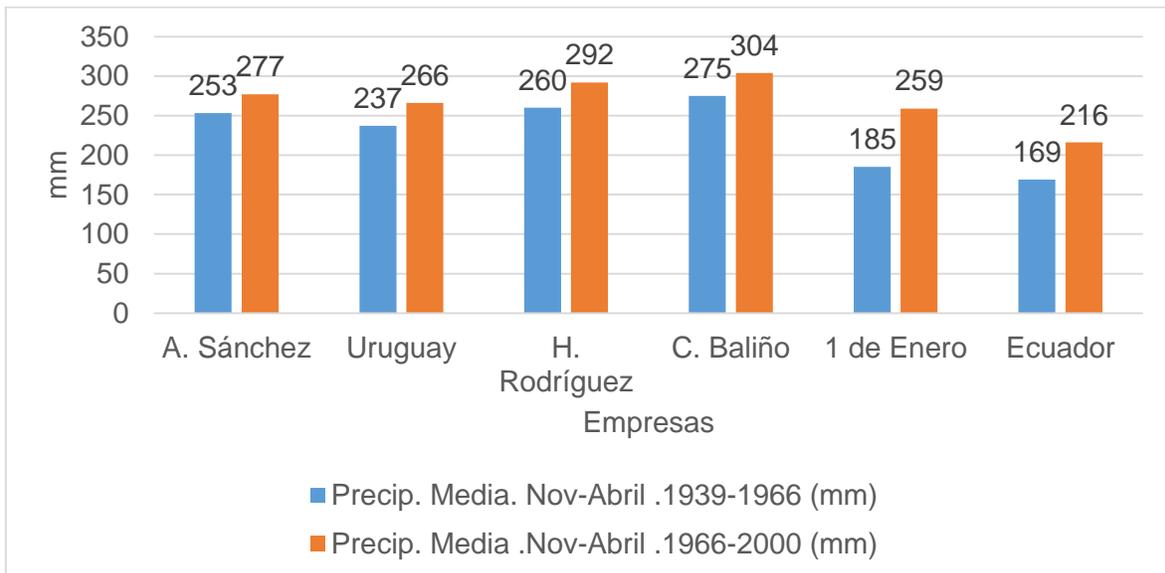


Fig. 3. Precipitaciones en el periodo seco en el Centro.

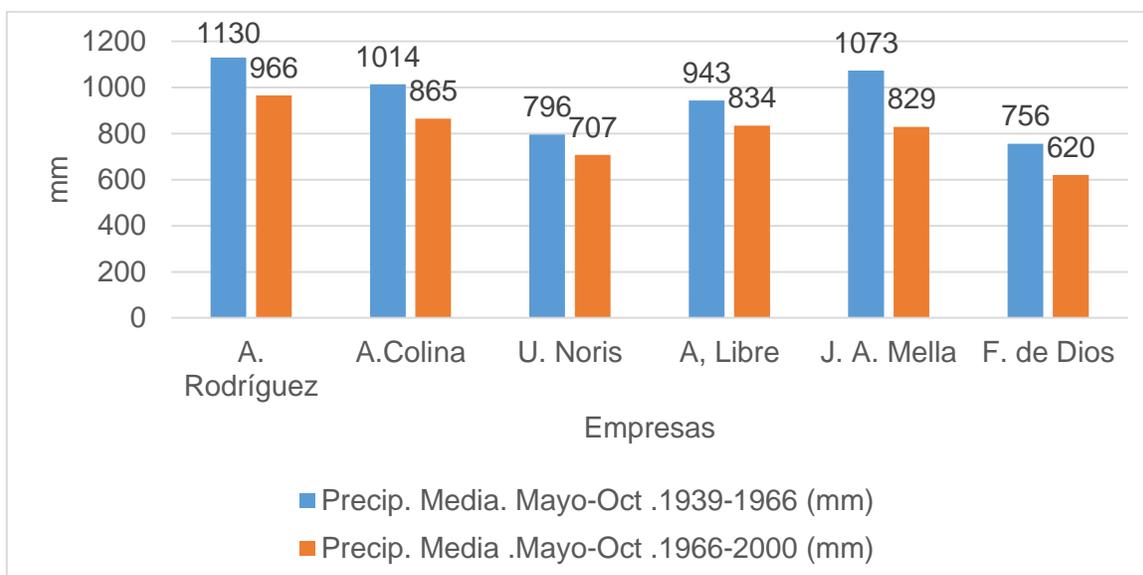


Fig. 4. Precipitaciones en el periodo húmedo en el Oriente.

- **Los requerimientos de agua para diferentes edades de la semilla y zonas del país.**

Las Tablas 1, 2 y 3, reflejaron los déficits de láminas a aplicar por zonas a los 8, 9 y 10 meses de edad de la semilla, para la zona de Occidente los valores variaron entre 391.9 y 464.3 mm, en la zona Central entre 490.8 y 813.5 mm y en la Oriental entre 605.4 y 723.8 mm.

Se evidenció la tendencia del aumento de los déficits de humedad de la caña de oeste al este del país, acorde con lo característico para Cuba señalado por Guzmán y González (1978) de disminuir gradualmente las precipitaciones en las zonas llanas de la parte occidental a la oriental.

Tabla.1. Requerimientos de agua para edades de 8 meses de la semilla y zonas del país.

Zonas	n	NT (mm)	DE	CV	NT mínima (mm)	NT máxima (mm)
Occidental	13	391.9	29.3	7.5	335.1	432.5
Central	25	490.8	55.0	11.2	404.5	624.2
Oriental	21	605.4	64.6	10.6	429.8	687.8

n: Número de observaciones DE: Desviación Standard CV: Coeficiente de Variación NT: Norma Total Neta

Tabla.2. Requerimientos de agua para edades de 9 meses de la semilla y zonas del país.

Zonas	n	NT (mm)	DE	CV	NT mínima (mm)	NT máxima (mm)
Occidental	13	464.3	33.3	7.1	399.8	510.5
Central	25	579.2	62.5	10.8	431.3	730.9
Oriental	21	710	73.5	10.3	510.5	803.4

Tabla.3. Requerimientos de agua para edades de 10 meses de la semilla y zonas del país.

Zonas	n	NT (mm)	DE	CV	NT mínima (mm)	NT máxima (mm)
Occidental	13	460.2	36.9	8.0	388.7	511.2
Central	25	813.5	93.4	11.4	501.5	991
Oriental	21	723.8	81.3	11.2	502.9	827.1

- **Los métodos de riego utilizados en Cuba en las cañas de semilla de diferentes edades y su relación con la productividad del agua aplicada por zonas.**

En cuanto a la productividad del agua neta aplicada se requirió 1.4 veces más agua para producir una tonelada de semilla en la zona central con relación a la occidental, 1.5 veces más en la zona oriental con relación a la occidental y 1.1 veces más en la zona oriental con relación a la central (tablas 4,5 y 6).

Tabla 4. Productividad neta del agua aplicada para edades de 8 meses de la semilla y zonas del país

Zonas	n	Pr. neta media (mm.ton ⁻¹)	DE	CV	Pr. neta mínima (mm.ton ⁻¹)	Pr. neta máxima (mm.ton ⁻¹)
Occidental	13	5.2	0.3	7.5	4.4	5.7
Central	25	6.5	0.7	11.2	5.2	8.3
Oriental	21	8.0	0.8	10.6	5.7	9.1

n: Número de observaciones DE: Desviación Standard CV: Coeficiente de Variación Pr: Productividad neta de agua aplicada

Tabla 5. Productividad neta del agua aplicada para edades de 9 meses de la semilla y zonas del país

Zonas	n	Pr. neta media (mm.ton ⁻¹)	DE	CV	Pr. neta mínima (mm.ton ⁻¹)	Pr. neta máxima (mm.ton ⁻¹)
Occidental	13	5.4	0.3	7.1	4.7	6.0
Central	25	6.8	0.7	10.8	5.6	8.6
Oriental	21	8.3	0.8	10.3	6.0	9.4

Tabla 6. Productividad neta del agua para edades de 10 meses de la semilla registrada y zonas del país.

Zonas	n	Pr. neta media (mm.ton ⁻¹)	DE	CV	Pr. neta mínima (mm.ton ⁻¹)	Pr. neta máxima (mm.ton ⁻¹)
Occidental	13	4.8	0.3	8.0	4.0	5.3
Central	25	8.5	0.9	11.4	5.2	10.4
Oriental	21	7.6	0.8	11.2	5.2	8.7

La productividad del agua aplicada incrementó su efectividad cuando se analizó el método de riego por aspersión con respecto al método de riego por superficie, según indicativos de eficiencia brindados por el INRH (1999), motivado por la mayor eficiencia del primero con relación al segundo (tablas 7,8 y 9).

Tabla.7. Métodos de riego y su relación con la productividad del agua neta y bruta aplicada a diferentes edades de la semilla en el occidente.

Zona	Meses	Métodos	Pr..neta (mm.ton ⁻¹)	Efic	Pr. bruta (mm.ton ⁻¹)
Occidental	8	Superficial	5.2	0.5	10.4
			5.4	0.5	10.9
			4.8	0.5	9.6
	8	Aspersión	5.2	0.75	6.9
			5.4	0.75	7.2
			4.8	0.75	6.4

Efic: Eficiencia del riego

Tabla.8. Métodos de riego y su relación con la productividad del agua neta y bruta aplicada a diferentes edades de la semilla en el centro.

Zona	Meses	Métodos	Pr. neta (mm.ton ⁻¹)	Efic	Pr. bruta (mm.ton ⁻¹)
Central	8	Superficie	6.5	0.5	13.08
			6.8	0.5	13.62
			8.5	0.5	17.12
	8	Aspersión	6.5	0.75	8.7
			6.8	0.75	9.0
			8.5	0.75	11.4

Tabla.9. Métodos de riego y su relación con la productividad del agua neta y bruta aplicada a diferentes edades de la semilla en el oriente.

Zona	Meses	Métodos	Pr. neta (mm.ton ⁻¹)	Efic	Pr. bruta (mm.ton ⁻¹)
Oriental	8	Superficie	8.0	0.5	16.1
	9		8.3	0.5	16.7
	10		7.6	0.5	15.2
	8	Aspersión	8.0	0.75	10.7
	9		8.3	0.75	11.1
	10		7.6	0.75	10.1

- **La productividad del agua consumida por zonas en la producción de semilla de diferentes edades.**

Se determinó que la productividad media del agua consumida varió entre 11.3 y 13.8 mm.ton⁻¹ de caña producida, en dependencia de las zonas, edades de las plantaciones y los rendimientos agrícolas esperados (tabla 10), estos resultados se aproximaron al valor medio de 16 mm.ton⁻¹ indicado por Doorenbos y Kassam (1986) para caña de azúcar de ciclos de cosecha más largos.

Tabla 10. Productividad del agua consumida por zonas en la producción de semilla en diferentes edades.

Zonas	Edad	ET (mm)	R (ton.ha ⁻¹)	Pr. consumida (mm.ton ⁻¹)
Occidental	8	880	75	11.7
	9	1019	85	11.9
	10	1074	95	11.3
Central	8	964	75	12.9
	9	1117	85	13.1
	10	1177	95	12.4
Oriental	8	1012	75	13.5
	9	1172	85	13.8
	10	1235	95	13

ET: Evapotranspiración R: Rendimiento agrícola

- **Relación agua-rendimiento.**

En la Figura 5, se resumió un estudio de caso de la relación agua-rendimiento con la variedad C86-12 en semilla de 8, 9 y 10 meses de edad, esta variedad según Lamelas *et.*

al (2019) es de alta sensibilidad al agua, al presentar alto coeficiente de respuesta. Se observa que cuando se garantizó un régimen hídrico óptimo (100 % ET), se obtuvieron los rendimientos agrícolas máximos y cuando se alteró el régimen hídrico (75-95 % ET) los rendimientos agrícolas decrecieron.

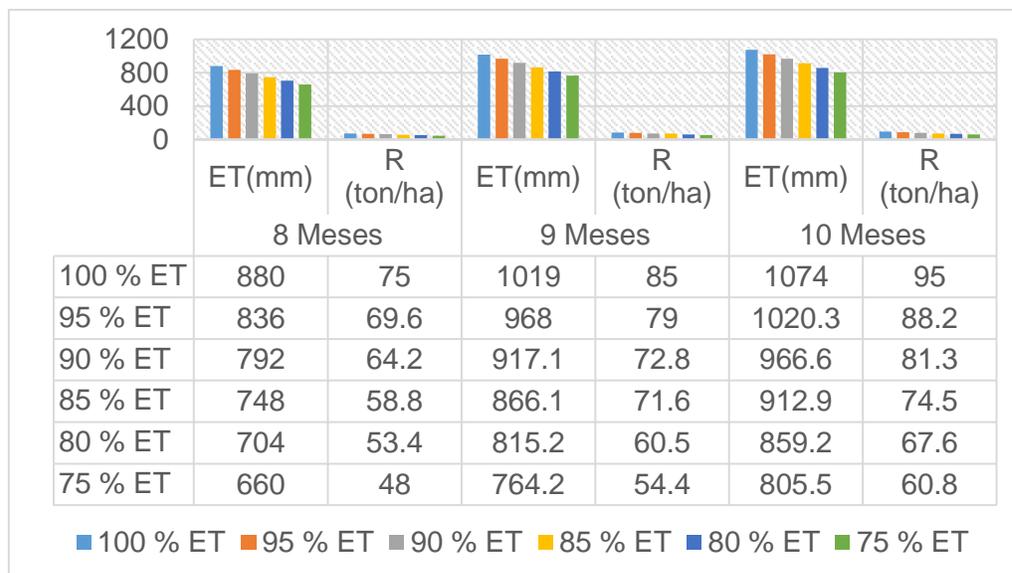


Fig.5. Relación agua-rendimiento para la variedad C86-12.

Conclusiones y recomendaciones

- Las necesidades de agua de las cañas dedicadas a la producción de semilla varían de oeste a este en el país, existiendo en la actualidad distintos requerimientos debido a las diferentes condiciones climáticas.
- Se demostró que la productividad neta del agua aplicada varía por zonas, edades de cosecha de la semilla, volúmenes de agua aplicada y los rendimientos agrícolas.
- La productividad del agua consumida, varía por zonas, en dependencia del grado de satisfacción de los requerimientos hídricos y los rendimientos agrícolas logrados.
- Existe una relación estrecha entre la evapotranspiración de la caña para semilla y los rendimientos agrícolas, independiente del régimen hídrico aplicado.
- Se recomiendan controles operacionales efectivos del riego de la semilla en las zonas occidental y central con el objetivo del aprovechamiento de las precipitaciones invernales, así como el estricto chequeo del cumplimiento del plan de riego en el periodo del verano para la zona oriental.

Bibliografía

- AZCUBA. (2015). Informe sobre la situación del riego para la producción de semilla. Informe parcial. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba. 4 pp.
- Doorenbos, J. y Kassam, A. (1986). Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos No 33. FAO: Roma. Serie Riego y Drenaje. ISBN: 92-5-300744-3; 212 pp.
- Guzmán, R. y González, F. (1978). Hidrología y riego. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. 128 pp.
- InfoStat. (2008). Software Estadístico. Manual de Usuario. 331 pp.

- INICA. (2019). Consolidado parcial de información para el riego de los Bancos de Semillas Básicos y Registrados. Informe parcial. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana, Cuba. 10 pp.
- INRH. (1999). Normas totales netas y coeficientes de eficiencia para la determinación de las normas brutas de los principales cultivos agrícolas, Resolución No 21/99 vigente hasta la fecha, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, La Habana, Cuba.
- Klimes, A., Suárez, O. y Mesa, A. (1980). Suelos de Cuba. Editorial Orbe. La Habana, Cuba. ISBN: 84-499-419-6; 328 pp.
- Kulicov, V. y Rudnev, G. (1980). Agrometeorología tropical. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. 255 pp.
- Lamelas, C., García, S., Fonseca, J. y González, R. (2019). Variedades de caña de azúcar cultivadas en Cuba. Las variedades de caña de azúcar y el coeficiente de respuesta al agua. Capítulo 10. Editorial ICIDCA. La Habana, Cuba. p: 123-131. ISBN: 978-959-7165-58-3.
- Mesa, J., González, R. y Santana, I. (2014). Instructivo Técnico para el Manejo de la Caña de Azúcar. Variedades y Semilla. Capítulo 2. Grupo Azucarero AZCUBA. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana, Cuba." 2da edn". p: 29-61. ISBN: 978-959-300-036-9.
- Martín, J., Gálvez, G. y de Armas, R. (1987). La Caña de Azúcar en Cuba. Editorial Científico- Técnica. La Habana, Cuba. 612 pp.
- Pérez, R., Fonseca, C. y Lapinel, B. (2005). Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba. Variaciones y cambios del clima. Capítulo 2. Editorial AMA. Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba. p: 43-97. ISBN: 978-959-300-039-0.
- Jorge, I., Mesa, J. y Santana, I. (2013). Manejo sostenible de tierras en la producción de caña de azúcar. Variedades y semillas. Capítulo 4. Grupo Azucarero AZCUBA. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. La Habana, Cuba. p: 57-79.
- Smith, M. (1993). CROPWAT. Programa de ordenador para planificar y manejar el riego No 46.FAO: Roma. Serie Riego y Drenaje 46. ISBN 92-5-303106-9; 133 pp.