

Periodo 22 de marzo al 04 de abril de 2021

El Instituto Meteorológico Nacional (IMN) con el apoyo del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar de LAICA (DIECA-LAICA), presenta el boletín agroclimático para caña de azúcar.

En este se incorpora el análisis del tiempo, pronósticos, notas técnicas y recomendaciones con el objetivo de guiar al productor cañero hacia una agricultura climáticamente inteligente.

IMN

www.imn.ac.cr
2222-5616

Avenida 9 y Calle 17
Barrio Aranjuez,
Frente al costado Noroeste del
Hospital Calderón Guardia.
San José, Costa Rica

LAICA

www.laica.co.cr
2284-6000

Avenida 15 y calle 3
Barrio Tournón
San Francisco, Goicoechea
San José, Costa Rica

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE LA SEMANA DEL 08 DE MARZO AL 21 DE MARZO

En la figura 1 se puede observar el acumulado quincenal de lluvias sobre el territorio nacional.

Los distritos que sobrepasaron los 211 mm de lluvia acumulada en la quincena fueron Cahuita de Talamanca y Limón, quienes presentaron a su vez los mayores acumulados el día más lluvioso de la quincena.

Los registros de lluvia de 132 estaciones meteorológicas consultadas muestran al viernes 19 como el de mayor registro de lluvia acumulada, sobresaliendo por sus altos montos. Por otra parte, los días 11 y 15 de marzo se presentan como los de menor acumulado a nivel nacional.

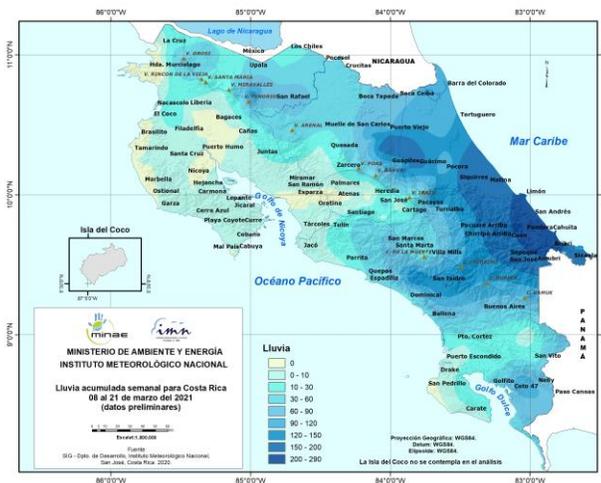


Figura 1. Valores acumulados de la precipitación (mm) durante la quincena del 08 de marzo al 21 de marzo del 2021 (datos preliminares).

PRONÓSTICO PARA LAS REGIONES CAÑERAS PERIODO DEL 22 DE MARZO AL 28 DE MARZO

De la figura 2 a la figura 9, se muestran los valores diarios pronosticados de las variables lluvia (mm), velocidad del viento (km/h) y temperaturas extremas (°C) para las regiones cañeras. Se prevé una semana con condiciones levemente menos lluviosas de lo normal en el país. De forma que los mayores acumulados de lluvia se esperan hacia el fin de semana en las regiones de Turrialba, Brunca y Puntarenas.

La velocidad del viento se mantendrá levemente más acelerada de lo normal en el territorio nacional. Donde se tendrá una reducción abrupta de la velocidad del viento durante la primera mitad de semana, seguida de una reducción paulatina en la segunda mitad de semana. Excepto las regiones Turrialba y Zona Norte que presentan una reducción paulatina a lo largo de la semana. En tanto que las temperaturas extremas (temperatura máxima y temperatura mínima) muestran sus valores más altos a mediados de la semana.

“Durante el fin de semana se esperan condiciones más ventosas de la semana.”

Marzo 2021 - Volumen 3 – Número 07

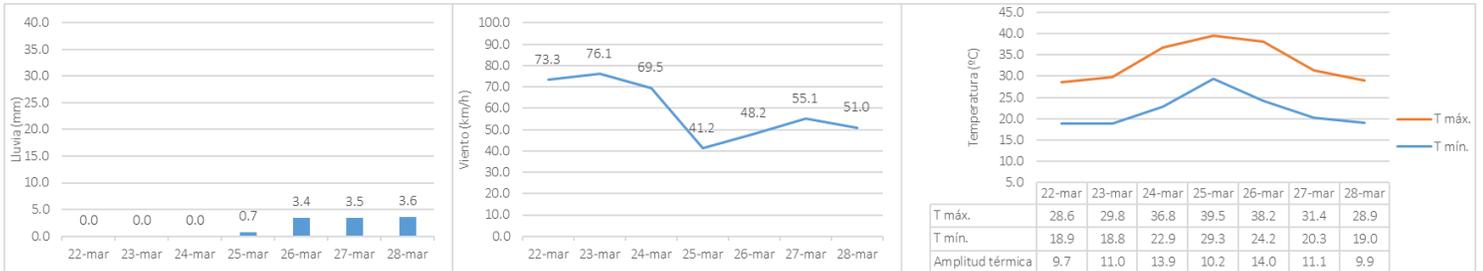


Figura 2. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 22 de marzo al 28 de marzo en la región cañera Guanacaste Este.

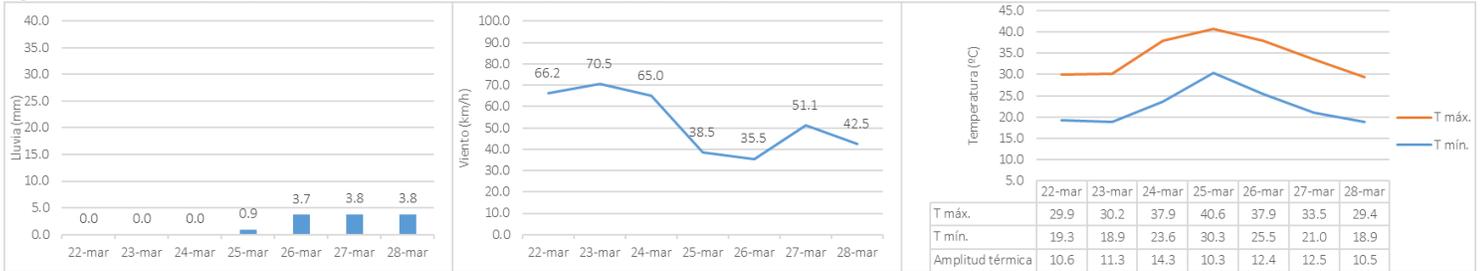


Figura 3. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 22 de marzo al 28 de marzo en la región cañera Guanacaste Oeste.



Figura 4. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 22 de marzo al 28 de marzo en la región cañera Puntarenas.



Figura 5. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 22 de marzo al 28 de marzo en la región cañera Zona Norte.



Figura 6. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 22 de marzo al 28 de marzo en la región cañera Valle Central Este.

Marzo 2021 - Volumen 3 – Número 07

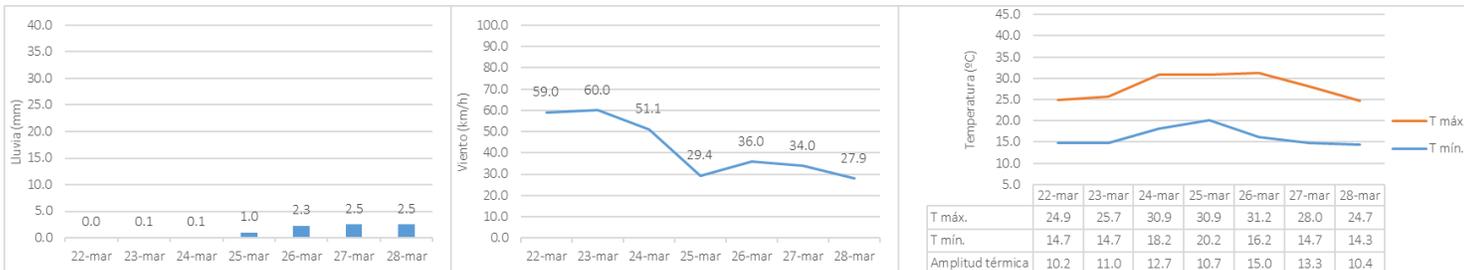


Figura 7. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 22 de marzo al 28 de marzo en la región cañera Valle Central Oeste.

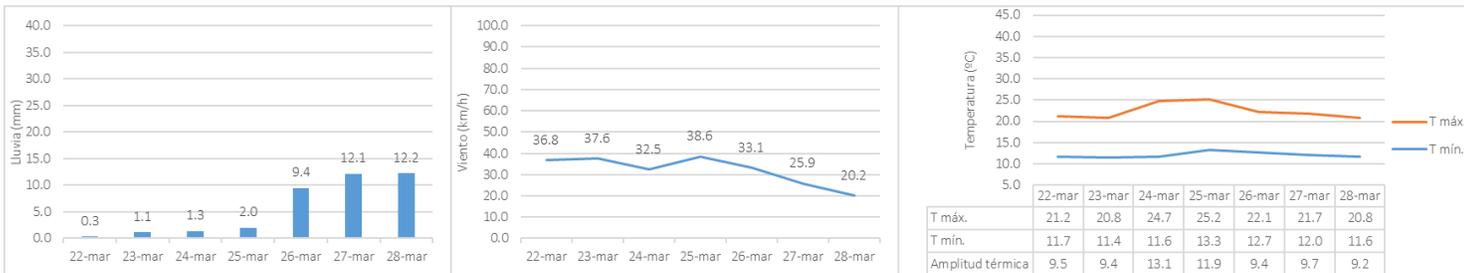


Figura 8. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 22 de marzo al 28 de marzo en la región cañera Turrialba.

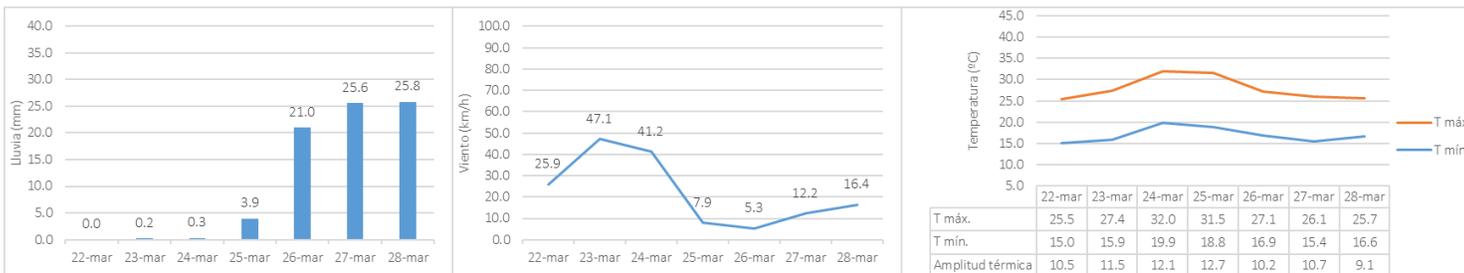


Figura 9. Pronóstico de precipitación (mm), viento (km/h) y temperatura (°C) para el periodo del 22 de marzo al 28 de marzo en la región cañera Zona Sur.

HUMEDAD DEL SUELO ACTUAL PARA REGIONES CAÑERAS

De acuerdo con Central America Flash Flood Guidance System (CAFFG), el cual estima la humedad en los primeros 30 cm de suelo, durante la semana del 15 al 21 de marzo de 2021 los suelos del país presentaron bajos porcentajes de humedad en los primeros días; pero la saturación en la Zona Sur, Zona Norte y el Caribe aumentó a partir del viernes, esto debido a las lluvias que se presentaron. En el Pacífico Norte y en el Pacífico Central los suelos se mantuvieron con baja humedad durante toda la semana.

Como se observa en la figura 11, la Región de Guanacaste Oeste presenta entre 0% y 45%, mientras que la Región de Guanacaste Este tiene entre 0% y 60% de saturación. Las regiones de Puntarenas y Valle Central Este están entre 0% y 15%, la Región Valle Central Oeste tiene entre 0% y 30%.

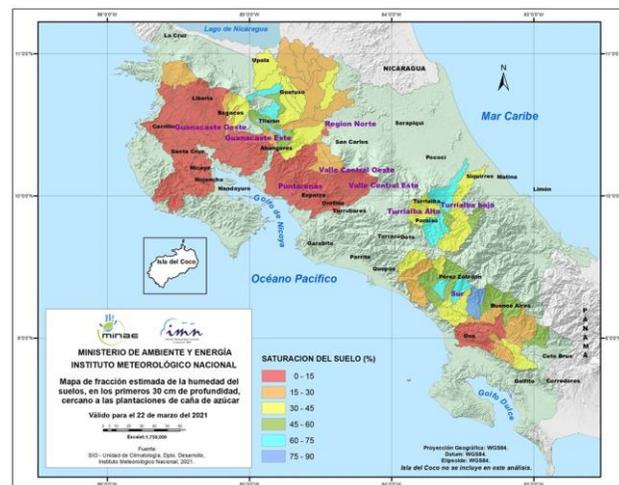


Figura 10. Mapa de fracción estimada de la humedad en porcentaje (%), en los primeros 30 cm de profundidad, cercana a las plantaciones de caña de azúcar, válido para el 22 de marzo del 2021.

El porcentaje de saturación de la Región Norte está entre 0% y 75%; las regiones de Turrialba Alta (> 1000 m.s.n.m.) y Turrialba Baja (600-900 m.s.n.m.) presentan entre 30% y 75%. La Región Sur varía entre 0% y 90% de humedad.

TENDENCIA PARA EL PERIODO DEL 29 DE MARZO AL 04 DE MARZO

Se prevé una semana con condiciones levemente más secas de lo normal, a excepción del Pacífico Norte y Zona Norte donde se esperan condiciones normales; acompañado de condiciones más ventosas de lo normal para la época en todo el país.

DIECA Y EL IMN LE RECOMIENDAN

Mantenerse informado con los avisos emitidos por el IMN en:

 @IMNCR

 Instituto Meteorológico Nacional CR

 www.imn.ac.cr

CRÉDITOS BOLETÍN AGROCLIMÁTICO

Producción y edición del Departamento de Desarrollo

Meteoróloga Karina Hernández Espinoza

Ingeniera Agrónoma Katia Carvajal Tobar

Geógrafa Nury Sanabria Valverde

Geógrafa Marilyn Calvo Méndez

Modelos de tendencia del Departamento de

Meteorología Sinóptica y Aeronáutica

INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL

NOTA TÉCNICA

Sistemas de inducción de floración en caña de azúcar (*Saccharum* spp.) aplicados durante el año 2020 en LAICA-DIECA

José Roberto Durán Alfaro

jduran@laica.co.cr

Coordinador del Programa de Variedades

José Eduardo Vargas Miranda

jvargasm@laica.co.cr

Investigador asistente Programa de Variedades

Juan Pablo Carvajal Quesada, Ing.Agr

pcarvajal@laica.co.cr

Investigador asistente Programa de Variedades

Introducción

La floración en la caña de azúcar (*Saccharum* spp) desde el punto de vista comercial es un proceso no deseado, debido al gasto energético proveniente de los tallos en que se incurre; así como la formación de “corcho” y “lilas” que disminuyen la calidad de la materia prima. Sin embargo, para el desarrollo y liberación de nuevas variedades para uso comercial, es fundamental contar con la flor, ya que con ella se forman las semillas producto de la fecundación del óvulo, las cuales contienen estructuralmente el material genético de los progenitores, que han sido entrecruzados aleatoriamente, dotando a cada individuo de características únicas y particulares, que los diferencian de cualquier otra variedad (Castillo, 2014). Es por esta razón que en los países donde se practica la actividad cañero-azucarera, la floración es un factor biológico determinante e indispensable de investigación y desarrollo tecnológico y principalmente donde se posee un programa de mejoramiento genético (Chaves, 2017).

La floración se encuentra influenciada tanto por factores ambientales como fotoperiodo, temperatura, humedad del suelo, brillo solar, intensidad de la luz solar, fertilidad del suelo, latitud y altitud; y por factores propiamente de la planta como edad fisiológica, sensibilidad de la variedad para florecer y estado nutricional de la planta (Larrahondo y Villegas, 2009; CENGICAÑA, 2012).

La floración en Costa Rica se presenta desde inicios de octubre hasta mediados de enero (floración muy tardía), lo cual provoca que no todas las variedades con flor puedan ser utilizadas en el proceso de hibridación, debido a su época de aparición del verolís, además de que muchas variedades con excelentes condiciones agroindustriales no presentan floración para las

condiciones de nuestro país. Una alternativa que se viene trabajando alrededor del mundo, es el inducir la floración por medio de fotoperiodo, donde algunos centros de investigación han obtenido excelentes resultados, logrando utilizar al máximo el potencial genético con el que se cuenta.

Para inducir floración, lo ideal es simular una curva de luz propia de un sitio ubicado a 14° de latitud norte, como es el caso de Tapachula, Estado de Chiapas, México; generando un estímulo para florecer, lo que se logra aplicando un periodo de alternancia de luz y de oscuridad, en donde si hay 13 horas de luz no hay flor, pero con 12:30 horas luz, si hay presencia de flor (Queme *et al.*, 2011; Viveros *et al.*, 1991).

Con respecto al fotoperiodo, la calidad e intensidad de la luz con la que se cuenta, juegan un factor fundamental, donde se busca un espectro de luz entre el rojo a rojo lejano. Las plantas absorben luz roja (660 - 680 nm) y reflejan luz roja lejana (720 - 740 nm). Las plantas contienen fotocromos, fotorreceptores que controlan reacciones fisiológicas y el desarrollo ante las fluctuaciones de rojo y rojo lejano. Algunas de las respuestas reguladas por los fotocromos incluyen la germinación, el alargamiento de tallo, la floración, la expresión genética y el desarrollo de hojas y cloroplastos (Spectrum Technologies, s.f.). Según Silva (2016)¹, para lograr alcanzar el espectro de luz de rojo a rojo lejano (660 - 740 nm) en un sistema de inducción de floración, se deben colocar los bombillos de luz blanca e incandescente en una relación 3,2:1,0, respectivamente.

La temperatura es considerada como el segundo factor de mayor importancia en la inducción floral, se ha determinado que los valores nocturnos óptimos varían entre los 21°C y 24°C, pues favorecen y promueven la inducción; primordialmente durante el periodo de iniciación de la floración. Este es un

¹ Silva, E. 18 setiembre 2016. Casa de inducción de floración. (correo electrónico). El Triunfo, Guayas Ecuador. CINCAE

momento crítico, en el cual se ha demostrado que valores por debajo de 18°C reducen significativamente la intensidad de floración. También se ha observado en condiciones tropicales, una disminución importante de la floración, cuando las temperaturas son superiores a 32°C durante la iniciación de la floración (CENGICAÑA, 2012).

Costa Rica posee una curva de luminosidad creciente desde el 21 de diciembre (solsticio de verano) con 11:32 horas de luz por día, hasta el 21 de junio (solsticio de invierno) o día más largo del año, con 12:43 horas de luz por día. El periodo de inducción de floración en Costa Rica ocurre entre el 8 y 20 de agosto, que es el momento en cual se presenta 12:30 horas de luz y 11:30 horas de oscuridad; donde además factores como la genética de la planta, la temperatura, humedad, hormonas, altitud (msnm) y la edad del cultivo, juegan un papel sobresaliente en la aparición de la flor (figura 1).

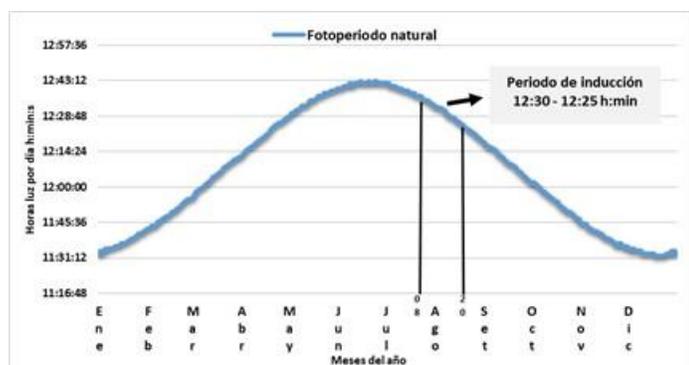


Figura 1. Curva de luz y periodo de inducción natural de floración en caña de azúcar en Costa Rica.

Proceso de investigación LAICA-DIECA

La estación experimental DIECA se encuentra ubicada en Santa Gertrudis Sur Grecia Costa Rica; localizada a 10°04' N y a 84°16' O, a 1.005 m.s.n.m. El lugar cuenta con una precipitación media anual de 2.398 mm, una temperatura promedio de 22,1°C, con una variación de $\pm 1,7^\circ\text{C}$ durante el año.

En esta estación experimental de DIECA se ha venido trabajando en la inducción de floración, en variedades que de forma natural no la presentan y que poseen características sobresalientes, para de esta manera aprovechar al máximo el

potencial genético que se tiene, además de sincronizar la floración en los materiales y por ende lograr realizar la mayor cantidad de cruces posibles. Para el año 2020, se logró contar con un sistema a campo abierto y una cámara de floración, la cual permite lograr el periodo de oscuridad de 11:30 horas.

En el sistema a campo abierto, se utilizaron 38 variedades en un pote de 110 L, dejando 7 tallos por variedad y con una sola repetición. El periodo de inducción consistió en simular la curva a 14° latitud norte, a partir del 04 de junio, iniciando con 13:12 horas de luz y finalizando el 22 de setiembre con 12:06 horas de luz, llegando al fotoperiodo natural, para un total de 112 días de inducción.

En la cámara de fotoperiodo se sembraron un total de 20 variedades con tres repeticiones, en potes de 33 L, dejando únicamente 5 tallos por repetición. Por problemas en la finalización de los trabajos de construcción de la cámara, el proceso de inducción fue más tardío, iniciando el 03 de agosto con 13:00 horas y finalizando el 01 de noviembre con 11:30 horas, para un total 91 días de inducción.

Ambos sistemas contaban con bombillos de luz blanca y luz incandescente, con una relación de 3,2:1,0 respectivamente.

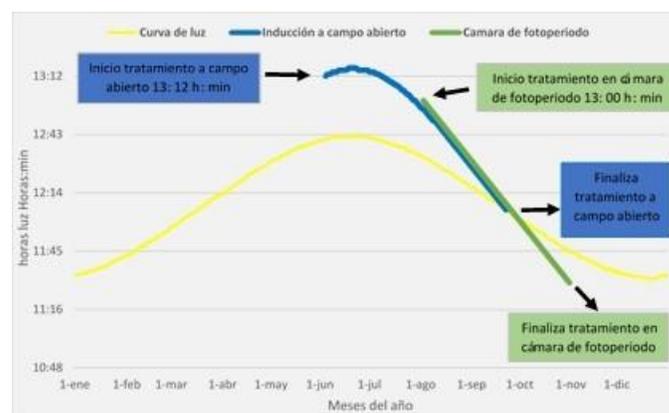


Figura 2. Tratamientos de inducción de floración, aplicados en cámara de fotoperiodo y en campo abierto, durante el año 2020, en la estación experimental DIECA-LAICA.

Resultados obtenidos en el año 2020

En el sistema de inducción a campo abierto, se logró obtener floración en 9 variedades, de un total de 38, lo que representa

un 23,68% de floración, con una intensidad de un 65,07%, calificada como intensa. Las variedades que presentaron flor fueron, SP 81-3250, Híbrido 2 (Q 96 * variedad fibra), RB 92-579, RB 98-710, RB 86-7515, TW 108-185, LAICA 12-340, CP 72-2086 y CP 00-2150.

La curva a 14° latitud norte nos brindó resultados muy interesantes, aunque este fue aplicado a mediados del mes junio, y lo ideal sería aplicar toda la curva de luz a 14°, y por ende para este 2021, el objetivo es iniciar a finales del mes de marzo, esperando obtener una mayor floración.

El sistema de inducción a campo abierto proporcionó una buena cantidad de flores, las cuales fueron utilizadas en el proceso de hibridación, por lo cual, aunque no se han logrado obtener flores de todas las variedades en estudio, los resultados son calificados como satisfactorios, debido a que se cuenta con más opciones para realizar cruces.

Como una nota complementaria, de las variedades que florecieron, LAICA 12-340, RB 98-710 y SP 81-3250 presentaron una floración mayor en el sistema de inducción de floración en la estación experimental DIECA, en comparación a la obtenida en el banco de progenitores ubicado en condiciones de floración natural en el ingenio El Porvenir. Aunque ambos se encuentran en condiciones distintas, el banco de progenitores posee características muy idóneas para la obtención de una alta floración, pero se logró una mayor intensidad de floración en el sistema de inducción a campo abierto (cuadro 1), siendo este un punto interesante a tener en cuenta.

Cuadro 1. Comparación del porcentaje de floración entre el sistema de inducción a campo abierto vs. el banco de progenitores, durante el año 2020.

Variedad	Sistema de inducción a campo abierto	Banco de progenitores
RB 98-710	28,57 %	3,33 %
LAICA 12-340	71,42 %	11,11 %
SP 81-3250	28,57 %	4 %

Respecto a la cámara de fotoperiodo, la floración se presentó únicamente en la variedad CC 85-92, obteniendo dos flores en una de las tres repeticiones, con una intensidad de floración de un 40% calificada como media. Esta variedad se encontraba en

el sistema de inducción a campo abierto, donde no presentó floración.

Cuadro 2. Lista de variedades incluidas en el proceso de inducción de floración en la estación experimental DIECA en el año 2021.

Inducción a campo abierto				Cámara de fotoperiodo			
1	B 06-527	20	BJ 97-65	1	B 03-876	11	H 68-1158
2	NA 85-1602	21	H 77-4643	2	B 06-521	12	H 77-2545
3	SP 81-3250	22	H 77-2545	3	B 80-689	13	H 77-4643
4	LAICA 08-390	23	B 82-333	4	B 82-333	14	LAICA 05-805
5	Híbrido 2	24	B 96-018	5	B 89-138	15	LAICA 07-20
6	LAICA 07-20	25	LAICA 10-804	6	B 96-018	16	LAICA 08-390
7	CC 01-1940	26	TW 108-134	7	BJ 97-65	17	NA 85-1602
8	LAICA 10-207	27	PR 80-2038	8	CC 01-1940	18	PR 86-2027
9	CC 85-92	28	LAICA 00-301	9	CC 85-92	19	RB 73-9735
10	RB 99-381	29	TW 108-185	10	SP 78-4764	20	RB 99-381
11	RB 92-579	30	LAICA 12-340				
12	CTC 14-442	31	LAICA 01-604				
13	RB 98-710	32	RB 73-9735				
14	SP 78-4764	33	CP 72-2086				
15	H 68-1158	34	CP 00-2150				
16	Híbrido 1	35	B 89-138				
17	B 80-689	36	LAICA 04-250				
18	RB 86-7515	37	B 77-95				

19	Mex 79-431	38	LAICA 05-805
----	---------------	----	-----------------

Este 2020 fue el primer año en que se utilizó la cámara de floración, logrando obtener un aprendizaje del sistema, pero con resultados poco satisfactorios. El sistema inicio con 13 horas, disminuyendo un minuto por día, hasta llegar a las 11:30 horas de luz, lo cual es lo indicado según la literatura, pero algo que no se realizó, fue el aplicar un periodo fotoinductivo a 13 horas fijas, para inducir la floración, lo cual se tiene como objetivo para el año 2021.

Se espera que con la cámara de fotoperiodo se logre inducir una mayor cantidad de flores, debido al periodo de oscuridad que se puede aplicar con este sistema, además se tienen muchos aspectos por seguir investigando.

Conclusiones

- La inducción de floración por medio del fotoperiodo demuestra ser una herramienta sumamente útil, para lograr aprovechar la mayor cantidad de progenitores posibles en el proceso de hibridación.
- Para inducir floración a campo abierto, se debe simular y establecer una curva de luz natural, similar a la presente en los 14° de Latitud Norte, donde se inicie a partir de marzo y finalice en el mes de setiembre, cuando llegue al fotoperiodo natural.
- En la cámara de fotoperiodo, se deben realizar pruebas con distintas cantidades de días, en un tratamiento fotoinductivo a 13 horas, para establecer la metodología más adecuada a las condiciones de la estación experimental DIECA.

Bibliografía

Castillo, R. 2014. *Mejoramiento genético vegetal: Convencional, mutación e ingeniería genética*. Carta Informativa N°1.

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE). El Triunfo, Guayas Ecuador. (p: 6-12).

CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar). 2012. *El Cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala*. Espinoza, G.; Quemé J.L. (editores). Guatemala. 512 p.

Chaves, M.A. 2017b. *Floración en la Caña de Azúcar*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, abril. 68 p.

Larrahondo, J.E.; Villegas, F. 1995. *Control y características de maduración*. In. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, CENICAÑA. P: 297-313.

Quemé, J.L.; Orozco, H.; Castro, O.; Buc, R.; Ralda, G.; López, A. Acán, J.; Solares, E.; Natareno, E.; Coronado, M. 2011. *Floración de la caña de azúcar y sus efectos en variables relacionadas con la productividad de azúcar*. Presentación PowerPoint. CENGICAÑA, Cotz. Guatemala. 33p.

Spectrum Technologies, Inc. S.f. *Medir es saber: Estudiando la luz*. South Industrial Drive East Plainfield, Illinois, USA. (En línea) Disponible en www.specmeters.com

Viveros, C.; Baena, D.; Palma, A.; Salazar, F.; Victoria, J.; Flores, C.; Ranjel, H. 2009. *Contribución de los cruzamientos hechos en México en el proceso de obtención de variedades CENICAÑA Colombia*. Carta Trimestral, CENICAÑA. V.31, nos. 3 y 4. p. 23-26

Viveros, C.; Cassalett, C.; López, Y. 1991. *Efecto de la edad de la planta y de diferentes tratamientos fotoinductivos en la floración de la caña de azúcar (*Saccharum sp.*)*. Acta Agronómica. 41(1/4): 37-45.

Recuerde que puede acceder los boletines en
www.imn.ac.cr/boletin-agroclima y en
www.laica.co.cr