



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



Componente práctico del examen de grado de carácter complejo
presentado al H. Consejo Directivo, previo a la obtención de título
de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Manejo integrado de roya café (*Puccinia melanocephala*) en el
cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)”.

AUTOR:

Noé Antonio Zapata Montoya

ASESOR:

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Vásconez Galarza, MSc.

Babahoyo- Los Ríos-Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACION

Componente práctico del examen de grado de carácter complejo
presentado al H. Consejo Directivo, previo a la obtención de título
de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Manejo integrado de roya café (*Puccinia melanocephala*) en el
cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Orlando Olvera Contreras, MBA

PRESIDENTE

Ing. Agr. Emma Lombeida García, MSc

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Orlando Díaz Romero, MBA

SEGUNDA VOCAL



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este componente práctico del examen complejo son de exclusividad del autor

NOE ZAPATA MONTOYA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por ser quien guía mi vida.

Para mis padres Jacinto Zapata L. y Obdulia Montoya M. porque a ellos les debo mucho, por todo el amor y la educación que me dan es por eso que les dedico este trabajo de investigación con todo mi amor y estima, ya que es producto de una constante dedicación en cumplimiento del deseo que se forjaron en mí.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme salud y esfuerzo para continuar el día a día.

A la universidad técnica de Babahoyo, facultada de ciencias agropecuarias en especial la escuela de agronomía por haberme acogido en sus aulas.

A mis padres porque con su esfuerzo, por su apoyo decidido, la cual ha sido posible salir adelante.

Al Ing. Agr. Gustavo Vásconez G. por haber aceptado ser mi tutor de esta investigación.

A todos los maestros de ingeniería agronómica por haber aprendido de ellos conocimientos que me servirán en mi vida profesional.

Agradezco a mi tía Gloria Zapata L. por haberme apoyado en todo momento, fundamentalmente agradezco a toda mi familia que de una u otra manera han estado junto a mí para ayudarme en mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VIII
SUMMARY	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
1.2. Objetivos.	2
1.2.1 Objetivo general.	2
1.2.2 Objetivos específicos.	2
II. MARCO METODOLÓGICO	3
2.1 Definición del tema de estudio.	3
2.2 Descripción del problema	3
2.3 Justificación.....	4
III. Fundamentación teórica	4
3.1 Origen Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum L</i>).....	5
3.2 Distribución del cultivo de caña de azúcar.....	5
3.3 Taxonomía.	5
3.4 Características de la caña de azúcar	6
3.4.1 Luz	6
3.4.2 Humedad	6
3.4.3 Temperatura	6
3.4.4 Suelo.....	6
3.5 Usos comerciales de la caña.....	7
3.6 La roya	7
3.7 Importancia de la Roya	8
3.8 Sintomatología	9
3.9 Biología.....	9
3.10 Susceptibilidad de la caña de azúcar	9
3.11 Métodos de control de la roya de la caña de azúcar	10

3.11.1 Control Cultural	10
3.11.2 Control Químico	11
3.11.3 Control Biológico	11
IV. RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	11
4.1 Metodología de la investigación.	11
4.2 Situaciones detectadas.	12
4.3 Soluciones planteadas.	13
V. CONCLUSIONES	13
VI. RECOMENDACIONES	14
VII. BIBLIOGRAFÍA	15

RESUMEN

“Manejo integrado de roya café (*Puccinia melanocephala*) en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)”.

AUTOR:

Noé Antonio Zapata Montoya

TUTOR:

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Vásquez Galarza.

El presente trabajo busca ser un aporte para los agricultores en la prevención, tratamiento y erradicación de la enfermedad conocida como roya en los cultivos de caña de azúcar, que es un producto clave no solo en la economía nacional en Ecuador y sus relaciones comerciales a nivel internacional, sino también en el régimen alimenticio de sus habitantes y su fuerte arraigo ancestral. Se abordarán las características de la enfermedad y del agente que la causa, *Puccinia melanocephala*, y la metodología de control a seguir. Los productores ecuatorianos deben superar las enfermedades que atacan al cultivo de caña de azúcar principalmente de la roya café, algunos consideran que es una afección sin importancia, las cuales pueden ocasionar grandes pérdidas en cuanto a rendimiento por lo que atacan el área foliar de la planta. Esta enfermedad es muy poco reconocida por lo que en algunas variedades la infección se presenta con lesiones leves de forma lineal, de color rojizo-castaño, sin presentar pústulas la cual suelen confundirlas como una deficiencia nutricional. El control para esta enfermedad es utilizar variedades resistentes o que toleren a la roya café (*Puccinia melanocephala*).

Palabras clave: caña de azúcar, manejo, integrado, cultivo, roya café.

SUMMARY

The objective of this paper is to contribute in prevention, treatment and eradication of disease called roya, that attacks the sugar cane. This agricultural product is very important at level economic for Ecuador and too at nutritional regimen of this population. This paper explains the disease' characteristic, and this pathogen, *Puccinia melanocephala*, and the metology of control. Ecuadorian producers must overcome the diseases that attack the cultivation of sugarcane, mainly of the coffee roya, some consider it to be a minor condition, which can cause large losses in terms of yield and therefore attack the leaf area of the plant. This disease is very little to be recognized, so in some varieties the infection presents with slight linear lesions, reddish-brown in color, without presenting pustules which usually confuse them as a nutritional deficiency. The control for this disease is to use varieties that are resistant or tolerant to brown roya (*Puccinia melanocephala*).

Keywords: sugar cane, management, integrated, cultivation, coffee roya

I. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es un cultivo muy importante no solo por su incidencia en la economía local y nacional, sino por su relevancia en la dieta diaria de los ecuatorianos. De la caña se extraen varios productos, siendo el principal el azúcar, el cual se obtiene por la extracción del líquido dulce que se acumula en su tallo. Esta especie también constituye una fuente de materias primas de las que se elaboran otros subproductos, como es la panela, principalmente empleada como endulzante y para fabricar licores. Otros usos de la caña de azúcar son: como alimento para el ganado, para producir alcohol para utilizarlo como combustible renovable (disminuyendo el impacto ambiental de los combustibles fósiles), papel, cartón, entre otros (Barcia 2012).

Para el 2012 los ingenios situados en la cuenca baja del río Guayas registraron récords en su nivel de producción en sus 64.849 ha cosechadas, con un promedio ponderado de 85 ton. de caña por cada hectárea y un rendimiento de azúcar de 101,6 kg por tonelada de caña, lo cual se atribuye a las condiciones climáticas favorables que predominaron durante dicho año (CINCAE 2012).

El cultivo de caña constituye un rubro fundamental para el sustento de miles de familias ecuatorianas, tanto desde el punto de vista económico como social, a causa de que en época de cosecha o zafra en los seis ingenios azucareros trabajan cerca de 30.000 personas de manera directa y unas 80.000 indirectamente, lo que representa el 9 % de la población económicamente activa del sector agropecuario y el 12 % del PIB agrícola (SICA 2012).

En la caña de azúcar, al igual que con otros cultivos, hay que considerar ciertos factores que pueden afectar el normal desarrollo de la planta, tales como las plagas y enfermedades, que pueden limitar su rendimiento. En cuanto a las patologías, las que mayor importancia tienen en nuestro país, son el mosaico común, el carbón de la caña de azúcar y la roya común (Fiallos 2008)., que es el objeto de estudio de este trabajo.

Aunque en algunas naciones se considera que la roya es una afección sin importancia, se trata de una enfermedad que puede llegar a ocasionar pérdidas considerables en el cultivo de caña de azúcar. Por ejemplo, en Colombia se ha determinado que la roya puede reducir en 4 % la producción (Mendoza 2013). Y en países caribeños, por el contrario, se estima que durante el mediado del siglo pasado fue responsable de la pérdida de 1´300.000 ton. de azúcar.

Ante esta situación, se ha propuesto este tema de investigación para estudiar y recopilar datos e información que ayude tratar, prevenir y erradicar eficazmente esta enfermedad en el cultivo de la caña de azúcar.

1.2. Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

Describir el manejo integrado de la roya café (*Puccinia melanocephala*) en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

1.2.2 Objetivos específicos.

1. Indicar los daños que ocasiona la roya café en el cultivo de la caña de azúcar.
2. Detallar los principales métodos de combate de la enfermedad.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Definición del tema de estudio.

El tema de investigación del trabajo presentado en este compendio, tiene como objetivo principal obtener el título de Ingeniero Agrónomo, es el siguiente:

Manejo integrado de roya café (*Puccinia melanocephala*) en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

2.2 Descripción del problema

La roya de la caña de azúcar es generada por el hongo *Puccinia melanocephala*, siendo el síntoma característico el color rojizo-castaño de las pústulas en el momento de la esporulación, que se evidencia en la parte inferior de la superficie de la hoja o en el envés. En variedades resistentes la infección se manifiesta a través de lesiones leves de forma lineal, redondas u ovaladas de color amarillo-naranja, sin tener presente las pústulas.

Se estima que las pústulas en plantas susceptibles se desarrollan en 3 a 4 días y dentro de 10 a 14 días se maduran produciendo la liberación de las esporas. La germinación de las uredosporas se relaciona con la temperatura, siendo la óptima 25 ° C. La diseminación se inicia cuando las pústulas se rompen, liberando grandes masas de uredosporas, que se propagan por la acción del viento y el agua.

Se trata de una enfermedad muy agresiva y puede ser altamente perjudicial si no se lo llega a controlar a tiempo, provocando invaluable pérdidas económicas para los productores, lo que a su vez se verá reflejado en pérdidas de plazas de trabajo en el país.

1. Justificación.

Los problemas generados por enfermedades se encuentran entre los principales factores que perjudican la producción azucarera del país, pues tienen una incidencia considerable en las pérdidas agrícolas e industriales que se analizan durante el proceso productivo.

Pese a los grandes esfuerzos llevados a cabo por el hombre, esta afección destruye al año cerca del 35 % de las cosechas, igual en postcosechas, con un registro de entre un 10 y un 20 % de pérdidas adicionales, por lo que en total se registra entre 40-50 % de pérdidas en la cosecha.

La roya en cultivos susceptibles y condiciones ambientales adecuadas para su desarrollo el organismo causa adelgazamiento de los tallos y acortamiento de los entrenudos, lo cual se produce un déficit en el rendimiento agrícola de la producción, que puede alcanzar hasta más del 50% de la cosecha.

El hongo *Puccinia melanocephala* es una afección que puede ocasionar grandes pérdidas variables en el cultivo de caña de azúcar. En algunos países se estima que la roya es una afección sin mucha importancia.

Para lograr un control adecuado se necesita comprender los componentes bióticos y abióticos de los medios de cultivo y su entorno, y sus interrelaciones. Por esta razón, se consideran subunidades del propio sistema, donde es imposible ver la enfermedad sin tenerla como parte integral del agroecosistema en que se ubica, con una íntima interconexión con los otros elementos y factores que influyen.

III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Origen Caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L)

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) es una gramínea tropical, con un tallo que acumula un jugo rico en sacarosa, sustancia que al ser extraída y cristalizada el ingenio produce el azúcar. Es uno de los cultivos más antiguos del planeta. Se cree que se originó hace aproximadamente 3.000 años como una variedad de césped en la isla de Nueva Guinea y de allí se extendió a Borneo, Sumatra e India. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis (Parafán 2005).

3.2 Distribución del cultivo de caña de azúcar.

El cultivo de caña de azúcar es uno de los más importantes para el desarrollo comercial en el continente americano y el europeo, ya que es una de las principales fuentes de calorías en las dietas de las familias de todas naciones de todo el orbe. (Carvajal y Ramírez 2010)

La superficie dedica al cultivo de caña de azúcar en el Ecuador se encuentra distribuida porcentualmente en las siguientes provincias: el 72,4% en el Guayas, 19,60% en el Cañar, el 4,20% en el Carchi e Imbabura, el 2,4% en Los Ríos, y el 1,40% en Loja, siendo estas las de mayor superficie sembradas, pero no hay que dejar de considerar las provincias de Santa Elena, Manabí entre otras ya que también tienen una buena productividad de caña de azúcar. (Conadesuca 2015)

3.3 Taxonomía.

Aldana (2010), inca que la caña de azúcar pertenece:

Reino: Plantae

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: *Saccharum*

Especie: *officinarum*

3.4 Características de la caña de azúcar

3.4.1 Luz

A menor luminosidad menor almacenamiento de azúcares. Esta especie necesita de 6 a 10 horas de luz, aunque en Ecuador los datos meteorológicos muestran un promedio de 2,25 horas de radiación solar durante el año. La luz juega un rol fundamental, como principal fuente de energía de la caña de azúcar en el almacenamiento de sacarosa.

3.4.2 Humedad

Durante la etapa del gran crecimiento, las condiciones de elevada humedad (80 - 85%) favorecen la rápida elongación de la caña. Valores moderados, de 45-65%, acompañados de una disponibilidad limitada de agua, también son beneficiosos durante la fase de maduración (Sifontes 2016)

3.4.3 Temperatura

La caña de azúcar es una planta tropical y se desarrolla mejor con temperaturas altas: de 21 hasta 32 grados centígrados. Así, la caña de azúcar alcanza un gran crecimiento vegetativo y bajo estas condiciones la fotosíntesis se desplaza hacia la producción de carbohidratos de elevado peso molecular, como la celulosa y otras materias que constituyen el follaje y el soporte fibroso del tallo. Se tienen reportes de que a bajas temperaturas todas las variedades de caña tienen una menor eficiencia y más baja proporción de desarrollo. Mejor en lugares calientes y soleados (Aguilar 2013)

3.4.4 Suelo

La caña de azúcar se cultiva con éxito en la mayoría de suelos, con la condición de deben contener suficiente materia orgánica y presentar buen drenaje (CINCAE 2012). Si se quiere lograr una óptima producción, las condiciones ideales de suelo para el cultivo de la caña de azúcar son: suelo bien drenado, profundo, franco, con una densidad aparente de 1,1 a 1,2 g/cm³ (1,3 – 1,4 g/cm³ en suelos arenosos), con un adecuado equilibrio entre los poros de distintos tamaños, con porosidad total superior al 50 %; una capa freática bajo los 1,5 a 2,0 m desde la superficie y una capacidad de retención de la humedad disponible del 15 % o superior (15 cm por metro de profundidad del suelo).

El pH óptimo del suelo debe ser cercano a 6,5, aunque la caña de azúcar puede tolerar un rango considerable de acidez y alcalinidad del suelo. Por esta razón se cultiva también en terrenos con pH de 5,0 a 8,5. Antes valores más extremos se recurre al encalado, cuando el pH es inferior a 5,0, y a la aplicación de yeso cuando el pH supera los 9,5. (Arreaga 2018)

3.5 Usos comerciales de la caña

Gracias a la fotosíntesis, la caña de azúcar produce carbohidratos, celulosa y otros materiales, siendo el más importante el jugo de sacarosa, que es extraído y cristalizado en los ingenios para producir azúcar y otras materias primas que producen una amplia gama de derivados, entre los que se encuentra el etanol, el cual destaca como una fuente de energía alternativa sostenible. Los principales subproductos de la industria azucarera son la melaza (miel incristalizable) y el bagazo (fibra) (Campués y Tarupí 2011).

La melaza es la materia prima para producir alcohol y por lo tanto un insumo fundamental para la industria alcoholera, con usos en la fabricación de licores, cosméticos y productos químicos y médicos. El bagazo excedente está siendo usado como materia prima en la industria del papel. Asimismo, se emplea en la cogeneración de energía eléctrica usándolo como combustible en calderas en la mayoría de los ingenios azucareros (Rivera 2012).

3.6 La roya

Las royas pertenecen a la clase Basidiomycetes, que también abarca a los carbonos y setas. Se considera que es la clase más evolucionada por la complejidad de sus estructuras y su fisiología. Se agrupan en el orden Uredinales y familia Pucciniaceae. Se conocen aproximadamente 5.000 variedades de royas, muchas de las cuales causan enfermedades que tienen fuerte impacto económico. Las royas atacan principalmente el follaje del hospedero, pero las también hay en tallos y frutos (Mendoza 2007).

Por lo general, las infecciones causadas por royas tienen el aspecto de numerosas manchas rojizas, anaranjadas, amarillas o incluso de color blanco que causan el rompimiento de la epidermis. Las royas pueden producir hasta cinco tipos de esporas según la especie (Cavallini 2008).

La roya de la caña de azúcar ha tenido un impacto importante en varios países en donde ha sido introducida a regiones en las que se cultivan variedades altamente susceptibles. La variedad más notable, altamente susceptible, afectada por la roya fue B43-62 y como consecuencia se registraron pérdidas económicas serias en África, Norteamérica y en la región del Caribe. En México se estimó que las pérdidas fueron del orden del 50% de la producción de 1981 a 1983 con la variedad mencionada (Asnagi et al. 2009).

3.7 Importancia de la Roya

El 80% de las enfermedades que afectan a los cultivos son producidas por hongos. Entre ellas, las royas tienen una gran incidencia. Los agentes causales de las royas pertenecen a la clase Basidiomycetes y específicamente al orden Uredinales; son microscópicos y parásitos biotróficos. Se ha registrado que más de 200 familias de plantas, tanto silvestres como cultivadas, son atacadas al menos por un tipo de roya, con una variada sintomatología, tales como: defoliación, deformación, manchado, marchitamiento. Y en casos severos, la muerte de la planta; de ahí su influencia en la calidad y/o rendimiento (Cárdenas 2015)

3.8 Sintomatología

La roya café es producida por un hongo del género *Puccinia* y de la especie *melanocephala*. Sus síntomas iniciales en la caña de azúcar son lesiones diminutas y elongadas que forman una aureola amarillenta y verdosa a medida que aumentan de tamaño. Conforme las lesiones crecen, se desarrolla un color que pasa de ser anaranjado a anaranjado marrón. A diferencia de la roya común, las lesiones de esta roya en particular nunca son marrón oscuro (Ovalle, Werner). Grupos de pústulas de roya 91 anaranjada tienden a aparecer en la superficie de las hojas afectadas; la mayor parte de las pústulas están en la superficie inferior y hay más lesiones en la base de la hoja (EcuRed 2007).

3.9 Biología

El ciclo vital de las royas es uno de los más complejos de todo el reino Fungí, ya que generan hasta cinco tipos de estadios, con esporas diferentes, separados en tiempo y espacio, lo que complica su conocimiento, prevención y control. Los estadios son: (0) espermacio, (I) aeciosporas, (II) uredosporas, (III) teliosporas y (IV) basidiosporas y sus respectivas estructuras que las originan espermogonios, aecidios, uredinios, telios y basidios.

No se han detectado todavía en el cultivo de la caña de azúcar, únicamente se han observado las fases uredosporas (II) y teliosporas (III). Las uredosporas de *P. melanocephala* son más pequeñas (28-33 x 17-26 μm) comparadas con las de *P. kuehnii*, (30-43 x 17-26 μm), pero estas últimas se diferencian de las de *P. melanocephala* en cuanto a su color y forma, ya que son ovales, de color amarillo pálido, con engrosamiento apical y pobre equinulación (Sánchez 2016)

3.10 Susceptibilidad de la caña de azúcar

La susceptibilidad de las variedades de caña de azúcar al ataque de la roya está correlacionada con la cantidad de uredosporas producidas por soros o

por unidad de área foliar infectada, pero no con el periodo de latencia, la longitud de los soros en 15 días, ni tampoco con el número de pústulas producidas por unidad de área foliar infectada. La producción de uredosporas es más confiable para la evaluación de la resistencia de los genotipos a la roya, que la producción de uredosoros (Chavarría y Subirós 2009)

Sin embargo, en ambos agentes causales, la cantidad de pústulas producidas por hojas ha sido empleado como criterio para determinar la susceptibilidad de genotipos de caña de azúcar a la roya, incluso cuando en investigaciones recientes se ha demostrado que no hay correlación entre el número de pústulas y el número de uredosporas generadas en diferentes especies. En el caso de roya, al parecer la resistencia es relativamente común en variedades de caña obtenidas en la India, a causa de la resistencia de sus progenitores, pese a que la incidencia de la roya puede variar mucho de un año a otro, dependiendo de las condiciones del clima (Astorga 2015).

3.11 Métodos de control de la roya de la caña de azúcar

La técnica más efectiva de control de la roya de la caña de azúcar es recurriendo a variedades resistentes a la enfermedad. Los métodos utilizados para seleccionar variedades resistentes incluyen tanto la inoculación en laboratorio, como las evaluaciones de resistencia en el campo con inóculo natural, en plantas jóvenes y en plantas ya desarrolladas (Ralda 2009).

3.11.1 Control Cultural

Entre las medidas más aplicadas y eficaces para controlar ambos patógenos están: la destrucción de residuos, con el objetivo de disminuir la fuente de inóculo; ajuste del periodo de plantación a las condiciones adversas para el desarrollo de estos patógenos, considerando que a los cinco meses se disminuye la afección de la enfermedad y hay una mayor producción de tejidos sanos y con ello la recuperación de la planta. Otras medidas son: una adecuada fertilización nitrogenada, la utilización de un mosaico de variedades y riego

adecuado. Aparte de lo expuesto, un excelente modo de controlar a la *P. melanocephala* es la resistencia genética heredada, la cual limita su propagación y ralentiza el crecimiento del hongo y la formación de esporas y por ende retrasa las epifitotias (ICA 2012).

3.11.2 Control Químico

Existen diversos tipos de fungicidas como: Mancozeb, Benomyl, Oxychloride, Methyl, Maneb, Bayleton, entre otros, que se destacan por su eficacia en el control de la roya en el cultivo de la caña de azúcar.

Algunos agricultores recomiendan aplicar el fungicida Aproach Prima que tiene como ingrediente activo IUPAC (Picoxystrobin + TRIAZOL (Cyproconazol), dosis de 1 litro en 200 litros de agua para cada 2 hectáreas.

3.11.3 Control Biológico

Uno de los agentes de control biológico de la roya es *Sphaerellopsis filum* (Biv.ex.Fr.Fr.) (*Darluca filum*) (Biv) Castagne, el cual fue encontrado parasitando a *P. melanocephala* y también se ha empleado *Cladosporiumuredinicola* Speg (Sánchez 2016).

IV. RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Metodología de la investigación.

Este trabajo de investigación documental fue llevado a cabo gracias a la recopilación y revisión de documentos y artículos sobre el manejo integrado de roya café (*Puccinia melanocephala*) en los cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). La recolección de datos se cumplió entre febrero y abril del 2020. Los métodos empleados se fundamentaron en análisis de respuestas, que permitieron sacar resultados de publicaciones en línea y trabajos impresos.

La información de la presente investigación se recopiló de artículos científicos indexados de diferentes bases de datos: scielo, ufps, ResearchGate, Redalyc; libros, tesis de grado.

Con esta data se dio paso a su valoración de la información, con el objetivo de definir su pertinencia y calidad, y poder considerarla al momento de efectuar la respectiva citación del documento.

4.2 Situaciones detectadas.

En la agricultura contemporánea se ha sesgado la sustentabilidad de la producción agrícola. El empleo de fertilizantes y agroquímicos ha permitido, sin duda, optimizar la productividad y obtener incrementos importantes en el volumen cosechado y la calidad de lo producido. No obstante, sus efectos adversos impactan significativamente la sostenibilidad de la actividad agrícola. Factores como la práctica del monocultivo, la contaminación de suelo y agua por la elevada utilización de pesticidas químicos han provocado una notoria inestabilidad de los ecosistemas agrícolas, disminuyendo su rica biodiversidad natural. Esto se evidencia principalmente en una mayor incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos.

Es muy limitado en el país el uso de nuevas tecnologías para elaborar biopesticidas, se sigue recurriendo a métodos de control tradicionales. La bacteria *Bacillus thuringiensis*, por ejemplo, puede crecer en casi cualquier medio de cultivo; otras requieren medios especiales, y por ello es necesario analizar los requerimientos básicos para elaborar los medios de cultivo.

La *Puccinia melanocephala* (Roya) afecta las hojas de la planta y su mayor afectación se registra entre el quinto y el sexto mes de edad después del establecimiento del cultivo. Se evidencia en las hojas con manchas de color amarillo, por ambos lados, y cuando se incrementa el tamaño cambia y se torna de una tonalidad marrón y se rodea de un pálido color amarillento. Las lesiones generan pústulas en la parte de abajo de la hoja, aunque aparecen también sobre ella en algunos casos. Se ha demostrado que el control más efectivo de esta enfermedad es cambiar la variedad afectada por otra variedad resistente.

4.3 Soluciones planteadas.

La metodología de control de esta enfermedad de la roya es quizás una de las más complejas de ejecutar con éxito.

Los sistemas más comunes incluyen la eliminación de las plantas enfermas, el uso de semilla libre de la enfermedad, la siembra de variedades resistentes y las buenas prácticas de cultivo. Con la eliminación de los ejemplares enfermos es posible mantener niveles reducidos de incidencia, pero esto depende de la clase específica de hongo que ataque al cultivo y de la diversidad y abundancia de los insectos en la zona del cultivo, lo que también constituye un factor decisivo al momento de abordar y tratar esta problemática.

V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de revisión bibliográfica se concluye los siguientes:

1. La afección de la roya causada por el hongo *Puccinia melanocephala* que ataca al cultivo de la caña de azúcar es considerada una de las más

agresivas de este cultivo, porque se manifiesta entre el 4 y 6 mes de edad del cultivo.

2. Los métodos de cultivo tolerante a la enfermedad de la roya son considerados por los agricultores los más adecuados para su control.
3. El ciclo de vida de la roya es considerado uno de los más complicados dentro del reino Fungí, ya que realizan hasta cinco tipos de estadios, con esporas diferentes, lo cual se hace difícil su estudio, prevención y control.
4. La enfermedad puede mostrar los síntomas característicos en las hojas, presentando lesiones pequeñas que van formando aureola amarillenta que luego aparecen las pústulas en la superficie de las hojas lesionadas ocasionando el secamiento de las mismas.
5. En nuestro país existen varios centros de investigación que se encargan de crear variedades resistentes tales como: ECU1, EC2, EC3 entre otras.
6. Los modos de propagación de este hongo pueden ser físicos, mecánicos, biológicos, etc.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

7. Utilizar variedades de caña de azúcar que toleren la enfermedad de la roya café.

8. Realizar un buen monitoreo del cultivo para que haya una disminución de la enfermedad.
9. Retirar y quemar los desechos y sobras de las cosechas anteriores principalmente de los cultivos afectados.
10. Mantener el suministro de agua adecuado en el suelo durante la etapa de crecimiento.
11. Realizar una fertilización balanceada al cultivo, tener un buen método de combate de malezas e insectos plagas.

VII. BIBLIOGRAFÍA.

Aguilar, N. (2013). Ficha Técnica del cultivo de Caña de Azúcar (en línea). Mexico D.F., s.e. Consultado 6 feb. 2020. Disponible en <https://docplayer.es/13274901-Ficha-tecnica-del-cultivo-de-cana-de-azucar.html>.

- Arreaga, K. 2018. Manejo Integrado de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Babahoyo, UTB. 15-20 p.
- Asnagi, C; D'Hont, A; Glaszmann, JC; Rott, P. 2009. Resistance of sugarcane cultivar R 570 to *Puccinia melanocephala* isolates from different geographic locations. *Revista de Protección Vegetal* 24(1):22-28.
- Astorga, C. (2015). Prevención y control de la roya. Costa Rica, s.e.
- Barcia, W. (2012). Producción de la caña de Azúcar en el Ecuador. s.l., s.e.
- Campués, K; Tarupí, C. (2011). OBTENCIÓN DE ALCOHOL A PARTIR DE JUGO DE CAÑA, CACHAZA Y MELAZA, MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE DOS NIVELES DE FERMENTO (*Saccharomyces cerevisiae*). Ibarra, Ecuador, s.e.
- Cárdenas, J. 2015. Roya de la caña de azúcar - CropLife Latin America (en línea, sitio web). Consultado 10 mar. 2020. Disponible en <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-del-cafeto>.
- CARVAJAL, J; RAMÍREZ, J. 2010. Análisis estadístico del cultivo y producción de la caña de azúcar. Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional. 15-17 p.
- Cavallini, A. (2008). Fitopatología, un enfoque agroecológico, Primera edición (en línea). Costa Rica, s.e. Consultado 6 mar. 2020. Disponible en <https://es.scribd.com/document/366208875/Razas-de-Roya>.
- Chavarría, E; Subirós, F. 2009. First Report of Orange Rust of Sugarcane Caused by *Puccinia kuehnii* in Costa Rica and Nicaragua. *Plant Disease* 93(4):425-425. DOI: <https://doi.org/10.1094/pdis-93-4-0425c>.
- CINCAE. 2012. "Producción de la Caña de Azúcar en la Costa Ecuatoriana". (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador). :1-3.

- CONADESUCA. (2015). FICHA TÉCNICA DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.). Mexico, s.e.
- EcuRed. (2007). Roya naranja de la caña de azúcar - EcuRed (en línea). La Habana, Cuba, s.e. Consultado 10 mar. 2020. Disponible en https://www.ecured.cu/Roya_naranja_de_la_caña_de_azúcar.
- Fiallos, F. (2008). Reacción de 100 variedades de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) del Banco de Germoplasma del CINCAE, al Carbón (*Ustilago scitaminea* Sydow), Roya (*Puccinia melanocephala* Sydow) y Mosaico (*Sugarcane Mosaic Virus*) en la zona del Cantón El Triunfo. s.l., s.e.
- ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Bogotá, Colombia, s.e.
- Mendoza, C. (2007). Principios de Fitopatología y enfermedades causadas por hongos (en línea). Mexico, Asturnatura.com. Consultado 6 mar. 2020. Disponible en <https://www.asturnatura.com/especie/hypericum-perforatum-subsp-perforatum.html>.
- Mendoza, J. 2013. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES EXOTICAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR, EN ECUADOR. :100-102.
- Parafán, F. (2005). “Azúcar de caña” (en línea). s.l., s.e. Consultado 2 mar. 2020. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/43370978/PLANTA-PRODUCCION-AZUCAR-CRISTALIZADO>.
- Ralda, G. 2009. Protocolo para seleccionar cultivares de caña de azúcar resistentes a la roya naranja mediante inoculación artificial en casa de cultivo. *Plant Disease* 93(4):425-425. DOI: <https://doi.org/10.1094/pdis-93-4-0425c>.
- Rivera, N. (2012). Ficha técnica del cultivo de caña de azúcar. México, D.F., s.e.
- Sánchez, A. (2016). Roya de Caña. Tegucigalpa, Honduras, s.e.

SICA. 2012. Servicio de información agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, Superficie de caña cultivada y cosechada, producción de caña y azúcar. :25-30.

Sifontes, J. 2016. Cambio climático en la producción de caña de azúcar | SofOS (en línea, sitio web). Consultado 6 mar. 2020. Disponible en <http://www.sofoscorp.com/cambio-climatico-en-la-produccion-de-cana-de-azucar/>.