

CENTRO DE
INVESTIGACIÓN DE
LA CAÑA DE AZÚCAR
DEL ECUADOR



CINCAE

Una división de la
Fundación para la Investigación Azucarera
del Ecuador FIADE

INFORME ANUAL 2020



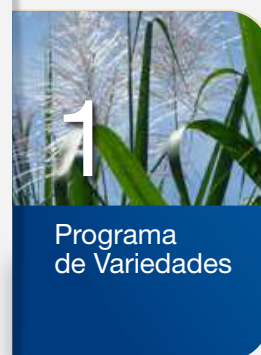
INFORME ANUAL 2020

CINCAE
(Centro de Investigación de la
Caña de Azúcar del Ecuador). 2021.
Informe Anual 2020.
El Triunfo, Ecuador. 70 p.

Publicación CINCAE ©
ISSN 13903365
25 de mayo de 2021

CINCAE está certificado
por el Sistema de Gestión
de la Calidad ISO 9001:2015
Certificado # EC228360

CONTENIDO





**Fundación para la Investigación
Azucarera del Ecuador
(FIADE)**

JUNTA DIRECTIVA

Presidente

Ing. Juan Pablo Vela
Gerente General, Ingenio COAZÚCAR

Directores

Ing. Mariano González P.
Presidente, Sociedad Agrícola San Carlos

Dr. Walfredo de Alvarenga Linhares
CEO UNA, Ingenio Valdez

Ing. Juan Pablo Vela
Gerente General, Ingenio COAZÚCAR

Ing. Roberto Rodríguez Ch.
Superintendente de Operaciones, Ingenio San Carlos

Director Ejecutivo

Ing. José Antonio González B.
Gerente de Operaciones, Ingenio San Carlos



Director General

Raúl O. Castillo, Ph. D.

Programa de Variedades

Edison Silva, Ph. D.
Cervando Madrid, Ing. Agr.
Tito León, Ing. Agr.
Fabricio Martínez, Ing. Agr.

Manejo de Enfermedades

Mayra Valdez, M. Sc.
Fabián Fiallos, Ing. Agr.
Ignacio Viteri, Ing. Agr.

Manejo de Plagas

Jorge Mendoza, M.Sc.
Darío Gualle, Ing. Agr.

Manejo de Suelos y Fertilizantes

Mónica Salazar, Ph. D.*
Miguel Ángel Suarez, Ing. Agr.

Laboratorio Químico

Bolívar Aucatoma, Dr. Quím.
Tanya Guillén, Ing. Quím.
Karina Fajardo, Tcnlga.

Jefe Administrativo

Carlos Sánchez L.

Administrador Estación Experimental

Giovanny Quiridumbay, Ing. Agr.

Contabilidad

Verónica López, Econ.
Emely Cotto, Econ.

* Laboró hasta julio 2020



Ing. José Antonio
González B.
Director Ejecutivo
de FIADE

MENSAJE

del Director Ejecutivo
de FIADE.

La industria azucarera sigue adelante a pesar de una de las crisis más grandes de la historia, marcada por una deflación del mercado del azúcar y por la pandemia de la COVID-19. Esta situación ha puesto a prueba todas las capacidades del sector azucarero, asumiendo retos para mantener esta industria en niveles más competitivos, sin afectar la economía de los hogares ecuatorianos y, con alto sentido de responsabilidad social y ambiental. Uno de los mayores retos ha sido aumentar la productividad de caña y azúcar, con lo cual se podría disminuir los costos de producción del saco de azúcar y nos permitiría ser más competitivos en el mercado local e internacional. Con esta visión hemos hecho el esfuerzo para mantener un programa de investigación a través del CINCAE, dando prioridad a los factores que puedan aportar mayormente a mejorar los indicadores de producción de caña y azúcar por unidad de superficie, tales como: desarrollo de variedades, manejo de plagas y enfermedades, fertilización y los servicios de análisis químicos. Uno de los principales logros de este año ha sido la liberación de la variedad nacional EC-09, la cual se suma a las variedades nacionales e importadas ya existentes en el mercado, con lo cual el cañicultor tendrá la posibilidad de elegir la variedad que mejor se adapte a sus condiciones edafoclimáticas para mejorar su producción. Este componente genético debe estar acompañado de otras tecnologías que deben aplicarse para aprovechar todo el potencial de producción que tienen estas variedades. La entrega de semilla sana, los servicios de diagnósticos, el manejo de plagas y enfermedades, la fertilización del cultivo y, los servicios de análisis químicos de suelos y foliares son algunas de las tecnologías que acompañan a la entrega de estas nuevas variedades.

Debemos reconocer que durante los más de 20 años de investigación que tiene CINCAE, hemos obtenido niveles de producción y rendimiento azucarero superiores si comparamos con la época cuando se sembraba nuestra histórica variedad Ragnar; sin embargo, los escenarios son cambiantes y ahora surgen nuevos desafíos en el campo agrícola; tales como, variedades que respondan mejor a la cosecha mecanizada, con mayor productividad de azúcar y alcohol, que sean más eficientes en el uso de los fertilizantes, tolerantes al stress hídrico, manejo eficiente de las malezas, el manejo de suelo y la fertilidad de los mismos, entre otras; los cuales solo los podremos enfrentar a través de la investigación y desarrollo tecnológico.

Estamos conscientes que este esfuerzo que están haciendo los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR no es suficiente para mantener un programa de investigación que cubra los diferentes aspectos del cultivo de la caña de azúcar; por tanto, es necesario que los productores se sumen a esta iniciativa para sacar adelante este sector agroindustrial. Recordemos que, al igual que en el banano con el Foct4 (*Fusarium oxysporum cubense*, raza tropical 4), en el mundo existen plagas y enfermedades de la caña de azúcar que pueden ser catastróficas para este cultivo, y únicamente un programa de investigación fortalecido podrá ofrecernos las soluciones respectivas.

Message from the Executive Director of **FIADE**

The sugar industry is moving forward despite one of the biggest crises in history marked by a deflation of the sugar market and the COVID-19 pandemic. This situation has tested all the capacities of the sugar sector, taking on challenges to keep this industry at more competitive levels, without affecting the economy of Ecuadorian households and, with a high sense of social and environmental responsibility. One of the biggest challenges has been to increase cane and sugar productivity, which could lower the production costs of the sugar bag and allow us to be more competitive in the local and international market. With this vision we have made the effort to maintain a research program through CINCAE, giving priority to the factors that can contribute most to improving the indicators of cane and sugar production per unit surface, such as: variety development, pest and disease management, fertilization and chemical analysis services. One of the main achievements of this year has been the release of the local improved variety EC-09, which adds to the national and imported varieties already existing in the market, so that the grower will have the possibility to choose the variety that best suits their edaphoclimatic conditions to improve their production. This genetic component must be accompanied by other technologies that must be applied to take full advantage of the production potential of these varieties. Healthy seed delivery, diagnostic services, pest and disease management, crop fertilization and soil and foliar chemical analysis services are some of the technologies that accompany the delivery of these new varieties.

We must recognize that during CINCAE's more than 20 years of research, we have achieved higher levels of sugar production and yield when compared to our historic Ragnar variety; however, the scenarios are changing and new challenges now arise in the agricultural field; such as varieties that respond better to the mechanized harvest, with higher productivity of sugar and alcohol, that are more efficient in the use of fertilizers, tolerant to water stress, efficient weed management, soil management and fertility, among others; which we can only face through research and technological development.

We are aware that this effort being made by the San Carlos, Valdez and AGROAZUCAR sugar mills is not enough to maintain a research program that covers the different aspects of sugarcane cultivation; therefore cane providers need to be added to this initiative in order to move this agro-industrial sector forward. Let us remember that, as in bananas with Foct4 (*Fusarium oxysporum cubense*, tropical race 4), in the world there are sugarcane pests and diseases that can be catastrophic for this crop, and only a strengthened research program can offer us the respective solutions.





Raúl O. Castillo, Ph. D.
Director General
de CINCAE

RESUMEN

por el Director
General de CINCAE

Durante el 2020 la humanidad sufrió una de las emergencias sanitarias sin precedentes de los últimos años por la presencia de la enfermedad COVID-19; y, en CINCAE y la industria azucarera de Ecuador, no fue la excepción. A pesar de esta situación, no se dejaron de realizar actividades de investigación y prestar servicios de diagnósticos y análisis físico - químicos. Los ingenios auspiciantes iniciaron la zafra con todas las medidas de bioseguridad, en junio en el ingenio Valdez y julio los ingenios AGROAZUCAR y San Carlos. Los tres ingenios cosecharon 71,770.8 ha, las que produjeron 5,707,271.9 TMC molidas, alcanzando una producción de 530,171.2 TM de azúcar. Esta producción de caña y azúcar se dio bajo condiciones meteorológicas similares a las del 2019. El promedio mensual de temperatura máxima estuvo alrededor de 30°C, siendo más alto en abril con 32.4°C; mientras que, las temperaturas más bajas se registraron en agosto y septiembre, con 20.4 y 20.6°C. El promedio de mayor oscilación térmica ocurrió en agosto con 9.9 °C y el menor en julio con 7.6 °C. La mayor precipitación anual se registró en AGROAZUCAR con 2,039.9 mm, seguido de San Carlos con 1,437.1 mm y Valdez con 1,265.8 mm; Banatel fue el sector de menor precipitación con 906.9 mm. El promedio diario de horas de brillo solar o heliofanía en las cuatro estaciones fue de 2 horas 10 minutos.

El logro principal de CINCAE está en la adopción de siete variedades, las que están dentro de las 10 mayormente sembradas en campos de los ingenios y cañicultores; tres de las cuales: EC-02, EC-08 y ECU-01, presentan los mejores tonelajes de caña (promedio de 86.9 TCH) y rendimientos azucareros (promedio de 8 TSH). En este año, el Programa de Variedades de

CINCAE liberó la variedad mejorada EC-09, la que se caracteriza por su madurez temprana, alto contenido de azúcar, buen tonelaje de caña, buena población de tallos (10 a 15 tallos/m), excelente rebrote y resistencia a las principales enfermedades foliares. Para continuar con los cruzamientos, en este año el porcentaje de variedades inducidas y florecidas, tanto en casa de fotoperiodo como en el sistema de campo abierto, superaron a los obtenidos en los últimos seis años, lo que permitió obtener 330 cruzamientos con excelente calidad de semilla verdadera. Se continuó con la selección de cruzamientos y clones con altos contenidos de azúcar, encontrando varios clones sobresalientes en los estados avanzados (III, IV y semicomerciales) y en las series 2010-11, 2012, 2013 y 2014. Los clones EC08-1267 y EC08-1265 se destacaron por su alto contenido de sacarosa y producción de caña, mayores a ECU-01 y CC85-92. Se entregó semilla de estos dos clones y del EC09-694 a los tres ingenios para continuar con la última fase de evaluación y producción de semilla comercial.

Los resultados de investigación y la aplicación de los principios básicos del manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) en el cultivo de la caña de azúcar, han permitido disminuir la incidencia de estos problemas fitosanitarios. En el caso del raquitismo de la soca (RSD) y escaldadura de la hoja (LSD) han bajado a 0.04% y 0.07%, de promedios del 40% y 3% registrados en 1999, respectivamente. Además, el cumplimiento de las medidas cuarentenarias ha evitado el ingreso de enfermedades y plagas exóticas de la caña de azúcar a nuestro país. Como resultado de este proceso, en este año se incorporaron a la Colección de Germoplasma de CINCAE 10 variedades provenientes de LAICA, Costa Rica. Otras variedades de China, Guadalupe, Mauricio, Filipinas, isla Reunión y RIDESA-Brasil se encuentran aún en proceso cuarentenario. En el proceso de selección se evaluaron 8,491 clones bajo condiciones naturales de infección de roya café, *Puccinia melanocephala* y roya naranja, *P. kuehni*; 97.0% de clones no mostraron síntomas de roya café y 98.2% a roya naranja. En el caso del virus del mosaico (SCMV), únicamente las familias BP2017-14 (EC05-572 x EC-08) y BP2017-227 (B74132 x JA64-20) presentaron síntomas. En otro estudio se evaluó el grado de resistencia de 37 clones promisorios y cinco variedades introducidas al raquitismo de la soca (RSD), *Leifsonia xyli* sbsp. *xily*. En producción de semilla sana, se multiplicaron 19,062 plantas meristemáticas (*in vitro*), de las cuales 7,150 se usaron para establecer el semillero fundación en CINCAE y las demás se entregaron a los ingenios auspiciantes. También se entregaron 73,053 plantas de yemas individuales a los ingenios San Carlos (32%), Valdez (38%) y AGROAZUCAR (30%). Se diagnosticaron 1,504.6 ha de semilleros para raquitismo (RSD) y escaldadura, *Xanthomonas albilineans* (LSD).

El saltahojas, *Perkinsiella saccharicida*, áfido amarillo, *Sipha flava*, áfido blanco, *Melanaphis sacchari*, y el barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis*, siguen siendo las plagas más predominantes en la región. Las poblaciones del saltahojas no prosperaron por acción de los enemigos naturales, especialmente *Aprostocetus* sp. y *Zelus* spp. Respecto a los áfidos, se registró un ataque intenso del áfido amarillo, iniciando en AGROAZUCAR, con un pico poblacional en septiembre y continuó hasta noviembre y diciembre en Valdez y San Carlos; que, coincide con el periodo de déficit hídrico. Las variedades que han mostrado mayor susceptibilidad son ECU-01, EC-02, EC-08 y el clon EC08-1338; mientras que, las variedades EC-09, CC85-92 y los clones EC08-1267 y EC08-2035 han sido más



tolerantes. En cuanto al áfido blanco, en los últimos años se ha notado un incremento de sus poblaciones, que estaría relacionado con la siembra de nuevas variedades. Sin embargo, esta plaga no tiene importancia económica ya que los resultados de producción de caña (TCH) y el rendimiento azucarero (% pol caña), no presentaron reducciones significativas en los estudios realizados. Un factor importante en el manejo de estas dos especies de áfidos son los enemigos naturales, siendo más importantes los depredadores (coccinélidos, sírfidos y crisopas), el parasitoide (*Lysiphlebus testaceipes*) y el hongo *Lecanicillium lecanii*. El barrenador del tallo se mantiene con niveles bajos de incidencia en los tres ingenios; sin embargo, evaluaciones efectuadas en la hacienda Isabel María del ingenio San Carlos, mostraron niveles de incidencia de 11.5% intensidad de infección (% I.I.) en la variedad EC-08 y 4.6 % I.I. en ECU-01, lo que representa un peligro potencial de esta plaga en esta zona. El control natural o biológico del piojo algodonoso (*Orthezia* sp.) con sus enemigos naturales *Nephus* sp. y *Gitona brasiliensis*, sigue siendo la medida más adecuada de control de esta plaga. En velvet (*Mucuna* sp.), leguminosa usada para rotación con caña de azúcar, se observó la presencia de un chinche negro identificado como *Allocoris* (= *Corimelaena*) *pulicaria* Germ. (Hemiptera, Thyreocoridae).

Siendo el nitrógeno (N) el elemento más importante para la producción de caña de azúcar en los suelos de la cuenca baja del río Guayas, fue necesario validar en primero y segundo tercio de zafra las dosis de nitrógeno (N) recomendadas en estudios previos para lotes comerciales de los ingenios azucareros. Al respecto, la aplicación de N varía por ingenio, dependiendo de los contenidos de materia orgánica (MO), la dinámica del N, el tipo de suelos, potencial de producción y las condiciones agroclimáticas. En el ingenio Valdez se aplica 138 kg/ha para todos los tipos de suelos y en los ingenios San Carlos y AGROAZUCAR la fertilización se basa en el potencial de producción de cada zona. Los resultados del uso de fuentes y fraccionamiento de nitrógeno en el tercer tercio mostraron que la aplicación fraccionada de este elemento puede ser una alternativa para mejorar los niveles de producción y rendimiento de la caña de azúcar en este tercio; aunque, dependerá de varios factores como variedad, contenidos de MO, tipos de suelo, fuentes de N y el análisis económico relacionado al costo de aplicación del fertilizante. Las aplicaciones de vinaza y su efecto en las propiedades químicas de suelos depende principalmente de la composición química de la vinaza usada en cada ingenio; en general, se observó que las relaciones y concentraciones de cationes K, Ca y Mg bajaron en 13, 19 y 9%, respectivamente, el pH bajó de 6.6 a 6.4, la MO se incrementó en 3.9%; y, las relaciones de Ca/K y (Ca+Mg)/K muestran que la adición de vinaza ha permitido mantener el porcentaje de ocupación del K con respecto a la suma de bases luego de tres años de aplicación. En cuanto a producción, en el ingenio AGROAZUCAR en segunda soca, el tratamiento con 80 m³/ha mostró la mayor producción de caña y azúcar (72 TCH y 145 SAH); mientras que, sin vinaza solo produjo 54 TCH y 115 SAH. En el ingenio Valdez, los cinco tratamientos irrigados con vinaza mostraron similar producción de caña (TCH); únicamente el tratamiento con 90 m³/ha produjo 232 SAH. En seguimiento al uso de la vinaza, se evaluó el requerimiento de N en lotes aplicados con vinaza en el ingenio San Carlos, mostrando que dosis crecientes de N incrementaron la producción de caña y azúcar; por ejemplo, la dosis 150 kg de N/ha, produjo 87 TCH y 194 SAH.

El Laboratorio Químico procesó y analizó 4,978 muestras, en matrices de: caña, foliares, suelos, subproductos, fertilizantes orgánicos e inorgánicos, aguas, mieles, azúcar y productos especiales. A través del Comité de Laboratorios de la Industria Azucarera (CLAIA), se realizaron dos inter-comparaciones entre laboratorios. La primera se efectuó en septiembre en muestra de caña desfibrada en la que se obtuvieron coeficientes de variación (CV) de 5.48, 4.07, 9.27, 2.70 y 31.7% en brix, pol, fibra, humedad y azúcares reductores (AR), respectivamente. A pesar de que en dos variables el CV es alto, al calificar a los laboratorios con la prueba estadística z-score todos se muestran como satisfactorios. En la segunda inter-comparación realizada en octubre, en tres días diferentes, en jugo de caña, se obtuvieron coeficientes de variación de 0.79, 1.47 y 6.34% para brix, pol y azúcares reductores, en su orden; además, se analizaron soluciones de referencia de azúcares reductores (glucosa + fructosa) y sacarosa con la que se determinaron los porcentajes de recuperación obteniéndose entre 85.0 a 100.3% y 99.3 y 100.5%, respectivamente. El análisis del contenido de color y fenoles en tallos limpios de nueve variedades de caña fluctuó entre 5,198 a 11,248 UI y 535 a 733 ppm, respectivamente. Por otra parte, en un estudio realizado en 11 variedades, en muestras de tallos con 9% de trash vegetal (hojas y cogollos) en promedio el contenido de fenoles se incrementó en 19.5% y el color 70.5% en comparación a caña sin trash; y, el pol disminuyó 4.6%.

Debido a las restricciones de confinamiento y medidas de bioseguridad, durante este año, se realizaron varios seminarios a través de los sistemas Webinars. El más importante fue el lanzamiento de la variedad EC-09 que contó con más de 60 participantes. Otros temas abordados fueron manejo de plagas, manejo y muestreo de suelos y, varios talleres internacionales sobre producción sostenible de la caña de azúcar y evaluaciones de royas, entre otros.

Summary by the Director General of CINCAE

During 2020, humanity suffered an unprecedented health emergency due to the COVID-19 disease; and CINCAE and the Ecuadorian sugar industry were no exception. Despite this situation, research activities did not pause, continuing to provide important services such as diagnostic and physical-chemical analysis of soil and leaf tissue. The sugar mills, applying all the necessary biosafety measures, began the harvesting season in June in the Valdez sugar mill and July in AGROAZUCAR and San Carlos sugar mills. The three mills harvested 71,770.8 ha, which produced 5,707,271.9 MT of ground sugarcane, reaching a production of 530,171.2 MT of sugar. This cane and sugar production were under weather conditions very similar to those of 2019. The average monthly maximum temperature was around 30°C, the highest

being in April (32.4°C); while the lowest temperatures were recorded in August and September (20.4 and 20.6°C, respectively). The highest monthly average thermal oscillation happened in August, with 9.9°C, and the lowest in July at 7.6°C. The highest annual rainfall was recorded in AGROAZUCAR with 2,039.9 mm, followed by San Carlos with 1,437.1 mm and Valdez with 1,265.8 mm; Banatel station presented the lowest precipitation with 906.9 mm. This year's precipitation was significantly higher in AGROAZUCAR compared to 2019; while, in the other two mills precipitation was lower than the previous year. The daily average hours of sunlight or heliophany was 2 h 10 minutes, which is similar to 2019.

CINCAE's main achievement was the adoption of seven varieties, which are within the 10 most planted varieties at sugar mills and cane providers land; three of which, EC-02, EC-08 and ECU-01, have the best cane tonnages (average 86.9 TCH) and sugar yields (average of 8 TSH). This year, the Plant Breeding Program released a new improved variety named EC-09, which is characterized by its early maturity, high sugar content, good cane tonnage, good stem population (10 to 15 stems/m), excellent regrowth, and resistance to major foliar diseases. This year, the percentage of induced and flowered varieties, both at photoperiod house and open field system facilities, surpassed those obtained in the last six years. This facilitated the execution of 330 crosses with excellent quality of true seed and thus assisted in the continuation of the crossing plan. The selection strategy continued with the identification of crosses and clones with high sugar content. Several outstanding clones in the advanced states (III, IV and semi-comercial) and in the series 2010-11, 2012, 2013 and 2014 were found. The clones EC08-1267 and EC08-1265 were noted superior for their high sucrose content and cane production (TCH), greater than ECU-01 and CC85-92. Seed was delivered from these two clones and the EC09-694 to the three sugar mills to continue the last evaluations and seed production stage.

Research results and the application of the basic principles of integrated pest and disease management (IPM) in sugarcane cropping system have reduced the incidence of these phytosanitary problems. In the case of ratoon stunting disease (RSD) and leaf scald disease (LSD) dropped to 0.04% and 0.07%, from averages of 40% and 3% recorded in 1999, respectively. In addition, compliance with quarantine measures has prevented the entry of exotic sugarcane diseases and pests into our country. As a result of these measures, 10 varieties from LAICA, Costa Rica were incorporated this year into the Germplasm Collection. Other varieties from China, Guadeloupe, Mauritius, Philippines, Reunion Island, and RIDESA-Brazil are still in the quarantine process. There were 8,491 clones evaluated of the clonal selection of improved varieties; the evaluation was performed under natural conditions of infection of brown rust, *Puccinia melanocephala* and orange rust, *P. kuehni*. Most clones showed no symptoms to brown rust (97.0%) as well as to orange rust (98.2%). Mosaic virus (SCMV) was found only in family BP2017-14 (EC05-572 x EC-08) and BP2017-227 (B74132 x JA64-20). Another study assessed the degree of resistance of 37 promising clones and five introduced varieties to RSD. In the clean cane seed production program, a total of 19,062 tissue culture plants (*in vitro*) were established, of which 7,150 were used to grow the foundation seedling plot in CINCAE and the remaining plants were delivered to the sugar mills. In addition, 73,053 individual plants produced from individual buds were also delivered to San

Carlos (32%), Valdez (38%) and AGROAZUCAR (30%) sugar mills. Within the seed diagnosis services, a total of 1,504.6 ha was evaluated for RSD and LSD.

In terms of insect pests, leafhopper, *Perkinsiella saccharicida*, yellow aphid, *Sipha flava*, white aphid, *Melanaphis sacchari*, and stems borer, *Diatraea saccharalis*, remain the most prevalent ones in the region. Populations of the leafhopper did not increase thanks to its natural enemies, specially *Aprostocetus* spp. and *Zelus* spp. Regarding aphids, there was an forceful attack from the yellow aphid, starting at AGROAZUCAR sugar mill, with a population peak in September and continued until November and December in Valdez and San Carlos. These dates coincide with the water deficit period. The varieties displaying higher susceptibility for the aphid are ECU-01, EC-02, EC-08 and the EC08-1338 clone; while varieties EC-09, CC85-92, and clones EC08-1267 and EC08-2035 have been more tolerant. The white aphid increased in population in recent years, which is related to the new varieties planted in the region. However, this pest is of no economic importance as all research results for cane production (TCH) and sugar yield (%pol in cane) did not show significant reductions. An important factor in the management of these two species of aphids are its natural enemies, specially predators (coccinelides, syrphids and chrysopas), parasitoid (*Lysiphlebus testaceipes*) and the fungi *Lecanicillium lecanii*. In general, the stem borer showed low incidence levels in all three sugar mill's land; however, evaluations carried out in the Isabel María hacienda of San Carlos mill, showed incidence levels of 11.5% intensity of infestation (% I.I.) in the EC-08 variety and 4.6% I.I. in ECU-01, which represents a potential danger of this pest in this area. Natural or biological control of sugarcane cotton bug (*Orthezia* sp.), mainly with *Nephus* sp. and *Gitona brasiliensis*, remains the most appropriate measure of control of this pest. In velvet (*Mucuna* sp.), a legume used for rotation with sugar cane, a black insect pest causing damage to the plant was identified as *Allocoris* (= *Corimelaena*) *pulicaria* Germ. (Hemiptera, Thyreocoridae).

Nitrogen (N) is the most important element for sugarcane production in the lower basin of the Guayas River; therefore, it was necessary to validate N doses recommended in previous studies for commercial production fields of the sugar mills in the first and second periods of the harvesting season. Application of N varies between sugar mills, depending on organic matter (OM) contents, the dynamics of N, the type of soil, production potential, and agroclimatic conditions. In the Valdez sugar mill, 138 kg/ha is applied in all types of soils. At San Carlos and AGROAZUCAR sugar mills, fertilization is based on the production potential of each planting area. A study on sources and N breakage in the third harvesting phase showed that the fractional application of this element may be an alternative to improve the production and performance levels of sugarcane in this segment. However, this will depend on several factors such as variety, OM content, soil types, N sources, and the economic analysis related to the cost of fertilizer application. The application of vinasse and its effect on the chemical properties of soils depend mainly on the chemical composition of the vinasse used in each sugar mills field. It was observed that the ratios and concentrations of K, Ca and Mg cations dropped by 13, 19, and 9%, respectively, the pH went from 6.6 to 6.4, and the OM increased by 3.9%. Additionally, the ratios of Ca/K and (Ca+Mg)/K show that the addition of vinasse has allowed the continued percentage of occupancy of K with respect to the sum of bases after three years of application in the Valdez sugar mill. In terms of cane production, in the AGROAZUCAR

sugar mill, using a second ratoon crop plot, the treatment with 80 m³/ha showed the highest production of cane and sugar (72 TCH and 7.3 TSH). Without vinasse they only produced 54 TCH and 5.7 TSH. In Valdez mill, the five treatments irrigated with vinasse showed similar cane production (87 TCH); treatment with the application of 90 m³/ha of vinasse produced 11.6 TSH. In order to review N requirement in fields with vinasse application throughout the years, a study conducted showed that in San Carlos mill the increase of doses of N above the average resulted in increased cane and sugar production. For example, 150 kg de N/ha produced 87 TCH and 9.7 TSH.

The Chemistry Laboratory processed and analyzed 4,978 samples. These included matrices of cane stems, leaf tissue, soils, by-products, organic and inorganic fertilizers, water, molasses, sugar, and other sugarcane-related products. Through the Sugar Industry Laboratories Committee (CLAIA), two inter-comparisons were made between laboratories. The first one was performed in September in a sample of shredded cane obtaining variation coefficients (VC) of 5.48, 4.07, 9.27, 2.70, and 31.7% in brix, pol, fiber, moisture, and sugars reducers (SR), respectively. Although in two variables the VC is high, when the z-score statistical test was performed, all participant laboratories showed satisfactory levels. In the second inter-comparison made in October in cane juice, on three different days, variation coefficients were 0.79, 1.47 and 6.34% for brix, pol, and sugar reducers. In addition, reference solutions for sugars reducers (glucose + fructose) and sucrose were analyzed and used to determine the recovery percentages, which were between 85.0 to 100.3% and 99.3 to 100.5%, respectively. Analysis of color and phenols content using clean stems of nine cane varieties ranged from 5,198 to 11,248 IU and 535 to 733 ppm, respectively. In another study with eleven varieties, using stem samples together with 9% vegetable trash (leaves and plant tops), the phenol content increased on average by 19.5% and the color by 70.5%. On the other hand, %pole decreased by 4.6% compared to cane without trash.

Due to lock out restrictions and biosecurity measures during the COVID-19 pandemic, several seminars were held virtually. The most important was the launch of the EC-09 variety with more than 60 participants. Other topics addressed were pest management, soil management and sampling. Additionally, several international workshops on sustainable sugarcane production and rust assessments took place this year.



PROGRAMA DE **VARIETADES**

Edison Silva C.
Fabricio Martínez C.
Cervando Madrid L.
Tito León V.



RESUMEN

El resultado final de todo programa de mejoramiento de caña de azúcar es la entrega de nuevas variedades para que los productores las evalúen, adopten y siembren comercialmente. En este año, el Programa de Variedades de CINCAE liberó la variedad mejorada EC-09, cuyo código de selección corresponde al clon EC03-590 seleccionado de un cruzamiento entre las variedades Co270 y Co421 realizado en CINCAE durante el año 2002. En este largo proceso de selección, este clon se evaluó en cinco estados, entre dos a tres cortes, en diferentes ambientes de los tres ingenios auspiciantes. La variedad EC-09 se caracteriza por su madurez temprana y alto contenido de azúcar, buena producción de caña, muy buena población de tallos (10 a 15 tallos/m), excelente rebrote y resistencia a las principales enfermedades foliares. Es necesario destacar que en este año el porcentaje de variedades inducidas y florecidas, tanto en casa de fotoperiodo como en el sistema de campo abierto, fueron los más altos de los últimos seis años, lo que permitió obtener 330 cruzamientos. Además, la semilla sexual de esos cruzamientos fue de mejor calidad comparado con el periodo 2016 – 2019. En los estados iniciales (I y II) se continuó con la selección de cruzamientos y clones con altos contenidos de azúcar. En los estados avanzados (III, IV y semicomerciales), la selección de clones sobresalientes de las series 2010-11, 2012, 2013 y 2014 se realizó con base en su alta productividad de caña y azúcar en los ingenios, buena adaptación y estabilidad a los ambientes de evaluación. Los clones de la serie 2008-09 se evaluaron en ensayos semicomerciales, donde EC08-1267 y EC08-1265 se destacaron por su alto contenido de sacarosa y producción de caña, mayores a ECU-01 y CC85-92. Se entregó semilla de estos dos clones y del EC09-694 a los tres ingenios para continuar con la última fase de evaluación y producción de semilla comercial.

DESARROLLO DE VARIEDADES NACIONALES

Inducción de la floración

Este proceso se realiza en casa de fotoperiodo y campo abierto, en el primero se evaluaron 79 variedades y/o clones de la colección activa de germoplasma y de ellas se escogieron al azar 15 variedades a las cuales no se les aplicó luz artificial (testigo). En este ambiente, se inició el tratamiento de supresión de la inducción para días largos el 16 de marzo, aplicando 14 horas y 30 minutos de luz durante 60 días. El tratamiento de inducción inició el 15 de mayo con 12h55' de luz; este año se aplicaron diferentes reducciones diarias en los tres cubículos, así: en el cubículo 1 se probó la reducción de 50 segundos, en el cubículo 2 de 45" y en el cubículo 3 de 40 segundos. También se aplicaron diferentes temperaturas en los cubículos, con 23+/-1°C en el primero y 25+/-1°C en el segundo y tercero. En campo abierto (Figura 1), se evaluó la inducción y floración en la primera soca de 81 variedades sembradas en el 2019. El tratamiento de supresión se inició el 15 de abril y se aplicó una longitud de día de 14h30' durante 54 días. Luego, el tratamiento de inducción se inició el 8 de junio, con 13 horas de luz y reducciones diarias de 45 segundos.

En la casa de fotoperiodo se observó inducción en el 95.3% de las variedades (Cuadro 1) y flores en el 83.1% (promedio de las tres cámaras), porcentaje más alto de los obtenidos



Figura 1. Inducción de la floración en campo abierto. CINCAE, 2020.

en los seis últimos años (Figura 2). En campo abierto, de las 81 variedades evaluadas, el 93.8% presentaron inducción y el 92.5% florecieron, siendo mayor al obtenido en el 2019 (86.4%) en caña planta. En el testigo se observó el 20.0% de variedades inducidas y florecidas.

Al analizar y comparar un grupo de 49 variedades colocadas en los dos ambientes (casa de fotoperiodo y campo abierto), se observó que en el primero se obtuvieron 91.8% de variedades inducidas y 83.6% florecidas; mientras que, en el segundo (campo abierto) se presentaron 93.8% variedades inducidas y 91.8% florecidas (Figura 3). Los resultados obtenidos desde el 2016, muestran que el sistema de inducción de floración en campo abierto, bajo

Cuadro 1. Porcentajes de variedades y tallos inducidos y florecidos en casa de fotoperiodo, campo abierto y testigo. CINCAE, 2020.

UBICACIÓN	VARIEDADES			TALLOS	
	Evaluadas No.	Inducidas (%)	Florecidas (%)	Inducidos No.	Florecidos (%)
Cámara 1 (CF*)	79	89.8	74.6	79	89.8
Cámara 2 (CF)	79	98.7	87.3	79	98.7
Cámara 3 (CF)	79	97.4	87.3	79	97.4
Campo Abierto	81	93.8	92.5	81	93.8
Testigo	15	20.0	20.0	15	20.0

* CF= Casa de Fotoperiodo

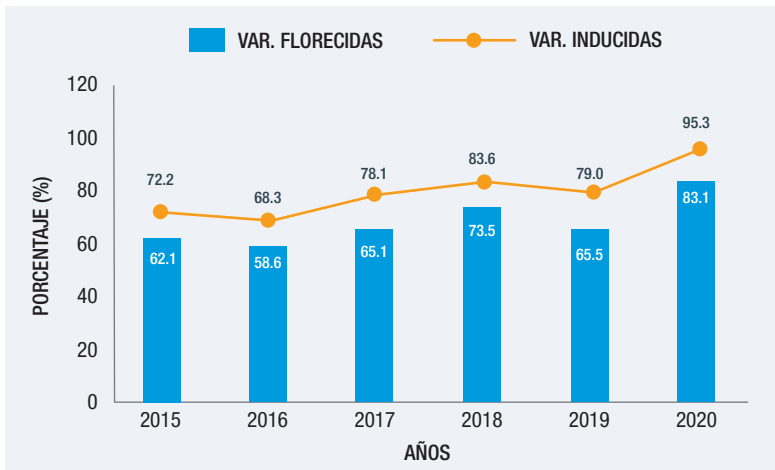


Figura 2. Porcentaje de inducción y floración en casa de fotoperiodo durante el periodo 2015 a 2020, CINCAE.

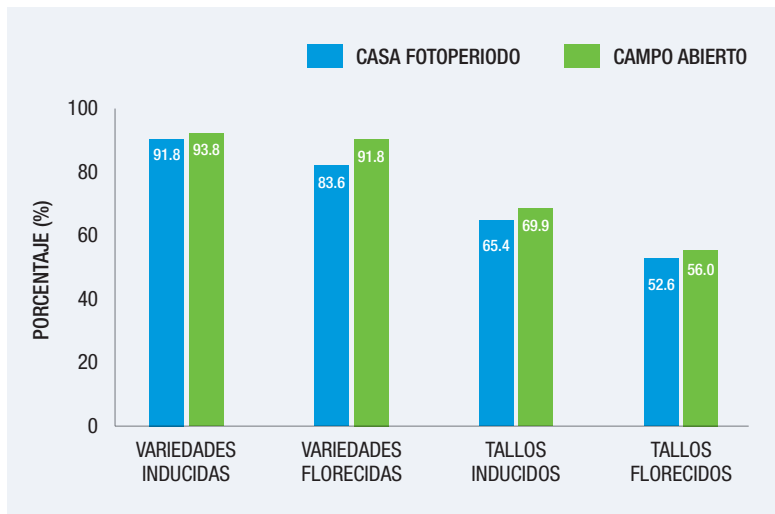


Figura 3. Porcentajes de variedades, tallos inducidos y tallos florecidos de 49 variedades evaluadas en casa de fotoperiodo y campo abierto. CINCAE, 2020.

nuestras condiciones ambientales, es similar en eficiencia a la casa de fotoperiodo (Figura 4).

Con las flores obtenidas en los dos ambientes de inducción se instalaron 330 cruzamientos: 286 cruza biparentales, 41 policruzamientos, dos autofecundaciones y un descarte.

Las pruebas de germinación en 0.5 g de semilla, mostraron que 259 cruzamientos (78.8%)

presentaron conteos superiores a 100 plantas, 64 cruzamientos (19.4%) con valores menores o iguales a 100 plantas y seis cruzamientos (1.8%) no germinaron. Estos resultados son los más altos de los últimos cinco años (Figura 4), y son consecuencia del mejor manejo de la solución hidropónica y mayor frecuencia en la recarga de machos realizado en este ciclo. También se obtuvo mayor cantidad de semilla por

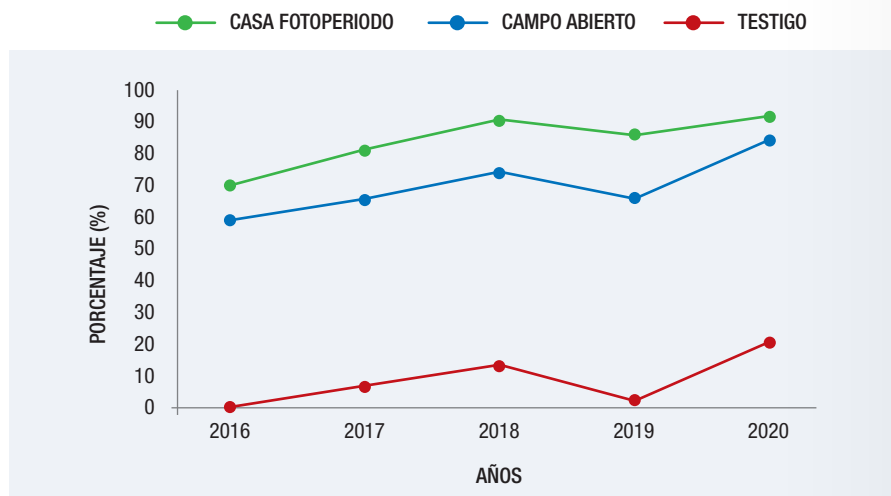


Figura 4. Porcentaje de variedades florecidas en casa de fotoperiodo, campo abierto y testigo, en el periodo 2016-2020. CINCAE.

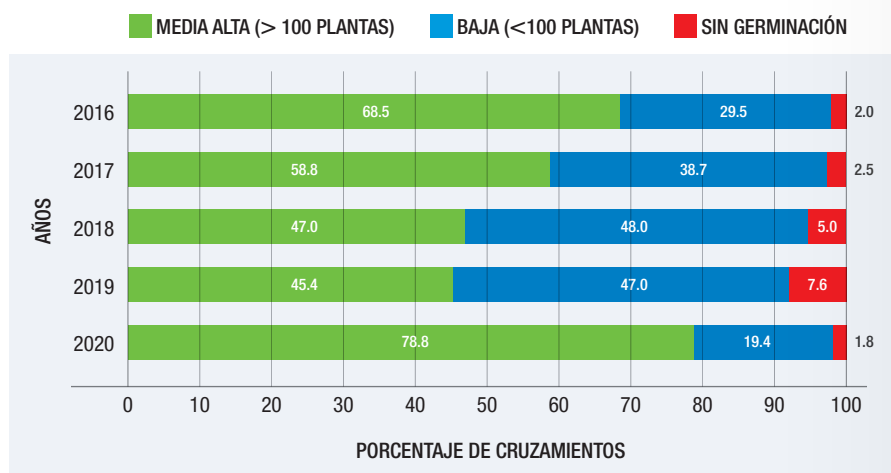


Figura 5. Clasificación de cruzamientos según el número de plantas germinadas de 0.5 g de semilla en el periodo 2016-2020. CINCAE.

cruzamiento (promedio 6.3 g), un gramo más que el obtenido en 2019 (promedio 5.3 g).

Estados de selección

El contenido de azúcar es una de las variables más importantes que se toma en cuenta durante todo el proceso de selección y especialmente en los estados iniciales (Estados I y II). Así, en las 300 familias del **estado I 2019** (caña planta) se evaluó

el rendimiento azucarero (% pol en caña) a los 12 meses de edad en una muestra de 10 tallos. Se identificaron 28 cruzamientos con promedios superiores a 13.1 % pol caña (valor igual al promedio de todos los cruzamientos más una desviación estándar). En el Cuadro 2 se incluyen a las 15 familias más sobresalientes, provenientes de cruzamientos con progenitores locales como las variedades EC-08, EC-06 y ECU-01 y varios clones

Cuadro 2. Rendimiento azucarero (% pol caña) de 15 cruzamientos sobresalientes del estado I -2019, caña planta. CINCAE, 2020.

CRUZAMIENTO	PROGENITOR		% POL CAÑA
	FEMENINO	MASCULINO	
BP-2017-36	EC14-816	EC-08	14.6
BP-2017-210	CC84-56	EC07-448	14.4
BP-2017-376	ECSP2000-1308	SP83-5073	14.2
BP-2013-118	M1176/77	Q63	14.0
BP-2017-339	ECSP2000-1308	RD75-11	13.9
BP-2017-179	PR67-1070	EC07-442	13.9
BP-2017-337	EC-06	ECU-01	13.7
BP-2013-191	BJ6905	B60276	13.7
BP-2017-217	ECSP2000-1314	SP79-2233	13.6
BP-2017-305	C1051-73	SP80-1842	13.5
BP-2017-186	B76398	RD75-11	13.5
BP-2017-233	ECSP2000-1314	C85-101	13.5
BP-2017-360	EC14-816	C85-101	13.5
BP-2017-359	ECSP01-441	ECSP2000-181	13.5
BP-2017-306	B60276	ECSP04-314	13.5
Promedio 272 cruzamientos			11.7
D.E.			1.4
C.V. (%)			11.8

* D.E = Desviación estándar; C.V = Coeficiente de variación

nacionales (ECSP2000-1308, ECSP2000-1314, entre otros); y, algunas variedades introducidas como RD75-11 y C85-101. Los resultados indican que todos estos genotipos, nacionales e introducidos, se caracterizan por transmitir a su progenie el alto contenido de azúcar que poseen.

Se realizó la selección clonal en primera soca en las 242 familias que formaban el **estado I 2018**, tomando en cuenta cepas con al menos siete tallos, sin volcamiento y escasa o nula floración. Como resultado, se seleccionaron 617 clones, especialmente de las familias con altos contenidos de azúcar en caña planta (2019). Los clones seleccionados pasaron a formar parte del nuevo estado II-2018.

En el **estado II 2017 (Caña planta)**, compuesto por 942 clones y tres variedades testigos (ECU-

01, EC-02 y CC85-92), se evaluaron las variables: población de tallos, apariencia general y presencia de enfermedades foliares, especialmente roya café y roya naranja, carbón y mosaico, y con esta información se preseleccionaron 319 clones. A los 12 meses, se tomó una muestra de seis tallos de cada uno y se realizó el análisis de calidad de la caña. Se identificaron 148 clones con contenidos medios de azúcar, promedio de 129 KATC (12.9 % pol caña), similares a las variedades testigo CC85-92 (126 KATC) y ECU-01 (127 KATC). Un grupo de 59 clones registraron altos contenidos (Promedio de 147 KATC), que superaron al mejor testigo (EC-02) que mostró un promedio de 134 KATC (Figura 6).

En el **estado II 2016 (Primera soca)**, constituido por 746 clones y las variedades testigos ECU-01, EC-02 y CC85-92, se evaluó el rebrote, población

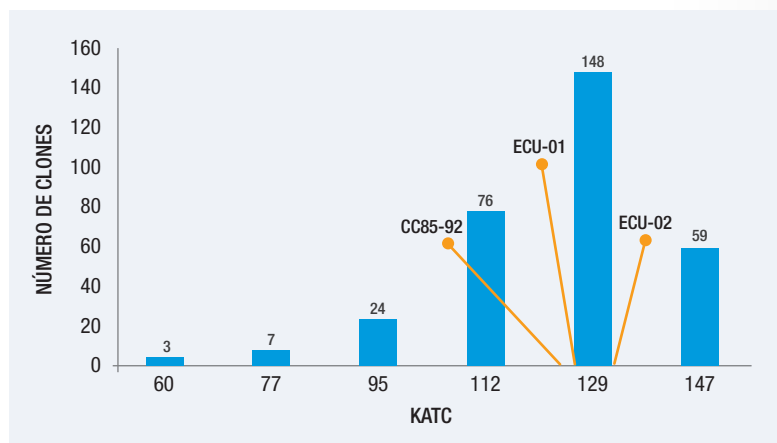


Figura 6. Distribución de 319 clones seleccionados del estado II 2017 en función del rendimiento de azúcar (KATC), evaluados en caña planta. CINCAE, 2020.

de tallos y la incidencia de enfermedades foliares (roya naranja y roya café). Tomando en cuenta la información obtenida en caña planta se seleccionaron 100 clones de los cuales se sembró un incremento de semilla para establecer en el próximo año agrícola el estado III de esta serie.

En cuanto a los estados avanzados de selección (III, IV y semicomerciales), se continuó con la evaluación de la adaptación y estabilidad de los clones a los diferentes ambientes de los tres ingenios auspiciantes. Así, en el **estado III 2013 (Primera soca)**, se evaluaron 78 clones y tres variedades testigo (ECU-01, EC-02 y CC85-92), en tres localidades: San Carlos (051202) en un suelo franco-limoso, AGROAZUCAR (Ruidoso A020-280) en franco arcillo-arenoso y Valdez (001-031) en un suelo franco arenoso, todos clasificados como Inceptisol. En todos los casos se usó el diseño alfa látice 9 x 9 con dos repeticiones, en parcelas de dos surcos de 15 m cada uno. La cosecha se realizó de forma mecanizada y se evaluó la producción en toneladas de caña por hectárea (TCH), el rendimiento azucarero en kilogramos de azúcar por tonelada de caña (KATC), y con esas variables se obtuvo la producción de azúcar en toneladas de azúcar por hectárea (TAH).

Se realizó el análisis combinado con los datos de las tres localidades. En la Figura 7 se muestran

los 10 clones que presentaron los promedios más altos para producción de azúcar (entre 10.7 y 11.9 TAH) y la mejor variedad testigo (EC-02) que alcanzó 10.8 TAH. Los clones EC12-417 y EC13-867 fueron los más sobresalientes con 11.9 y 11.8 TAH, respectivamente. Con esta información, más la obtenida en caña planta, se seleccionaron los 12 mejores clones y se estableció el estado IV de esta serie que se sembró en los tres ingenios.

El **estado III 2014 (Caña planta)** compuesto por 65 clones y cinco variedades testigo (ECU-01, EC-02, EC-08, EC-09 y CC85-92) se evaluó en tres localidades: San Carlos (100302) con suelo Vertisol (franco arcillo-limoso), AGROAZUCAR (Ruidoso A020-170) Inceptisol y Valdez (04026) en un Inceptisol. Se utilizó el diseño alfa látice 10 x 7 con dos repeticiones y cada parcela estuvo constituida de dos surcos de 15 m. La cosecha se realizó de forma mecanizada y se evaluaron las mismas variables de producción y rendimiento de azúcar, indicadas en el estado III 2013.

Se realizó el análisis combinado con datos de dos localidades (San Carlos y Valdez). En la Figura 8 se presentan los 10 mejores clones que alcanzaron promedios de 12.0 a 14.4 TAH y como mejor testigo se mostró la nueva variedad EC-09 con 12.6 TAH. Tres clones: EC14-245, EC14-287 y EC14-435, fueron los más productivos superando

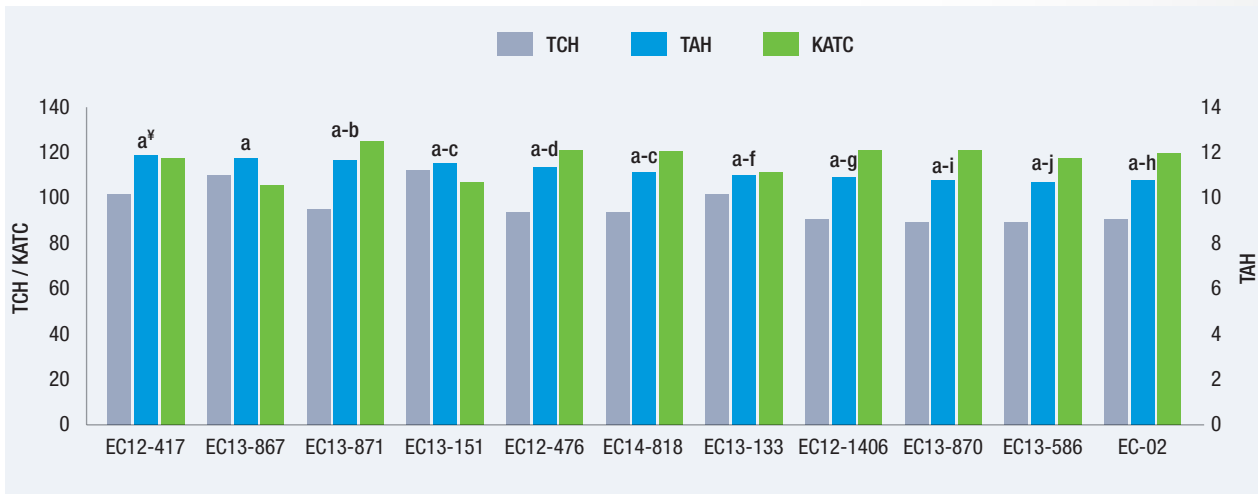


Figura 7. Promedios combinados de tres localidades para producción de caña (TCH), rendimiento de azúcar (KATC) y producción de azúcar (TAH) de 10 clones promisorios del estado III 2013 evaluados en primera soca. CINCAE, 2020.
 ¥ = Rangos de significación obtenidos por Tukey (P=0.05) para TAH.

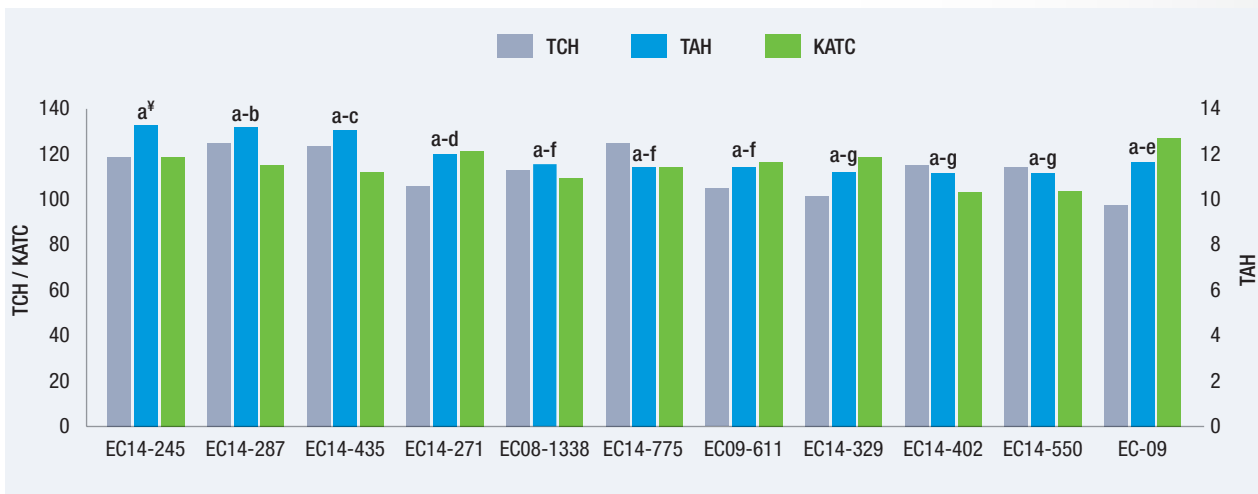


Figura 8. Promedios combinados de dos localidades para producción de caña (TCH), rendimiento de azúcar (KATC) y producción de azúcar (TAH) de los 10 mejores clones del estado III 2014 evaluados en caña planta. CINCAE, 2020.
 ¥ = Rangos de significación obtenidos por Tukey (P=0.05) para TAH.

con más de una tonelada de azúcar a EC-09. En los próximos años se seguirán evaluando en primera y segunda soca para confirmar su comportamiento.

El **estado IV 2010-11 (Caña planta)** conformado por 14 clones, dos variedades introducidas: CC99-2282 y CC93-7510, y dos testigos: ECU-01 y

CC85-92, se evaluó en tres localidades: ingenios San Carlos (033502 con suelo Entisol con textura franco arenoso), AGROAZUCAR (San Jacobo mod. A016-350 en suelo Inceptisol con textura franco arcilloso) y Valdez (004-019 con suelo Inceptisol con textura franco). Se registraron las variables: producción de caña (TCH), rendimiento de azúcar (KATC) y producción de azúcar (TAH). Las

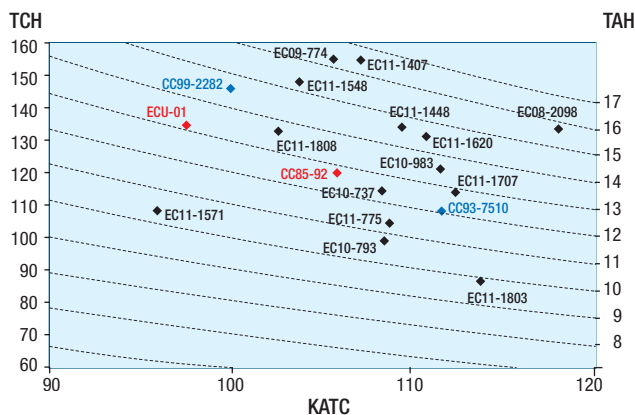


Figura 9. Curvas de isoproductividad con datos combinados de dos localidades de 14 clones del estado IV 2010-11, dos variedades introducidas y dos testigos. Caña planta, 2020.

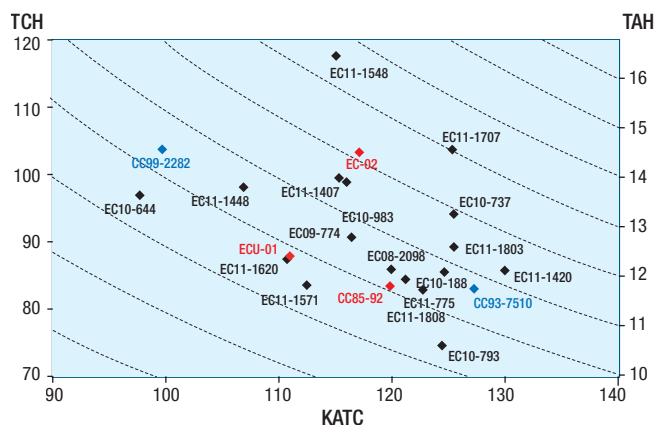


Figura 10. Curvas de isoproductividad con datos combinados de tres localidades de 17 clones del estado IV 2010-11, dos variedades introducidas y tres testigos. Primera soca, 2020.

medias combinadas de dos localidades se muestran en un gráfico de curvas de isoproductividad (Figura 9). Los clones EC11-1407 y EC09-774 presentaron los promedios más altos en producción de azúcar superando las 16 TAH; mientras que, en rendimiento azucarero destacaron los clones EC08-2098, EC11-1803 y EC11-1707 con valores superiores a 112 KATC. Entre las variedades introducidas destacó CC99-2282 con altas producciones de caña, pero presenta bajos contenidos de azúcar.

También se evaluó en primera soca, otro grupo del **estado IV 2010-11** compuesto por 17 clones, dos

variedades introducidas (CC99-2282 y CC93-7510) y tres testigos (ECU-01, EC-02 y CC85-92). Este ensayo está sembrado en tres localidades: ingenios, San Carlos (051202 en suelo Inceptisol con textura Franco-Franco limoso), AGROAZUCAR (Ruidoso mod. A020-280 en suelo Inceptisol con textura Franco arcillo arenoso) y Valdez (001-031 en suelo Inceptisol con textura Franco arenoso).

Los resultados de las evaluaciones para producción de caña y rendimiento de azúcar combinados de las tres localidades se indican en un gráfico de curvas de isoproductividad (Figura 10). Los clones EC11-1548, EC11-1707, presentaron los promedios más altos para producción de azúcar, con más de 13 TAH, siendo superiores al resto de tratamientos. En cuanto al rendimiento azucarero el clon EC11-1420 presentó el contenido de azúcar más alto, con 130 KATC. Los resultados obtenidos en caña planta y primera soca (2019 y 2020), permitieron preseleccionar los clones EC11-1407, EC11-1420, EC11-1448, EC11-1548, EC11-1707 y EC09-774, de los cuales se entregó semilla para que los ingenios auspiciantes continúen con el proceso de multiplicación y la siembra de ensayos semicomerciales.

Un grupo de 14 clones del **estado IV, serie 2012 (Caña planta)** y cuatro variedades introducidas R570, CC01-9922, M3035/66 y CC01-1940, más dos testigos: ECU-01 y CC85-92, se evaluaron en cuatro localidades: ingenio San Carlos (100302 con suelo Vertisol con textura Franco-arcilloso y 010802 con suelo Inceptisol con textura franco), Valdez (004-026 con suelo Inceptisol con textura franco arenoso) y AGROAZUCAR (Sausalito mod. A017-290 en suelo Vertisol con textura franco arcilloso). Las variables registradas fueron producción de caña (TCH), rendimiento de azúcar (KATC) y producción de azúcar (TAH).

Las curvas de isoproductividad de la Figura 11, muestran los promedios combinados de tres localidades. La variedad introducida

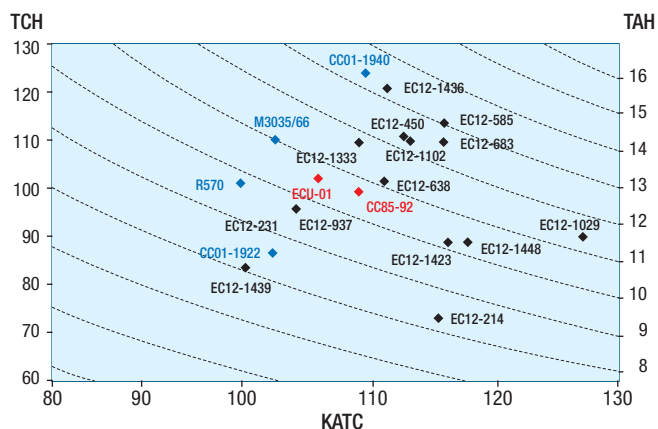


Figura 11. Curvas de isoproductividad con datos combinados de tres localidades de 14 clones del estado IV 2012, cuatro variedades introducidas y dos testigos. Caña planta, 2020.

CC01-1940 y los clones EC12-1436 y EC12-585 presentaron los promedios más altos en producción de azúcar, superando las 13 TAH. La variedad CC01-1940 y el clon EC12-1436 se destacan por su alta producción de caña que supera las 120 TCH, con contenidos medios de azúcar. El mejor rendimiento azucarero presentó el

clon EC12-1029 con 126 KATC, manteniendo esa característica en todas las localidades. Este grupo se seguirá evaluando en primera y segunda socas en los siguientes ciclos agrícolas.

En **pruebas semicomerciales** se evaluó la **serie 2008-09 (Caña planta)**, este ensayo estuvo conformado por cuatro clones: EC08-1265, EC08-1267, EC08-2035 y EC09-611 más tres testigos (ECU-01, CC85-92 y EC-09), sembrados en San Carlos (022203 de suelo Inceptisol con textura Franco limoso). El clon EC09-611 presentó la mayor producción de caña con 147 TCH (Cuadro 3). En cuanto a producción de azúcar, los clones EC08-1267 y EC08-1265 mostraron promedios superiores a 12.80 TAH, superando a los testigos ECU-01 y CC85-92 con 12.35 TAH y 10.25 TAH, respectivamente. Se entregó semilla a los tres ingenios para sembrar más ensayos semicomerciales en el próximo ciclo e identificar al clon o clones promisorios para liberarlos como nueva variedad EC.

Cuadro 3. Promedios para producción de caña (TCH), rendimiento de azúcar (KATC) y producción de azúcar (TAH), de cuatro clones de la serie 2008-09 y tres testigos en prueba semicomercial. Caña planta, San Carlos (022203). 2020.

CLON / VARIEDAD	TCH	KATC	TAH
EC08-1267	117.7 c	110.0 a [§]	12.95 a
EC08-1265	135.0 ab	94.6 ab	12.85 a
ECU-01 (T1)	129.2 bc	95.7 ab	12.35 a
EC-09 (T3)	133.9 ab	91.5 ab	12.25 a
EC08-2035	141.2 ab	84.9 b	12.05 a
EC09-611	147.3 a	77.5 b	11.40 a
CC85-92 (T2)	128.7 bc	79.6 b	10.25 a
C.V. (%)	6.1	11.4	14.7

§= Promedios seguidos por una misma letra en cada columna son iguales estadísticamente, Tukey (P=0.05).
T= Testigo; CV= Coeficiente de variación. TCH= Toneladas de caña por hectárea;
KATC= Kilogramos de azúcar por tonelada de caña; TAH= Toneladas de azúcar/ha.

Liberación de nueva variedad EC-09

Este año se liberó una nueva variedad mejorada denominada EC-09, con código de clon en selección correspondiente al EC03-590. Esta variedad proviene del cruzamiento realizado en CINCAE entre las variedades Co270 y Co421. La entrega se efectuó a través de una reunión virtual con la presencia de directivos y técnicos de los ingenios AGROAZUCAR, San Carlos y Valdez. En esta presentación se describieron las características agronómicas de la variedad (Figura 12), reacción a plagas y enfermedades, respuesta a diferentes suelos y dosis de fertilización; así como, datos de producción obtenidos durante el proceso de selección. Además, junto a técnicos de los ingenios se realizaron visitas de observación a lotes de producción de semilla y comerciales sembrados con la nueva variedad, en las cuales se analizaron sus características sobresalientes (Figura 13). Con la entrega de esta variedad los ingenios azucareros y cañicultores disponen de otra alternativa para diversificar su área de siembra con variedades mejoradas por CINCAE e incrementar la producción de caña y azúcar.



Figura 12. Aspecto general de la variedad EC-09 a los nueve meses de edad. Ingenio San Carlos. 2020.



Figura 13. Revisión del rebrote en primera soca de la variedad EC-09 en el ingenio San Carlos.



MANEJO DE **ENFERMEDADES**

Mayra Valdez A.
Fabián Fiallos E.
Ignacio Viteri M.



RESUMEN

Los resultados de investigación sobre el manejo de enfermedades en la caña de azúcar que realiza CINCAE, han permitido reducir a niveles muy bajos la incidencia de las principales enfermedades en los ingenios; por ejemplo, los niveles de raquitismo de la soca, *Leifsonia xyli* sbsp. *xily*, y escaldadura de la hoja, *Xanthomonas albilineans*, han bajado a 0.04% y 0.07%, respectivamente. Además, el cumplimiento de las medidas cuarentenarias ha evitado el ingreso de enfermedades y plagas exóticas a nuestro país. Como resultado de este proceso, en este año se incorporaron a la Colección de Germoplasma de CINCAE 10 variedades provenientes de LAICA, Costa Rica. Otras variedades de China, Guadalupe, Mauricio, Filipinas, isla Reunión y RIDESA-Brasil se encuentran aún en proceso cuarentenario. Dentro del proceso de selección se evaluó bajo condiciones naturales de infección el grado de incidencia de roya café, *Puccinia melanocephala* y roya naranja, *P. kuehni*, en 8,491 clones de los estados de selección, de los cuales el 98.26% de clones no presentaron síntomas a roya café y 97.08% a roya naranja. En caña planta, usando variedades susceptibles con surcos infectores intercalados, se evaluó la reacción de 127 clones y seis variedades introducidas a las royas café y naranja, de éstos solamente 17 clones mostraron reacción intermedia y el clon EC13-419 fue susceptible a roya café; para roya naranja 11 clones mostraron reacción intermedia y el clon EC14-242 fue susceptible. Las variedades introducidas CC99-2282, CC01-1922, CC01-1940 y M3035/66 y la variedad testigo EC-09, no presentaron síntomas de roya café; mientras que, CC93-7510 y R570 presentaron reacción intermedia. En el caso del virus del mosaico (SCMV), únicamente en las familias BP2017-14 (EC05-572 x EC-08) y BP2017-227 (B74132 x JA64-20) presentaron algunos clones con síntomas. No se observaron clones con carbón, *Sporisorium scitamineum* Sydow. También se evaluó el grado de resistencia a raquitismo de la soca de 37 clones promisorios y cinco variedades introducidas. En cuanto a producción de semilla sana, se obtuvieron 19,062 plantas meristemáticas (*in vitro*), de las cuales 7,150 se usaron para establecer el semillero fundación en CINCAE y las demás se entregaron a los ingenios auspiciantes. También se entregaron 73,053 plantas de yemas individuales a los ingenios San Carlos (32%), Valdez (38%) y AGROAZUCAR (30%). Se diagnosticaron 1,504.6 ha de semilleros para raquitismo y escaldadura, con 25,890 muestras de tallos y hojas (TVD+3).

EVALUACIÓN DE VARIEDADES INTRODUCIDAS

1. Cuarentena cerrada.

En el proceso de intercambio o introducción de variedades, la Agencia de Regulación y Control Fito-zoosanitario (AGROCALIDAD), aprobó el establecimiento de un nuevo punto de ingreso de material cuarentenario en la Estación Experimental del CINCAE para plantas meristemáticas o *in vitro* (Figura 1). En julio del 2020 se introdujeron plantas *in vitro* de seis variedades de caña de azúcar correspondientes a un convenio del ingenio AGROAZUCAR con la Red Interuniversitaria para el Desarrollo Sucroenergético de Brasil (RIDESA-UFSC). Las variedades importadas son: RB015177, RB012046, RB0442, RB005014, RB961003 y RB035159, las que no presentaron síntomas de enfermedades exóticas en esta etapa cuarentenaria. Después de cuatro meses que se cumplió el periodo de aclimatación y observaciones fitosanitarias, se trasladaron a la estación de cuarentena abierta ubicada en el recinto Cerecita, provincia del Guayas (Figura 2).

Dentro del convenio de intercambio de germoplasma entre CINCAE y el Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD), se exportaron a Francia las variedades EC-02, EC-07, EC-08 y EC-09 (Figura 3).



Figura 1. Plantas en proceso de “endurecimiento” en el nuevo punto de ingreso cuarentenario en la Estación Experimental del CINCAE de seis variedades del convenio AGROAZUCAR - RIDESA. CINCAE, 2020.



Figura 2. Siembra de las variedades de RIDESA (RB015177, RB012046, RB0442, RB005014, RB961003 y RB035159) en la estación de cuarentena abierta o pos-entrada. CINCAE, 2020.



Figura 3. Yemas individuales de las variedades EC-02, EC-07, EC-08 y EC-09 para exportación al Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) – Francia, como intercambio de germoplasma. CINCAE, 2020.

2. Cuarentena pos-entrada.

Luego del control fitosanitario efectuado por AGROCALIDAD en la estación de Cuarentena Cerrada ubicada en Bullcay, provincia del Azuay, se tomaron muestras de cinco variedades del CIRAD, cuyos orígenes son: China (GT-18), Guadalupe (FR89-746), Mauricio (M228398), Filipinas (PSR06-041) y Reunión (R 586) (Figura 4), las mismas que pasarán, a la cuarentena abierta, localizada en Cerecita, para continuar con la evaluación fitosanitaria respectiva.

Después de haber cumplido el periodo cuarentenario, pasaron a la Colección de Germoplasma de CINCAE las variedades LAICA03-328, LAICA07-26, LAICA09-370, LAICA09-374, LAICA09-375, LAICA10-30, LAICA10-207, LAICA10-804, LAICA12-340 y LAICA12-344, provenientes de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), Costa Rica. Para el efecto se hizo el tratamiento hidrotérmico a la semilla, por una hora a 51°C, debido a la presencia del raquitismo de la soca (RSD), *Leifsonia xily* subsp. *xily*, en todas las variedades. Con respecto a roya café, las variedades LAICA10-804 y LAICA12-344 se comportaron susceptibles, y LAICA10-207 y LAICA12-340 intermedias. La variedad LAICA07-26 resultó altamente susceptible a



Figura 4. Obtención de semilla de las variedades GT-18, FR89-746, M228398, PSR06-041 y R586 en la Cuarentena Cerrada. Bullcay, Azuay. CINCAE, 2020.

mosaico (100% de incidencia), por lo que podría ser descartada en caso de persistencia luego de la limpieza mediante cultivo de tejidos.

EVALUACIÓN DE VARIETADES NACIONALES

1. Evaluación de la incidencia de enfermedades en clones de diferentes estados de selección.

Se evaluaron 8,470 clones en condiciones naturales de infección, de los cuales se detectaron 147 clones (1.74%) con síntomas de roya café (*Puccinia melanocephala*) y 247 clones (2.92%) con síntomas de roya naranja (*P. kuehni*), basado en la escala de Purdy and Dean (1980)¹. La severidad promedio de clones infectados con roya café alcanzó 2.76% y roya naranja 3.22%. En el caso del virus del mosaico, solamente en los cruzamientos BP2017-14 (EC05-572 x EC-08) y BP2017-227 (B74132 x JA64-20) se presentaron clones con síntomas de esta enfermedad con incidencia de 7.5% y 2.5%, respectivamente. No se observaron clones con síntomas de carbón de la caña de azúcar (Cuadro 1).

En el **estado IV2010-2011** (n=17), primera soca, localizado en el ingenio San Carlos, lote 051202, los clones EC10-188, EC11-755 y EC11-15-48 presentaron reacción intermedia (Grado 5) para roya café, con severidades no superior al 0.1%; mientras que, la variedad CC85-92 mostró un promedio de 5% de severidad.

En el ensayo **semi-comercial 2008-2009**, ubicado en el ingenio San Carlos, lote 022203, compuesto de cuatro clones en caña planta, el clon EC09-611 presentó roya común con una severidad de 7.7% en la hoja TVD+3 y grado de reacción

intermedia. También en otras evaluaciones realizadas a mediados de diciembre en el mismo ingenio en semilleros incrementos de este clon, ubicados en los lotes 022301 y 031001, se observó igual comportamiento con respecto a esta enfermedad. En el caso de la CC85-92 alcanzó 10% de severidad. El clon EC08-2035, localizado en el lote 022301 (semillero), presentó síntomas a escaldadura de la hoja (LSD) con una incidencia promedio de 9.8%.

2. Reacción de clones del estado IV de selección y variedades introducidas a roya café (*Puccinia melanocephala*) y roya naranja (*P. kuehni*).

En este ensayo se evaluaron 14 clones del estado IV 2012, cuatro variedades introducidas y cinco variedades testigos susceptibles a estas enfermedades; se utilizaron surcos dispersores con variedades susceptibles, sembrados en forma intercalada. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por un surco de 5 m de largo y 1.5 m entre hileras. Para la calificación de la reacción de los clones se utilizó la escala de Chavarría (2006)², basada en la escala de Esquivel (1980)³ y su equivalencia con la escala internacional de la ISSCT (Purdy,

Cuadro 1. Número de clones con síntomas de roya café (*Puccinia melanocephala*) y roya naranja (*P. kuehni*) en el Estado I-2018, clasificados según escala de Purdy and Dean (1980). CINCAE, 2020.

PARÁMETROS	ROYA CAFÉ	ROYA NARANJA
Total de clones evaluados	8,470	8,470
Números de clones no infectados	8,323	8,223
Números de clones infectados	147	247
% de Incidencia	1.74	2.92
Severidad Promedio (Clones infectados)	2.76	3.22
Severidad Promedio (Incluyendo Clones no infectados)	0.05	0.11

¹ Purdy LH, Dean JL. 1980. Un sistema para registrar los datos sobre las interacciones entre la roya de la caña de azúcar y el hospedero. Seminario interamericano de la caña de azúcar. 1. Enfermedades de la caña de azúcar. Memorias, Miami 8-10 Oct, 1980. Vanguard, Miami. Pp. 177-180.

² Chavarría Erick, 2006. Escalas descriptivas para la evaluación de enfermedades de la caña de azúcar. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar, Dirección de Investigación y Extensión de la caña de azúcar, San José, Costa rica, septiembre 2006. Pp. 12-17.

1980). De los clones evaluados, 12 clones no presentaron síntomas de roya café y dos clones (EC12-1333 y EC12-1029) mostraron una reacción intermedia, con desarrollo de pústulas en la lámina foliar y severidades inferiores al 0.1%. Las variedades introducidas CC01-1922, CC01-1940, M3035/66 y R570 no presentaron síntomas; mientras que, las variedades testigos B43-62, Khakai y el clon EC01-744, calificaron como susceptibles. Para roya naranja, los clones EC12-683, EC12-1102 y la variedad introducida R570 presentaron síntomas de la enfermedad, con un grado de reacción intermedia y con severidades de 0.1, 5.0 y 1.0%, respectivamente. El clon EC01-744 y la variedad introducida SP79-2233 (testigos), calificaron como susceptibles (severidad entre 15.0 y 18%) (Cuadro 2).

En otro ensayo, siguiendo la misma metodología indicada anteriormente, se determinó la reacción a roya café y roya naranja de 15 clones del **estado IV 2010-11**, 10 clones de las **series 2006 (1), 2007 (1) y 2008-09 (8)** y, las variedades CC93-7510, CC99-2282 y EC-09. Para roya café, los clones EC10-188, EC10-793, EC11-1707, EC09-611, EC11-755, EC11-1548 y EC08-1338 presentaron reacción intermedia; mientras que, las variedades que se utilizaron como infectoras (EC01-744 y B43-62) resultaron con 15% y 23.3% de severidad en la hoja TVD+3. Para roya naranja el clon EC10-737 y la variedad CC93-7510 se comportaron como intermedios. La variedad SP79-2233 y el clon EC01-744 se manifestaron susceptibles (Cuadro 3). La nueva variedad del CINCAE, **EC-09** resultó resistente a ambas enfermedades.

En el **estado III 2013**, se evaluaron 28 clones, de los cuales un alto porcentaje resultaron resistentes a ambos tipos de roya. Para roya café el 85.71% de clones fueron resistentes,

Cuadro 2. Reacción de cuatro clones del estado IV-2012, la variedad introducida R570 y cinco testigos susceptibles a roya café (*Puccinia melanocephala*) y roya naranja (*P. kuehni*). CINCAE, 2020, caña planta.

CLON / VARIEDAD	ROYA CAFÉ		ROYA NARANJA		REACCIÓN
	R ^{2/}	S ^{3/}	R ^{2/}	S ^{3/}	
CC85-92 ^{1/}	5	1.0	0	0.0	Intermedio
EC12-1029	5	1.0	0	0.0	
EC12-1102	0	0.0	5	5.0	
EC12-1333	5	0.1	0	0.0	
EC12-683	0	0.0	5	0.1	
R570	0	0.0	5	1.0	Susceptible
B43-62 ^{1/}	8	30.0	0	0.0	
EC01-744 ^{1/}	6	10.0	7	15.0	
KhaKai ^{1/}	7	15.0	0	0.0	
SP79-2233 ^{1/}	0	0.0	7	18.0	

1/ Testigos 2/ Grado de reacción (0-9) 3/ Severidad (0-100%)

Cuadro 3. Reacción de seis clones del estado IV 2010-11, dos clones promisorios de las series 2008-09, la variedad CC93-7510 y cinco testigos a roya café (*Puccinia melanocephala*) y roya naranja (*P. kuehni*), caña planta. CINCAE, 2020.

CLON / VARIEDAD	ROYA CAFÉ		ROYA NARANJA		REACCIÓN
	R ^{2/}	S ^{3/}	R ^{2/}	S ^{3/}	
EC08-1338	5	5.0	0	0.0	Intermedio
CC85-92 ^{1/}	5	5.0	0	0.0	
CC93-7510	0	0.0	5	5.0	
EC09-611	5	1.0	0	0.0	
EC10-188	5	0.1	0	0.0	
EC10-737	0	0.0	5	5.0	
EC10-793	5	1.0	0	0.0	
EC11-1548	5	5.0	0	0.0	
EC11-1707	5	1.0	0	0.0	
EC11-775	5	5.0	0	0.0	
B43-62 ^{1/}	7	23.3	0	0.0	Susceptible
EC01-744 ^{1/}	7	15.0	7	15.0	
EC06-781 ^{1/}	7	18.0	0	0.0	
SP79-2233 ^{1/}	0	0.0	8	20.0	

1/ Testigos 2/ Grado de reacción (0-9) 3/ Severidad (0-100%)

³ Esquivel, E. A. 1980. La Roya de la Caña De Azúcar (*Puccinia* spp.): Aspectos básicos y revisión de la situación actual. Boletín GEPLACEA No 14.

Cuadro 4. Reacción de cinco clones del estado III 2013 y cuatro testigos a roya café (*Puccinia melanocephala*) y roya naranja (*P. kuehni*), en caña planta. CINCAE, 2020.

CLON / VARIEDAD	ROYA CAFÉ		ROYA NARANJA		REACCIÓN
	R ^{2/}	S ^{3/}	R ^{2/}	S ^{3/}	
EC12-519	5	5.0	0	0,0	Intermedio
EC12-791	0	0.0	5	1,0	
EC13-331	5	0.1	0	0,0	
EC13-870	5	0.2	0	0,0	
EC13-493	6	0.3	0	0,0	Susceptible
B43-62 ^{1/}	7	0.4	0	0,0	
E01-744 ^{1/}	5	0.5	7	15,0	
EC06-781 ^{1/}	7	0.6	0	0,0	
SP79-2233 ^{1/}	0	0.7	6	10,0	

1/ Testigos 2/ Grado de reacción (0-9) 3/ Severidad (0-100%)

Cuadro 5. Reacción de 12 clones del estado III 2014 y testigos susceptibles a roya café (*Puccinia melanocephala*) y roya naranja (*P. kuehni*), caña planta. CINCAE, 2020.

CLON / VARIEDAD	ROYA CAFÉ		ROYA NARANJA		REACCIÓN
	R ^{2/}	S ^{3/}	R ^{2/}	S ^{3/}	
CC85-92 ^{1/}	5	5.0	0	0.0	Intermedio
EC11-961	5	5.0	0	0.0	
EC14-021	0	0.0	5	5.0	
EC14-259	0	0.0	5	0.1	
EC14-329	0	0.0	5	1.0	
EC14-402	5	0.1	0	0.0	
EC14-435	0	0.0	5	0.1	
EC14-586	5	5.0	0	0.0	
EC14-702	0	0.0	5	0.1	
EC14-744	5	5.0	0	0.0	
EC14-763	0	0.0	5	0.1	
EC14-800	0	0.0	5	5.0	
EC14-242	0	0.0	6	10.0	Susceptible
B43-62 ^{1/}	8	18.0	0	0.0	
E01-744 ^{1/}	6	10.0	6	12.0	
SP79-2233 ^{1/}	0	0.0	7	15.0	

1/ Testigos 2/ Grado de reacción (0-9) 3/ Severidad (0-100%)

únicamente los clones EC13-331, EC13-870 y EC12-519 mostraron grado intermedio; y, EC13-493 susceptible. Las variedades testigos EC06-781 y B43-62 clasificaron como susceptibles. Para roya naranja, el 96.43% de los clones resultaron resistentes, el clon EC12-791 susceptible; y, las variedades infectoras SP79-2233 y EC01-744 muy susceptibles (Cuadro 4).

En otro ensayo y con el uso de plantas dispersoras, se evaluó la reacción de 60 clones del **estado III 2014** y cinco clones promisorios de la serie 2008-09 a roya café y roya naranja. Para roya café, el 93.3% de los clones resultaron resistentes, únicamente los clones EC14-402, EC14-586, EC14-744 y EC11-961 presentaron grado de reacción intermedio con severidad de hasta 5%. En el caso de roya naranja, el 86.7% de clones fueron resistentes; los clones EC14-702, EC14-259, EC14-763, EC14-435, EC14-021, EC14-329 y EC14-800 presentaron reacción intermedia; y, el clon EC14-242 fue susceptible (Cuadro 5). Por otra parte, los cinco clones promisorios de la serie 2008-2009 resultaron resistentes a estas enfermedades. Las variedades testigos utilizadas para roya café presentaron una reacción intermedia (CC85-92) y susceptibles (EC01-744 y B43-62). Para roya naranja las variedades infectoras SP79-2233 y EC01-744 se mostraron susceptibles.

3. Reacción al raquitismo de la soca (RSD) (*Leifsonia xyl* subsp. *xily*) de clones promisorios en distintos estados de selección y las variedades EC-09, CC93-7510, CC99-2282, CC01-1922, CC01-1940, M3035/66 y R570.

Se evaluó la reacción al raquitismo de la soca (RSD), *Leifsonia xyl* subsp. *xily* de los clones de la serie 2004, 2006, 2007, 2008-09 y 2010-11, la variedad EC-09 y las variedades introducidas CC93-7510 y CC99-2282. Previo a la siembra se inoculó la semilla mediante corte de los esquejes

Cuadro 6. Reacción a raquitismo de la soca de 37 clones promisorios de las series 2004, 2006, 2007, 2008-09 y 2010-11, y las variedades EC-09, CC93-7510, ECU-01, PCGA12-745 y CC99-2282 en primera soca. CINCAE, 2020.

REACCIÓN	INCIDENCIA (%)	CLONES Y VARIEDADES				
Resistentes	0.0 - 2.0	EC06-352	EC08-1258	EC08-1267	ECSP04-316	ECSP07-287
Moderadamente resistentes	2.1 - 3.0	EC10-983				
Moderadamente susceptibles	3.1 - 5.0	ECSP04-323				
Susceptibles	5.1 - 10.0	EC09-870 EC09-611	ECSP04-043 EC11-1620	EC09-905	EC09-237	EC09-694
	10.1 - 20.0	EC08-1296 ECU-01 1/	EC08-1891 EC11-1548	EC08-1265 EC08-1260	EC08-1254 EC10-737	EC10-793
	20.1 - 30.0	EC-09 EC11-1707	EC11-1420	EC08-2098	EC11-775	EC08-1338
	30.1 - 40.0	EC10-188 EC11-1803	ECSP04-314 EC09-744	EC11-1407	EC10-644	EC11-1571
	> 40.1	CC99-2282 CC93-7510	PCGA12-745 ^{1/}	EC09-603	EC11-1808	EC08-2035

1/ Testigos

con un machete sumergido en jugo de la variedad PCGA12-745 (Azul Casagrande) infectada con raquitismo. El experimento se dispuso en un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por un surco de 10 m de largo y 1.5 m de separación entre hileras. Para la calificación de la reacción de los clones se utilizó la escala de Comstock (2001)⁴.

El porcentaje de clones susceptibles se incrementó de 57.5% a 82.4%, en comparación con la caña planta, corroborando el incremento de poblaciones de la bacteria en variedades susceptibles en caña soca transmitida mediante herramientas de corte. Los clones EC09-603, EC11-1808 y EC08-2035 y, las variedades CC99-2282 y CC93-7510 superaron el 40.1% de incidencia de entre 37 clones evaluados (Cuadro 6). La variedad EC-09 obtuvo 20.2% de incidencia y las variedades testigos ECU-01 y PCGA12-745, 11.7% y 47.9%, respectivamente. Los clones EC06-352, EC08-

1258, EC08-1267, ECSP04-316 y ECSP07-287 presentaron resistencia a la bacteria tanto en caña planta como en primera soca.

En otro ensayo se evaluó la reacción al raquitismo de los clones promisorios de la **serie 2008-09** y las variedades EC-02, EC-05, EC-07, EC-08 y EC-09, en caña planta. El material de siembra se inoculó mediante el corte de los esquejes con un machete infectado con la bacteria *L. xyli* subsp. *xyli*. Los clones EC06-352, EC08-1267 y EC09-611 mostraron alto grado de resistencia; mientras que, los clones EC08-1265, EC08-1338, EC08-2035 y las variedades ECU-01, EC-05, EC-08 y EC-09 se clasificaron como susceptibles; siendo la variedad EC-08 y el clon EC08-2035 los que presentaron los porcentajes más altos de incidencia (> 40.1%) (Cuadro 7).

En otro ensayo, usando la misma metodología indicada anteriormente, se evaluó la reacción a RSD, en caña planta, de 14 clones del **estado IV 2012**, las variedades introducidas M3035/66,

⁴ Comstock J.C. 2001. Breeding for ratoon stunting disease resistance; is it both possible and effective? En: Proceedings, Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists ISSCT, 24. Brisbane, Australia. Sep. 17 – 21. pp. 471-476.

Cuadro 7. Reacción de los clones de las series 2006 y 2008-09 y las variedades EC2, EC05, EC07, EC08 y EC09, a raquitismo de la soca (*Leifsonia xyli* sbsp. *xyli*), caña planta. CINCAE, 2020.

REACCIÓN	INCIDENCIA (%)	CLONES Y VARIEDADES		
Resistentes	0.0 - 2.0	EC06-352	EC08-1267	EC09-611
Moderadamente resistentes	2.1 - 3.0	EC-07		
Moderadamente susceptibles	3.1 - 5.0	EC-02	EC09-694	
Susceptibles	10.1 - 20.0	ECU-011/	EC-05	
	20.1 - 30.0	EC08-1265	EC-09	EC08-1338
	30.1 - 40.0	PCGA12-745 ^{1/}		
	> 40.1	EC-08	EC08-2035	

1/ Testigos

Cuadro 8. Reacción de 14 clones del estado IV 2012 y las variedades introducidas M3035/66, R570, CC01-1940 y CC01-1922 a raquitismo de la soca (*Leifsonia xyli* sbsp. *xyli*), caña planta. CINCAE, 2020.

REACCIÓN	INCIDENCIA (%)	CLONES Y VARIEDADES		
Resistentes	0.0 - 2.0	EC12-1029		
Moderadamente resistentes	2.1 - 3.0	M3035/66	EC12-1436	
Moderadamente susceptibles	3.1 - 5.0	EC12-638	EC12-231	EC12-1439
Susceptibles	10.1 - 20.0	EC12-585	EC12-1102	EC12-937
		ECU-011/	CC01-1940	EC12-683
		R570	EC12-214	EC12-1333
	20.1 - 30.0	EC12-450		
30.1 - 40.0	EC12-1423	PCGA12-745 ^{1/}		
> 40.1	EC12-1448	CC01-1922		

1/ Testigos

R570, CC01-1940 y CC01-1922; y, las variedades ECU-01 y PCGA12-745 (Azul Casagrande) como testigos susceptibles. El clon EC12-1029 calificó como resistente y, el clon EC12-1436 y la variedad introducida M3035/66 como moderadamente resistentes. Tres clones se catalogaron como moderadamente susceptibles. Nueve clones se calificaron como susceptibles, tres con incidencia entre 10.1 y 20.0%, compartiendo este rango con las variedades EC-01, CC01-1940 y R570. El clon EC12-1448 y la variedad CC01-1922 mostraron la incidencia más alta (>40.1%) (Cuadro 8).

OBTENCIÓN DE SEMILLA SANA

Y SEGUIMIENTO A SEMILLEROS

1. Obtención de plantas mediante cultivo de tejidos (meristemos).

Durante este año se obtuvieron 19,062 plantas meristemáticas correspondientes a siete variedades nacionales, 11 variedades introducidas, siete clones promisorios y una variedad proveniente de cuarentena cerrada (Figura 5). Las plántulas de las variedades nacionales se utilizaron en la siembra de los semilleros fundación y los materiales provenientes de cuarentena cerrada se siembran en Cuarentena Pos-entrada.

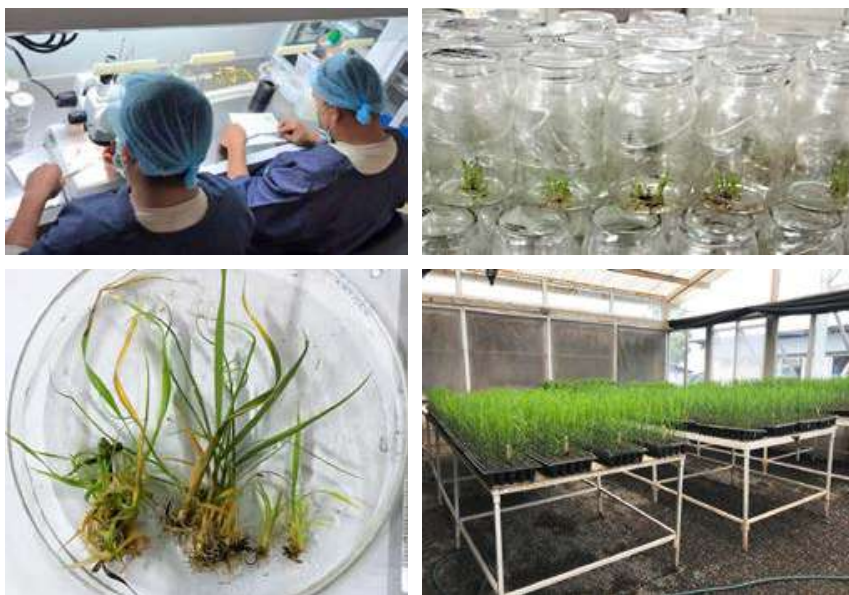


Figura 5. Propagación de plantas meristemáticas *in vitro* y aclimatización en invernadero. CINCAE, 2020.

Por otra parte, se apoyó al proyecto de diversificación de variedades del ingenio AGROAZUCAR, mediante el proceso cuarentenario y la aclimatación de 6,740 plántulas de seis variedades provenientes de RIDESA de Brasil. Las plantas *in vitro* se mantuvieron y multiplicaron en medios de cultivo, posteriormente en invernadero para su aclimatación y finalmente se transportaron a la estación de cuarentena post-entrada, ubicada en Cerecita (Cuadro 9). También, se entregaron 6,530 plantas meristemáticas de diferentes

variedades, nacionales e introducidas, para semilleros en los ingenios Valdez y San Carlos.

2. Semillero Fundación.

En el presente año se sembró 0.53 ha. de semillero fundación en CINCAE con plantas meristemáticas de diferentes variedades (Figura 6). El primer semillero se sembró en el lote 20b el 20 de mayo de 2020 con 2,450 plantas, con las siguientes variedades: EC-07 (1,600 plantas) y CC01-1940 (850 plantas). Se realizó en retro-corte (corte

Cuadro 9. Plantas meristemáticas introducidas de RIDESA- Brasil en diferentes etapas de micropropagación y aclimatación. CINCAE 2020.

VARIEDAD	MS2	MS3	FASE 1	FASE 2
RB015177	0	300	1,500	1,450
RB012046	0	250	760	750
RB961003	0	300	1,650	1,600
RB0442	0	300	1,400	1,350
RB035159	26	300	1,600	1,550
RB005014*	10	120	40	40
TOTAL	36	1.570	6,950	6,740

* Variedad de pobre respuesta a medio de cultivo; MS2=Medio cultivo multiplicación; MS3=Medio de enraizamiento; FASE1=Adaptación invernadero; FASE2=Crecimiento en gavetas para trasplante.



Figura 6. Siembra de semillero fundación 2020, con plantas meristemáticas, lotes 15 y 19b de CINCAE.

anticipado) a los siete meses de edad en diciembre del 2020 para disponer de semilla en julio de 2021. En el segundo semillero se sembraron 4,700 plantas el 02 de diciembre de 2020, ubicado en el lote 15 con las siguientes variedades: EC-08 (2,300 plantas), EC-09 (750 plantas), CC85-92 (1,320 plantas) y LAICA09-375 (180 plantas).

3. Entrega de semilla sana proveniente de yemas individuales.

Durante el 2020 se produjo un total de 73,053 plantas de yemas individuales obtenidas de los semilleros fundación de CINCAE, y en noviembre de este año se atendió la demanda de los ingenios auspiciantes: AGROAZUCAR, con 22,000 plantas; San Carlos, 23,250 y Valdez, 27,803; para sembrar sus semilleros básicos (Figuras 7 y 8).

También se entregaron 498 paquetes, de 20 tallos de nueve yemas cada uno, de las variedades EC-08 (113) y EC-09 (385) al ingenio AGROAZUCAR para incremento de semilla de estas variedades.

4. Servicio de diagnóstico de enfermedades bacterianas.

Diagnóstico de raquitismo de la soca (*Leifsonia xily* subsp. *xily*) y escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*) en los semilleros básicos y comerciales.

Al igual que años anteriores, se realizó el diagnóstico de raquitismo de la soca (RSD) y escaldadura de la hoja (LSD) a 1,504.6 ha de semilleros. Del total de hectáreas diagnosticadas, el 65.4 % corresponden a variedades y clones

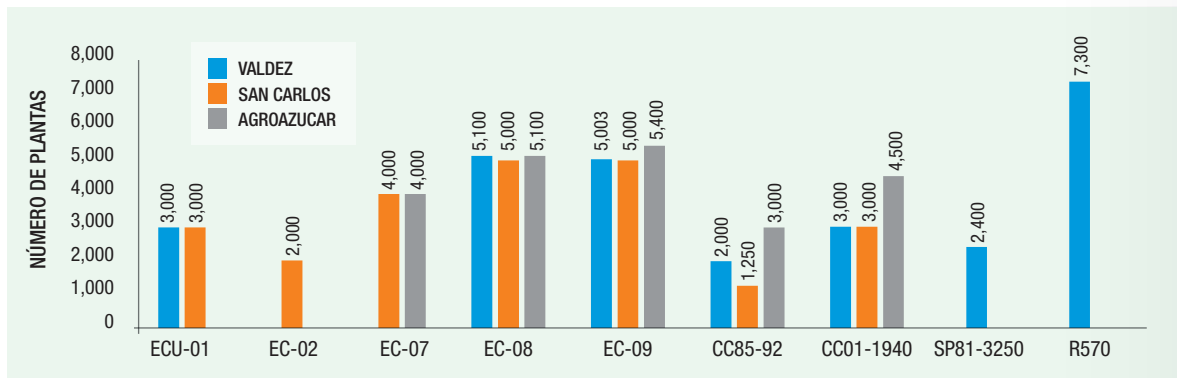


Figura 7. Número de plantas de yemas individuales por variedad entregadas a los ingenios AGROAZUCAR, San Carlos y Valdez. CINCAE, 2020.



Figura 8. Entrega de plantas a los ingenios Valdez (a), San Carlos (b) y AGROAZUCAR (c) para el establecimiento de los semilleros básicos. CINCAE, 2020.

nacionales, y 34.6 % a variedades introducidas (Figura 9). Se procesó un total de 25,890 muestras de hojas (TVD+3) y tallos, de las cuales 11,990 fueron del ingenio San Carlos, 9,800 del ingenio Valdez y 4,100 del ingenio AGROAZUCAR (Cuadro 10).

Del ingenio San Carlos se analizaron las muestras de 835.01 ha, de las cuales 49.66 ha, fueron semilleros básicos y 785.35 ha de semilleros comerciales. Como resultado se obtuvo un promedio ponderado de incidencia de 2.63% para RSD en las variedades introducidas CC93-7510 y CC01-1922 y, 0.00% para LSD en semilleros básicos; mientras que, en semilleros comerciales la incidencia de RSD fue 1,01% en las variedades CC01-1922, CC85-92 y ECU-01. Respecto a LSD la incidencia fue 0,02% en las variedades CC85-92 y EC-09 (Cuadro 10).

Del ingenio Valdez se recibieron muestras de 389.64 ha; de las cuales 17.59 ha fueron semilleros básicos, 362.65 ha de semilleros comerciales y 9.40 ha de canteros comerciales. En semilleros básicos se obtuvo un promedio ponderado de incidencia de 1.33% para RSD en la variedad CC93-7510 y 0.20% en la variedad

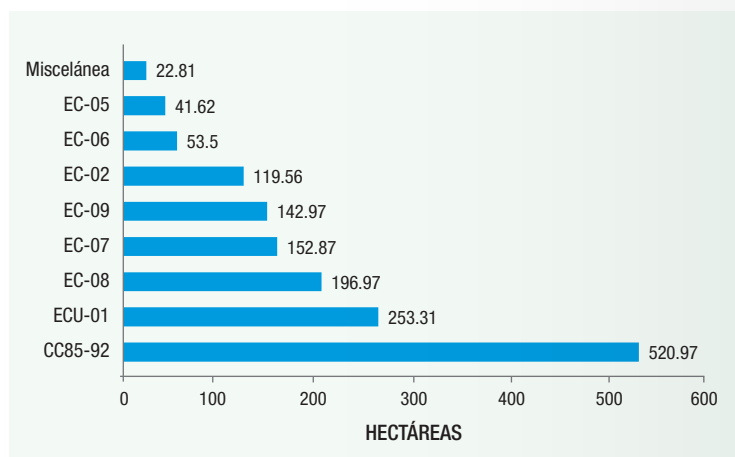


Figura 9. Número de hectáreas de semilleros por variedad de los ingenios AGROAZUCAR, Valdez y San Carlos atendidas para el diagnóstico de raquitismo de la soca (RSD) y escaldadura de la hoja (LSD). CINCAE, 2020.

CC85-92; en semilleros comerciales la incidencia de RSD fue 0.02% en las variedades CC85-92 y EC-02; y, 0.01% de incidencia para LSD en las variedades CC85-92 y EC-09; mientras que, en canteros comerciales la incidencia fue de 0.00% para RSD y LSD (Cuadro 10).

Para el ingenio AGROAZUCAR se evaluaron 279.93 ha, de las cuales 9.61 ha correspondieron a semilleros básicos y 270.32 ha. a semilleros comerciales. Como resultado se obtuvo un promedio ponderado de 0.00% de incidencia para

RSD y LSD en semilleros básicos; mientras que, en semilleros comerciales la incidencia para RSD fue de 1.08% en la variedad CC93-7510. Respecto a LSD la incidencia fue 0.34% en las variedades CC93-7510, CC93-2282 y EC-09 (Cuadro 10).

Del total de semilleros evaluados de los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR, el 95.7, 92.0 y 92.6% estuvieron libres de raquitismo; y, el 93.6, 92.9 y 92.6% resultaron libres de escaldadura, en su orden (Cuadro 11).

Cuadro 10. Resultados del diagnóstico de Raquitismo de la soca (RSD), *Leifsonia xily* subsp. *xyl*i y Escaldadura de la hoja (LSD), *Xanthomonas albilineans*, efectuados en semilleros básicos y comerciales; y, canteros comerciales de los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR. CINCAE, 2020.

SEMILLEROS	ÁREA (has)	EDAD (meses)	NÚMERO de hojas y tallos	INCIDENCIA (%) ^{a/}			
				RSD		LSD	
				Prom.	Max. ^{b/}	Prom.	Max.
INGENIO SAN CARLOS							
Básicos	49.66	6.91	1,930	2.63	30.00	0.00	1.00
Comerciales	785.35	8.11	10,060	0.91	10.00	0.02	5.00
	835.01	7.51	11,990	1.77	30.00	0.01	5.00
INGENIO VALDEZ							
Básicos	17.59	8.57	750	1.33	12.00	0.20	6.00
Comerciales	362.65	7.92	8,850	0.02	12.00	0.01	2.00
Canteros comerciales	9.40	7.00	200	0.00	0.00	0.00	0.00
	389.64	7.83	9,800	0.45	12.00	0.07	6.00
INGENIO AGROAZUCAR							
Básicos	9.61	9.00	400	0.00	0.00	0.00	0.00
Comerciales	270.32	7.68	3,700	1.08	12.00	0.34	2.00
	279.93	8.34	4,100	0.54	12.00	0.17	2.00

Área total semilleros/canteros evaluados: 1,504.58 ha.

a/. En porcentaje de tallos y hojas infectadas b/. Porcentaje máximo de incidencia.

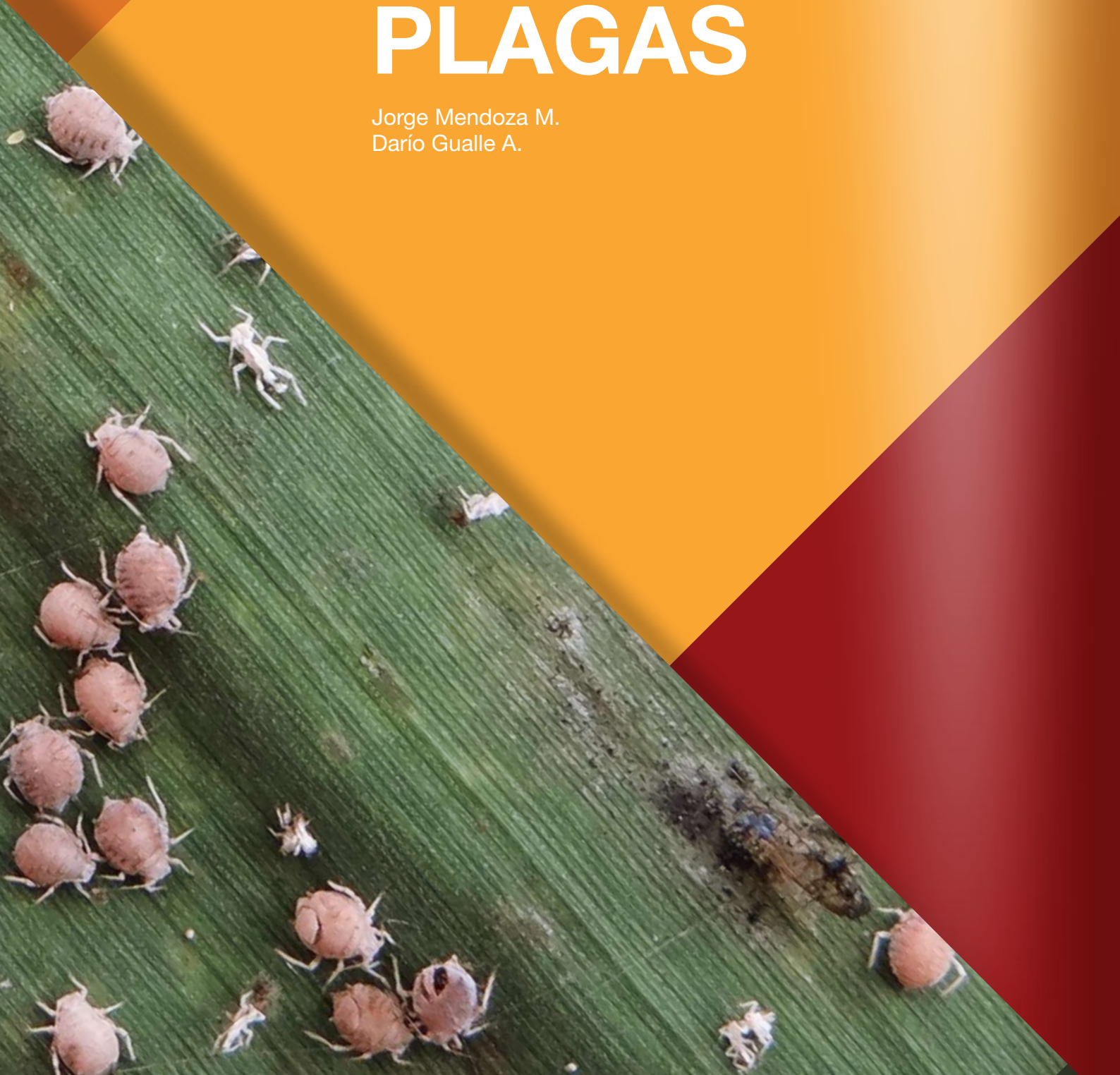
Cuadro 11. Distribución porcentual de los semilleros de acuerdo con las categorías establecidas para el nivel de incidencia de raquitismo (RSD) y escaldadura (LSD), correspondiente a los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR. CINCAE, 2020.

GRADO	CATEGORÍA	INCIDENCIA %	SAN CARLOS		VALDEZ		AGROAZUCAR	
			RSD	LSD	RSD	LSD	RSD	LSD
1	Recomendable	0 - 1	95.7	93.6	92.0	92.9	92.6	92.6
2	Aceptable	1.1 - 2.9	0.0	3.2	3.5	4.4	3.7	7.4
3	No recomendable, decisión ingenios	3 - 5	1.1	0.0	1.8	1.8	0.0	0.0
4	No recomendable	> 5	3.2	3.2	2.7	0.9	3.7	0.0



MANEJO DE **PLAGAS**

Jorge Mendoza M.
Darío Gualle A.



RESUMEN

Los resultados de la investigación desarrollada en CINCAE sobre la bioecología de los principales insectos plagas de la caña de azúcar y la aplicación de los principios básicos del manejo integrado de plagas (MIP) en este ecosistema, han permitido reducir o evitar el uso de insecticidas, dando prioridad al control biológico y a las buenas prácticas agronómicas. Dadas las condiciones ambientales, nuevamente se observó la presencia del saltahoja, *Perkinsiella saccharicida*, áfido amarillo, *Sipha flava*, áfido blanco, *Melanaphis sacchari*, y el barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis*. El saltahoja tuvo un brote poblacional entre marzo a mayo en los canteros con cañas jóvenes, especialmente semilleros; luego, entre julio y agosto, ocurrieron migraciones de los adultos desde la caña en proceso de cosecha hacia lotes con caña nueva. Esto dio lugar a una nueva generación que no prosperó por acción de los enemigos naturales, especialmente *Aprostocetus* sp. y *Zelus* spp. Respecto a los áfidos, se registró un ataque intenso del áfido amarillo, iniciando en AGROAZUCAR, con un pico poblacional en septiembre y continuó hasta noviembre y diciembre en Valdez y San Carlos, respectivamente; que, coincide con el periodo de déficit hídrico. El principal control de esta plaga se produjo debido a la acción de los enemigos naturales, predominando los coccinélidos, sírfidos y crisopas. Los estudios de resistencia varietal al áfido amarillo determinaron mayor susceptibilidad de las variedades ECU-01, EC-08 y el clon EC08-1338; mientras que, EC-09, CC85-92 y los clones EC08-1267 y EC08-2035, mostraron mayor tolerancia. En cuanto al áfido blanco, en los últimos años se ha notado un incremento de sus poblaciones, que estaría relacionado con la siembra de nuevas variedades. Sin embargo, esta plaga no tiene importancia económica ya que los resultados de producción de caña (TCH) y el rendimiento azucarero (% pol caña), no presentaron reducciones significativas. Los enemigos naturales del áfido amarillo, más la acción del parasitoide (*Lysiphlebus testaceipes*) y el hongo *Lecanicillium lecanii* ejercieron un buen control de esta plaga. Los resultados del estudio de fluctuación poblacional del áfido blanco y la hormiga loca, *Nylanderia fulva*, demuestran que al quemar la caña se reducen las poblaciones de la hormiga, aunque ésta tiende a recuperarse cuando se incrementan las poblaciones del áfido blanco. El barrenador del tallo se mantiene con niveles bajos de incidencia en los tres ingenios; sin embargo, evaluaciones efectuadas en la hacienda Isabel María del ingenio San Carlos, mostraron que esta plaga sobrepasó el nivel de daño económico con promedios de 11.5% intensidad de infección (% I.I.) en la variedad EC-08 y 4.6 % I.I. en ECU-01, lo que representa un peligro potencial de esta plaga en esta zona. Adicionalmente, se evaluó el porcentaje de control natural del piojo algodonoso (*Orthezia* sp.), con promedios de 68.0 % de control en Valdez y 65.8% en AGROAZUCAR; siendo *Nephus* sp. y *Gitona brasiliensis* los enemigos naturales más importantes. También, se observó la presencia de un chinche negro identificado como *Allocoris* (= *Corimelaena*) *pulicaria* Germ. (Hemiptera, Thyreocoridae) atacando el velvet (*Mucuna* sp.), leguminosa usada para rotación con caña de azúcar.

SALTAHOJAS, *Perkinsiella saccharicida* Kirk.

Al igual que en años anteriores, las observaciones generales y los estudios de dinámica y fluctuación poblacional del saltahoja mostraron un comportamiento irregular de esta plaga durante el ciclo de cultivo. La reducción de las precipitaciones entre marzo y mayo permitieron un incremento poblacional de esta plaga en canteros cosechados en tercer tercio y semilleros, causando el desarrollo de abundante fumagina. Posteriormente, en el periodo de zafra, entre julio y agosto, ocurrió la migración de los adultos desde la caña madura hacia la caña nueva, cuyas posturas dieron inicio a una nueva generación de la plaga que no prosperó por la acción de los enemigos naturales, especialmente *Aprostocetus* sp. y *Zelus* spp. Durante el periodo máximo de migración en cultivos que tenían entre dos a tres meses de edad, se registró un promedio de 82.4, 26.3 y 21.9 adultos/brote, en los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR (La Troncal), respectivamente (Figura 1). En la nueva generación se registró hasta 23.4 ninfas pequeñas en la última hoja bajera adherida al tallo (UHBAT) en Valdez, 22.5 en AGROAZUCAR y 21.9 en San Carlos, en su orden (Figura 2), las cuales no llegaron al estado de ninfas grandes, lo que causó un descenso significativo de la población, con tendencia a desaparecer, hasta final de año. Con relación a sus enemigos naturales, se registró hasta 63.7, 60.1 y 57.6% de mortalidad de huevos del saltahoja, en San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR, respectivamente (Figura 3), causados por *Aprostocetus* sp. y pudrición de huevos.

AFIDO AMARILLO, *Sipha flava* Forbes.

Se observó un ataque intenso del áfido amarillo en los tres ingenios hacia el final de la época seca (septiembre a diciembre), especialmente en variedades susceptibles,

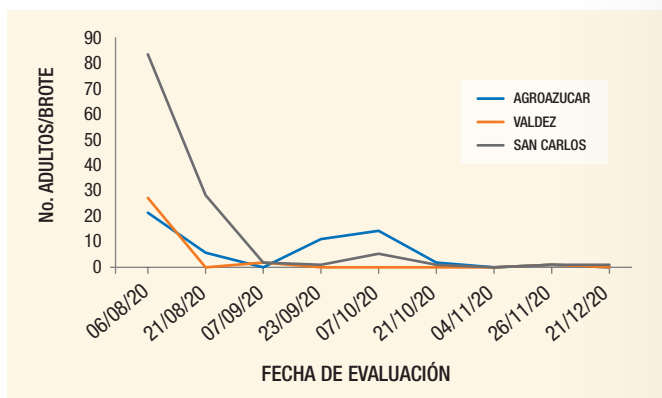


Figura 1. Fluctuación poblacional de adultos de *Perkinsiella saccharicida*, en los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR. Agosto – diciembre 2020.

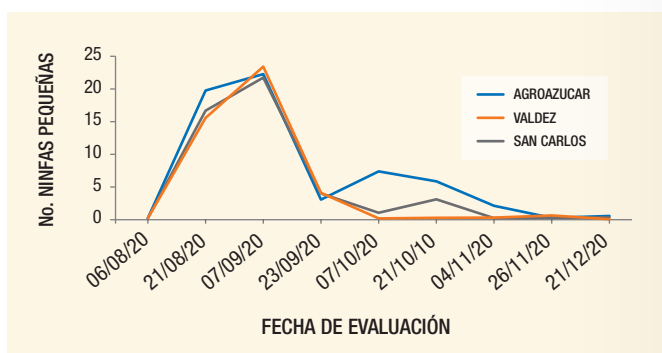


Figura 2. Fluctuación poblacional de ninfas pequeñas de *Perkinsiella saccharicida*, en los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR. Agosto – diciembre 2020.

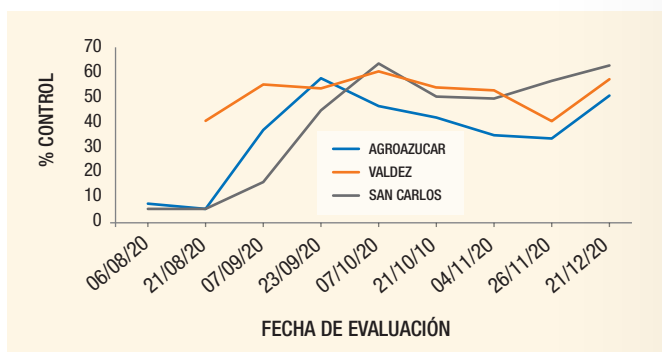


Figura 3. Porcentaje de mortalidad de huevos de *Perkinsiella saccharicida* causado por *Aprostocetus* sp. y pudrición de huevos en los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR. Agosto – diciembre 2020.

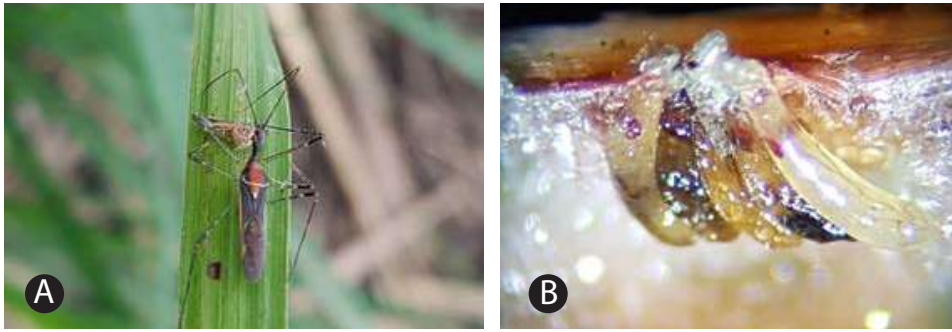


Figura 4. *Zelus* sp. depredando adultos del saltahojas (A) y pudrición de huevos del saltahojas por causas desconocidas (B).

creciendo bajo condiciones ambientales de baja disponibilidad de riego o déficit hídrico, que torna más crítico el ataque de esta plaga. El mayor pico poblacional ocurrió en septiembre en AGROAZUCAR y, en noviembre y diciembre en Valdez y San Carlos, respectivamente (Figura 5). El control principal de esta plaga se debe a la acción de los enemigos naturales, predominando los coccinélidos, sírfidos y crisopas (Figura 8).

En una prueba de resistencia al áfido amarillo en el insectario se determinó mayor preferencia y susceptibilidad de las variedades ECU-01, EC-08 y el clon EC08-1338, siendo más tolerantes las variedades EC-09, CC85-92 y los clones EC08-1267 y EC08-2035 (Figura 6). Al relacionar la población del áfido amarillo por planta con el porcentaje de área foliar afectada (%AFA) se observó que la ECU-01 tiende a ser más susceptible al mostrar mayor %AFA que otras variedades que tuvieron mayor cantidad de áfidos por planta, como la EC-05 y EC-08. En el caso de las variedades EC-09, CC85-92, y los clones EC08-1267 y EC08-2035 presentaron menor población de áfidos y menor %AFA.

ÁFIDO BLANCO, *Melanaphis sacchari* (Zehntner).

En los últimos años se ha notado un incremento de las poblaciones de esta plaga, posiblemente relacionado con la siembra de nuevas variedades sobre las

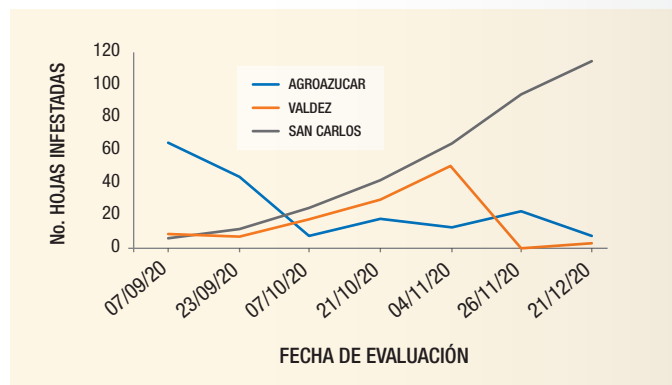


Figura 5. Porcentaje de hojas infestadas por áfido amarillo, *Sipha flava*, en los ingenios San Carlos, Valdez y AGROAZUCAR. CINCAE, 2020.

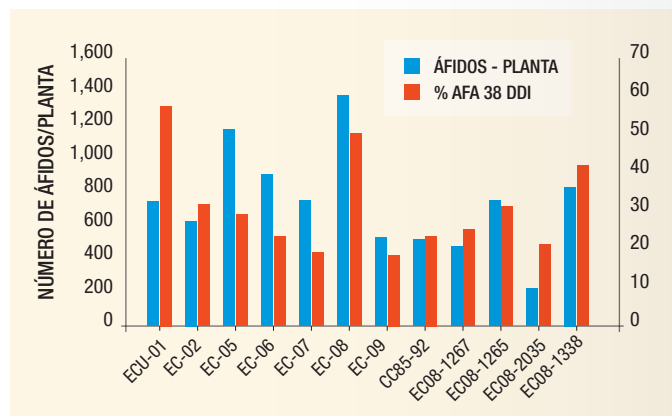


Figura 6. Número de áfidos amarillo/planta a los 34 días después de la infestación (DDI) y porcentaje del área foliar afectada (% AFA) a los 38 DDI. CINCAE, septiembre-octubre, 2020.

cuales este áfido ha mostrado mayor preferencia. En un estudio de dinámica poblacional en los ingenios AGROAZUCAR, Valdez y San Carlos las variedades EC-05, ECU-01 y EC-08, mostraron niveles de incidencia de 92.5, 76.5 y 71.9% de hojas infestadas (Figura 7). El control natural de esta plaga ha sido muy eficiente, siendo los depredadores (coccinélidos, sírfidos, crisopas), el parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* y el hongo

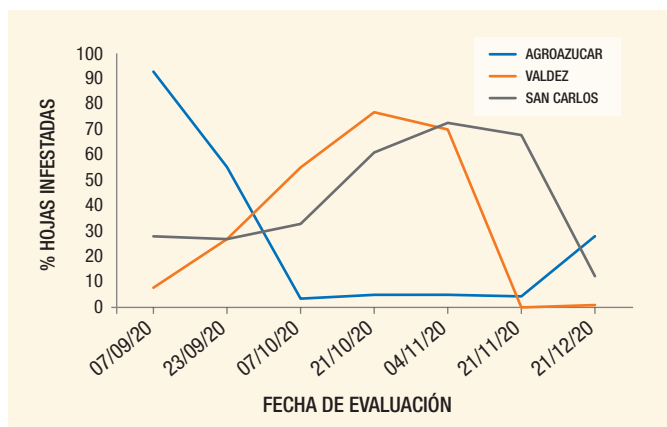


Figura 7. Porcentaje de hojas infestadas por áfido blanco, *Melanaphis sacchari*, en los ingenios AGROAZUCAR, Valdez y San Carlos. Septiembre – diciembre 2020.

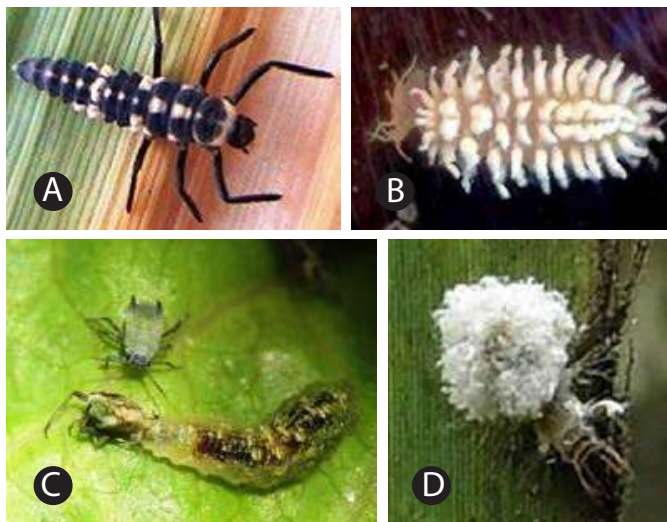


Figura 8. Larvas de *Cycloneda sanguinea* (A), *Scymnus* sp (B), sírfido (C) y crisopa (D), depredadores de áfidos en caña de azúcar. 2020.

Lecanicillium lecanii los enemigos naturales más importantes (Figuras 8 y 9).

Para determinar el efecto del áfido blanco sobre la producción y el rendimiento azucarero se evaluaron diferentes periodos de duración de la infestación de esta plaga. En el tratamiento uno se inició el control químico cuando se registró 60.0% de hojas infestadas (>10 áfidos/hoja). A partir de esta aplicación se establecieron otros tratamientos en que el control químico se efectuó 15, 30 y 45 días después de haberse iniciado en el tratamiento uno. Adicionalmente, se incluyó un testigo absoluto sin control. A partir de los 4.4 meses de edad del cultivo se presentó un control natural que redujo significativamente la población del áfido blanco, incluso en el testigo (Figura 10). Al evaluar las variables de producción y rendimiento azucarero no se detectaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, lo que indica que al momento esta plaga carece de importancia económica.

En otro experimento se evaluó la dinámica poblacional del áfido blanco y la hormiga loca, *Nylanderia fulva*, en la variedad EC-02, donde originalmente se detectó la asociación entre estos dos insectos. Las evaluaciones quincenales se iniciaron en noviembre del 2019 a los 2.5 meses de edad del cultivo. Se registró el porcentaje de hojas infestadas por áfido blanco, presencia de sus enemigos naturales y número de hormigas/trampa (Figura 9). Los resultados de estas evaluaciones muestran un incremento significativo del áfido blanco que se inició en noviembre 2019 hasta febrero 2020, registrándose hasta 99.1% de hojas infestadas. A partir de esta fecha se presentó una epizootia causada por *Lecanicillium lecanii* que redujo la población del áfido blanco. Posteriormente en julio se observó una recuperación de la población del áfido blanco que rápidamente descendió por la



Figura 9. Áfidos blancos parasitados por *Lysiphlebus testaceipes* (A) y epizootia de *Lecanicillium lecanii* sobre áfido blanco (B). CINCAE, 2020.

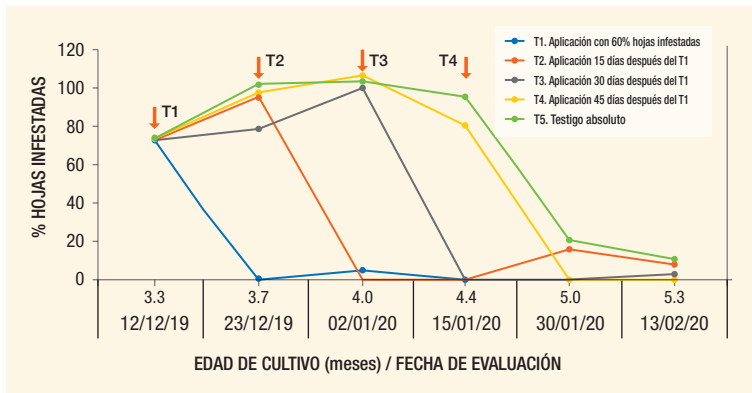


Figura 10. Porcentaje de hojas infestadas por áfido blanco, *Melanaphis sacchari* (≥ 10 áfidos/hoja), edad del cultivo y frecuencia de las aplicaciones de insecticidas en cada tratamiento. San Carlos, 2019- 2020.

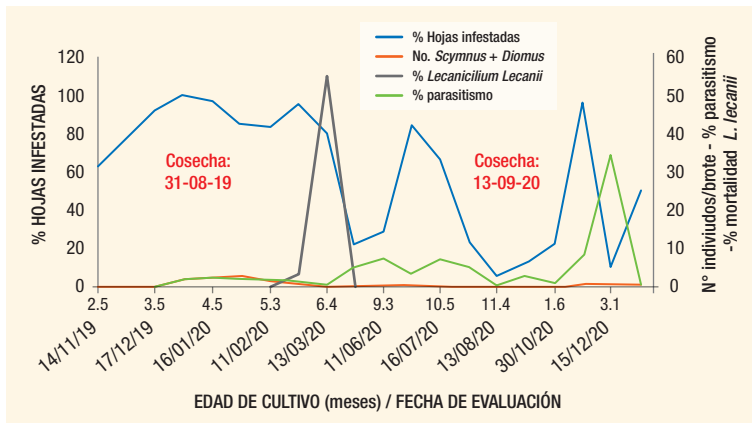


Figura 11. Fluctuación poblacional del áfido blanco, *Melanaphis sacchari* y sus enemigos naturales. Ingenio San Carlos, 2019-2020.

acción de sus enemigos naturales, por efecto de la madurez de la caña y la cosecha. En el nuevo ciclo del cultivo, cuando la planta tenía entre dos a tres meses de edad ocurrió un incremento que alcanzó hasta 96% de hojas infestadas. En esta ocasión fue más predominante la acción del parasitoide *Lysiphlebus testaceipes* que redujo significativamente la población del áfido (Figura 11). Esta acción coincidió con un periodo de baja densidad poblacional de la hormiga loca, la cual actúa como “guardián” del áfido blanco.

En cuanto a la hormiga loca, la quema del cantero para la cosecha ha sido la labor que más ha afectado las poblaciones de este insecto. Por lo general, las poblaciones de esta hormiga se incrementan a partir de los tres a cuatro meses después de la quema del cantero hasta alcanzar una población de 952 hormigas/trampa (caja petri de 150 mm diámetro, con atún) en febrero de 2020 (Figura 12).

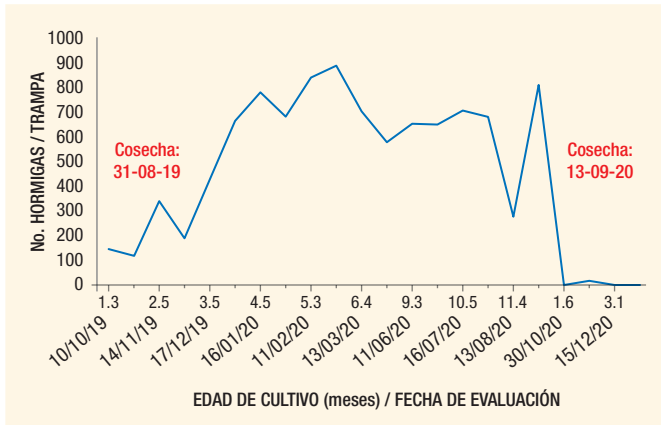


Figura 12. Fluctuación poblacional de la hormiga loca, *Nylanderia fulva*, en el cultivo de la caña de azúcar. Ingenio San Carlos, 2019-2020.

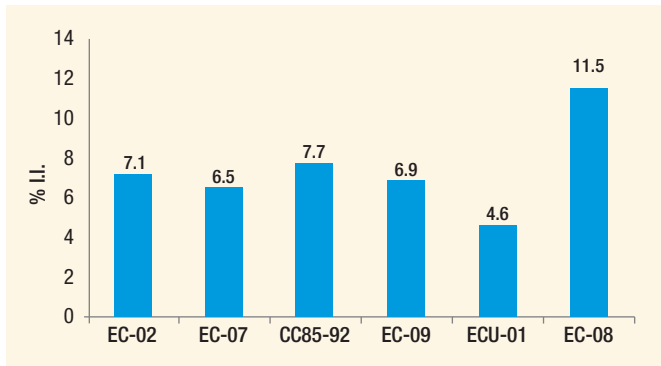


Figura 13. Porcentaje de Intensidad de Infestación (% I.I.) causado por *Diatraea saccharalis* en seis cultivares de caña de azúcar. Ingenio San Carlos, Hda. Isabel María, 2019 – 2020.

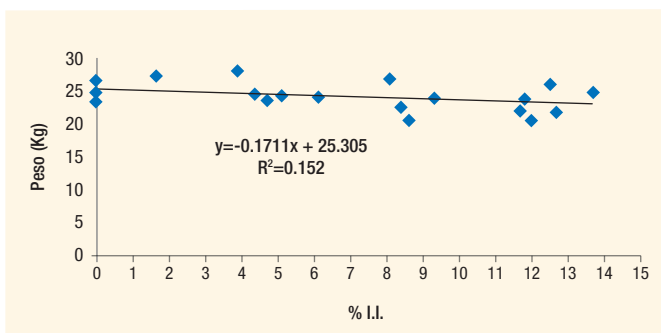


Figura 14. Relación entre la intensidad de infestación (% I.I.) de *Diatraea saccharalis* y el peso de una muestra de 16 tallos de caña de azúcar de la variedad EC-08. Hda. Isabel María. Octubre de 2020.

BARRENADOR DEL TALLO, *Diatraea saccharalis* Fabr.

En el ingenio San Carlos y en la Hda. Isabel María se evaluó la incidencia del barrenador del tallo en 14 ensayos de validación, conformados por nueve variedades y seis clones promisorios. Únicamente las variedades CC85-92, ECU-01 y EC-09 forman parte de todos los ensayos de validación; mientras que, los clones EC08-1265, EC08-1267, EC08-2035 y EC09-611 están en una sola localidad (lote 022203).

En los ensayos de validación ubicados en el ingenio San Carlos la incidencia del barrenador del tallo fue muy baja (entre 0.0 y 0.5% I.I.); mientras que, en la Hda. Isabel María varió entre 4.6 y 11.5% I.I., en la ECU-01 y EC-08, respectivamente (Figura 13). La mayor incidencia del barrenador del tallo en la Hda. Isabel María podría estar influenciada por la presencia de cultivos de arroz en sus alrededores.

Como resultado de las evaluaciones efectuadas en la Hda. Isabel María se efectuó un experimento para determinar el efecto del barrenador del tallo, *D. saccharalis*, sobre la producción y el rendimiento azucarero de la variedad EC-08. Se conformaron tratamientos con 0, 25, 50, 75 y 100% de tallos infestados, con cuatro repeticiones cada uno. El promedio de intensidad de infestación para cada tratamiento fue 0.00, 3.68, 6.93, 11.20 y 11.88% I.I., respectivamente. De acuerdo con el análisis de variancia, no hubo diferencias estadísticas para peso de la muestra, calidad de la caña (pol caña%, azúcares reductores y kilogramos de azúcar por tonelada de caña (KATC). Sin embargo, al efectuar el análisis de regresión se determinó que por cada 1% I.I., se pierde un estimado de 0.17 kg de peso de la caña (Figura 14), 0.56 KATC (Figura 15) y se incrementan los azúcares reductores en 0.0048% (Figura 16).

Las evaluaciones de este barrenador en canteros comerciales del sector Isabel María del ingenio San Carlos con las variedades CC85-92 y EC-08, mostraron un promedio de 1.5% I.I., en caña soca y 7.8% I.I. en caña planta en CC85-92; mientras que, en EC-08 en dos lotes evaluados en caña planta se obtuvo 10.1 y 14.1% I.I. (Figura 17). Por lo general, la perturbación ecológica que se produce en el ecosistema cuando se renueva un cantero o se hacen siembras nuevas de caña ofrece condiciones más favorables para el ataque del barrenador del tallo. En cuanto a las variedades se observó mayor preferencia por la EC-08, siendo consistente con los resultados del ensayo de validación. Adicionalmente, se evaluaron 17 lotes comerciales, para conocer el nivel de incidencia de los insectos barrenadores y rata cañera en esta localidad. La evaluación se efectuó en pre-cosecha, tomando 12 lotes de CC85-92, cuatro de ECU-01 y uno de CR74-250. De manera general los niveles de incidencia de *D. saccharalis* son moderadamente bajos; y, los niveles de daños por *Telchin*, *Metamasius* y rata cañera son muy bajos. Los promedios de intensidad de infestación para estas especies fueron 1.92, 0.07, 0.13 y 0.12% I.I., respectivamente. En el caso de *Diatraea*, únicamente dos lotes, con la variedad CC85-92, presentaron niveles de incidencia superior al 3.0% I.I., que es considerado localmente como el nivel de daño económico.

DIAGNÓSTICOS ENTOMOLÓGICOS

Se efectuó el diagnóstico y la evaluación del control biológico del piojo algodonoso, *Orthezia* sp., en muestras tomadas en Valdez y AGROAZUCAR. Los resultados mostraron un promedio de 68.0 y 65.8% de control natural en ambas localidades, siendo *Nephus* sp. (Coleoptera,

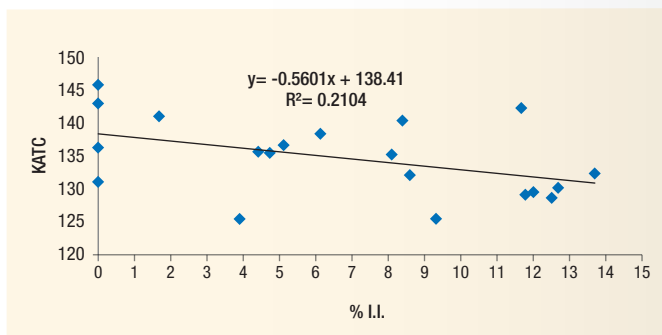


Figura 15. Relación entre la intensidad de infestación (% I.I.) de *Diatraea saccharalis* y el rendimiento en kilogramos de azúcar por tonelada de caña (KATC) de la variedad EC-08. Hda. Isabel María. Octubre de 2020.

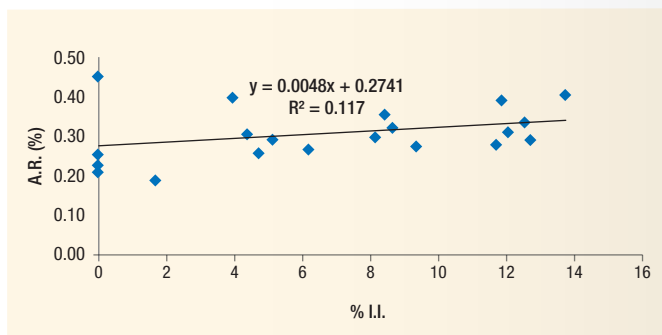


Figura 16. Relación entre la intensidad de infestación (% I.I.) de *Diatraea saccharalis* y el porcentaje de azúcares reductores en la variedad EC-08. Hda. Isabel María. Octubre de 2020.

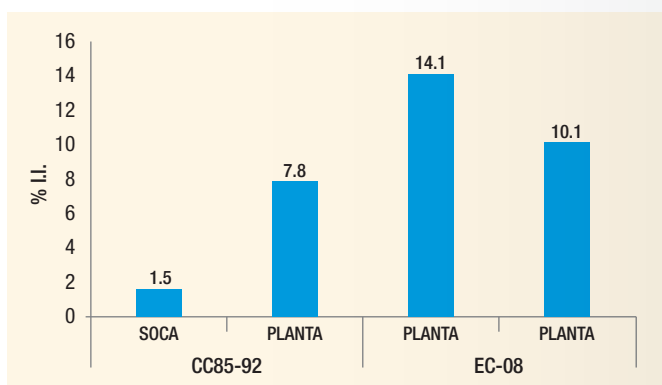


Figura 17. Porcentaje de intensidad de infestación (% I.I.) causado por *Diatraea saccharalis* en las variedades CC85-92 y EC-08, caña soca y planta, entre siete y ocho meses de edad, en la Hda. Isabel María, Ingenio San Carlos, 2020.

Coccinellidae), *Gitona brasiliensis* (Díptera, Drosophilidae) (Figura 18) y un hongo entomopatógeno los enemigos naturales más importantes.

Por otro lado, en el cultivo de velvet (*Mucuna pruriens*) se identificó la presencia de un chinche negro, *Allocoris* (= *Corimelaena*) *pulicaria* Germ. (Hemiptera, Thyreocoridae), que estaba causando amarillamiento y secamiento de las hojas (Figura 19). En este caso, la infestación ocurrió cuando el cultivo estaba en época de fructificación, por lo que se recomendó la incorporación de la materia vegetal.

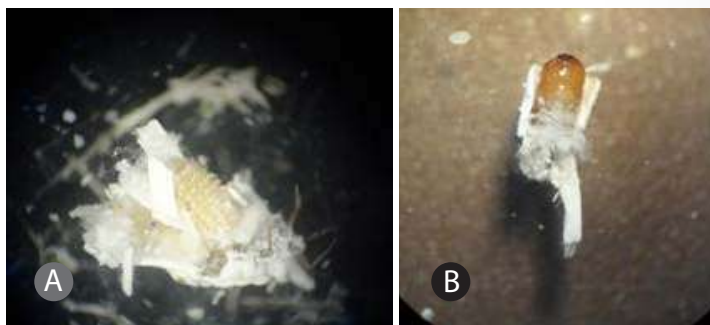


Figura 18. Larva de *Nephus* sp. (A) y pupario de *Gitona brasiliensis* (B), depredadores del piojo algodonoso. 2020.

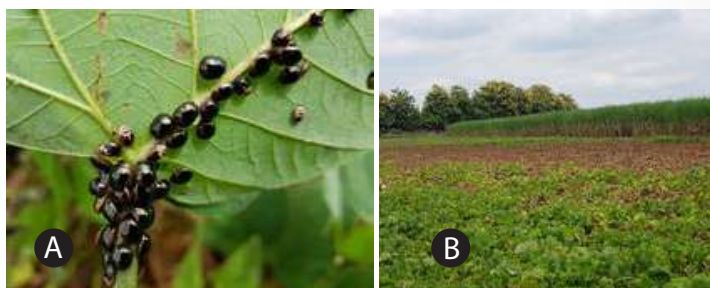


Figura 19. Colonia del chinche negro, *Allocoris* (= *Corimelaena*) *pulicaria* Germ. (A) y síntomas del daño causado en el velvet (*Mucuna pruriens*) (B). Ingenio Valdez. 2020.



MANEJO DE SUELOS Y FERTILIZANTES

Mónica Salazar C.
Miguel A. Suárez V.



RESUMEN

Los resultados de investigación de CINCAE han mostrado que el nitrógeno (N) es el elemento más importante para la producción de caña de azúcar en los suelos de la cuenca baja del río Guayas. Su aplicación varía dependiendo de los contenidos de materia orgánica (MO), la dinámica del N, el tipo de suelos; y, las condiciones agroclimáticas. Se realizaron ensayos en primero y segundo tercios de zafra para validar las dosis de N recomendadas en estudios previos para lotes comerciales de los ingenios azucareros. Las dosis comerciales de aplicación de N varían por ingenio; en el ingenio Valdez se aplica 138 kg/ha para todos los tipos de suelos y en los ingenios San Carlos y AGROAZUCAR la fertilización se basa en el potencial de producción de cada zona. En otros estudios sobre el efecto de fuentes y fraccionamiento de nitrógeno en la producción y rendimiento de caña de azúcar en tercer tercio mostraron que el fraccionamiento es una alternativa para el manejo del cultivo de la caña de azúcar en tercer tercio; aunque, dependerá de varios factores como variedad, contenidos de MO, tipos de suelo, fuentes de N y el análisis económico relacionado al costo de aplicación del fertilizante. Adicionalmente, se evaluó la respuesta de la caña de azúcar a las aplicaciones de vinaza y su efecto en las propiedades químicas de suelos representativos. Los resultados de este estudio muestran que el efecto depende en gran medida de la composición química de la vinaza usada en cada ingenio, se observó que las relaciones y concentraciones de cationes K, Ca y Mg bajaron en 13, 19 y 9 %, respectivamente, el pH bajó de 6.6 a 6.4. En cuanto al balance catiónico, las relaciones de Ca/K y (Ca+Mg)/K muestran que la adición de vinaza ha permitido mantener el porcentaje de ocupación del K con respecto a la suma de bases; y, la MO se incrementó en 3.9% luego de tres años de aplicación. Estas variaciones sugieren que es necesario realizar monitoreos frecuentes del suelo, para aprovechar las bondades de este subproducto como fuente para enmiendas orgánicas. En otro experimento se evaluó el requerimiento de N en lotes aplicados con vinaza en el ingenio San Carlos, donde se observó que con la aplicación de dosis crecientes de N se incrementó la producción de caña y azúcar; así, con 150 kg de N/ha, produjo 87 TCH y 194 SAH en la variedad CC85-92.

VALIDACIÓN DE DOSIS DE NITRÓGENO (N) EN PRIMERO Y SEGUNDO TERCIO DE ZAFRA

Los bajos contenidos de materia orgánica (MO), la variabilidad de suelos, las condiciones agroclimáticas y la dinámica del N en los suelos de la zona de producción cañera de la costa ecuatoriana, determinan la necesidad de varios estudios con la aplicación de N para garantizar la producción de caña de azúcar. A lo largo de una década, el 76% de 74 ensayos semicomerciales evaluando la respuesta de la caña de azúcar a la fertilización nitrogenada en suelos representativos, se han realizado en primer y segundo tercio de zafra. Las dosis comerciales de aplicación de N varían por ingenio; en el ingenio Valdez hasta este año se aplicó 138 kg/ha para todos los tipos de suelos (W. Jara, comunicación personal). En el ingenio San Carlos la dosis depende de la extracción de este elemento por el cultivo, cuyo promedio límite es 1.4 kg N/tonelada de caña. Para la dosis final de N también se toma en cuenta el ciclo de cultivo, caña planta, soca joven o soca vieja; en planta, si el suelo estuvo en barbecho o con leguminosa. Así, por ejemplo, un lote con un potencial productivo de < 89.4 toneladas de caña por hectárea (TCH) en caña planta, la dosis

de N es 125 kg/ha. Como regla general en San Carlos, si un lote tiene un potencial de producción < 82 TCH la dosis mínima a recibir es 110 kg de N/ha. (Palomeque, comunicación personal). En el ingenio AGROAZUCAR, las dosis de fertilización se diferencian por zonas. En el sector La Troncal, que tiene un potencial de producción hasta 100 TCH, se aplica 110 kg/ha; mientras que, en Banatel, se aplica 140 kg/ha. para un potencial de producción de 120 TCH (M. Alcívar, comunicación personal).

En este año se evaluaron ensayos semicomerciales de primera y segunda soca con las variedades ECU-01 y CC85-92. Los ensayos con la variedad ECU-01 estuvieron en los canteros 001-020; 002-092; 003-039 y 072-037 del ingenio Valdez (Figura 1); Ruidoso A020-460 de AGROAZUCAR; y, en el lote 022302 en San Carlos; mientras que, con la variedad CC85-92 en Agriflorsa A017-040 y Ruidoso A020-530 de AGROAZUCAR. Los tratamientos (dosis de N) dependieron del historial y potencial productivo del cantero, comparando con dosis determinadas por el personal técnico de los ingenios y dosis superior e inferior a la recomendada por CINCAE.

En Agriflorsa y Ruidoso se evaluaron tres ensayos en socas, aplicando 90, 110, 130, 150 y 170



Figura 1. Aplicación de diferentes dosis de fertilizante nitrogenado (Urea) en ensayos de Validación de N en ingenio Valdez. 2020.

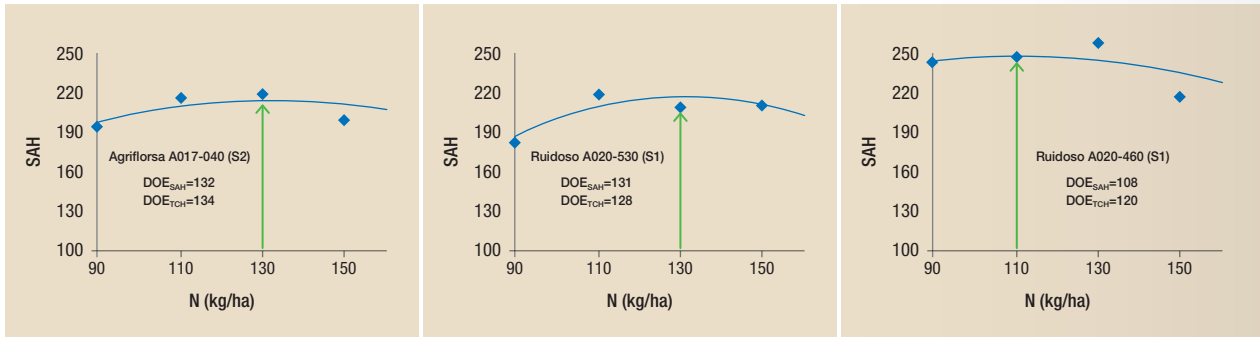


Figura 2. Producción de sacos de azúcar por hectárea (SAH) de las variedades CC85-92 y ECU-01 y dosis óptima económica (DOE) de N calculada para tres canteros cosechados en el primer tercio de zafra, suelo Inceptisol. Ingenio AGROAZUCAR, 2020.

kg/ha de N. Las condiciones del suelo de Agriflorsa A017-040 fueron de textura franco-arcillosa, con contenidos bajos de MO (1.0 a 1.2%), pH de 6.0 a 6.7 y altos de P (55 a 74 ppm), del orden Inceptisol, subgrupo Vertic ustropept. En Ruidoso A020-530, presentó clase textural franco a franco-arcilloso, un suelo Typic ustropept. La dosis óptima económica (DOE) para la variedad CC85-92 en las dos localidades fue la misma (132 kg/ha), con una producción de 82, y 86 TCH, respectivamente y 215 sacos de azúcar por hectárea (SAH). Para la variedad ECU-01, en un suelo del subgrupo Vertic ustropept en Ruidoso A020-460, de textura franco a franco-arcilloso, la dosis óptima de N fue 108 kg/ha para un rendimiento de 247 SAH (Figura 2).

En el ingenio Valdez, en suelos representativos y con la variedad ECU-01, en caña planta, de primer

y segundo tercio de zafra, se aplicaron dosis de 90, 100, 110 y 138 kg/ha; mientras que, en los ensayos de primera y segunda soca se evaluaron dos dosis: 140 y 162 kg/ha. En el cantero 003-039 que corresponde a un suelo Inceptisol, Fluventic haplustept, con un contenido de MO de 2.1%, pH de 6.8 en agua, contenido de P de 9.5 ppm y de textura franco arcilloso, los resultados mostraron que las dosis de 115 y 119 kg/ha proporcionaron la mayor producción de azúcar y caña (288 SAH y 137 TCH). En el lote 002-092 con suelo Vertisol Typic haplustert de clase textural arcillosa, contenido bajo de MO (1.6%), 7.3 de pH y con niveles de P de 5.2 ppm, la dosis de 132 kg/ha mostró el mayor rendimiento azucarero (221 SAH); y, con la dosis de 124 kg/ha se alcanzó una producción de 87 TCH (Figura 3).

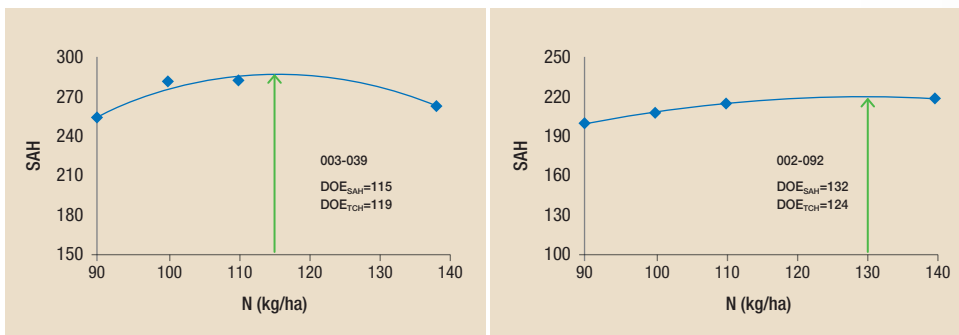


Figura 3. Producción de sacos de azúcar por hectárea (SAH) y dosis óptima económica (DOE) de N calculada para dos canteros caña planta, variedad ECU-01, cosechados en el primer tercio de zafra, suelo Inceptisol. Ingenio Valdez, 2020.

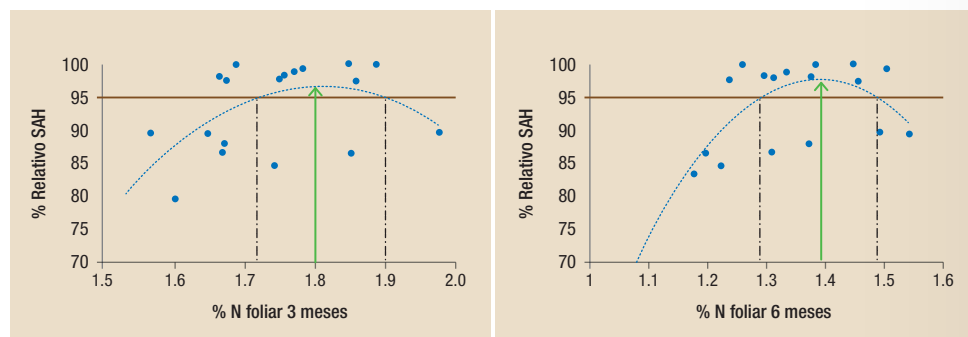


Figura 4. Relación entre el porcentaje de nitrógeno (% N) en la hoja TVD+1 y el porcentaje relativo de producción de azúcar de la variedad CC85-92 (segunda soca), a los 3 y 6 meses de edad en un suelo orden Inceptisol, subgrupo Vertic ustropept (Agriflorsa, A017-040), ingenio AGROAZUCAR. CINCAE, 2020.

En ambos casos la dosis que proporcionó la mayor producción de caña (TCH) y azúcar (SAH) fue menor a la dosis comercial (138 kg/ha).

Para evaluar la relación entre el porcentaje de N foliar y el porcentaje relativo de producción en la variedad CC85-92, en la Figura 4 se muestran las curvas de las concentraciones de N en la TVD+1, a los 3 y 6 meses de edad, siendo 1.81% y 1.38%, respectivamente, para obtener los mejores resultados de producción de caña y azúcar. El rango permisible de concentración foliar debe estar entre 1.72 a 1.91% a los tres meses para alcanzar el máximo potencial de acumulación de azúcar (> 95%) bajo las condiciones del sector Agriflorsa A017-040.

En el ensayo en primera soca con la variedad ECU-01, en el cantero 072-037 (S1), del ingenio Valdez, suelo Inceptisol, Vertic haplustept, con contenido bueno de MO (3.0 %), pH de 6.8 en agua, alto en P (14.7 ppm) y de textura arcillosa, se aplicaron 140 y 162 kg/ha, basados en el ciclo de cultivo (soca), extracción de N y potencial productivo del sector. Los resultados mostraron que la dosis de 162 kg/ha, presentó las mejores producciones de caña (113.1 TCH) y azúcar (303.3 SAH) (Figura 5). En el ensayo del cantero 001-020 (S2), suelo Inceptisol Fluventic haplustept de clase textural franco, MO (2.0 %) y pH 6.7 se presentó similar contenido de azúcar (13.2% pol caña) en precosecha con ambas dosis de N.

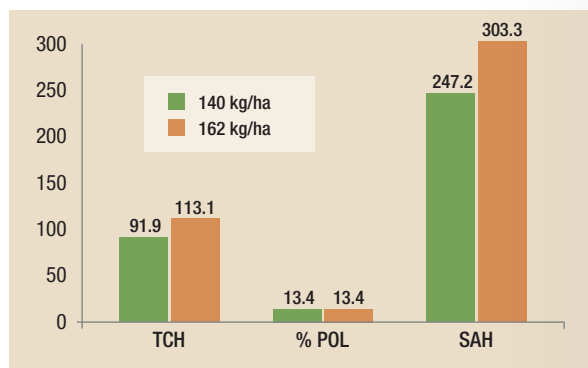


Figura 5. Producción de caña y rendimiento de azúcar de la variedad ECU-01 con dos dosis de N (kg/ha) en primera soca, primer tercio de zafra, suelo Inceptisol del ingenio Valdez, cantero 072-037, 2020.

En el ensayo del ingenio San Carlos, con la variedad ECU-01, se evaluaron dos niveles de N (115 y 125 kg/ha); basados en el ciclo de cultivo y una extracción de 1.4 kg/TC. El ensayo se ubicó en el lote 022302, sembrado a finales de septiembre del 2019 y cosechado a los 13.5 meses de edad. El tipo de suelo es del grupo B0, Inceptisol, Fluventic haplustept. Los resultados mostraron que la dosis de 115 kg/ha tuvo una producción de 105.9 TCH, estadísticamente similar a la dosis de 125 kg/ha. Se observó que la menor dosis mostró 0.5% más de pol caña; incrementando la producción de azúcar en 11 SAH con respecto a la dosis más alta (Figura 6).

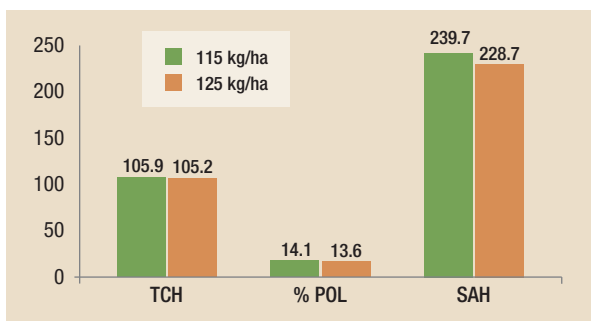


Figura 6. Producción de caña y rendimiento de azúcar de la variedad ECU-01 con dos dosis de N (kg/ha), en caña planta de segundo tercio de zafra en el ingenio San Carlos. CINCAE, 2020.

Al revisar la suma de bases Ca, Mg, K, se determinó un desbalance entre ellas, con porcentajes individuales altos de ocupación del Ca y Mg en Agriflorsa (A017-040), con suelos del orden Inceptisol, de textura franco a franco-arcilloso. Debido a este desbalance, en el 80% de las unidades experimentales del ensayo hubo marcada deficiencia de concentración de K (<2%), probablemente debido a una relación de casi el doble (>30) entre Ca/K. También la relación (Ca+Mg)/K estuvo por encima de 40; debido a concentraciones superiores al 20% de Mg (valor recomendado 15 a 20%). Estas concentraciones sugieren que en el manejo de suelos debe aplicarse a 20 cm de profundidad enmiendas orgánicas y K (de preferencia sintético), para disminuir el desbalance de bases en el suelo. En el sector de Ruidoso, lote A020-530, se observó baja concentración de Ca sobre el Mg (1 a 2 Ca/Mg); sin embargo, las relaciones entre Ca/K y (Ca+Mg)/K, presentaron valores adecuados. La relación Mg/K y la concentración individual de Mg son altas. Estos desbalances, podrían corregirse aplicando calcio en forma de encalado,

al tener pH 6.0 y K sintético o usar vinaza como enmiendas orgánicas. En el sector Ruidoso, lote A020-460, con un suelo del subgrupo Vertic ustropept, textura franco a franco-arcilloso, se observó un adecuado balance de las bases, relación Ca/K y (Ca+Mg)/K superiores a 30 y 40, respectivamente, con contenidos altos de Mg pero buenas concentraciones de K que se tradujo en buena producción de caña y azúcar en la variedad ECU-01.

EFECTO DE FUENTES Y FRACCIONAMIENTO DE NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN DE CAÑA Y RENDIMIENTO AZÚCARERO EN TERCER TERCIO.

En la cuenca baja del río Guayas el periodo de zafra o cosecha de la caña de azúcar se inicia en junio y termina en diciembre, divididos en tres tercios: 1. Junio a agosto, 2. Septiembre a octubre y 3. Noviembre y diciembre, marcadamente diferentes en producción de caña y azúcar. En el primer tercio se presentan bajos contenidos de azúcar con altos tonelajes de caña, el segundo tercio presenta tonelajes aceptables y alto contenido de azúcar; y, el tercero generalmente tiene mayor rendimiento azucarero, pero muy bajo tonelaje de caña. Se ha observado que en el tercer tercio el crecimiento de la caña de azúcar disminuye considerablemente provocando entre 30 a 50% menor producción en TCH. Los factores que influyen sobre el tonelaje en este tercio son la falta de agua de riego, temperatura, dificultad de manejo del cultivo, especialmente en la aplicación del N (urea) y control de malezas, debido al inicio de la época lluviosa y, posiblemente la respuesta varietal (Jara, 2010, Toala et al., 2013, Aucatoma et al., 2015)⁵. En estas circunstancias, la aplicación mecanizada de la dosis total del

⁵ Jara, W., 2010. Comportamiento Agroindustrial De 5 Variedades De Caña De Azúcar En El Tercer Tercio De Cosecha En El Ingenio Valdez. Milagro – Ecuador [Online]. Milagro. Available: <https://www.engormix.com/Agricultura/Articulos/Comportamiento-De-5-Variedades-De-Cana-De-Azucar-T28642.htm> [Accessed 01/07/2018 2018]

Toala, G., Bernal, N. & Contreras, V. 2013., Comportamiento De Las Variedades Comerciales Y En Desarrollo En El Ingenio La Troncal [Online]. La Troncal Aeta. Available: <http://www.aeta.org.ec/Pdf/Campo/Toala%20g.,%20et%20al.%20comportamiento%20variedades%20la%20troncal.Pdf> [Accessed 30/06/2018 2013]

Aucatoma, B., Castillo, R. O., Garcés, F. & Mendoza, J. 2015. Factores Que Afectan La Calidad De La Caña De Azúcar. Carta Informativa CINCAE 17(1). Pp. 1-8.



Figura 7. Aplicación mecanizada de fuentes de fertilizante nitrogenado en canteros del tercer tercio de zafra. Ingenio San Carlos, 2020.

fertilizante nitrogenado en el tercer tercio se realiza normalmente pocos días después de la cosecha (7 a 15 días) especialmente en los lotes cosechados en diciembre. En algunos casos, debido a las lluvias resulta imposible la fertilización mecanizada, por lo que se aplica manualmente sobre la superficie del suelo. En estas condiciones el N puede perderse por lixiviación, desnitrificación y/o volatilización (CINCAE, 2011)⁶, lo que provoca un lento crecimiento y coloración amarilla en el follaje de la caña de azúcar.

Dadas estas consideraciones, se planteó esta investigación para identificar tasas y frecuencias de aplicación del fertilizante nitrogenado en el tercer tercio de la zafra, que permitan mejorar la producción de caña y azúcar. Las fuentes de N utilizadas en estos ensayos fueron urea normal y urea revestida de dos casas comerciales Advance y Fortaleza al 46% N, y nitrato de amonio al 33.5% N. El ensayo se replicó en tres localidades: Ingenios

AGROAZUCAR (sector Shangai A007-390), Valdez (001-067) y San Carlos (102702) (Figura 7).

En el sector Shangai, lote A007-390, se sembró la variedad CC85-92 a finales del segundo tercio, con cinco tratamientos, considerando la dosis de 120 kg/ha y dos tipos de urea (normal y revestida - Advance), con los siguientes porcentajes: 1. aplicación de 100% urea normal (U) o dosis comercial, 2. 100% urea revestida Advance (UAd), 3. 50% urea normal, 4. 50% urea Advance y 5. Testigo (sin aplicación de N). Las principales características del suelo del ensayo fueron: textura arcillosa, densidad aparente 1.38 g/cc, con 1.95 % de MO, pH de 6.4; una CIC de 26 cmol/kg, P de 45 ppm (alto), K de 0.53 cmol/kg y una relación de 3 entre el Ca/Mg. Los resultados obtenidos para producción de caña y azúcar no mostraron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, la aplicación de 50% de la dosis nitrogenada utilizando urea revestida (Advance) alcanzó la

⁶ Centro De Investigación De La Caña De Azúcar Del Ecuador (CINCAE). 2011. Informe Anual De Actividades Técnicas Del Área De Suelos Y Fertilizantes. Guayaquil, Ecuador. P. 33-34.

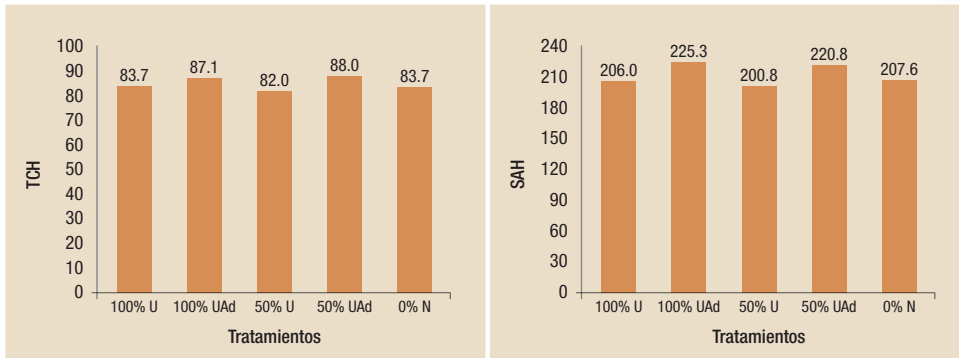


Figura 8. Efecto de la fertilización nitrogenada con urea normal (U) y urea revestida Advance (UAd) en la variedad CC85-92, caña planta, tercer tercio, suelo arcilloso, sobre la producción de caña (TCH) y azúcar (SAH). Ingenio AGROAZUCAR, Sector Shanghai, 2020.

mayor producción de caña (88 TCH). En cuanto a producción de azúcar con el 100% y 50% de UAd se obtuvieron 225 y 220 SAH, respectivamente (Figura 8).

Luego de la primera aplicación de las dos fuentes nitrogenadas y comparando con el testigo, se puede inferir que ocurrieron varios eventos de nitrificación debido a la dinámica de los nitratos y el amonio en el suelo, esto provoca mayor concentración de nitratos a los 20 días después de la fertilización (DDF); mientras que, la mineralización del nitrógeno orgánico del suelo decreció en el tiempo. Este proceso fue mayor en los tratamientos con aplicación del fertilizante nitrogenado, llegando a estabilizarse a los 60

DDF. Se esperaría que en este periodo la caña de azúcar absorba el N mineralizado de las fuentes nitrogenadas. Sin embargo, la disponibilidad de nitratos por la acción de la enzima ureasa es indistinta al tipo de fertilizante; la ventaja del revestimiento es reducir la volatilización, desnitrificación y lixiviación. Los niveles de amonio en el suelo fueron superiores antes de la aplicación, observándose un comportamiento similar en todos los tratamientos (incluyendo al testigo) hasta los 60 DDF (Figura 9).

El análisis foliar a los 4.5 meses de edad mostró la remanencia de la absorción del N aplicado como fertilizante. Las hojas de los tratamientos con mayor fertilización mostraron mayor contenido

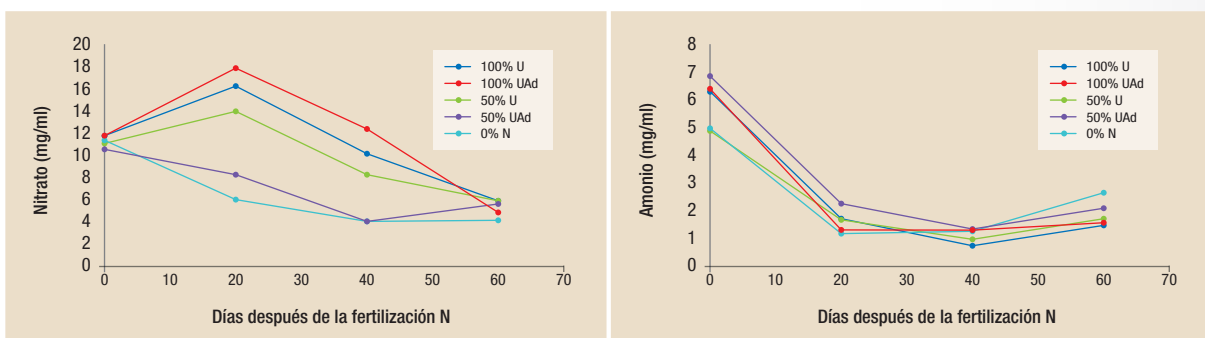


Figura 9. Concentración de nitratos y amonio en un suelo arcilloso a los 60 días después de la aplicación de diferentes dosis de urea advance (UAd) y sin revestimiento (U), incorporada a 25 cm de profundidad, en tercer tercio de zafra, CC85-92 en caña planta. Ingenio AGROAZUCAR, Shanghai A007-390, 2020.

de N, que estaría disponible en el suelo (Figura 10). En términos de calidad de la caña, la pureza del jugo (relación entre la sacarosa y los sólidos solubles totales) a los 12 meses de edad fue mayor (91%) en los tratamientos con urea revestida; mientras que, los tratamientos fertilizados con urea normal presentaron purezas por debajo del 90%. Estos resultados sugieren que la urea revestida permite liberar gradualmente el N sin afectar la concentración del % pol caña.

En el Ingenio Valdez, el ensayo se estableció en el lote 001-067, con la variedad EC-02, en segunda soca, en suelo de textura franco y franco arcilloso,

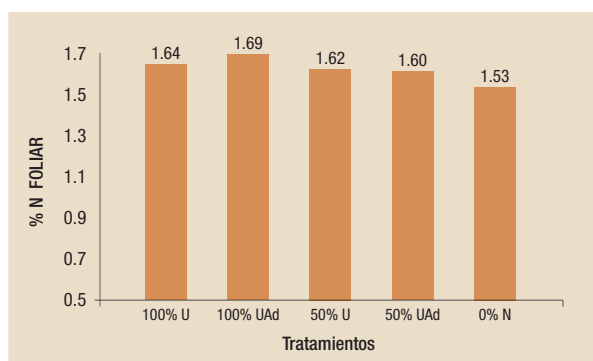


Figura 10. Porcentaje de nitrógeno (% N) en la hoja TVD+1, de la variedad CC85-92, presente en tratamientos con urea revestida (UAd), urea normal (U) y un testigo absoluto, a los 4.5 meses de edad del cultivo. Ingenio AGROAZUCAR, Shanghai A007-390, 2020.

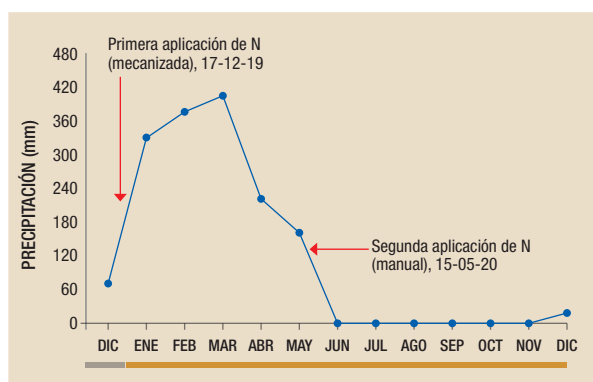


Figura 11. Fechas de aplicación del fertilizante nitrogenado y distribución mensual de la precipitación. Ingenio Valdez, 2020.

con bajo contenido de materia orgánica (2.6%) y pH ligeramente neutro (6.9), contenido alto de P (23 ppm), concentraciones de K de 0.31 cmol/kg y una CIC de 27 cmol/kg. Se establecieron ocho tratamientos, incluido un testigo absoluto, en los dos primeros se aplicó la dosis total de N, con urea normal y urea advance, y a partir del tercer tratamiento se fraccionó la aplicación, el 50% después del corte y antes de la época lluviosa y el otro 50% cercano a los 170 días después del corte, con urea revestida Advance (UAd), urea+NBPT (Fortaleza urea – UF), nitrato de amonio (NA) y urea sin revestir (U) (Figura 11). Cabe mencionar que la primera fracción de N se aplicó en forma mecanizada y la segunda fracción en forma manual sobre la superficie del suelo.

Los tratamientos cinco y siete, con 50% urea revestida Advance (UAd) + 50% urea normal y 50% urea normal + 50% nitrato de amonio, mostraron los mejores resultados de producción de caña (93.8 y 93.5 TCH) y azúcar (257 y 252 SAH). El tratamiento referencial usado por el ingenio Valdez, con 138 kg/ha incorporado luego del corte produjo 10 TCH menos que los dos anteriores. Sin embargo, todas las aplicaciones fraccionadas a los 168 días después del corte (DDC), muestran un efecto en la acumulación de sacarosa, con 13.4% pol en promedio; mientras que, con una sola aplicación de N estuvieron alrededor de 14% pol caña. Estos resultados sugieren que la estrategia de fertilización fraccionada con 50% urea normal (U) + 50% nitrato de amonio (NA); o, 50% UAd + 50% urea normal podrían beneficiar la producción de caña y azúcar (Figura 12).

En el ingenio San Carlos, lote 102702, con la variedad EC-07, primera soca, suelo de textura franco, con bajo contenido de MO (2.2 %), pH de 6.6, P 15 ppm, concentraciones de K de 0.48 cmol/kg y CIC de 21 cmol/kg, se estableció un ensayo donde se evaluaron ocho tratamientos, dos de ellos con la dosis total de N al inicio (125 kg/ha), cinco tratamientos fraccionando en dos periodos la aplicación (antes y a la salida de época lluviosa) y un tratamiento testigo (0% N). La primera fracción de N se aplicó en forma mecanizada a los 14 DDC y la segunda fracción manualmente sobre la superficie del suelo a los 169 DDC (5.5 meses).

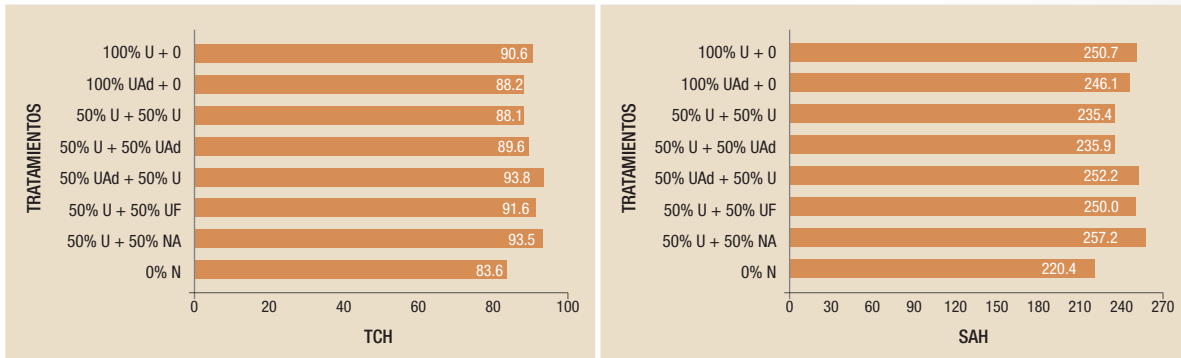


Figura 12. Efecto de las fuentes y fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en el tonelaje de caña (TCH) y sacos de azúcar por hectárea (SAH) de la variedad EC-02, segunda soca, tercer tercio de zafra, en un suelo Fluventic haplustept. Ingenio Valdez, lote 001-067, 2020.

Los resultados de este ensayo mostraron que los tratamientos fraccionados fueron superiores con 4 a 6 TCH frente a la fertilización del ingenio. Al igual que en el ingenio Valdez, los tratamientos con una sola aplicación mostraron diferencias estadísticas con mayor concentración de azúcar en relación a los tratamientos fraccionados. Este efecto pudo deberse a la aplicación tardía (mayo) de la segunda fracción y la humedad del suelo. Sin embargo, las aplicaciones fraccionadas utilizando urea normal antes de las lluvias (14 DDC) y a la superficie (mayo) presentó la mayor producción de azúcar (246 SAH) junto al tratamiento con una sola aplicación de urea normal al inicio (236 SAH) (Figura 13). Las concentraciones de nitratos y amonio presentan igual dinámica que en los

otros dos ingenios, mayor contenido a los 20 DDF y en los tratamientos con mayor dosis, luego disminuyen al avanzar los días, llegando a los 60 a 65 DDF con concentraciones en suelo similares al tratamiento de cero fertilizantes nitrogenados; lo que sería el grado de mineralización de la MO (Figura 14).

Un análisis preliminar de costos, considerando el precio de los fertilizantes y el beneficio neto por azúcar demuestra hasta un 9% de ganancia usando urea revestida (Advance) ante el tratamiento con urea normal en el ingenio AGROAZUCAR. En el ingenio Valdez, bajo las mismas consideraciones de costos y la aplicación manual se determinó un beneficio de 2.2 % al

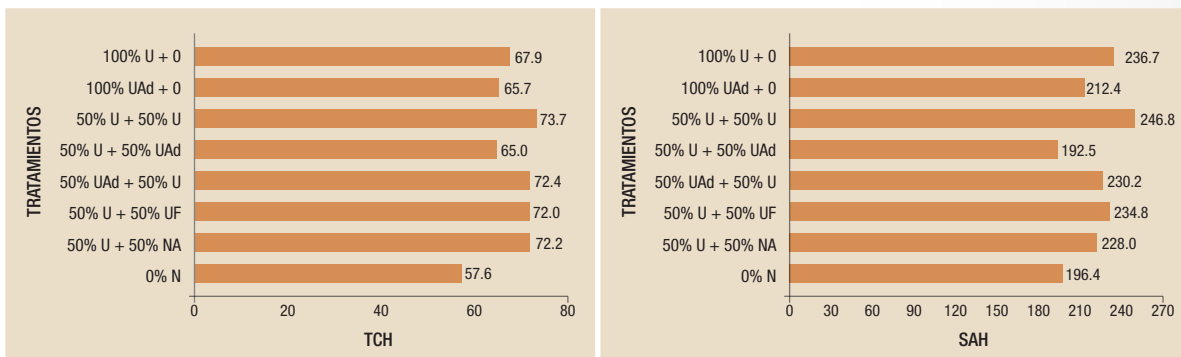


Figura 13. Efecto de las fuentes y fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en el tonelaje de caña por hectárea (TCH) y sacos de azúcar por hectárea (SAH) de la variedad EC-07 en primera soca, en un suelo Typic haplustept. Ingenio San Carlos, lote 102702, 2020.

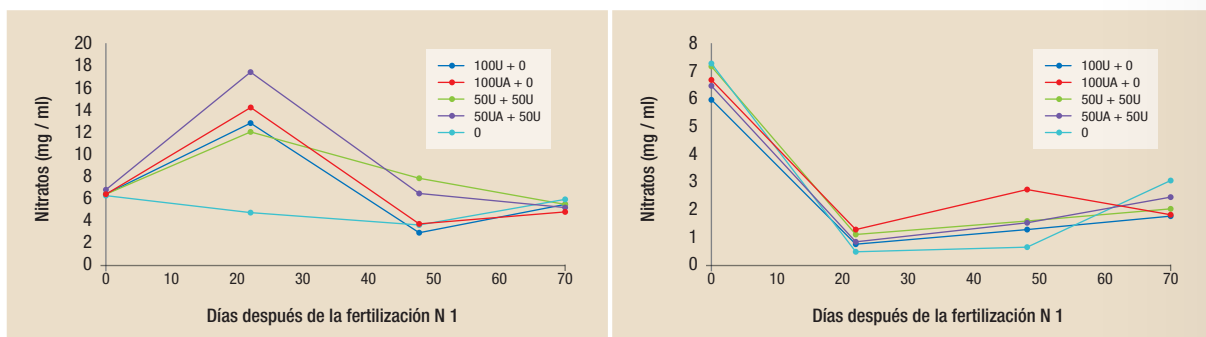


Figura 14. Concentración de nitratos y amonio en un suelo arcilloso a los 60 días después de la aplicación de diferentes dosis de urea Advance (UA) y urea normal (U), incorporada a 25 cm de profundidad con la variedad EC-07, primera soca, tercer tercio de zafra. Ingenio San Carlos, lote 102702, 2020.

aplicar fraccionado el 50% urea normal + 50% nitrato de amonio, en comparación a la aplicación total del fertilizante nitrogenado a los 18 DDC (manejo ingenio). También, en el ingenio San Carlos se determinó 4% de ganancia en el beneficio neto fraccionando el 50% con urea normal versus una sola aplicación del ingenio.

Estos resultados muestran que el fraccionamiento de la fertilización nitrogenada en tercer tercio puede ser una alternativa para mejorar los indicadores de producción y rendimiento de la caña de azúcar. Sin embargo, es necesario realizar más estudios considerando factores como variedad, contenido de MO o tipos de suelo, fuentes de N y análisis económico en referencia al costo de aplicación del fertilizante N al final de la época lluviosa.

RESPUESTA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LAS APLICACIONES DE VINAZA Y SU EFECTO EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE SUELOS

Actualmente los ingenios azucareros utilizan la vinaza (subproducto de la industria alcoholera) como un sustituto de fertilizante potásico, debido a su alto contenido de potasio (5.5 kg/m^3 de K_2O); y, otros elementos como calcio (9.9 kg/m^3 de CaO) y magnesio (0.58 kg/m^3 de MgO). Las concentraciones de nitrógeno (0.45 kg N/m^3) y fósforo ($0.11 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{m}^3$) son consideradas bajas, por lo que es necesario complementar con fuentes que aporten estos elementos nutricionales. La

conductividad eléctrica es alta ($15,162 \mu\text{S/cm}$) y el pH variable de acuerdo con ingenio (4.65 en AGROAZUCAR y 7.65 en Valdez).

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la vinaza sobre la producción y rendimiento de la caña de azúcar y las variaciones nutricionales que pueden producirse en el suelo. En Valdez el ensayo se efectuó en el cantero 004-046 (tres años de aplicación), variedad EC-02, segunda soca; y, en AGROAZUCAR, cantero Ruidoso A020-320, variedad ECU-01, segunda soca. Estos suelos pertenecen a un Fluventic haplustept (Valdez) y Vertic tropaquept (AGROAZUCAR), con una clase textural franco-arcilloso a arcillo-limoso, pH prácticamente neutro (6.8), materia orgánica baja (1.65% AGROAZUCAR y 2.48% Valdez) y concentraciones medias de fósforo (11-13 ppm). En el ensayo de Valdez se evaluaron cinco dosis de vinaza (0, 30, 60, 90 y $120 \text{ m}^3/\text{ha}$) y en AGROAZUCAR tres dosis (0, 40 y $80 \text{ m}^3/\text{ha}$). En las dos localidades la vinaza se aplicó diluida con el agua de riego (fertirriego) por lo que los niveles de 60, 90 y 120 m^3 de vinaza se fraccionaron en dos y tres partes y el nivel de 80 m^3 en dos partes. La aplicación de vinaza fue cada 27 a 30 días de acuerdo con la programación de riego y necesidad hídrica del cultivo (Figura 15).

En AGROAZUCAR, el tratamiento que no se irrigó con vinaza y se fertilizó con muriato de potasio ($113 \text{ kgK}_2\text{O}/\text{ha}$) tuvo una producción y rendimiento semejante al irrigado con $40 \text{ m}^3/$



Figura 15. Aplicación de vinaza en dilución con el agua de riego en el ingenio AGROAZUCAR. 2020.

ha de vinaza, lo que aporta una dosis similar de potasio ($111 \text{ kgK}_2\text{O/ha}$) considerando una concentración de 0.23 ppm de K en solución con el agua de riego. El tratamiento con $80 \text{ m}^3/\text{ha}$ mostró la mayor producción de caña y azúcar, con diferencias estadísticas significativas y con 20% más TCH sobre los otros tratamientos en la segunda soca. En el ingenio Valdez, los cinco tratamientos irrigados con vinaza mostraron similar producción de caña (TCH); únicamente se detectó diferencia en la concentración de % pol caña en el tratamiento donde se aplicó $90 \text{ m}^3/\text{ha}$, con lo cual se obtuvo 232 SAH (Figura 16).

Por otro lado, se ha observado que las concentraciones de ceniza y K en jugo se incrementan proporcionalmente a la cantidad de vinaza aplicada. Aplicaciones superiores a los $90 \text{ m}^3/\text{ha}$ no sería recomendable debido a que la concentración de azúcar (% pol caña) se estabiliza o disminuye. Al respecto, la aplicación de $120 \text{ m}^3/\text{ha}$, disminuyó a 10% pol caña y aumentó la cantidad de cenizas (0.45%) comparado con la dosis de $90 \text{ m}^3/\text{ha}$ (0.37%). También se observó incrementos de K en jugo (0.27%) al comparar con lo obtenido cuando se utilizó $90 \text{ m}^3/\text{ha}$ (0.22%). Los azúcares reductores también se

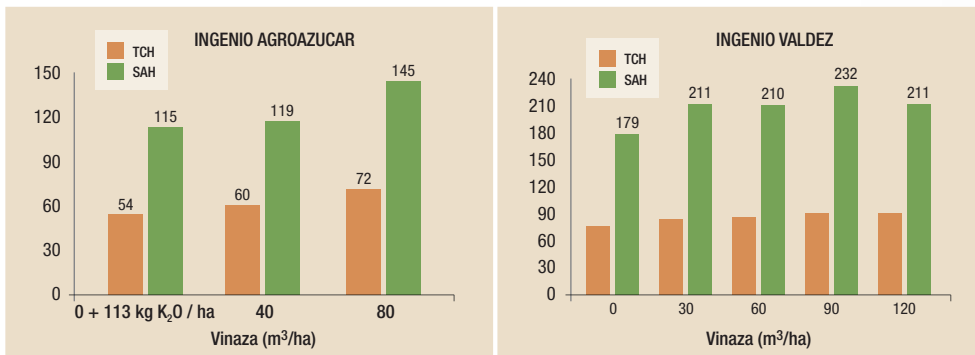


Figura 16. Efecto de la vinaza en la producción de caña (TCH) y azúcar por hectárea (SAH), en las variedades ECU-01 y EC-02, evaluadas en segunda soca, en los ingenios Valdez (suelo Vertic tropaquept) y AGROAZUCAR (suelo Fluventic haplustept). 2020.

incrementaron a 0.71%, siendo 16% mayor que en los demás tratamientos.

Durante el tercer año de evaluación, con la aplicación de vinaza en las dos localidades, se observó que este subproducto no muestra ningún efecto negativo sobre la productividad de la caña de azúcar. Aplicaciones de vinaza entre 80 y 90 m³/ha resultaron en altos tonelajes de caña y azúcar, así como mayor concentración del % pol caña. Al aplicar una ecuación cuadrática, basados en las dosis crecientes de aplicación de vinaza, se determina una dosis máxima de 82 m³/ha para el ingenio Valdez.

El comparar la composición química de los suelos de los ensayos donde se aplicó la vinaza, se observa que después de tres años hay una variación en la concentración de cationes, MO y pH. En AGROAZUCAR, los cationes K, Ca y Mg bajaron en 13, 19 y 9 %, respectivamente, y el pH bajó a 6.4. En cuanto al balance catiónico las relaciones de Ca/K y (Ca+Mg)/K con la adición de vinaza ha permitido mantener el porcentaje de ocupación del K con respecto a la suma de bases. La MO se incrementó en 3.9% luego de tres años de aplicación.

Las distintas dosis de vinaza aplicadas en el ingenio Valdez también disminuyeron la concentración en el suelo de K, Ca y MO, en 18, 8 y 1.2 %, respectivamente. El Na fue el catión que más se incrementó (110%) pasando de 0.36 a 0.75 cmol/kg. Los niveles de Mg se incrementaron 28% sobre el contenido en suelo a la siembra, esto provocó un desbalance del Ca, pasando de 2.2 antes de la aplicación a 1.6 cmol/kg. Esta disminución trae una deficiencia de Ca y consecuentemente produce una baja concentración de K; provocando que la

relación de las bases (Ca+Mg)/K se incrementen considerablemente hasta 80 en relación al valor inicial de 63 en caña planta, siendo todavía muy alto en relación al valor adecuado que debe ser menor a 40.

Las relaciones y concentraciones de cationes mencionadas arriba son el resultado de la distinta composición química de la vinaza usada en cada ingenio. Es recomendable primero caracterizar su composición y manejar adecuadamente para que no provoquen desbalances en el suelo. Es necesario realizar monitoreos frecuentes del suelo, para aprovechar las bondades de este subproducto e incrementar la producción de caña y azúcar. Estos experimentos iniciales de CINCAE y los ingenios sugieren continuar con estos estudios para definir el manejo de subproductos y enmiendas orgánicas en los suelos para caña de azúcar.

USO DE FERTILIZANTE NITROGENADO EN SUELOS CON HISTORIAL DE APLICACIÓN DE VINAZA EN EL INGENIO SAN CARLOS.

En general la vinaza tiene un bajo contenido de N entre 0.1 a 0.73 g/m³; sin embargo, si las aplicaciones son altas (>100 m³/ha) puede aportar entre 10 a 73 kg de N/ha, aunque no necesariamente disponible para la planta (Silva et al., 2015⁷ ; Carvalho et al., 2013⁸). Resultados reportados por Franco et al. en 2008⁹ en caña planta y primera soca, no encontraron diferencias en tonelaje de caña entre un tratamiento completo de fertilización química y aplicaciones entre 115 a 234 m³/ha de vinaza, a pesar de que ésta aportó entre 33 a 80 kg de N/ha. Trivelin y colaboradores en 1996¹⁰ mostraron que la aplicación de 100 kg de N/ha en forma de urea o nitrógeno amoniacal,

⁷ Silva, J., Cazetta, J., & Togoro, A. 2015. Soil change induced by the application of biodegraded vinasse concentrate, and its effects on growth of sugarcane. *Chilean journal of agricultural research*, 75(2), 249-254.

⁸ Carvalho, L. A., Meurer, I., Junior, C. A., Santos, C. F. & Libardo, P. L. 2014. Spatial variability of soil potassium in sugarcane areas subjected to the application of vinasse. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86, 1999-2012.

⁹ Franco, A., Marques, M. O., & Melo, W. J. D. 2008. Sugarcane grown in an Oxisol amended with sewage sludge and vinasse: nitrogen contents in soil and plant. *Scientia Agricola*, 65(4), 408-414.

¹⁰ Trivelin, P. C. O., Rodrigues, J. C. S., & Victoria, R. L. (1996). Utilizacao por soqueira de cana-de-acucar de inicio de safra do nitrogeno da aquamoniam 15N e ureia-15N aplicado ao solo em complemento a vinhaca. Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE).

en un suelo con aplicación de 100 m³/ha de vinaza incrementó a 17% la biomasa de caña de azúcar comparado con el tratamiento sin N.

Con estos antecedentes, se realizó este estudio en un lote que había recibido siete ciclos de aplicación de vinaza desde el 2009. La dosis actual es de 30 m³/ha aplicados con tanquero directamente sobre la línea de caña después de la cosecha. Considerando los aportes de N de la vinaza (12 a 18 kg/ha), se evaluaron cuatro dosis de N (0, 50, 100 y 150 kg/ha), en la variedad CC85-92, en segunda soca.

Los resultados muestran un incremento en la producción de caña y azúcar por efecto de las dosis crecientes de N aplicadas, especialmente en los tratamientos con mayor fertilización nitrogenada (150 kg de N/ha), con 87 TCH y 194 SAH (Figura 17). La respuesta a las altas dosis de N puede estar directamente influenciada por las características físicas y químicas del suelo con

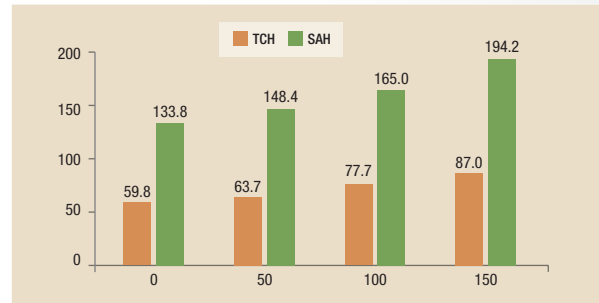


Figura 17. Efecto de la vinaza y cuatro dosis de N en la producción de caña (TCH) y azúcar (SAH), variedad CC85-92, segunda soca, en un suelo Vertisol (Typic haplustert). Ingenio San Carlos, 2020.

bajos contenidos de MO (1.6 %) y P (3.8 ppm). Adicionalmente, en el estudio físico del suelo, previo al ensayo, se encontró horizontes con poca humedad y densidad aparente de 1.4 g/cc a los 25 cm de profundidad y 1.5 g/cc a los 100 cm (Figura 18), lo que indica que los aportes



Figura 18. Muestreo de suelos y densidad aparente a diferentes profundidades en suelos con historial de aplicaciones de vinaza en el ingenio San Carlos. CINCAE, 2020.

que pueda dar la vinaza en estas condiciones de segunda soca en un suelo visiblemente compactado fueron muy limitado, ya que la vinaza puede perderse por arrastre después de los riegos. El análisis de profundidad también mostró que el K cambiante es bajo a los primeros 25 cm con apenas 0.3 cmol(+)/kg, lo cual se corrobora con la ocupación del K en la suma de bases que fue 1.0% (apenas el 25% de lo recomendable) y al existir deficiencia de K en el análisis foliar a los 4,5 meses de edad (contenido de K en la TVD de apenas 0.9%); mientras que, el Mg se encuentra en más del doble de su concentración con una relación Ca/Mg de notoria deficiencia de Ca en los horizontes más profundos del suelo.

Estos valores de concentraciones de minerales sugieren que los aportes de nutrientes al suelo al aplicar 30 m³/ha de vinaza en la superficie después

de la cosecha y bajo condiciones de suelo compactado, pueden alcanzar producciones de 60 TCH que fueron obtenidas en este ensayo con el tratamiento testigo que sólo recibió la aplicación de vinaza (Figura 18). Al mismo tiempo, el suministro de nitrato y amonio proveniente de la vinaza pudo llegar a mineralizarse en el suelo, siendo estas las formas más móviles del N, se encontraron hasta 1.1% de N en la hoja TVD en el tratamiento sin aplicación de N sintético. Estos aportes de N al aplicar vinaza sugieren la posibilidad de reducir los niveles de fertilizante nitrogenado sin afectar la producción de caña y azúcar. Sin embargo, es necesario evaluar la dinámica del N en el suelo y la mineralización de los nutrientes aportados para conocer el grado de asimilación en caña planta y socas sucesivas .



LABORATORIO QUÍMICO

Bolívar Aucatoma G.
Tanya Guillén P.
Karina Fajardo V.



RESUMEN

Durante el año 2020 el Laboratorio Químico procesó y analizó 4,978 muestras, en matrices de: caña, foliares, suelos, subproductos, fertilizantes orgánicos e inorgánicos, aguas, mieles, azúcar y productos especiales; realizándose en total 24,611 determinaciones analíticas. A través del Comité de Laboratorios de la Industria Azucarera (CLAIA), se realizaron dos inter-comparaciones en este periodo, la primera en septiembre en muestras de caña desfibrada en la que se obtuvieron coeficientes de variación de 5.48, 4.07, 9.27, 2.70 y 31.7% en brix, pol, fibra, humedad y azúcares reductores (AR), respectivamente. En una segunda inter comparación realizada en octubre, en tres días diferentes, en jugo de caña, se obtuvieron coeficientes de variación de 0.79, 1.47 y 6.34% para brix, pol y azúcares reductores, en su orden; además, se analizaron soluciones de referencia de azúcares reductores (glucosa + fructosa) y sacarosa con la que se determinaron los porcentajes de recuperación obteniéndose entre 85.0 a 100.3% y 99.3 y 100.5%, respectivamente. El análisis del contenido de color y fenoles en tallos limpios de nueve variedades de caña fluctuó entre 5,198 a 11,248 UI y 535 a 733 ppm, respectivamente. En un estudio simulando que la caña que ingresa al molino tiene 9% de trash vegetal (hojas y cogollos) mezclados con 91% de tallos limpios, el contenido de fenoles se incrementó en 19.5% y el color 70.5% en comparación a caña sin trash; y, el pol disminuyó 4.6%.

ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS EN LABORATORIO

Del total de muestras analizadas y sus determinaciones analíticas, el 80.5% corresponden a ensayos de investigación del CINCAE y el 19.5% como servicio de análisis a los ingenios Valdez, AGROAZUCAR, San Carlos y San Juan, cañicultores asociados; y, las empresas SODERAL, CODANA, REPUBLINEG, SAPAG, FITOSAN, Cultivation Solution, PRIMOBANANO, FERTISA, ANONA, LIFEWELTH, AGRIFORZA, Agrícola del Pacífico, Agrícola Santa María, AGROACEITE, AGROFIVE, ASISTAGRO, BECARES, EXPOFRUTAL, FUSAKATAN, RALIUGA y SUPERCOMPANY.

COMITÉ DE LABORATORIOS DE ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA AZUCARERA (CLAIA)

En el mes de septiembre el CLAIA, integrado por los laboratorios de los ingenios San Carlos,

Valdez, AGROAZUCAR y CINCAE, realizó la V inter-comparación en calidad de caña en matriz caña de azúcar desfibrada, para lo cual los tallos se desfibraron en el Laboratorio Químico de CINCAE y se enviaron a cada laboratorio cinco submuestras de 600 g. Adicional a ello se preparó y entregó a cada laboratorio una solución estándar de azúcares reductores (glucosa y fructosa) al 1%, transportándose en una hielera para su preservación. Los laboratorios enviaron los resultados de cada submuestra en % caña de: pol, brix, fibra, humedad y azúcares reductores; y, de las soluciones estándar en % de azúcares reductores. Los promedios se pueden observar en el Cuadro 2.

De acuerdo con estos resultados, la humedad de la muestra presentó el menor coeficiente de variación (CV) con 2.70 %, siendo el que mejor se ajusta; para pol y brix los CVs fueron 4.07% y 5.48%, lo cual se considera como aceptable; la fibra presenta mayor dispersión con un CV de

Cuadro 1. Parámetros y número de muestras analizadas de CINCAE y prestación de servicio, 2020.

MATRICES	CINCAE ¹		SERVICIO ²		Parámetros
	Número de muestras	Determinaciones analíticas	Número de muestras	Determinaciones analíticas	
CAÑA	2,594	10,664	149	610	Brix, pol, fibra, humedad y azúcares reductores, K, cenizas conductimétricas, color, dextranas, almidones y fenoles. HPLC: Sacarosa, glucosa y fructosa.
SUELOS	629	72	435	5767	Extractante-Olsen Modificado: P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn y NH ₄ ⁺ Extractante-acetato de amonio: Na, K, Ca y Mg. Extractante-fosfato de calcio: B y S. Extractante-Bray II: Fósforo. Extractante-cloruro de potasio: Acidez hidrolítica y cambiante, aluminio, pH, NH ₄ ⁺ y NO ₃ ⁻ . Dilución suelo-agua (1:2,5): Fósforo, conductividad eléctrica y pH. Digestión ácida: Materia orgánica, nitrógeno total. Clase textural Pasta saturada: pH, C.E, Na, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Sulfatos, Cloruro, N-Nitrato, N-amoniacoal y bicarbonatos.

TEJIDO VEJETAL	775	3911	269	2810	Contenido total: N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B y S
SUBPRODUCTOS	8	120	93	431	Extractante-Olsen Modificado: P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn. Extractante-acetato de amonio: Na, K, Ca y Mg. Dilución suelo-agua (1:2,5): Conductividad eléctrica y pH. Digestión ácida: P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn, nitrógeno total y Materia orgánica. HPLC: P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn, Sacarosa, Glucosa y fructosa.
FERTILIZANTES	2	24	11	77	Contenido total: N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B y S
AGUAS	0	0	7	119	Contenido total: P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn SDT, dureza, cloruros, sulfatos y carbonatos, conductividad eléctrica y pH.
AZÚCAR	--	--	5	5	Almidón y pureza
REACTIVO	--	--	1	1	Pureza
TOTAL	4008	14791	970	9820	

1/ Trabajos de investigación de CINCAE.

2/ Prestación de servicios a ingenios y terceros. pH= potencial de hidrógeno, C.E.=conductividad eléctrica, N-NO3=nitrato, N-NH4=amonio, N=nitrógeno, P=fósforo, K=potasio, Ca=calcio, Na=sodio, Mg=magnesio, Zn=zinc, Cu=cobre, Fe=hierro, Mn=manganeso, B=boro, y S=azufre, SDT= sólidos disueltos totales, HPLC=Cromatografía Líquida de Alta Resolución

Cuadro 2. Resultados de los estadísticos descriptivos de la inter-comparación de una muestra de caña de azúcar desfibrada y un estándar de azúcares reductores entre los laboratorios pertenecientes a CLAIA. Septiembre 2020.

COD. LAB. Y ESTADÍSTICOS	% EN CAÑA					ESTÁNDAR A.R. (%)
	BRIX	POL	FIBRA	HUMEDAD	AZÚCARES REDUCTORES	
1	18.47	16.25	13.83	67.69	0.47	1.13
2	17.09	15.44	16.02	66.89	0.44	0.76
3	18.03	15.92	13.64	68.32	0.40	1.01
4	18.47	16.47	16.05	65.48	0.21	0.90
5	16.25	14.88	13.31	70.44	0.27	0.85
Media	17.66	15.79	14.57	67.77	0.36	0.93
DE	0.97	0.64	1.35	1.83	0.11	0.15
CV (%)	5.48	4.07	9.27	2.70	31.70	15.6

Cod. Lab.: Código asignado a cada laboratorio, DE: Desviación Estándar, CV: Coeficiente de Variación, A.R.: Azúcares Reductores.

9.27%. En el caso de los azúcares reductores mostraron una alta variabilidad con un CV del 31.7 % en matriz caña desfibrada y 15.6 % en la solución estándar analizados por el método Lane Eynon. Sin embargo, al calificar a los laboratorios con la z-score todos se muestran como satisfactorios.

Con el fin de eliminar la variación en los procesos de desfibrado, homogenizado y prensado de caña, se propuso dentro del comité trabajar con jugo de caña en los parámetros pol, brix y azúcares reductores. De esta manera, los resultados obtenidos reflejarían la variación de los métodos y equipos utilizados en cada laboratorio, lo que permitiría tomar las medidas necesarias, como por ejemplo normalizar sus procedimientos, verificar equipos, capacitar al personal, etc.

En este sentido, en el mes de octubre se realizó la segunda inter-comparación en tres días diferentes, para esto se desfibraron muestras de tallos de caña limpios, se extrajeron aproximadamente 20 litros de jugo usando la prensa hidráulica y se homogenizaron; inmediatamente la muestra se dividió en recipientes de cuatro litros y se enviaron a cada laboratorio en una hielera para

su conservación. Adicional a ello se envió una solución estándar al 1% de azúcares reductores (glucosa + fructosa) y, el segundo y tercer día una solución de sacarosa al 15%. Los datos se reportaron con tres repeticiones para cada parámetro analizado: porcentajes de pol, brix y azúcares reductores. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 3. Los coeficientes de variación para brix, pol y azúcares reductores fluctuaron entre 0.49 a 0.96%, 0.82 a 1.99% y 5.24 a 7.64 % respectivamente. La variabilidad en los resultados, disminuyó con respecto a los datos reportados en el análisis de caña desfibrada; sin embargo, los resultados de azúcares reductores son los que mayor dispersión presentan, esto puede verse asociado a la baja concentración que se cuantifica. Con relación a la z-score los cinco laboratorios participantes calificaron como satisfactorios en todos los parámetros evaluados en esta inter-comparación.

Los resultados en el análisis de las soluciones estándares se presentan en el Cuadro 4. En el caso de azúcares reductores mostraron CVs muy parecidos a los obtenidos en la muestra de jugo de caña; entre 6.59 a 7.64%. En % pol los CVs estuvieron entre 0.50% y 0.46%, lo cual indica

Cuadro 3. Resultados de los estadísticos de la inter-comparación en muestras de jugo de caña de azúcar, entre los laboratorios pertenecientes a CLAIA, octubre 2020.

		PARÁMETROS (%)								
		BRIX			Pol			AR		
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3
LABORATORIOS	L1	20.01	20.04	19.40	18.16	17.97	17.01	0.61	0.86	0.92
	L2	20.22	19.68	19.07	18.26	18.22	17.61	0.72	0.88	0.91
	L3	19.99	20.01	19.54	18.42	17.96	17.10	0.69	0.93	0.92
	L4	20.08	20.11	19.47	18.86	18.28	17.83	0.68	0.83	0.88
	L5	20.14	20.17	19.41	18.7	18.19	17.47	0.61	0.81	1.04
ESTADÍSTICOS	Media	20.09	20.00	19.38	18.48	18.13	17.40	0.66	0.86	0.93
	DE	0.10	0.19	0.18	0.29	0.15	0.35	0.05	0.05	0.06
	CV (%)	0.49	0.96	0.93	1.59	0.82	1.99	7.64	5.24	6.74

AR: Azúcares Reductores, DE: Desviación Estándar y CV: Coeficiente de Variación.

que existe una buena reproducibilidad entre laboratorios, confirmando que los equipos de medición (polarímetros) se encuentran calibrados y el proceso de clarificación es semejante en todos los laboratorios.

Para determinar la exactitud en un análisis pueden usarse soluciones de concentración conocida (valores tomados como verdaderos), para lo cual se enviaron a los laboratorios soluciones de azúcares reductores al 1% y de sacarosa al 15%. Los resultados presentados como porcentaje de recuperación se muestran en el Cuadro 5. En azúcares reductores el porcentaje de recuperación estuvo entre 85.0 a 100.3%, lo que servirá a los laboratorios para ajustar sus métodos; mientras que, para sacarosa las recuperaciones estuvieron entre 99.3 y 100.5%, notándose mejor exactitud.

CARACTERIZACIÓN DE COLOR, FENOLES Y APORTE EN EL TRASH DE 11 VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR.

Entre las características que no son consideradas como un parámetro de selección de variedades de caña de azúcar, se encuentran el color y los fenoles; sin embargo, el aumento de la cosecha mecanizada ha afectado la calidad de la caña que entra a fábrica debido a una mayor cantidad de

Cuadro 4. Promedio de resultados y estadísticos de la inter-comparación en estándares de azúcares reductores y de sacarosa, entre los laboratorios miembros del CLAIA, octubre 2020.

		Estándares (%)				
		AR		Sacarosa		
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 2	DÍA 3
LABORATORIOS	L1	0.96	0.96	0.98	14.88	14.93
	L2	0.88	0.88	0.88	14.95	15.03
	L3	1.00	1.00	1.00	14.91	14.94
	L4	0.90	0.90	0.87	14.98	15.00
	L5	0.85	0.85	0.85	15.07	15.09
ESTADÍSTICOS	Media	0.92	0.92	0.92	14.96	15.00
	DE	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07
	CV (%)	6.59	6.66	7.64	0.5	0.46

AR: Azúcares Reductores, DE: Desviación Estándar y CV: Coeficiente de Variación.

trash vegetal y causando mayor concentración de fenoles y color. Ambos parámetros son acumulados en la parte apical y hojas jóvenes (parte del trash). Existen reportes de que el trash tiene entre 7 y 36 veces más color que los tallos molinables. Al respecto, en un trabajo efectuado en CINCAE sobre el efecto del trash vegetal en la calidad del jugo de ocho variedades de caña se determinó una disminución de 13.6% en el contenido de sacarosa, un aumento del 53% en el color y 23% en los fenoles, al comparar el jugo de tallos limpios con el jugo de una mezcla de 89% tallos limpios, 4% de cogollos y 7% de hojas (Aucatoma, 2015).

En octubre de este año se realizó un ensayo para caracterizar once variedades de caña de azúcar en función de fenoles y color (Cuadro 5); además, determinar el efecto que produce el incremento de hojas y cogollos en el % Pol caña, fenoles y color.

Las muestras se tomaron en el lote 065004 del ingenio San Carlos, de un ensayo de validación, el diseño estadístico es de bloques al azar con tres repeticiones, en cada repetición se tomaron dos muestras, una compuesta solo de tallos molinables limpios y la otra con tallos, hojas y cogollos; esta última se preparó en el laboratorio en una proporción de 91% tallos, 5% hojas y 4%

Cuadro 5. Porcentaje de recuperación en la inter-comparación entre los laboratorios pertenecientes a CLAIA de soluciones estándares de azúcares reductores y de sacarosa, octubre 2020.

LABORATORIOS	% RECUPERACIÓN	
	AZÚCARES REDUCTORES	SACAROSA
L1	96.3	99.3
L2	87.9	99.9
L3	100.3	99.5
L4	89.3	99.9
L5	85.0	100.5

cogollos, estas cantidades se tomaron como referencia del promedio de éstos componentes en las cosechas del 2017 al 2019 en el Ingenio San Carlos. Las muestras se analizaron por el método de la Prensa Hidráulica, para lo cual se desfibró la caña, se pesaron 500 g de muestra y se extrajo el jugo prensando a 250 kg f/cm², el residuo o torta se secó a 105 °C por 12 horas y con el jugo se determinó pol, fenoles y color.

Para el análisis de fenoles se utilizó el método de Folin-Ciocalteu y para color el método ICUMSA GS1/3-7 (2002) a pH 7, en los dos casos la determinación se realizó por espectrofotometría U/VIS. En la Figura 1 se observa que la variedad EC-08 presentó el menor contenido de color con 5198 UI, siendo mayor en la CR74-250 con 11248 UI; en fenoles la variedad CC01-1228 tuvo el menor contenido con 535 ppm, siendo mayor en el clon EC03-247, con 733 ppm.

Al colocar el 9% de trash vegetal en tallos limpios se produjo un incremento entre 9 a 41%, con un promedio del 19.5% en fenoles; y, entre 48 y 122% en color, con un promedio de 70.5 %; mientras

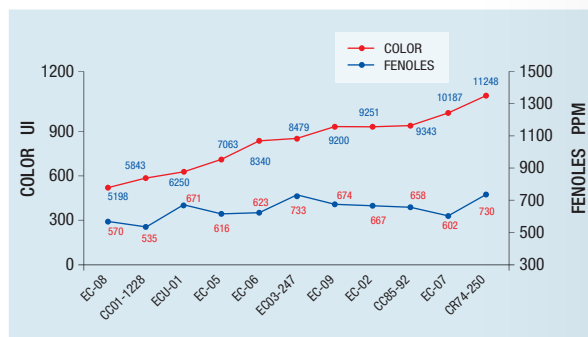


Figura 1. Contenido de fenoles y color de 11 variedades de caña de azúcar, en muestras de tallos limpios. CINCAE, octubre 2020.

que, el contenido de pol disminuyó entre 2.5 y 11.5%, con un promedio de 4.6%, dependiendo de la variedad. Las variedades EC-08, CC85-92 y CC01-1228 presentaron mayor incremento de fenoles y color y, mayor disminución del % pol caña. Mientras que, las variedades: EC-07, EC-09, CR7-4250 y EC-02, mostraron menor disminución del % pol caña. (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados del análisis de pol caña, fenoles y color en tallos limpios y con trash vegetal. CINCAE, 2020.

VARIETADES	COLOR			FENOLES			POL CAÑA		
	UI		Δ %	PPM		Δ %	%		Δ %
	ST	CT		ST	CT		ST	CT	
EC-08	5,198	10,869	109	570	736	29	17.40	15.40	-11.5
CC01-1228	5,843	12,948	122	535	717	34	16.50	14.80	-10.5
ECU-01	6,250	12,461	99	655	706	8	16.30	15.10	-7.4
EC-05	7,063	13,178	87	616	725	18	18.50	17.00	-8.1
EC-06	8,340	12,809	54	623	681	9	16.20	15.20	-6.2
EC03-247	8,479	15,816	87	733	940	28	15.40	14.30	-7.1
EC-09	9,200	17,294	88	721	779	8	17.50	17.00	-2.9
EC-02	9,251	15,697	70	667	787	18	16.80	16.20	-3.6
CC85-92	9,343	18,710	100	692	927	34	15.30	14.00	-8.5
EC-07	10,187	15,092	48	602	698	16	16.10	15.70	-2.5
CR74-250	11,248	14,211	26	714	753	5	13.80	13.33	-3.4

ST: Sin trash; CT: Con trash y Δ: Variación en porcentaje; Trash=material extraño (basura)



Información climática y producción de caña y azúcar en la costa ecuatoriana



ANÁLISIS DEL CLIMA

El análisis de precipitación, temperatura y heliofanía (horas netas de brillo solar por mes) se basaron en los registros meteorológicos de cuatro estaciones ubicadas en los ingenios San Carlos, AGROAZUCAR, Valdez y hacienda Banatel. En general, los registros meteorológicos de 2020 no variaron significativamente comparados con los de 2019. Los promedios mensuales de la zona de influencia de las cuatro estaciones meteorológicas muestran una temperatura máxima de alrededor de 30°C, siendo mayor en abril con 32.4°C; mientras que, las temperaturas más bajas se registraron en agosto y septiembre, con 20.4 y 20.6°C. El promedio de mayor oscilación térmica ocurrió en agosto con 9.9 °C y el menor en julio con 7.6 °C (Figura 1).

La mayor precipitación anual se registró en AGROAZUCAR con 2,039.9 mm, seguido de San Carlos con 1,437.1 mm y Valdez con 1,265.8 mm; Banatel fue la estación de menor precipitación con 906.9 mm. El total de lluvias

registrado en AGROAZUCAR fue muy superior al año 2019; mientras que, en las otras estaciones fue menor (Figura 2).

Un análisis comparativo de los últimos cinco años sobre la heliofanía, considerando el total de horas de radiación neta por mes y su promedio diario, muestra que el ingenio Valdez presentó los mejores promedios acumulados de heliofanía, con promedios entre 2.0 a 2.6 horas/día. El ingenio San Carlos registró promedios de 1.6 a 2.3 horas/día; mientras que, AGROAZUCAR alcanzó entre 0.7 a 2.0 horas/día (Figuras 3, 4 y 5). Todos los promedios son considerados muy bajos para un buen proceso fotosintético de la caña de azúcar. Esta planta pertenece al grupo C4, que requieren de alta radiación solar neta y adecuada oscilación térmica para una eficiente fotosíntesis y la consecuente acumulación de azúcar. Estas condiciones meteorológicas, más una pobre distribución de las precipitaciones, podrían ser factores determinantes para la acumulación de azúcar, tonelaje de caña y su resultado final, la producción de azúcar.

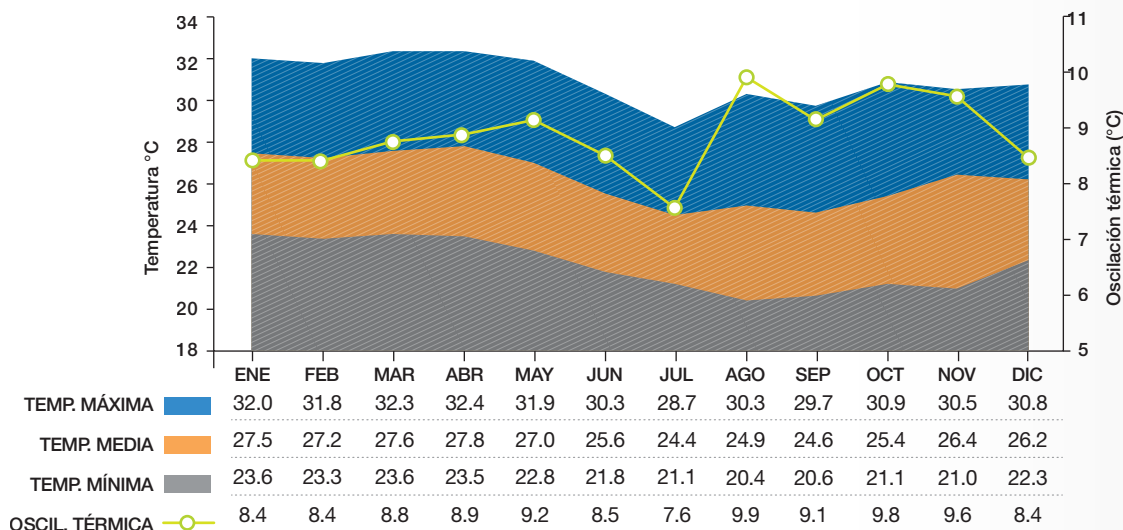


Figura 1. Promedios mensuales de temperatura máxima, media y mínima y la oscilación térmica registradas en las estaciones meteorológicas ubicadas en San Carlos, AGROAZUCAR, Banatel y Valdez. 2020.

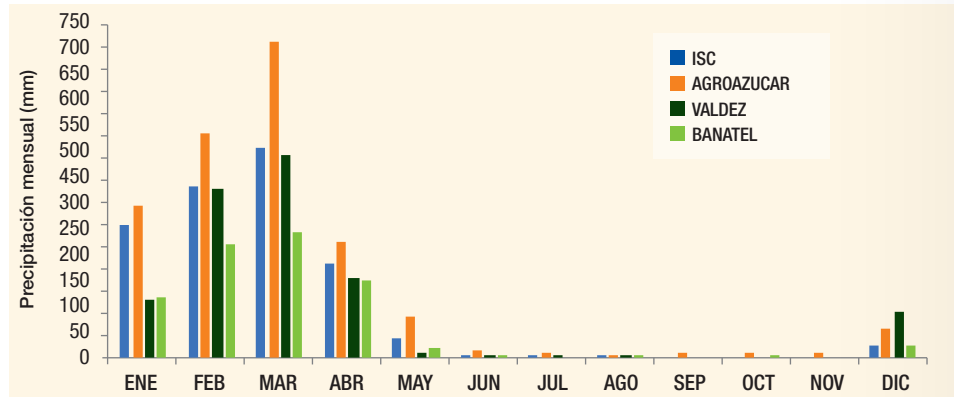


Figura 2. Valores mensuales de precipitación (mm,) de las estaciones meteorológicas de los ingenios San Carlos, AGROAZUCAR, Valdez y hacienda Banatel. 2020.

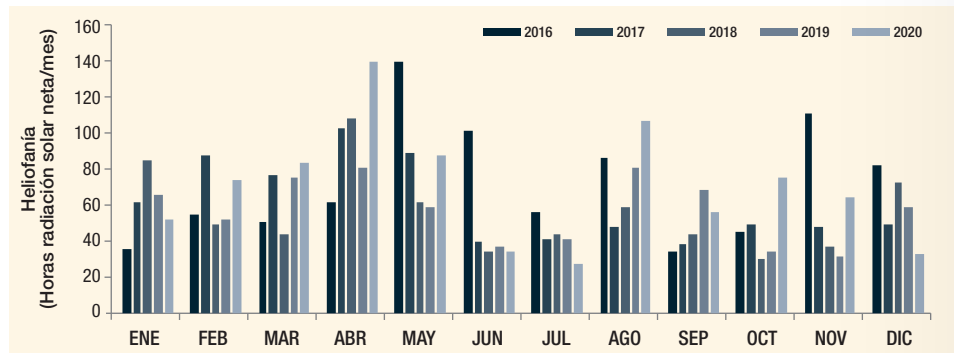


Figura 3. Valores mensuales de heliofanía (horas brillo solar) registrados en la estación meteorológica del ingenio Valdez, en los últimos cinco años. 2016- 2020.

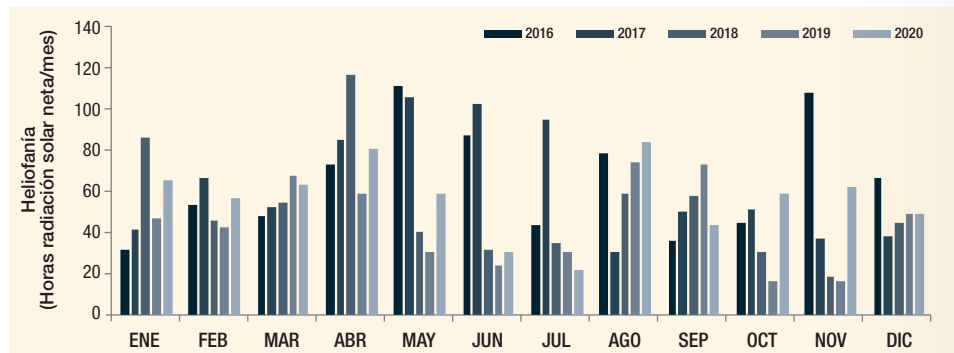


Figura 4. Valores mensuales de heliofanía (horas brillo solar) registrados en la estación meteorológicas del ingenio San Carlos en los últimos cinco años. 2016- 2020.

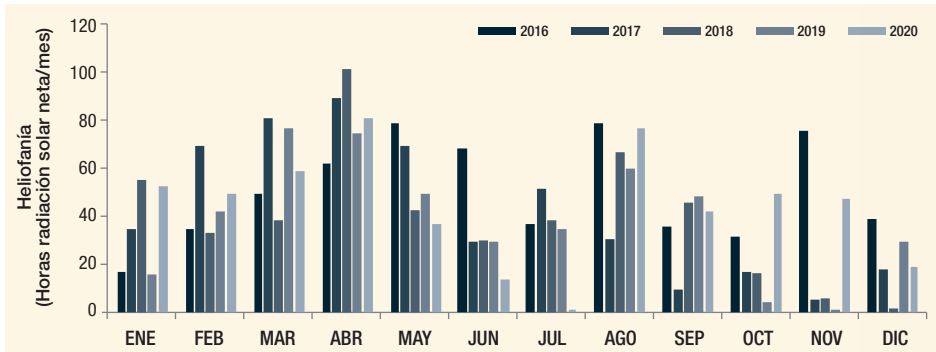


Figura 5. Valores mensuales de heliofanía (horas brillo solar) registrados en la estación meteorológica del ingenio AGROAZUCAR en los últimos cinco años. 2016- 2020.

PRODUCCIÓN DE CAÑA Y AZÚCAR

La zafra del 2020 se inició en junio en el ingenio Valdez y julio en los ingenios AGROAZUCAR y San Carlos. Los tres ingenios cosecharon 71,770.8 ha, las que produjeron 5,707,271.9 TMC molidas, alcanzando una producción de 530,171.2 TM de azúcar.

El mayor porcentaje de área cosechada en los tres ingenios ocupa la variedad CC85-92. Esta variedad ocupa el 47.7% en áreas de cañicultores e ingenios (caña propia). La variedad de CINCAE, ECU-01 es la segunda con un promedio de

20.7% en los tres ingenios y cañicultores. Las Figuras 6, 7 y 8, muestran los porcentajes de las variedades sembradas en cada ingenio (caña propia), donde se observa que las variedades ecuatorianas están incorporándose rápidamente al sistema de producción de caña de azúcar en los ingenios. Actualmente, las variedades obtenidas por CINCAE ocupan el 49.6% del área cultivada en ingenios. La siguiente fase es propiciar la siembra de estas variedades en los campos de cañicultores para mejorar sus niveles de productividad.

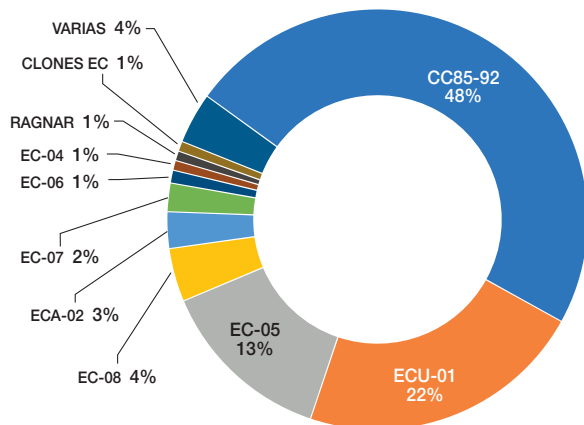


Figura 6. Porcentaje del área cosechada de las principales variedades de caña de azúcar en áreas propias del ingenio AGROAZUCAR. Zafra 2020.

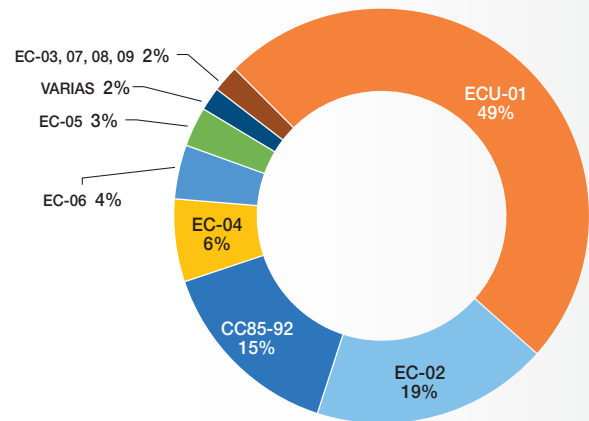


Figura 7. Porcentaje del área cosechada de las principales variedades de caña de azúcar en áreas propias del ingenio Valdez. Zafra 2020.

El promedio general de producción de caña fue 80.5 toneladas de caña/ha (TCH), con un promedio mensual de 6.3 TCH; y, un promedio de 7.7 toneladas de sacarosa/ha (TSH), con 0.6 TSH por mes. El ingenio AGROAZUCAR obtuvo

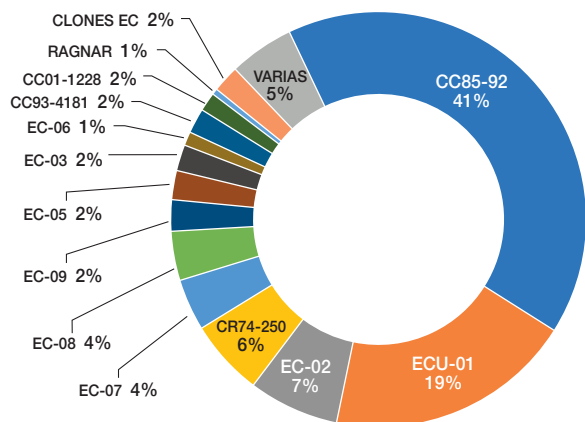


Figura 8. Porcentaje del área cosechada de las principales variedades de caña de azúcar en áreas propias del ingenio San Carlos. Zafra 2020.

el mejor rendimiento azucarero (promedio 7.8 TSH). La cosecha mecanizada en los tres ingenios sigue en aumento, cubriendo el 90% en AGROAZUCAR, 98.9% en San Carlos y 100% en Valdez. A nivel de cañicultores los porcentajes llegaron a 59.1, 58.2 y 85.6%, en su orden. La edad promedio de corte en los tres ingenios fue 12.9 meses, siendo el corte promedio esperado para la mayoría de las variedades de caña de azúcar. La producción de azúcar en promedio de sacos de 50 kg de azúcar/ha (SAH) en los tres ingenios, incluyendo cañicultores, fue 147.4; es decir, 11.5 SAH/mes. La producción de azúcar y de sacarosa por hectárea en toneladas (TSH) fue superior al 2019 (Cuadros 1, 2 y 3).

Las 10 variedades comerciales con mayor área cosechada se presentan en la Figura 8. Siete de ellas son variedades liberadas por CINCAE, tres de las cuales presentan los mejores tonelajes de caña (TCH) y las variedades EC-02, EC-08 y ECU-01 muestran los mejores rendimientos azucareros (promedio de 8 TSH).

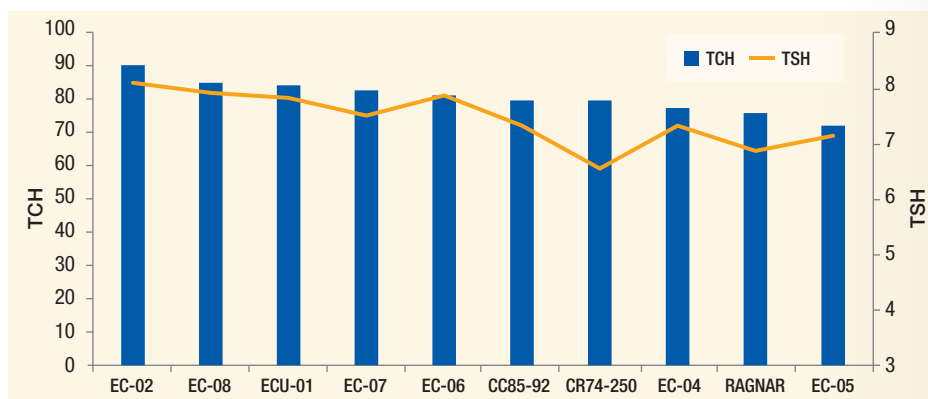


Figura 8. Producción en toneladas de caña (TCH) y toneladas de sacarosa por hectárea (TSH) de las 10 principales variedades de caña de azúcar cosechadas en canteros de los ingenios azucareros Valdez, San Carlos y AGROAZUCAR y sus proveedores de caña. Área total cosechada de 10 variedades = 66,020.4 ha, de un total de 71,770.8 ha. Zafra 2020.

Cuadro 1. Área cosechada (ha), edad de corte (meses), corte mecanizado (%), producción de caña (TCH), producción de azúcar (SAH) y toneladas de sacarosa/ha (TSH) de las principales variedades de caña de azúcar en el ingenio AGROAZUCAR, 2020.

VARIEDAD	ÁREA COSECHADA (ha)	EDAD (meses)	COSECHA MECANIZADA (%)	TCH	TCH/M	SAH	SAH/M	TSH	TSH/M
CC85-92	6,263.4	12.6	63	74.7	5.9	137.5	10.9	6.9	0.54
Ragnar	1,137.0	12.0	51	62.8	5.2	123.1	10.2	6.2	0.51
ECU-01	409.1	12.6	59	76.3	6.0	140.5	11.1	7.0	0.56
CR74-250	151.0	12.2	63	54.2	4.5	89.7	7.4	4.5	0.37
EC-05	108.1	11.3	0	60.3	5.4	112.0	9.9	5.6	0.50
BJ70-46	76.8	11.9	0	84.0	7.0	166.1	13.9	8.3	0.70
EC-02	21.0	11.7	0	64.9	5.6	119.9	10.3	6.0	0.51
B73-16	8.0	19.8	0	102.8	5.2	140.0	7.1	7.0	0.35
B7678	6.3	13.0	0	54.3	4.2	97.3	7.5	4.9	0.37
Varias	1,576.2	12.7	64	66.6	5.3	125.5	9.9	6.3	0.50
Cañicultor	9,756.8	12.4	59	70.1	5.6	131.3	10.6	6.6	0.53
CC85-92	7,049.1	12.1	93	71.0	5.9	149.9	12.4	7.5	0.62
ECU-01	3,240.2	12.3	91	67.3	5.5	137.9	11.2	6.9	0.56
EC-05	1,979.4	12.4	92	71.6	5.8	148.2	11.9	7.4	0.60
EC-08	602.3	12.6	90	83.0	6.6	171.9	13.6	8.6	0.68
EC-02	411.6	12.4	87	69.5	5.6	133.1	10.8	6.7	0.54
EC-07	235.0	11.8	65	62.6	5.3	125.8	10.6	6.3	0.53
EC-06	191.5	11.2	82	74.1	6.6	146.2	13.1	7.3	0.65
EC-04	150.8	11.8	85	71.7	6.1	121.4	10.3	6.2	0.52
Ragnar	94.6	12.8	100	56.4	4.4	119.6	9.4	6.0	0.47
ECSP00-1315	89.9	11.7	88	47.4	4.1	94.6	8.1	4.7	0.41
B7678	37.2	13.0	100	43.9	3.4	87.3	6.7	4.4	0.34
EC-03	21.9	11.3	100	45.9	4.1	97.3	8.6	4.9	0.43
C132-81	20.5	14.4	0	81.4	5.7	172.2	12.0	8.6	0.60
ECSP02-204	16.5	11.1	0	69.2	6.3	134.5	12.2	6.7	0.61
Varias	517.4	12.5	75	61.8	4.9	126.1	10.0	6.3	0.50
Ingenio	14,657.6	12.2	90	69.9	5.7	144.7	11.8	7.2	0.59
TOTALES/PROMEDIO	24,414.4	12.3	78	70.0	5.7	139.5	11.3	7.0	0.57

TCH= Toneladas de caña/ha; TCH/M= Toneladas de caña/ha/mes; SAH= Sacos de azúcar/ha; SAHM= Sacos de azúcar/ha/mes; TSH= Toneladas de sacarosa/ha; TSHM= Toneladas de sacarosa/ha/mes.

Cuadro 2. Área cosechada (ha), edad de corte (meses), corte mecanizado (%), producción de caña (TCH), producción de azúcar (SAH) y toneladas de sacarosa/ha (TSH) de las principales variedades de caña de azúcar en el ingenio San Carlos, 2020.

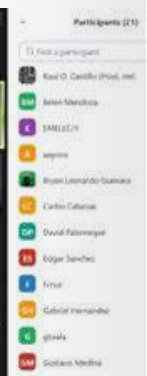
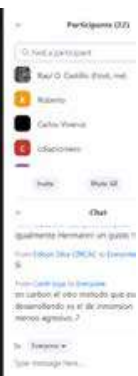
VARIEDAD	ÁREA COSECHADA (ha)	EDAD (meses)	COSECHA MECANIZADA (%)	TCH	TCH/M	SAH	SAH/M	TSH	TSH/M
CC85-92	9,376.1	13.6	61	84.9	6.2	143.6	10.5	7.2	0.53
Ragnar	2,015.9	13.5	53	82.8	6.1	140.1	10.4	7.0	0.52
CR74-250	725.8	13.7	57	86.8	6.3	140.1	10.2	7.0	0.51
ECU-01	51.5	12.5	88	94.2	7.6	176.4	14.2	8.8	0.71
EC-05	14.6	13.2	0	75.0	5.7	149.7	11.4	7.5	0.57
Cañicultor	12,183.9	13.6	58	84.4	6.2	142.6	10.5	7.1	0.52
CC85-92	5,876.4	13.0	99	82.9	6.4	147.5	11.3	7.4	0.57
ECU-01	2,761.2	12.8	99	84.7	6.6	148.3	11.6	7.4	0.58
EC-02	1,009.4	12.8	99	93.4	7.3	156.7	12.2	7.8	0.61
CR74-250	849.2	12.7	98	75.1	5.9	125.8	9.9	6.3	0.49
EC-07	576.7	13.0	100	87.0	6.7	155.7	12.0	7.8	0.60
EC-08	548.5	12.6	100	86.6	6.9	153.0	12.1	7.7	0.61
EC-09	348.6	13.1	98	99.8	7.6	176.8	13.5	8.8	0.68
EC-05	324.3	14.5	98	74.4	5.1	126.6	8.7	6.3	0.44
EC-03	291.6	14.8	100	70.2	4.8	113.0	7.7	5.6	0.38
CC93-4181	278.3	14.1	100	71.5	5.1	123.0	8.7	6.1	0.44
CC01-1228	210.4	12.7	100	70.2	5.5	117.4	9.2	5.9	0.46
CLONES	201.5	13.4	100	93.9	7.0	158.9	11.9	7.9	0.59
EC-06	153.6	13.3	100	71.3	5.4	116.5	8.8	5.8	0.44
EC03-247	92.0	12.8	100	94.7	7.4	161.1	12.6	8.1	0.63
Ragnar	66.8	9.6	100	46.2	4.8	73.0	7.6	3.7	0.38
CC93-4418	39.9	16.0	100	81.2	5.1	142.9	8.9	7.1	0.45
ECSP02-204	7.8	12.0	100	76.0	6.4	121.1	10.1	6.1	0.51
Varias	683.9	12.9	100	93.7	7.3	158.9	12.3	7.9	0.62
Ingenio	14,320.1	13.0	99	83.9	6.5	146.3	11.3	7.3	0.56
TOTALES/PROMEDIO	26,504.0	13.3	79	84.2	6.3	144.5	10.9	7.2	0.54

TCH= Toneladas de caña/ha; TCH/M= Toneladas de caña/ha/mes; SAH= Sacos de azúcar/ha; SAHM= Sacos de azúcar/ha/mes; TSH= Toneladas de sacarosa/ha; TSHM= Toneladas de sacarosa/ha/mes.

Cuadro 3. Área cosechada (ha), edad de corte (meses), corte mecanizado (%), producción de caña (TCH), producción de azúcar (SAH) y toneladas de sacarosa/ha (TSH) de las principales variedades de caña de azúcar en el ingenio Valdez, 2020.

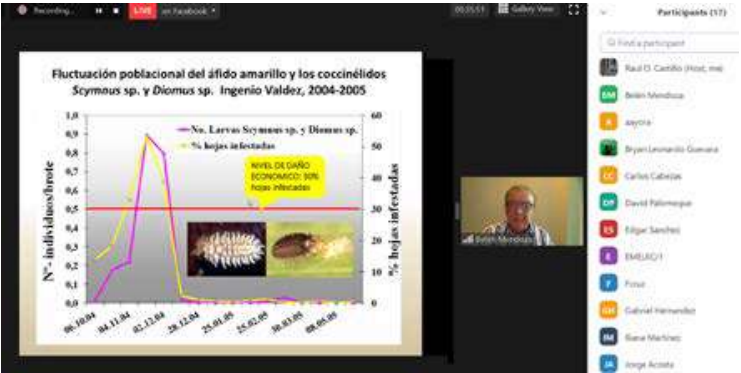
VARIEDAD	ÁREA COSECHADA (ha)	EDAD (meses)	COSECHA MECANIZADA (%)	TCH	TCH/M	SAH	SAH/M	TSH	TSH/M
CC85-92	4,271.6	13.3	83.9	81.9	6.1	151.3	11.3	7.5	0.57
ECU-01	3,451.6	12.8	89.2	91.5	7.1	163.8	12.8	8.2	0.64
Ragnar	1,945.9	12.9	83.6	77.3	6.0	144.6	11.2	7.2	0.56
EC-02	93.9	12.2	95	85.7	7.0	157.1	12.9	7.8	0.64
CR74-250(SC)	87.7	12.3	95.5	58.7	4.8	116.4	9.4	5.8	0.47
EC-03	9.8	12.7	75	68.3	5.4	124.3	9.8	6.2	0.49
B7678	8.9	12.1	100	85.1	7.1	170.3	14.1	8.5	0.71
Varias	821.5	12.8	84.7	80.9	6.3	149.3	11.6	7.5	0.58
Cañicultor	10,691.0	13.0	85.6	82.8	6.4	152.2	11.7	7.6	0.58
ECU-01	4,948.0	12.5	100	89.7	7.2	170.8	13.6	8.5	0.68
EC-02	1,875.3	12.5	100	94.9	7.6	176.0	14.1	8.8	0.70
CC85-92	1,510.0	12.4	100	87.4	7.1	162.8	13.2	8.1	0.66
EC-04	654.3	12.1	100	79.4	6.5	154.0	12.7	7.7	0.63
EC-06	427.7	12.9	100	87.2	6.7	175.4	13.6	8.8	0.68
EC-05	313.5	12.0	100	81.1	6.8	154.3	12.9	7.7	0.64
EC-09	72.0	13.3	100	102.9	7.7	202.5	15.2	10.1	0.76
EC-08	55.2	12.9	100	85.1	6.6	144.3	11.2	7.2	0.56
EC-07	44.0	12.6	100	86.5	6.9	155.1	12.3	7.7	0.61
EC-03	40.3	11.2	100	69.2	6.2	131.5	11.7	6.6	0.58
Ragnar	35.4	11.6	100	61.5	5.3	118.0	10.2	5.9	0.51
CC01-1228	1.4	12.9	100	94.7	7.4	222.0	17.3	11.1	0.86
Varias	184.1	12.6	100	82.7	6.5	154.5	12.2	7.7	0.61
Ingenio	10,161.3	12.5	100	88.2	7.1	166.9	13.4	8.3	0.67
TOTALES/PROMEDIO	20,852.4	12.8	90.4	84.6	6.6	157.1	12.3	7.8	0.61

TCH= Toneladas de caña/ha; TCH/M= Toneladas de caña/ha/mes; SAH= Sacos de azúcar/ha; SAHM= Sacos de azúcar/ha/mes; TSH= Toneladas de sacarosa/ha; TSHM= Toneladas de sacarosa/ha/mes.



Capacitación y Transferencia de Tecnología

EVENTO	ORGANIZADOR	EXPOSITOR / ASISTENTES	FECHA
Reunión Técnica en campo: Avances en el manejo de la hormiga loca, <i>Nylandería fulva</i> .	Ingenio San Carlos	A. Ayora (San Carlos), I. Martínez y E. Yuqui (AGROAZUCAR), D. Gualle y J. Mendoza (CINCAE)	21 de Enero
Capacitación sobre evaluación y manejo de rata en caña de azúcar (teórico-práctico)	CINCAE Ingenio San Carlos	Ing. Jorge Mendoza / Técnicos y trabajadores	31 de Enero y 4 de Febrero
Webinar: Experiencias y resultados del desarrollo de variedades nacionales y evaluación de variedades introducidas en el ingenio AGROAZUCAR Y VALDEZ	CINCAE	Dr. Edison Silva / Técnicos ingenios y cañicultores.	27 y 28 de mayo
Webinar: Manejo de plagas en el cultivo de la caña de azúcar	EAP El Zamorano, Honduras	Ing. Jorge Mendoza / Estudiantes Maestría en Agricultura Tropical Sostenible	1 de Junio
Webinar: Fertilización en caña de azúcar, metodología del muestreo de suelos y foliares y análisis de resultados en caña, para los técnicos de ingenios y cañicultores.	CINCAE	Dra. Mónica Salazar / Técnicos de ingenios y cañicultores	10 y 11 de junio



EVENTO	ORGANIZADOR	EXPOSITOR / ASISTENTES	FECHA
Webinar: El impacto de la COVID-19 en la sostenibilidad de la caña de azúcar.	ISSCT, ISO y BONSUCRO	Dr. Raul Castillo	20 de Julio
Webinar: Situación actual de la langosta voladora centroamericana, <i>Schistocerca piceifrons piceifrons</i> (Welker, 1870).	OIRSA, Centroamérica	Ing. Jorge Mendoza	14 de Agosto
Webinar: Entrega de nueva variedad de caña EC-09.	CINCAE	Dr. Edison Silva / Técnicos, cañicultores y estudiantes	27 de Agosto
Webinar: Manejo sustentable y producción de la caña de azúcar.	EAAOC, Tucumán, Argentina	Técnicos y cañicultores	15 de Octubre
Webinar: Experiencias sobre control biológico de <i>Perkinsiella saccharicida</i> en caña de azúcar.	2do Congreso de Control Biológico Aplicado de Ecuador	Ing. Jorge Mendoza	28 de Octubre
Webinar: El rol de la asociación de enemigos naturales en la supresión del áfido amarillo, <i>Sipha flava</i> .	2do Congreso de Control Biológico Aplicado de Ecuador	Ing. Jorge Mendoza	5 de Noviembre
Webinar: Manejo y obtención de variedades y semilleros de caña de azúcar.	FUNDACAÑA, Venezuela	Dr. Edison Silva y Dr. Raul O. Castillo	26 de Noviembre