

08

Recibido: 25/9/24

Aceptado: 10/10/24

Principales enfermedades que afectan el cultivo de la caña de azúcar en Ecuador

Main diseases that affect sugarcane cultivation in Ecuador

Hipólito Israel Pérez Iglesias^{1*}

E-mail: hperez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3368-8716>

Irán Rodríguez Delgado¹

E-mail: irodriguez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

Rigoberto Miguel García Batista¹

E-mail: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2403-0135>

¹Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Pérez Iglesias, H. I., Rodríguez Delgado, I. y García Batista, R. M. (2024). Principales enfermedades que afectan el cultivo de la caña de azúcar en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 12(3), 53-60. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La caña de azúcar constituye un cultivo de importancia económica en Ecuador, representa el 8,7% del producto interno bruto, por ello, resulta relevante que los cañicultores cuenten con un material de apoyo actualizado de las principales enfermedades que afectan a las plantaciones en el país, donde se establezca la mejor forma de combatirlos y evitar grandes pérdidas económicas, al constituir estos organismos patógenos una amenaza permanente. Las más importantes por los daños que ocasionan son: carbón, roya café, raquitismo de la soca, escaldadura de la hoja, síndrome de la hoja amarilla y virus del mosaico de la caña de azúcar. La mejor medida de control para erradicar estas enfermedades es la utilización de cultivares resistentes, como la ECU-01, ECU-02, ECU-03 y ECU-04, empleo de semilla categorizada para realizar las nuevas plantaciones comerciales, la desinfección de las herramientas usadas en campo, principalmente el machete, utilizando una solución de formol al 1% o amonio cuaternario, otra medida no menos importante es el control de pulgones que sirven como vectores de varias enfermedades, además de mantener una vigilancia fitosanitaria permanente. Para el control de enfermedades en el cultivo de caña de azúcar no se recomienda el uso de productos químicos por los efectos perjudiciales que ocasionan sobre el ambiente.

Palabras clave:

Caña de azúcar, Enfermedades, Medidas de control, Semilla categorizada.

ABSTRACT

Sugar cane is a crop of economic importance in Ecuador, it represents 8,7% of the gross domestic product, therefore, it is important that sugar cane growers have updated support material on the main diseases that affect plantations in the country, where the best way to combat them and avoid great economic losses is established, as these pathogenic organisms constitute a permanent threat. The most important due to the damage they cause are: smut, brown rust, soca rickets, leaf scald, yellow leaf syndrome and sugarcane mosaic virus. The best control measure to eradicate these diseases is the use of resistant cultivars, such as ECU-01, ECU-02, ECU-03 and ECU-04, use of categorized seed to make new commercial plantations, disinfection of tools used in the field, mainly the machete, using a 1% solution of formalin or quaternary ammonium, another no less important measure is the control of aphids that serve as vectors of several diseases, in addition to maintaining permanent phytosanitary surveillance. To control diseases in sugarcane cultivation, the use of chemical products is not recommended due to the harmful effects they cause on the environment.

Keywords:

Sugarcane, Diseases, Control measures, Categorized seed.

Introducción

La caña de azúcar es uno de los cultivos más antiguos del mundo, existen antecedentes de su existencia desde hace unos 3 000 años a. C. Se considera la isla de Nueva Guinea como su lugar de origen, aunque es todavía un tema de controversia, de donde se extendió al sureste asiático (Pérez et al., 2013). Se introdujo en el continente americano en 1493, en el segundo viaje del descubridor de América, donde se plantó por primera vez en la Española, República Dominicana en la actualidad, posteriormente se extendió por todo el continente americano (Pérez & Rodríguez, 2018). Los registros indican que llegó a Ecuador en el año 1862, siendo la ciudad de Guayaquil, donde se instaló el primer ingenio azucarero llamado La María (Elizalde, 2015).

A nivel mundial (año 2022) las plantaciones de caña de azúcar cubrieron 26 millones de hectáreas en las cuales se produjeron 1 922 millones de toneladas. Los principales países en orden decreciente en producción de millones de toneladas de caña de azúcar son Brasil con 558,9; India 320,0; China 97,7; Tailandia 74,1; Pakistán 58,6; México 50,9. Mientras la producción promedio de caña fluctúa en unas 60 t/ha a nivel global, a entre 80 y 100 t/ha, en algunos países como Argentina, Australia, Colombia, Filipinas y Brasil (FAOSTAT, 2024).

Ecuador presenta una producción de caña de azúcar de alrededor de 9 millones de toneladas en una superficie de 121 812 ha. Las provincias donde se concentra la mayor producción son Guayas (82%), Cañar (11%), Imbabura (3%), Loja (3%), el resto de las provincias (2%), donde el rendimiento agrícola promedio se encuentra alrededor de 76 t/ha. Loja presenta el mayor rendimiento agrícola con 102,6 t/ha (Corporación Financiera Nacional, 2021).

Con relación al PIB, el azúcar de caña, ocupa el 8,7% de la producción agrícola en Ecuador, además constituye fuente de empleo directo e indirecto para más de 80 mil familias, lo cual le otorga relevancia económica y social (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE), 2017). En el país existen seis ingenios azucareros, responsables de la mayor parte de la producción nacional, tres se encuentran ubicados en la región Costa y tres pertenecen a la región Sierra (Peña, 2020).

Bajo estos antecedentes la investigación se realizó con la finalidad de contar con información actualizada; de las principales plagas ocasionadas por patógenos que dañan este cultivo en Ecuador y divulgar resultados que permitan adquirir conocimientos sobre el manejo y prevención de las mismas, que además sirvan de apoyo a los cañicultores y así evitar pérdidas económicas de gran envergadura.

Materiales y métodos

El presente trabajo constituye una revisión de literatura actualizada, sobre las principales enfermedades que

afectan la caña de azúcar en Ecuador, síntomas visuales, tipo de patógeno, daños que causan y pérdidas que ocasionan; así como, la forma más eficiente de controlar o disminuir los daños que causan.

Desarrollo

Las principales enfermedades que afectan la caña de azúcar en Ecuador se describen a continuación:

Enfermedades más importantes que atacan la caña de azúcar en Ecuador

Las patologías que afectan la caña de azúcar en Ecuador, se encuentran distribuidas en diferentes tipos de fitopatógenos, los cuales causan grandes daños, entre los cuales se destacan virus, bacterias y hongos, que causan afectaciones en las diferentes etapas fenológicas de desarrollo del cultivo, provocando altas pérdidas de caña o de azúcar en el proceso de producción agroindustrial.

I-Enfermedades fúngicas

1-Carbón de la caña de azúcar

El microorganismo que causa esta patología es el *Sporisorium scitamineum* H. Sydow. & P. Sydow, el cual apareció por vez primera en Natal, Sudáfrica; mundialmente está clasificada como una de las plagas más perjudiciales, debido a que origina disminución tanto al crecimiento de la planta como la calidad industrial del jugo, provocando grandes pérdidas en la producción de caña y de azúcar (Santiago et al., 2010).

Síntomas

El síntoma se distingue a simple vista, el cual está formado por un látigo de gran tamaño en la punta del tallo, ya que la yema terminal sufre una transformación, el crecimiento de la planta se detiene y el tallo se alarga. El látigo almacena un sin número de teliosporas pulverulentas de color negro y está cubierto por una superficie membranosa delgada, que al romperse libera las teliosporas, las cuales pueden esparcirse con el viento varios kilómetros y de esta forma contaminar plantaciones completamente sanas.

Adicionalmente puede aparecer infección en yemas laterales, en las cuales brotan pequeños látigos, mientras la yema apical mantiene un crecimiento normal. Otra forma de manifestarse el ataque es en las yemas de los esquejes usados como semilla, los tallos que emergen son delgados, así como sus hojas y erectas, los entrenudos se alargan, tomando la planta una apariencia herbácea, todos estos síntomas se pueden observar antes de que aparezca el látigo (Ovalle, 2018). (Fig. 1).

Fig. 1: Síntoma de la infestación del tallo de caña de azúcar por la enfermedad del carbón, se puede observar como la yema apical se convierte en un largo látigo, provocando la muerte del tallo.



Fuente: Ovalle (2018).

Propagación

La propagación de la enfermedad del carbón de la caña de azúcar se realiza a través de esporas que se dispersan por el viento, el agua de riego, la lluvia y por insectos, de esta manera se pueden contaminar otras plantaciones cercanas, también el hongo se puede propagar por el uso de semilla contaminada, ya que el hongo permanece en estado latente durante varios meses (Santiago et al., 2010).

Control

Una de las medidas más efectiva para control del carbón es el uso de cultivares resistentes, como ECU-01, EC-02, EC-03 y EC-04. También ayudan a disminuir los daños, el manejo de la sanidad del campo de caña, mediante la eliminación de las plantas afectadas, antes de que se rompa el látigo, uso de semilla sana, así como la desinfección de las herramientas de trabajo (machete) usadas en el campo, con formol o amonio cuaternario. La mayoría de los ingenios azucareros en Ecuador utilizan el sistema de semilla certificada mediante tratamiento hidrotérmico y con fungicidas sistémicos a las yemas que se utilizarán en los semilleros (Ovalle, 2018).

2-Roya Café

El agente causal de esta enfermedad es *Puccinia melanocephala* H. Sydow. & P. Sydow, Es una de las más perjudiciales en Ecuador y el resto de los países cañeros, se encuentra presente en 59 de ellos, las pérdidas en las plantaciones cañeras oscilan entre un 10 y 40% de la producción agrícola (Aday-Díaz et al., 2021).

Síntomas

El síntoma de esta enfermedad se puede percibir fácilmente, al deslizar una lámina foliar entre los dedos índice y pulgar, si se detecta una superficie irregular abultada principalmente en el envés de la hoja, significa que la patología está presente, mientras más grandes sean estas pústulas, más severa y más avanzada es la afectación. Otro síntoma visual fácil de distinguir es al observar en las hojas de las plantas lesiones alargadas y delgadas principalmente en los ápices. Las pústulas ubicadas en el envés de la hoja, son de color pardo, en líneas paralelas a las nervaduras foliares. Mientras si el daño producido por hongo es grave se manifiestan manchas necróticas en la superficie foliar, lo cual le da a la plantación un aspecto de quemada, luego de seis meses las plantas se pueden recuperar, lo cual depende del grado de resistencia del cultivar de caña a esta plaga (Aday-Díaz et al., 2021). (Fig. 2).

Fig. 2: Lesiones debido a la presencia de roya café.



Fuente: Ovalle (2018).

Propagación

Al romperse las pústulas situadas en el envés de las hojas se liberan las uredosporas que contienen el agente causal, las cuales son diseminadas por el viento o través de las fuentes de agua, de esta manera se genera nuevos sitios de infección.

Control de la enfermedad

La forma más efectiva para el control de la Roya café es el uso de variedades resistentes, el Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar en Ecuador, recomienda utilizar las variedades obtenidas por dicho centro. Que en este caso son las mismas que para el control del carbón. Además, resulta muy beneficioso realizar las nuevas plantaciones con semilla sana o certificadas y

mantener una exigencia fitosanitaria rigurosa y sistemática de las plantaciones (Aday-Díaz et al., 2021).

II-Enfermedades bacterianas

1-Raquitismo de los retoños (RSD)

El microorganismo que genera esta patología es la bacteria *Leifsonia subsp xyli*, la misma se presenta en las socas, su incidencia aumenta con los cortes sucesivos, lo que ocasiona una significativa disminución del rendimiento agroindustrial de la caña de azúcar, con pérdidas altas de hasta un 60% de su biomasa vegetal (García et al., 2019).

Síntomas

Visualmente el RSD se manifiesta de forma más severa en las socas de mayor cantidad de cortes, mediante una disminución del crecimiento y de la cantidad de tallos de caña por cepa, presentando la planta un aspecto raquíutico; estos síntomas no son muy confiables porque pueden estar influidos por otros factores del manejo agronómico de la plantación. La bacteria obstruye los vasos del xilema de la planta dificultando su normal funcionamiento fisiológico, porque interfiere el transporte de agua y nutrientes, esta obstrucción fibrovascular origina una coloración rojiza, en forma de puntos o cortas líneas en la base de los entrenudos de los tallos (Delgado et al., 2017). (Fig. 3).

Fig. 3. Síntoma del Raquitismo de las socas.



Fuente: CINCAE (2017).

Propagación

La forma más común de dispersión de esta enfermedad es por el uso de semilla contaminada con la bacteria y no realizar la desinfección de las herramientas de corte, como los machetes, ya que el patógeno puede permanecer con vida cerca de 20 días en una herramienta infestada.

Control

Las medidas más utilizadas para el control del RSD son de carácter preventivo, entre ellas se pueden utilizar:

tratamiento hidrotérmico a la semilla certificada, dejar el campo en barbecho por unos seis meses o realizar rotación de cultivo, desinfectar los machetes con amonio cuaternario al 1% y realizar un diagnóstico serológico a los nueve meses de edad del cañaveral para detectar si la bacteria está presente (García et al., 2019).

2-Escaldadura foliar (LSD)

El agente causante de esta patología es la bacteria *Xanthomonas albilineans* (Ashby, 1929) Dowson 1943, a nivel mundial se encuentra presente en 65 países productores de caña de azúcar, por las grandes pérdidas que puede ocasionar, es considerada como una enfermedad de importancia en Ecuador.

Síntomas

De acuerdo a la fase en que se encuentre el ataque de la enfermedad se pueden observar, diferentes síntomas debido a al carácter sistémico de la bacteria. **Fase crítica:** se aprecia presencia de rayas blancas continuas con un grosor que oscila entre 0,5 y 1,0 mm de ancho, en sentido paralelo al nervio central de la hoja (Fig. 4). **Fase aguda:** normalmente ocurre cuando la planta ha trascendido por un período de cambio de altas precipitaciones a sequías prolongadas, originándose una decadencia de la planta sin manifestar ningún síntoma de la etapa crítica. **Fase latente:** se presenta casi siempre en variedades resistentes o tolerantes a la enfermedad, en pocas ocasiones se observan minúsculas rayas de color rojo entre los tejidos de la hoja, este estadio persiste por corto tiempo; por lo que, puede ser desapercibido visualmente, siendo comprobado únicamente por análisis de laboratorio (Jiménez y Contreras, 2009).

Fig. 4: Síntoma de la fase crónica de la enfermedad escaldadura de la hoja.



Fuente: CINCAE (2017).

Propagación

Normalmente el LSD se propaga por medio de semilla infestada y por el uso de equipos y útiles contaminados, ya que el fitopatógeno puede permanecer con vida alrededor de una semana.

Control

El LSD puede ser controlado, de la mejor manera, utilizando variedades resistentes y semilla sana para realizar las nuevas plantaciones, eliminación de material enfermo y la limpieza permanente de los instrumentos de corte como machetes y cosechadoras, con amonio cuaternario al 1%.

III--Enfermedades ocasionadas por virus

Los virus que atacan la caña de azúcar son los más peligrosos, debido a las grandes pérdidas que originan y lo difícil que resulta los métodos de control, los más significativos son: síndrome de la hoja amarilla y virus del mosaico de la caña de azúcar.

1-Síndrome de la hoja amarilla (*Sugarcane yellow leaf virus*, SCYLV)

A nivel mundial esta enfermedad es considerada una de las más peligrosas por las altas pérdidas que ocasiona en la producción de caña de azúcar, ya que, deprime el crecimiento de la planta, produce una decoloración de las hojas y un desarrollo con un aspecto de ramillete (Barbosa et al., 2018).

Síntomas

A simple vista se observa una fuerte coloración amarillenta en el nervio central de las hojas y en el envés de la lámina foliar (Fig. 5), este síntoma varía en dependencia del grado de resistencia de la variedad y el comportamiento del ambiente. La enfermedad es más evidente en cañas maduras durante condiciones de clima seco hasta el final de la cosecha; no obstante, a veces puede aparecer a partir de los siete meses de edad (Barbosa et al., 2018). Un síntoma muy característico, resulta un incremento de los grados Brix en el jugo de la nervadura central de hojas infectadas, que pueden ser de dos a tres veces más alto en plantas con síntomas que en plantas sanas (Izaguirre-Mayoral et al., 2002).

Fig. 5: Síntoma visual de la enfermedad de la hoja amarilla de la caña de azúcar (SCYLV).



Fuente: Barbosa et al. (2018).

Propagación

Este virus es transmitido por pulgones como el *Melanaphis sacchari* (Zehntner) y *Rhopalosiphum maidis* Fitch, otra

forma de diseminación del fitopatógeno es mediante el empleo de semilla infestada.

Control

El CINCAE (2017), recomienda medidas de control preventivas como las siguientes:

- Realizar un monitoreo fitosanitario de la plantación, mediante análisis serológico y para detectar la presencia de áfidos.
- Utilizar semilla libre de la enfermedad o certificada para realizar las nuevas plantaciones.
- Uso de la biotecnología vegetal para reproducir semilla.
- El riego por aspersión y la lluvia ejercen un buen control de los pulgones.

2-Mosaico de la caña de azúcar (SCMV)

Esta enfermedad es una de las epidemiologías iniciales reportadas a nivel mundial a principios del siglo XX, causando fuertes pérdidas económicas en el cultivo de la caña de azúcar. El SCMV es uno de los fitopatógenos virales más importantes y presente en la mayoría de los países cañeros. En el continente americano fue causante de altas pérdidas en Argentina, Brasil, Cuba, Puerto Rico y Estados Unidos (Grisham, 2000).

Síntomas

El síntoma visual de la presencia del virus, en este cultivo se identifica, por la manifestación de zonas de color verde normal, alternado con partes verdes pálido o amarillentas en la base de las hojas más jóvenes de las plantas; ocasionados por las variaciones de la concentración de clorofila en las hojas. Las plantas afectadas muestran enanismos, ya que se afecta el crecimiento de las mismas (Grisham, 2000) (Fig. 6).

Fig. 6: Síntomas de mosaico de la caña de azúcar: decoloración de la lámina foliar con alternancia de áreas verdes y cloróticas.



Fuente: Giammaria et al. (2010).

Agente causal

El agente que causa esta patología es un Potyviridae. Presenta alta importancia económica, porque además de la caña de azúcar, afecta otros cultivos que son la base

de la alimentación a nivel global como sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench y maíz (*Zea mays* L.) (Chávez-Bedoya, 2017).

Propagación

El SCMV se puede transmitir fundamentalmente por las herramientas de corte y por un vector, el pulgón (*Rhopalosiphum maidis* Fitch).

Control de la enfermedad

Hasta el presente, la única forma efectiva de controlar el SCMV es mediante el uso de cultivares resistentes y de semilla libre de la enfermedad, con lo que, se alcanza conservar la plantación con índices de infestación muy bajos por un período de tiempo más largo.

Producción de semilla categorizada

La producción de semilla libre de enfermedades y de alta calidad, para realizar las nuevas plantaciones comerciales de caña de azúcar en los principales ingenios azucareros de Ecuador, es hoy una práctica rutinaria y constituye una de las medidas más eficaces, para el control de las enfermedades que afectan a este cultivo. El CINCAE ha puesto en práctica un sistema de producción de semilla categorizada que transita por cuatro fases de semilleros (Castillo, 2009).

Semillero fundación

Se utilizan cultivares resistentes o tolerantes a enfermedades peligrosas y de interés comercial para los ingenios azucareros. Son vitroplantas obtenidas, mediante la técnica de biotecnología, de meristemas de esos cultivares resistentes, que garantizan la pureza y calidad varietal, de plántulas libres de enfermedades. Los meristemas se extraen cuando variedad de caña tiene alrededor de 9-10 meses de edad, se desinfestan y se inicia el proceso de reproducción in vitro mediante brotes individuales (Castillo, 2009).

Semillero básico

Se organiza con material procedente del semillero de fundación; los ingenios azucareros son los encargados de los mismos. Se debe garantizar un buen desarrollo de las plantas, mediante la realización de un manejo agronómico oportuno, también es importante mantener un monitoreo constante de insectos plaga. Cuando las plantas alcanzan entre ocho y diez meses de edad se cortan los tallos para fomentar el semillero semicomercial. Esta multiplicación se puede realizar por yemas individuales o por esquejes, por yemas individuales demora unos tres meses más para que la semilla reúna condiciones para su reproducción (Castillo, 2009).

Semillero semicomercial

Los esquejes de semilla provienen del semillero básico, el objetivo de esta fase es obtener mayor volumen de semilla, para satisfacer la demanda de los semilleros

comerciales. Entre los ocho y diez meses de edad se realiza la preparación de los trozos, los cuales son sometidos a un tratamiento hidrotérmico, de acuerdo a las características de la zona de producción y el estado de salud que tenga el material de plantación, se permite realizar dos cortes de semilla, uno procedente de caña de plantilla y el otro de la soca (Castillo, 2009).

Semillero comercial

Se establecen con material extraído, entre los ocho y diez meses de edad, de los semilleros semicomerciales. Este sistema de producción de semillas de caña de azúcar, permite el desarrollo de plantaciones más saludables, al disminuir los efectos perjudiciales de las enfermedades. Es manejado y monitoreado con éxito de forma conjunta por los ingenios azucareros y el departamento fitopatología del CINCAE. En la Tabla 1 se puede apreciar la tolerancia de las diferentes enfermedades, en cada categoría de semillero (Castillo, 2009).

Tabla 1. Tolerancia de los semilleros a las diferentes enfermedades.

Categorías de semilleros				
Caracteres	Fundación	Básico	Semicomercial	Comercial
Pureza genética (%)	99	99	99	99
Raquitismo (%)	0	<1	<3	<5
Carbón (%)	0	0	0	0
Escaldadura (%)	0	<1	<2	<2
Roya (grado)	<5	<5	<5	<5
Mosaico (%)	0	0	<1	<1

Fuente: Castillo (2009).

En caso de la Roya se utilizó la escala aprobada por el ISSCT (Congreso Internacional de Tecnólogos de la Caña de Azúcar), donde los cultivares que tengan menos de 5 grados, son aquellos que presentan, manchas cloróticas, necróticas y algunas pústulas en las hojas viejas, afectando hasta el 15% del área foliar; perteneciendo estos cultivares a la categoría intermedia o moderadamente resistente (Chavarría, 2006).

Conclusiones

Por los daños que ocasionan en la producción de caña de azúcar, las enfermedades más peligrosas presentes en Ecuador son: el látigo del carbón, la roya café, el raquitismo de la soca, la escaldadura foliar, la hoja amarilla y el mosaico de la caña de azúcar.

La mejor medida de control para contrarrestar el impacto negativo de las enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar es el uso de cultivares resistentes, aunque se pueden implementar otras como: la cadena de producción de semilla categorizada con alta pureza genética y libre

de agentes patógenos, la desinfección de las herramientas de corte y el control de insectos vectores de algunas enfermedades, las cuales generan un efecto positivo en la disminución de patógenos que afectan este cultivo.

Independientemente de que los efectos perjudiciales de estas enfermedades, en el cultivo de la caña de azúcar se mantienen bajo control, por las medidas adoptadas por los ingenios azucareros del país, deben mantenerse bajo estricta vigilancia fitosanitaria, porque no dejan de constituir enemigos potenciales muy peligrosos.

No es recomendable el uso de productos químicos en el control de estas enfermedades, por los efectos contaminantes del medio que los mismos originan.

Referencias bibliográficas

- Aday-Díaz, O. de la C., Montalván Delgado, J., Delgado Padrón, J., Puchades Izaguirre, Y., & Rodríguez Lema, E. L. (2021). Progreso de las enfermedades roya parda y roya naranja de la caña de azúcar en Cuba. *Centro Agrícola*, 48(3), 60–70. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852021000300060
- Barbosa, M., Cruz, J. L., Victoria, H., García, K., García, J., & Guzmán, M. de J. (2018). Presencia del sugarcane yellow leaf virus (SCYLV) en caña de azúcar (*Saccharum* spp.) aislado de Colima. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(8), 1751–1762. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342018001001751
- Castillo, R. (2009). Centro De Investigación De La Caña De Azúcar Del Ecuador. In Centro De Investigación De La Caña De Azúcar Del Ecuador (CINCAE). <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/Año-11-No.-2.pdf>
- Chávez-Bedoya, G. (2017). Exploración de la interacción entre la región 5´ UTR del Sugarcane Mosaic Virus (SCMV) y proteínas del hospedero maíz. *Respuestas*, 22(1), 103–111. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/respuestas/article/view/1135>
- Chavarría, E. (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. https://www.researchgate.net/publication/304014178_Escalas_Descriptivas_para_la_Evaluacion_de_Enfermedades_de_la_Cana_de_Azucar
- CINCAE. (2017). Informe Técnico caña de azúcar. *Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador*. (Vol. 93, Issue 06). <https://doi.org/10.4414/saez.2012.16640>
- Corporación Financiera Nacional. (2021). *Ficha Sectorial*. 7(1), 24. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2021/fichassectoriales-3-trimestre/Ficha-Sectorial-Alimentos-preparados-para-animales.pdf>
- Delgado, J., Pérez, J. M., Casas, M., Pardo, L., Casero, T., La O, M. L. (2017). Raquitismo de los retoños (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*), enfermedad bacteriana de la caña de azúcar. *Fitosanidad*, 21(3), 137–146. [https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20219838522#:~:text=IntRodUCCI%C3%B3n-El%20raquitismo%20de%20los%20reto%C3%B1os%20\(Leifsonia%20xyli%20subsp.,et%20al.%2C%202013\).](https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20219838522#:~:text=IntRodUCCI%C3%B3n-El%20raquitismo%20de%20los%20reto%C3%B1os%20(Leifsonia%20xyli%20subsp.,et%20al.%2C%202013).)
- Elizalde, M. F. (2015) Mejoramiento de la rentabilidad con diversificación de subproductos de la caña de azúcar en Chaguarpamba Loja (tesis de pregrado). UTMACH, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1983>
- FAOSTAT (2024). Estadísticas. Dominio Producción. Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Izaguirre-Mayoral, M. L; Carballo O; Alceste, C; Romano, M; Nass, H. A (2002). Physiological performance of asymptomatic and yellow leaf syndrome-affected sugar canes in Venezuela. *Journal of Phytopathology*. 150:13-19. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1439-0434.2002.00709.x>
- Giammaria, S. L.; Romero, B; Cazón, I. L.; Funes, C; Perera, M. F; Kairuz, C. R. (2010). Enfermedades sistémicas de la caña de azúcar en Tucumán. *Revista: Estación Experimental Agro-industrial Obispo Colombes, Argentina*. ISSN: 0328-7300. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/72493>
- García, F. R; Lira, F; De Souza, R. A; Houllou, L. A. (2019). Kasugamicina en *Leifsonia xyli* subsp. *xyli* en el cultivo in vitro de caña de azúcar. *Ciencia Rural, Santa María*. 49, 6–10. <https://www.scielo.br/cr/a/9K4WkMD5QmLbHCKfsWNtDgw/?format=pdf&lang=en>
- Grisham, M. P. (2000). Mosaic. Pp 249-254. In: P Rott, RA Bailey, JC Comstock, BJ Croft, AS Saumtally (eds). A Guide to Sugarcane Diseases. CIRAD Publications Service. Montpellier, France. 339p. https://books.google.com/cu/books/about/A_Guide_to_Sugarcane_Diseases.html?id=W4g5NXRvpZ8C&redir_esc=y

- Jiménez, O; Contreras, N. (2009). Respuesta de 11 variedades de caña de azúcar a la escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson) y evaluación de dos métodos de inoculación. *BioAgro*, 21(2), 139–142. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612009000200009
- Ovalle, W. (2018). *Guía para la identificación de enfermedades de la caña de azúcar*. <https://cengicana.org/files/20180323162522444.pdf>
- Peña, M. O. D. (2020). Procesos Y Parámetros De Operación De Un Ingenio Azucarero En El Ecuador. *Machala*, <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15343/1/E-5847> PEÑA
- Pérez, H. I; Santana, I; Rodríguez, I; Acevedo, R, Gálvez, G (2013). Caña de azúcar y sostenibilidad. Instituto de Investigaciones de la caña de azúcar, (INICA), Cuba. https://www.researchgate.net/publication/318239721_Cana_de_azucar_y_sostenibilidad
- Pérez, H., Rodríguez, I. (2018). *Cultivos tropicales de importancia económica en Ecuador (arroz, yuca, caña de azúcar y maíz)* (Issue July). ISBN 978-9942-24-113-9. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14410>
- Santiago, R., de Armas, R., Blanch, M., Vicente, C., & Legaz, M. E. (2010). In vitro effects of caffeic acid upon growth of the fungi *Sporisorium scitamineum*. *Journal of Plant Interactions*, 5(3), 233–240. <https://doi.org/10.1080/17429141003663860>.