

## Propuesta de estrategia para la sincronización de la floración entre progenitores de caña de azúcar en el centro de Cuba Strategy proposal for the synchronization of the flowering among progenitors of sugar cane in the center region of Cuba

Víctor Carabaloso<sup>1</sup>, Héctor García<sup>1</sup>, Héctor Jorge<sup>1</sup>, Indalesio Rodríguez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigaciones de la caña de azúcar (INICA), Sancti Spíritus, Cuba.

<sup>2</sup> Complejo Agroindustrial (CAI) Melanio Hernández, Sancti Spíritus, Cuba.

E-mail: centrohib@epica.ss.minaz.cu

**RESUMEN** La escasa floración y las diferencias en la fecha de salida de la flor en variedades comerciales de caña de azúcar en la localidad de Guayos hacen difícil la realización de los cruzamientos, por lo que es objetivo de este trabajo proponer una estrategia que permita aumentarlos. Para ello se montaron varios experimentos, que se ejecutaron en áreas de la sede del Centro Nacional de Hibridación, ubicado en Guayos e incluían dos fechas de plantación, dos dosis de fertilizantes, dos métodos de corte de hojas, uso de riego y Ethrel en la etapa inductiva y del Fitomás-E, en la etapa post inductiva de la flor. Para todos los casos se empleó un testigo con la metodología vigente de manejo de la flor para esta localidad, y se midieron las variedades florecidas, intensidad de floración y fecha o días a inicio de floración, con las cuales se empleó un análisis de varianza y cuando fue significativo se compararon las medias a través de una prueba de Tukey. Como resultado se encontró que la floración aumentó con el uso del riego, que el Fitomás-E adelantó la fecha de salida de la flor, mientras que las plantaciones de julio y enero, el corte de hojas, la aplicación de Ethrel y de fertilizantes, la retrasa. Estos resultados combinados pueden ser empleados para ampliar el tiempo de floración y sirvieron de base para proponer una estrategia que permite aumentar la cantidad de cruzamientos en la localidad de Guayos.

**Palabras clave:** Caña de azúcar, floración, adelanto, retraso, sincronización.

**ABSTRACT.** The poor flowering and the differences in the date of exit of the flower in commercial varieties of sugar cane at Guayos's locality make hard the realization of crossbreedings, which is why objective of this work is to propose a strategy that it enable to increase them. Several experiments, that they executed themselves in areas of the seat of the National Center of Hybridization, located in Guayos got on for it and included two dates of plantation, two dose of fertilizers, two methods of sheets, use of irrigation and Ethrel in the inductive stage and Fitomás-E, in the stage after inductive of the flower. You used a control with the methodology in use of handling of the flower for this locality for all of the cases, and they measured the bloomed varieties, intensity of flowering and date or days to start of flowering, the one with which an analysis of variance was used and when it was significant the stockings through Tukey's proof compared. As a result it was found that flowering increased in with use irrigation, than the Fitomás-E you advanced the date of exit of the flower, in the meantime than July's and January's plantations, the cut of sheets, the application of Ethrel and of fertilizers, you delay it. These combined results can be used to enlarge the time of flowering and served as base stops a strategy that it enables proposes the quantity of crossbreedings at Guayos's locality increasing.

**Key words:** Sugarcane, flowering, early, delay, synchronization

### INTRODUCCIÓN

El uso de mejores variedades de caña de azúcar constituye uno de los más importantes factores para incrementar la productividad, y consecuentemente, la reducción de los costos del sector agro-azucarero. Desde hace muchos años enunciados similares han sido expuestos en publicaciones azucareras de todo el mundo (González y col., 2005).

En nuestro país las variedades, bajo condiciones naturales, florecen entre octubre y enero, y muchas no lo hacen (Morales, 1988). Por su parte Sam (1989) señala que las variedades precoces florecen en septiembre, la tempranas en octubre y noviembre, las medias en noviembre y diciembre y las tardías en enero y febrero.

El porcentaje de utilización de los progenitores es bajo por dificultades con la emisión y sincronización de la floración. Esto, unido a la estrechez de la base genética (Prada, 1998), indica la necesidad de buscar nuevas vías para obtener mayor variabilidad en las poblaciones

Como resultado de estudios realizados en las diferentes localidades del país y por la necesidad de reducir los costos, se determinó la localidad de Buenos Aires, en Sancti Spíritus como la más apta, tanto por los porcentajes de floración como por la formación de la semilla, pasando en el año 1999, la estación ubicada en esta provincia a Centro Nacional de Hibridación (Carballoso *et al.*, 1999/2000).

El Centro Nacional de Hibridación de la Caña de Azúcar (CNHCA) está formado por tres áreas: Guayos, Buenos Aires y Mayarí pero los problemas con el acceso a la principal área de floración (Buenos Aires) y lo lejano de la segunda (Mayarí) han hecho que en los últimos años la mayor cantidad de cruzamientos han sido realizados con flores de Guayos (INICA, 2010), en cuya localidad solo florecen establemente las variedades de alta floración, las de floración media lo hacen esporádicamente y en bajos porcentajes (< 10 %) y las de baja nunca (Carballoso, 2009).

Es objetivo de este trabajo fue proponer una estrategia que permita aumentar los cruzamientos entre variedades de caña de azúcar en la localidad de Guayos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Experimentos montados:

Los experimentos fueron montados en las áreas agrícolas del Centro Nacional de Hibridación de la Caña de Azúcar (CNH) ubicado en Guayos, donde se encuentra la parte administrativa, los laboratorios, Casa de Cruzamientos y un área agrícola para la obtención de las flores. Los experimentos fueron:

Fechas de plantación: Se plantaron en dos fechas (julio y enero).

Fertilizantes: Se emplearon dos tratamientos, uno con la dosis recomendada por el Servicio de fertilizantes (SERFE) y otro con el doble.

Riego: Se usó riegos por aniego semanales entre el 1 de agosto y el 30 de septiembre, al 80 % de la capacidad de campo.

Fitomás-E: Consistió en la aplicación el 15 de octubre de Fitomás-E a una dosis de 160 ml / mochila de 16 litros (2 l/ha), la que se asperjó por ambos lados del follaje, garantizando un mojado suficiente del mismo.

Ethrel: Consistió en la aplicación de Ethrel LS48 (Etefón) en dos fechas 24 y el 28 de agosto con una dosis de 110 ml / mochila de 16 litros (1.5 l/ha), la que se asperjó por ambos lados del follaje.

Corte de hojas: Se emplearon dos métodos de corte de las hojas, a nivel del dewlap<sup>+1</sup> (según Kuijper, en Van Dillewijn, 1973) y 20 cm. por encima de este. El único corte se realizó el 15 de septiembre.

Todos los tratamientos fueron comparados con un testigo plantado en el mes de octubre, donde no se aplicó fertilizante, ni agua de riego (técnica que se emplea en las condiciones de la localidad).

Material vegetal

Se emplearon seis variedades, dos de alta floración (CP52-43 y My5514); dos de floración media (C266-70 y C86-503) y dos de baja floración (C120-78 y C87-51)

Manejo de los experimentos

La plantación (excepto en el experimento de fechas de plantación) se realizó en el mes de octubre del 2007 y la cosecha en febrero de 2009.

El diseño empleado fue de un completamente aleatorizado con dos réplicas. La unidad experimental era un surco de 7ms de largo.

El terreno se mantuvo libre de cualquier otra planta que no fuera de la variedad de caña de azúcar seleccionada.

En todos los experimentos se midieron variables relacionadas con la floración, los métodos empleados en la toma de los datos se describen a continuación:

**Varietades florecidas:** Se consideró como variedad florecida toda aquella que al menos emitió una panícula y que abrió todas sus florecillas.

bien formados. El conteo se hizo la primera semana del mes de septiembre, cuando se induce la floración.

**Fecha o días a floración:** Para la determinación de esta variable se tomo en cuenta el período en días (iniciación floral) que duraba una variedad en emitir su primera panícula, considerando el día número uno el 4 de septiembre (considerado el día de inicio de la inducción de la floración para Cuba) (Sam e Iglesias, 1988). Se contó como una panícula iniciada aquella inflorescencia que se encontró emergida al menos 5 cm. de longitud.

Los análisis se realizaron a través del paquete estadístico SAS (Cody y Smith, 1991), con los que se realizaron los siguientes análisis:

Análisis de varianza (ANOVA), empleando solo las variedades que florecieron en todos los tratamientos.

**Intensidad de floración (Porcentaje de floración):** Esta variable se deriva de dividir el número de inflorescencias entre el número de tallos maduros totales por unidad experimental, se consideraron tallos maduros los que presentaban seis entrenudos

Cuando existieron diferencias se realizó la comparación de las medias a través la prueba de Tukey, cuyas medias se representaron empleando gráficos de barras.

Por último se recomendó una estrategia de manejo de las variedades, según los resultados aquí obtenidos, que facilite aumentar el número de cruces.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Varietades florecidas

Como muestra la tabla 1, el experimento de riego fue el único que logró aumentar el número de variedades florecidas, donde incluso florecen variedades del grupo de baja floración, algo muy difícil en esta localidad.

El tratamiento con Fitomás-E mantuvo igual comportamiento que el testigo, mientras que el resto de los experimentos provocaron una disminución de las variedades florecidas y solo se limitaron al grupo de alta floración.

**Tabla 1. Varietades florecidas (%) en los diferentes experimentos, para los tres grupos de floración**

No	Experimento	No	Tratamiento	Grupo de variedades		
				Alta	Media	Baja
I	Fecha de plantación	2	Julio	100	0	0
		3	Enero	100	0	0
II	Fertilizantes	2	Dosis sencilla	100	0	0
		3	Dosis doble	100	0	0
III	Corte de hojas	2	Dewlap <sup>+1</sup> + 20cm.	100	0	0
		3	Dewlap <sup>+1</sup>	100	0	0
IV	Ethrel	2	24 de agosto	100	0	0
		3	28 de agosto	100	0	0
V	Fitomás-E.	2	Fitomás-E.	100	50	0
VI	Riego	2	Riego	100	100	50
	Testigo	1	Testigo	100	50	0

### Intensidad de la floración

Existió diferencias en todas las fuentes de variación, excepto con el Fitomás-E (tabla 2), las mayores variaciones se produjeron para la fecha de siembra y el corte de hojas y la mayor con el empleo del riego.

En los primeros cuatro experimentos (fecha de plantación, dosis de fertilizantes, corte de hojas y Ethrel), los tratamientos empleados provocaron una disminución de la intensidad de la floración (figura

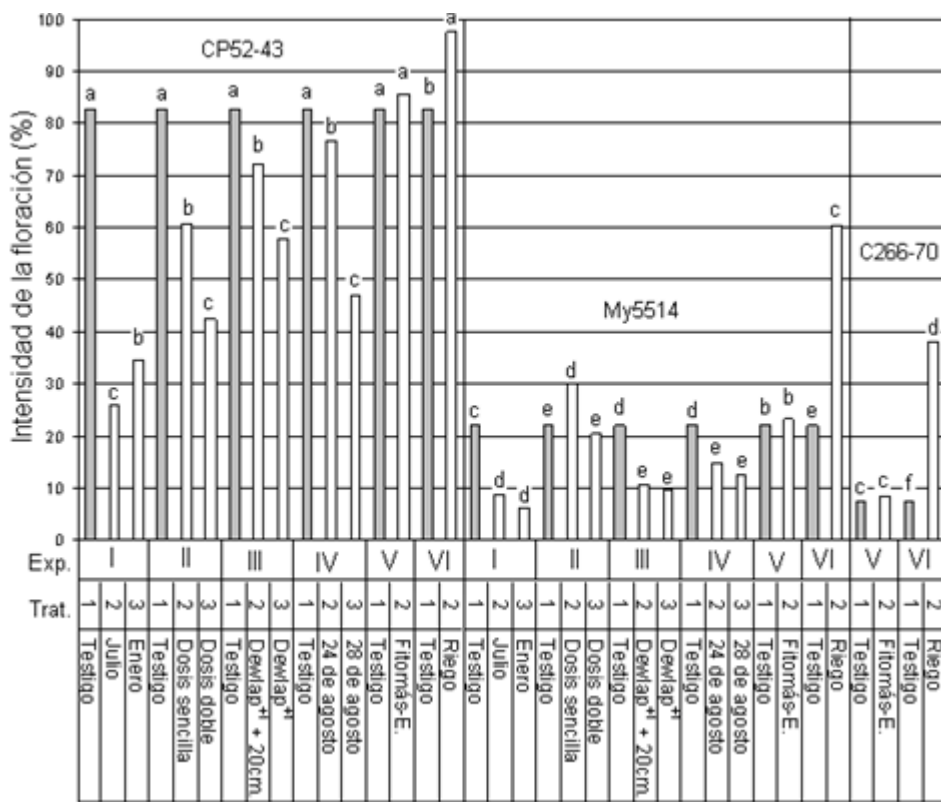
1) lo cual se suma a que una variedad dejó de florecer. El Fitomás-E no produjo cambios en la variable y el riego fue el único que lo aumentó en todas las variedades.

**Tabla 2. Significación de ANOVA de la intensidad de la floración para los experimentos**

Fuentes de variación	Experimentos					
	I	II	III	IV	V	VI
Variedad (Var.)	*	*	*	*	*	*
Tratamientos (Trat.)	*	*	*	*	ns	*
Var x Trat	*	*	*	*	ns	*
Coeficiente de variación	13.34	6.48	9.91	4.69	4.73	4.51
Media	30.06	43.10	43.28	42.64	37.38	51.41

I, II, III, IV, V y VI = Fecha de plantación, fertilizantes, corte de hojas, Ethrel, Fitomás-E y Riego

\* = Diferencias significativas para probabilidad menor de 0.05; ns = sin diferencias.



**Figura 1. Comparación de medias de la interacción de los tratamientos (Trat.) con las variedades para la intensidad de la floración de los seis experimentos (Exp.). Letras diferentes dentro de cada experimento es que hay diferencias para  $p < 0.05$**

Julien *et al.* (1974) encontraron diferencias en la floración, con los valores más altos en los tallos que llegaron al periodo de inducción con edades medias, respecto a las más jóvenes y las más viejas, aunque hay que tener en cuenta el desarrollo de los tallos, la nutrición y la influencia de los factores del clima. En Luisiana la plantación se realiza en octubre (Bischoff y Gravois, 2004), al igual que en Cuba (Jorge *et al.*, 2002), mientras que en la India esta se realiza en la primavera (Srivastava *et al.*, 2006).

La influencia de los fertilizantes en la floración ha sido indicada por varios autores, con destaque para los trabajos realizados por Brunkhorst (2001, 2003), el que enfatiza en el papel del nitrógeno a favor, cuando se aplica solo o combinado con el calcio, magnesio y microelementos, mientras que LaBorde *et al.*, 2004 y LaBorde, 2007, señalan efectos negativos de este nutriente.

Según Julien (1972) la eliminación de la hoja en la

etapa inductiva inhibe la floración, mientras que Chu y Serapion (1980) señala una disminución del efecto a medida que se va alejando de esta etapa, en este caso los resultados se lograron con el corte en la segunda semana de septiembre.

El Ethrel se utiliza para suprimir o disminuir la floración en variedades donde esta se manifiesta con valores altos (Osgood *et al.* 1982; Coletti *et al.* 1984). En Cuba Díaz *et al.* (2008) hicieron una recopilación de todos los trabajos realizados y concluyeron que la inhibición de la floración por Ethrel fue más efectiva en aplicaciones entre agosto 27 y septiembre 8 (y principalmente alrededor de agosto 31 - septiembre 1) y la dosis más efectiva

económicamente fue de 1.5 l/ha de producto comercial.

Pratap y Singh (2003) señalaron que en la India la intensidad de la floración varió entre y dentro de los clones en dependencia, entre otros factores de la lluvia. En Cuba González (2005) concluyó que todas las variables que se encuentran involucradas en la floración aumentaron en las variedades estudiadas de forma significativa cuando estas se desarrollaron en condiciones de riego por encima de la capacidad de campo.

### Días a floración

Todos los experimentos provocaron cambios en los días a floración para todas las fuentes de variación (tabla 3), la menor variación en la variable fue para el corte de hojas y las mayores para el Fitomás-E y el riego, los que también promediaron floración más temprana.

Tabla 3. Significación del ANOVA de los días a floración para los experimentos

Fuentes de variación	Experimentos					
	I	II	III	IV	V	VI
Variedad (Var.)	*	*	*	*	*	*
Tratamientos (Trat.)	*	*	*	*	*	*
Var x Trat	*	*	*	*	*	*
Coefficiente de variación	2.35	2.16	1.75	2.27	3.25	3.17
Media	104	102	103	102	94	93

I, II, III, IV, V y VI = Fecha de plantación, fertilizantes, corte de hojas, Ethrel, Fitomás-E y Riego  
 \* = Diferencias significativas para probabilidad menor de 0.05; ns = sin diferencias

Los tratamientos del I al IV provocaron retraso en ambas variedades, mientras que el Fitomás-E la adelantó para las variedades My5514 y C266-70, mientras que el riego lo hizo para las tres variedades analizadas (figura 2).

El retraso de la floración con la aplicación de fertilizantes ha sido señalado por Brunkhorst (2003), quien responsabiliza al potasio, mientras que LaBorde (2007) y Berding *et al.* (2004), consideraron que es el nitrógeno, en esto tiene que ver, entre otras cosas, la dosis y el momento de aplicación.

Otros trabajos realizados en Cuba indican que el corte de hojas retazan la floración en variedades precoces, no así en las de floración media y tardía (Morales, 1982), mientras que Sam (1989) obtuvo respuesta al trabajar con variedades de floración media.

En la fecha de aplicación del Ethrel se vio que la planta se encuentra activando sus mecanismos para

realizar el cambio de primordio vegetativo a reproductivo, pues esta se produce alrededor del día donde el fotoperíodo es de 12.5 horas (Berding, 2005). Hardy *et al.* (1986) reportaron una mayor grado de control de la floración a tratar cañas más jóvenes (5 meses, en comparación con 7-8 meses de edad) y en fechas más tempranas de tratamiento, no después de 8 días antes de la iniciación, que en Cuba es entre el 4 y 29 de septiembre (Carabaloso, 2009). Park *et al.* (2008) reportan retrasos entre 0 y 80 días, la que depende de la localidad, la variedad y fecha de aplicación.

El uso del fitomás-E produce un crecimiento más rápido de la panícula, asociado a las propiedades que le son atribuidas, como el estímulo a la nutrición, el antiestrés y otras que favorecen a la flor y el fruto (ICIDCA, 2008).

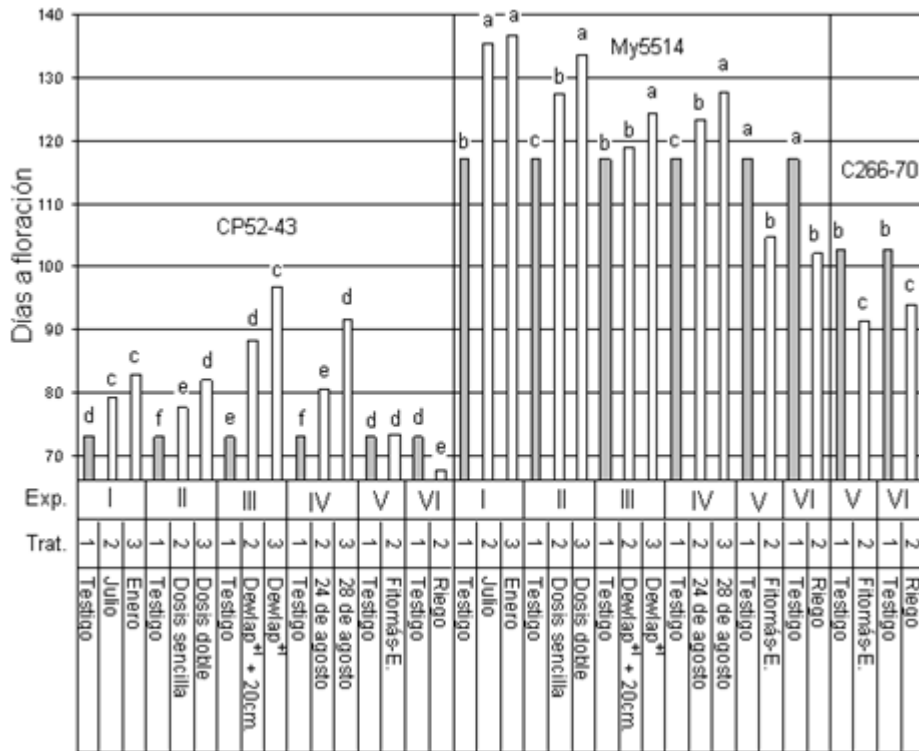


Figura 2. Comparación de medias de la interacción de los tratamientos (Trat.) con las variedades para los días a floración de los seis experimentos (Exp.).

Letras diferentes dentro de cada experimento es que hay diferencias para  $p < 0.05$

### Propuesta de una estrategia

Para el grupo de variedades de floración alta.

Hacer dos plantaciones, una en octubre (variedades tardías) y otra en enero (variedades tempranas).

Retrazar las variedades tempranas con el corte de hojas a nivel del dewlap<sup>+</sup> el 15 de septiembre y aplicación de Ethrel el 24 de agosto.

Adelantar la floración de las variedades tardías con la aplicación de Fitomás-E y mediante el riego.

Para el grupo de variedades de floración media.

Plantar todas las variedades de este grupo en octubre y con riego.

Retrazar las variedades tempranas con el uso de fertilizante con la dosis sencilla recomendada por el SERFE.

Adelantar la floración de las variedades tardías con la aplicación de Fitomás-E.

Para el grupo de variedades de floración baja.

Plantar todas las variedades de este grupo en octubre y con riego.

Adelantar la floración de las variedades tardías con la aplicación de Fitomás-E.

### CONCLUSIONES

El riego es el único que aumenta el número de variedades florecidas, su intensidad y adelanto en la fecha de salida de la flor.

Se produjo un retraso significativo con el empleo de diferentes fechas de plantación, dosis de fertilizantes, corte de hojas y aplicación de Ethrel.

Se encontró una estrecha asociación de floración más intensa y temprana, lo cual se apreció en los diferentes experimentos excepto en el Fitomás-E, que adelantó la misma en variedades tardías, sin afectar su intensidad.

### RECOMENDACIONES

Aplicar la estrategia aquí propuesta para el manejo de las flores de la localidad de Guayos, para aumentar el número de cruzamientos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Berding, N. Poor and variable flowering in tropical sugarcane improvement program: Diagnosis and resolution of major breeding impediment. Proc. ISSCT. 25: 493-503, 2005.
2. Bischoff, K. P. and K. A. Gravois. The development of new sugarcane varieties at the LSU agcenter. Journal American Society Sugar Cane Technologists, vol. 24. 142-164, 2004.
3. Brunkhorst, M.J. A preliminary investigation into the effect of plant nutrient levels on sugarcane flowering. Proc. S. Afr. Sugar Technol. Assoc. 75: 143-150, 2001.
4. Brunkhorst, M.J. Investigation into the flowering of sugar-cane variety N29 grown under different nutrient regimes. Proc. S. Afr. Sugar Technol. Assoc. 77: 306-312, 2003.
5. Carballoso, V. Estudio y manejo de la floración de la caña de azúcar en el Centro Nacional de Hibridación de Cuba. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias agrícolas (defensa en departamento de Fitomejoramiento, INICA. 101 p., 2009.
6. Carballoso, V.; F. González; R. Rábagos; N. Bernal y Angela Tomeu. Fundamentación de la creación del Centro Nacional de Hibridación de la caña de azúcar en la provincia Sancti Spíritus. Cuba & Caña: 7-14, 2000.
7. Chu, T.L y T.L Serapion. Laef renewal as a jeans of delaying flowering in sugarcane breeding. Proc. ISSCT. 17: 1307-1316, 1980.
8. Cody, R.P and J.K.Smith. Applied Statistics and the SAS Programming Language. Prentice Hall, New Jersey. 403 pp. 1991.
9. Coletti, J.T.; J.M. Lorenzetti, P.G.R. Freitas; J.L. Corbiri; L.A.M. Walder; y A. Camponez. Inibicao de florescimento pelo uso do ethephon e sua influencia na biomassa. "ANAIS" 3 Cong. Nac., pp. 348-351, 1984.
10. Díaz, J.C.; F. González; A. Espinosa; C. Pérez; R. Jorro y V. Ambou. Control de la floración y acorchamiento con Ethrel sobre el rendimiento, calidad y manejo de la variedad de caña CP52-43. Taller Nacional, 2008.
11. González, F. Perfeccionamiento de la tecnología en la primera etapa del proceso de obtención de nuevas variedades de caña de azúcar mediante Hibridación Tesis Maestría, Univ. La Habana, 2005.
12. Hardy, G.; H. Dove and M. Awad. The use of ethephon for prevention of flowering in sugarcane in Sudan. Proc. XIX Cong. ISSCT, Jakarta, pp. 305-316, 1986.
13. ICIDCA. Fitomas-E, estimulante natural de crecimiento. Registro Cubano de Plaguicidas No. 03207. Plegable, 2008.
14. INICA Informe final de la campaña de hibridación 2009-2010. Presentado en la reunión anual del programa de Fitomejoramiento. 15pp. (Archivo programa en Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar) , 2010.
15. Jorge, H.; R. González; M. Cassas e Ibis Jorge (editores). Normas y procedimientos del programa de mejora genética de la Caña de Azúcar en Cuba. Boletín No. 1 Revista Cuba & Caña, INICA. 315 pp., 2002.
16. Julien M.H. R. The photoperiodic control of flowering in *Saccharum*. Proc. ISSCT. 14: 323-333, 1972.
17. Julien, R.; G.C. Soopramarien and D. Lorente. Juvenility, semility, climate and flowering in *Sacharum*. Proc. ISSCT 15. (2): 984-989, 1974.
18. LaBorde, C. Sugarcae tasseling under artificial photoperiod condition as affected by nitrogen rate and temperature. Thesis Philosophy, 2007.
19. LaBorde, C., K. Gravois; C. Kimbeng, C. Kennedy, K. Bischoff and T. Tew. Effect of nitrogen on sugarcane plant growth and flowering under an artificial photoperiod treatment. Journal American Society of sugarcane Technologists. 24: 114, 2004.
20. Morales, F. La floración de la caña de azúcar. Folleto edit. INICA, 1988.
21. Morales, F. Influencia del fotoperíodo y otros factores sobre la floración de la caña de azúcar en la República de Cuba. Tesis Doctor, Leningrado, 1982.
22. Park, A.; L. Shivraj; P. Davis; A. D. Dey and M. Cummings. The effects of Ethrel as a flowering inhibitor. Sugarcane, 2008.

22. Park, A.; L. Shivraj; P. Davis; A. D. Dey and M. Cummings. The effects of Ethrel as a flowering inhibitor in Sugarcane, 2008.

23. Prada, F. Estudio y utilización de los recursos genéticos de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.). La Habana. 106h. Tesis en opción del grado científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. Ministerio del Azúcar. INICA, 1998.

24. Pratap, Archana and Singh, S. B. Extent of flowering and pollen fertility in sugarcane with a view to crossing under the sub-tropical climate. *Indian Journal of Sugarcane Technology*, 2003.

25. Sam, Ofelia y R. Iglesias. Estudio de los primeros estadios de la inflorescencia de la caña de azúcar. *Revista ATAC* 4: 2-7, 1988.

26. Sam, Ofelia. 1989. Estudio de la floración en caña de azúcar. Tesis de Doctor, La Habana.

27. Srinivastava, R. P.; S. P. Sing; P. Singh and S. B. Singh. Artificial induction of flowering in sugarcane under subtropical conditions – A successful approach. *Sugar Tech* 8 (2 and 3): 184-186, 2006.

28. Stat Soft. *Statistica for Windows*, Release 6.0, 2003.

29. Van Dillewijn . *Botánica de la caña de azúcar*. Ed. Revolucionaria. 460 pp. 1973.

30. Osgood, R.V.; P.H. Moore and J.B. Carr. Comparison of diquat and ethephon for prevention of flower initiation in sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids). *HSPA Exp. Sta., Aiea*, pp. 266-9 (*Journal Series*, 551), 1982.

Recibido: 12/01/2011

Aceptado: 04/05/2011