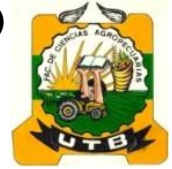




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA,



PESCA Y VETERINARIA

CARRERA DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Efecto del uso de tierra de Diatomeas para controlar el nematodo
(*Radopholus similis*) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*)”.

AUTORA:

Lilian Johanna Santillán Tomalá.

TUTOR:

Ing. Agr. Emilio Ramírez Castro M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

El presente trabajo detalla los efectos del uso de tierra de diatomeas aplicadas en el cultivo de banano para controlar el nematodo *Radopholus similis*. El banano es uno de los alimentos básicos más importantes en la economía de varios países, y la producción para la venta en los mercados locales es una de las pocas actividades que proporciona a los hogares un ingreso constante durante todo el año. Los nematodos son generadores de pérdidas y baja calidad en este cultivo, *R. similis* ataca la raíz de la planta ocasionando efectos de debilitamiento y complejidad al momento de absorber los nutrientes necesarios. Las tierras de diatomeas pueden incorporarse con éxito al manejo integrado de plagas en los cultivos debido a sus múltiples beneficios, además estas son un recurso mineral biogénico, que tiene creciente importancia económica, ya que ha adquirido la complejidad del mineral y su amplio espectro abre interesantes posibilidades para el control de patógenos. Por su forma filamentosa, poder de absorción y carga eléctrica, sus partículas se adhieren a nematodos, insectos plagas entre otros, eliminándolos por deshidratación y no por envenenamiento químico, por lo que es un producto no tóxico, inocuo para el ser humano, medio ambiente, animales y plantas.

Palabras de claves: banano, tierra de diatomeas, nematodo, efectos.

SUMMARY

The present work details the effects of the use of diatomaceous earth applied in banana cultivation to control the nematode *Radopholus similis*. Banana is one of the most important staple foods in the economy of several countries, and production for sale in local markets is one of the few activities that provides households with a constant income throughout the year. Nematodes are generators of losses and low quality in this crop, *R. similis* attacks the root of the plant causing weakening effects and complexity when absorbing the necessary nutrients. Diatomaceous earth can be successfully incorporated into the integrated management of pests in crops due to its multiple benefits, in addition, these are a biogenic mineral resource, which has growing economic importance, since it has acquired the complexity of the mineral and its wide spectrum opens interesting potential for pathogen control. Due to its filamentous shape, absorption power and electrical charge, its particles adhere to nematodes, insect pests, among others, eliminating them by dehydration and not by chemical poisoning, making it a non-toxic product, harmless to humans, the environment, animals and plants.

Keywords: banana, diatomaceous earth, nematode, effects.

ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| RESUMEN | ii |
| SUMMARY | iii |
| 1. CONTEXTUALIZACIÓN | 1 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN | 4 |
| 1.4. OBJETIVOS | 5 |
| 1.4.1. Objetivo general | 5 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 5 |
| 1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN | 6 |
| 2. DESARROLLO | 7 |
| 2.1. MARCO CONCEPTUAL | 7 |
| 2.1.2 Cultivo de banano. | 7 |
| 2.1.3. Características morfológicas de R. similis | 9 |
| 2.1.4. Las tierras de diatomeas. | 13 |
| 2.2. MARCO METODOLOGICO | 21 |
| 2.3. RESULTADOS | 22 |
| 2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 24 |
| 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 26 |
| 3.1. CONCLUSIONES | 26 |
| 3.2. RECOMENDACIONES | 27 |
| 4. REFERENCIAS Y ANEXOS | 28 |
| 4.1. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍAS | 28 |

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es el primer exportador de banano en el mundo con un 35 % del mercado global y el cuarto productor en el planeta. Desde la década de los años 50, la actividad bananera se ha convertido en una de las principales fuentes generadoras de divisas y la tercera fuente de recursos para el país (Benitez 2017).

El banano es una especie herbácea perenne gigante con tallos subterráneos y pseudo tallos. Alcanza de 3,5 a 7,5 metros de altura. Las principales limitantes de la producción de banano son las plagas y enfermedades que atacan al cultivo en especial la Sigatoka negra, también otras limitantes. Al derrotar todas estas limitaciones se puede lograr una producción mucho más elevada y más eficiente (Rodríguez 2009).

Se ha determinado que los nematodos fitoparásitos son la plaga más importante y el nematodo barrenador *R. similis* es el más destructivo en las zonas productoras de Centroamérica y el Caribe. Esta plaga ataca el sistema radical provocando la caída y volcamiento de las plantas y cuando este fenómeno ocurre en plantas que han alcanzado el periodo de floración-fructificación, provoca pérdidas económicas importantes que oscilan entre 30 a 50 % (Morales 2014).

La demanda de la sociedad se ha incrementado en ciertas zonas del Ecuador, esto hace evidente la necesidad de manejar este cultivo de la forma adecuada para lograr la mayor producción por unidad de superficie sembrada, aplicando las prácticas necesarias y correctas de control de nematodo *R. Similis*. por lo que el agricultor se ha visto en ingeniar métodos para poder incrementar sus cosechas teniendo en cuenta el control del nematodo de una manera que no afecte la calidad del producto (Navas 2019).

Las diatomeas son algas microscópicas fosilizadas (compuestas por una pared celular transparente de sílice y una capa interna de pectina); composición unicelular, forma y tamaños variados, provenientes de aguas

dulces o marinas y con aproximadamente 5.000 especies conocidas cuando las algas mueren, todo el contenido orgánico se destruye, con excepción de su esqueleto de sílice, el cual generalmente van a depositarse al fondo de las aguas (Gaidos y Gomez 2015) citado por (Soriano 2020).

La diferencia fundamental con respecto a otros minerales silíceos es que las tierras de diatomeas son de origen biogénico por lo que no constituye amenaza alguna (Galarza 2016).

A su vez son extrañas y variadas: agente de purificación, filtrando, abrasivo, material aislante y a prueba de sonido. (Maurat 2017) y (Soriano 2020) citando a (Chica 2011).

Promueven el desarrollo de microflora benéfica que contribuye en los procesos de solubilización de nutrientes y la diseminación de población de microorganismos patógenos, causantes de daños.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, *R. similis* está causando reducción de rendimientos y problemas en el sector bananero ecuatoriano, lo que genera pérdidas muy grandes y reduce la calidad y productividad de este cultivo.

R. similis es uno de los patógenos que más afecta al cultivo de banano, disminuyendo su producción porque el daño que ocasiona se concentra en las raíces, obstaculizando la absorción agua y nutrientes, además de constituirse en su principal fuente de anclaje.

Es importante señalar, que algunos nematodos pueden provocar tanto daños directos como daños indirectos en los cultivos.

Además, se ha relacionado las altas poblaciones de *R. similis* produce mayor susceptibilidad de la planta, ataque de patógenos y estrés abiótico.

Es desconocida la importancia del uso de la tierra de diatomeas que asume la complejidad de los minerales y su amplio espectro es un recurso mineral biogénico que abre interesantes oportunidades para combatir los patógenos en el cultivo de banano.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación tiene como fin presentar información sobre el efecto del uso de tierras de diatomeas para el control *R. similis* en el cultivo de banano debido al daño que este ha ocasionado en el sector bananero se considera un problema muy grave que alerta a las plantaciones comerciales. Con esto se busca que a partir de la información generada se planteen nuevos métodos para el control de este nematodo, que favorecerá a los productores del país.

El uso de tierras de diatomeas trae consigo muchos beneficios debido a que no son perjudiciales para las plantas, ni para humanos, aporta protección directa a la raíz del banano protegiéndola del nematodo anteriormente mencionado, por lo que genera un efecto positivo en el cultivo.

De esta manera podemos brindar alternativas de control a los agricultores, para ayudar a evitar la disminución o pérdidas en el sector bananero por causa de *R. similis*.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Identificar el efecto del uso tierra de Diatomeas para controlar población de *R. similis* en el cultivo de banano.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir la incidencia del uso de tierra de Diatomeas en *R. similis*.
- Detallar los beneficios de la aplicación de tierra de Diatomeas en el cultivo de Banano para disminuir la población de *R. similis*.

1.5. LINEAS DE INVESTIGACIÓN

Las líneas y sublíneas a utilizarse en este trabajo de investigación, fueron las siguientes tomando en cuenta las variables del tema titulado “Efecto del uso de tierra de Diatomeas para controlar el nemátodo (*Radopholus similis*) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*)”.

DOMINIOS DE LA UNIVERSIDAD

- **Recursos agropecuarios:** teniendo en consideración que este trabajo de titulación se relaciona con este tipo de dominio ya que trataremos los efectos al aplicar tierras de diatomeas en banano.
- **Medio Ambiente:** Este tipo de dominio se relaciona con el tema ya que trata sobre el cuidado del mismo, ya que en la actualidad ha habido pérdidas que de cierta manera han afectado y han generado alteraciones en la contaminación de suelo, agua, aire etc. Se propone un trabajo de titulación que ayude a concientizar sobre el mismo.

FACIAG

- **Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable:** Este trabajo es de carácter sostenible y sustentable ya que basa en la preservación del medio ambiente usando nuevas

CARRERA DE AGRONOMÍA

Agricultura sostenible y sustentable: este trabajo muestra sustentabilidad y sostenibilidad para el medio ambiente y para los agricultores que pongan en práctica este método de uso de las tierras de diatomeas la cual les traerá muchos beneficios.

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.2 Cultivo de banano.

Origen e importancia del cultivo de banano.

Procedente del Sudeste Asiático, el banano es una planta que se cultiva desde hace cerca de 10 000 años y cuyas primeras huellas se encontraron en Papúa Nueva Guinea en el siglo VII a. C.1. Esta herbácea gigante, perteneciente a la clase de las monocotiledóneas y a la familia de las musáceas, era originalmente salvaje y se reproducía mediante semillas. En la actualidad, todavía se encuentra en estado salvaje en Filipinas, Papúa Nueva Guinea e Indonesia. Los cruces naturales han producido una importante diversidad genética y han permitido la aparición de variedades sin semillas con interesantes cualidades alimentarias para las personas (INFOCOM 2016).

Según Sabio et al. (2014) el banano es uno de los más importantes y fascinantes cultivos. Es una planta herbácea monocotiledónea que se originó en el sudeste de Asia. Se cree que todos los cultivares sembrados en la actualidad han sido seleccionados de híbridos naturales de esta región, por los primeros granjeros. De hecho, Norman Simmonds propone que el banano fue uno de los primeros cultivos domesticados por el ser humano. En su obra acerca de los inicios de la agricultura en el sudeste de Asia, él concluye: Parece una afirmación razonable decir que el banano se desarrolló conjuntamente con la agricultura sedentaria primitiva del área en mención, hace, más o menos, unos diez mil años.

Descripción botánica del banano.

La planta de banano es una hierba gigante que tiene tallos subterráneos, de los cuales brotan hojas, cuyas vainas envolventes forman el pseudotallo, en cuya interior crece el eje floral. Estos tallos subterráneos se llaman cormos, rizomas, bulbos o tubérculos, siendo el primero el término más aceptado.

Cada cormo produce por lo general un pseudotallo en su eje floral y una o más yemas que producen otros cormos, por lo cual se forma una mata de

crecimiento radial (en todas direcciones), pues estos cormos hijos a su vez producen pseudotallos o hijuelos de diversas edades que irán floreando cuando el pseudotallo original desaparezca. Algunos de estos hijuelos no quedan bien conectados a la mata y se llama hijos de agua y los que quedan bien conectados se llaman hijos de espada (Sabio et al. 2014).

La (INTA 2015) describe las características del banano.

Raíz.

Superficiales, distribuidas radialmente en los primeros 30 cm. Del suelo y alcanza un largo de 1,5 a 2 metros. “Rizoma o cormo” llamado comúnmente cepa, produce una yema vegetativa que sale de la planta madre y sufre un cambio anatómico y morfológico de los tejidos y al crecer diametralmente forma el rizoma que alcanza una considerable altura. “Hojas”; Poseen diferentes formas, y sirven para estimar las etapas morfológicas y fonológicas del cultivo.

Tallo falso o Pseudotallo.

Formado por la disposición imbricada de las vainas dispuestas en forma alternada y helicoidal (120°). Soporta a toda la parte aérea de la planta. “Inflorescencia” dispuesta en forma de racimo. Contiene las flores femeninas (dan origen a las manos y dedos) y flores masculinas. “Fruto” Se desarrolla de los ovarios de las flores pistiladas por el aumento del volumen de las tres celdas del ovario, opuestas al eje central. Los ovarios abortan y salen al mismo tiempo los tejidos del pericarpio o cáscara y engrosan, la actividad de los canales de látex disminuye, cesando por completo cuando el fruto está maduro.

Suelo.

Los suelos aptos para el desarrollo del cultivo de banano son aquellos que presentan una textura: franco arenoso, franco arcilloso, franco arcillo limoso y franco limoso; además deben poseer un buen drenaje interno y alta fertilidad, su profundidad debe ser de 1,2 a 1,5 m. “Climas” el clima ideal es el tropical húmedo. La temperatura adecuada va desde los 18,5°C a 35,5°C. A temperaturas inferiores de 15,5°C se retarda el crecimiento. Con temperaturas de 40°C no se han observado efectos negativos siempre y cuando la provisión

de agua sea normal. La pluviosidad necesaria varía de 120 a 150 mm de lluvia mensual o precipitaciones de 44mm, semanales, es necesario realizar el riego porque tiene definido sus estaciones lluviosa y seca. Los requerimientos de agua están en el orden 1.200 - 1.300 mm/año. El banano requiere de buena luminosidad y ausencia de vientos fuertes.

Se eliminan todos los obstáculos del terreno, se procede a arar y rastrear hasta conseguir buena uniformidad del suelo, así como una buena aireación. Las cepas o hijuelos pueden ser plantados en surcos o en hoyos.

Taxonomía.

Respecto a la taxonomía, Rodríguez (2001) citado por Navas (2019) indica que el banano pertenece a un grupo, probablemente de más de 30 especies conocidas bajo el nombre científico genérico de *Musa*. Las especies parentales del banano son *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*; los bananos comestibles aparecieron a través de mutaciones o hibridaciones naturales de una o ambas especies dando origen a grupos híbridos de los cuales se derivan los bananos y los plátanos. Posteriormente los agricultores ayudaron a mezclar y seleccionar las variedades.

2.1.3. Características morfológicas de *R. similis*

Una de las características físicas que presenta *R. similis* es que se lo considera como un gusano microscópico no segmentado; endoparásito migratorio de plantas con un dimorfismo sexual, con reproducción tanto por sexual como por hermafroditismo, partenogénesis e intersexo. En los hospederos se presenta más de 250 especies de plantas diferentes, incluyendo Banano y plátano (planta hospedante principal), cítricos, y pimienta negra (Haegeman et al. 2010).

(Siddiqi 2000, Brooks 2008) indica que *R. similis* es un parásito obligado de tejidos de plantas, es decir necesita de un hospedante vivo para sobrevivir citado por (Morales 2014).

Las Hembras presentan anillación fina de la cutícula, campo lateral con cuatro incisuras, labios hemisféricos con 3 a 4 anillos, esclerotización fuerte, bulbo medio bien desarrollado; el bulbo basal recae dorsalmente sobre el intestino, y posee una vulva prominente. En el macho presentan dimorfismo sexual, esófago y estilete degenerado, testículo y una bursa terminal. Como hospedero en Ecuador representa el 20 % de infección, disperso en raíces de Banano, Abaco y Soya (Eguiguren & Défaz T, 1992) citado por (Guzman 2019).

Ciclo de vida de *R. similis*

Los siguientes autores: Blake (1961), Loos (1962), Blake (1966), Román (1978), Kaplan (1994), Sarah et al. (1996), Marín et al. (1998), Sarah (2000), Siddiqi (2000), Nguyet et al. (2003), Araya (2004), Gowen et al. (2005) y Brooks (2008), manifiestan que las principales características del ciclo de vida y parasitismo de *R. similis* son: Como la mayoría de los nematodos, los estados de desarrollo de *R. similis* son vermiformes o con forma de lombriz y tienen cuatro estados juveniles (J1, J2, J3 y J4) y el adulto. El estado J1 se desarrolla dentro del huevo, luego muda la cutícula y luego de 8 a 10 días emerge el J2. Los estados J2, J3 y J4 también mudan la cutícula hasta llegar al estado adulto entre 10 y 13 días citado por (Guzman 2011).

El estado J2 son infestivos y tienen formas móviles que pueden abandonar las raíces en condiciones adversas, llegando al suelo para parasitar nuevamente raíces sanas. El movimiento de los juveniles y las hembras es estimulado por factores nutricionales, ya que necesitan tejido sano para alimentarse. Después de iniciar su alimentación, *R. similis* completa su ciclo de vida entre 20 y 25 días en los tejidos de las raíces y cormos a una temperatura entre 24 y 32 °C; siendo óptima su reproducción entre 25 y 28 °C. Los machos de *R. similis* se diferencian de las hembras que son morfológicamente diferentes a ellos, teniendo dimorfismo sexual por caracteres secundarios; esto significa que los machos son diferentes a las hembras especialmente en la región anterior (cabeza) que es elevada (sobresaliente), y allí exhiben un

estilete poco desarrollado con perillas basales apenas visibles, debido a esto se cree que no son fitoparásitos. En la región posterior (cola), los machos poseen una espícula de función reproductiva, cubierta por una membrana hialina llamada bursa.

Síntomas y daños que ocasiona el nematodo *R. similis*.

Los síntomas causados por *R. similis* en el sistema radical varían considerablemente junto con el comportamiento biológico del nematodo. Lo más común es observar en la epidermis lesiones oscuras, cafés y rojizas pardas, las cuales penetran y atraviesan el parénquima cortical y en ocasiones llegan al cilindro central vascular. Las lesiones generalmente producen una atrofia del tejido radical. Y en alta infestaciones, *R. similis* migra hasta el cormo, provocando lesiones de color pardo rojizo y negras que suelen esparcirse a los cormos de hijos recién brotados (Araya y De s. f. 2004).

Los daños del nematodo se pueden dividir en directos e indirectos. Los daños directos consisten en la destrucción del sistema radical y el rizoma. Las plantas atacadas por el nemátodo pueden presentar los síntomas de la enfermedad conocida como "cabeza negra". Mientras que los daños indirectos se presentan por la invasión de otros patógenos en las lesiones provocadas por el nemátodo. Se ha reportado la presencia de *Radopholus similis* y el hongo *Cylindrocladium* sp. en lesiones radicales de banano. Y que *Fusarium solani*, *Fusarium miniliforme*, *Cylindrocarpon musae* y *Acremonium stromaticum* fueron los organismos más frecuentes en las lesiones ocasionadas por el mismo nematodo (Fallas 1992).

Patogenicidad de *R. similis* en el cultivo de banano

Radopholus similis es un nematodo fitoparásito que se alimenta de raíces y cormos de banano y plátano en todo el mundo, afectando el crecimiento y desarrollo de este cultivo, con pérdidas en producción entre el 20 y 100 %. Debido a que estas musáceas han sido tradicionalmente propagadas por semilla asexual mediante colinos "cormos" o cepas "rizomas" y a que este fitonematodo se caracteriza por ingresar y movilizarse dentro de las células de

raíces y los cormos, esto ha permitido que el intercambio de material de siembra infectado sea el principal medio de su diseminación alrededor del mundo. Por tales motivos, se describe a *R. similis* registrando su distribución, biología, pérdidas, hospedantes, supervivencia, medios de diseminación y prácticas de manejo como evitar el ingreso de los nematodos en el suelo antes de establecer un cultivo, reducir la cantidad de ellos en el material de siembra, promover la sanidad de las raíces de las plantas para ayudarlas a tolerar o competir con la presión de los nematodos u otros patógenos y reducir la oportunidad de que el nematodo ingrese a las raíces o rizomas (Guzman 2019) citado por (Rea 2020).

Su distribución en plantaciones de banano, especialmente del subgrupo Cavendish, se cree que ha sido el resultado de la multiplicación de estos clones una vez que se inició con el cambio del cultivar Gros Michel, susceptible a *Fusarium*, en muchas partes del Oeste de África, el Caribe, América Central y América del Sur (Ishieze et al. 2014).

Las perforaciones hechas por los nematodos y la necrosis que se produce, favorecen la pudrición por hongos, bacterias y excesos de humedad. En estados avanzados, las plantas carecen de raíces absorbentes, lo cual afecta directamente a la absorción de agua y nutrientes y provoca el alargamiento del período de crecimiento (Crespo 2019).

La diseminación de *R. similis* se convirtió en un significativo problema para los productores ya que el uso de rizomas o hijuelos contaminados para la propagación vegetativa ha infestado las plantaciones en nuestro país. De ahí que se recomienda la aplicación de nematicida para reducir las pérdidas por ataque de nemátodos (Mackliff 2015).

Un aspecto crítico de la interacción entre las plantas hospedantes y los nematodos parásitos es que los juveniles de segunda etapa encuentran sus plantas huésped, y para sobrevivir deben encontrar y reconocer sus plantas huésped en un corto período de tiempo. Las combinaciones de compuestos volátiles, no volátiles y quimiotácticos que se originan en las raíces del huésped

pueden constituir atractivos de larga y corta distancia, que guiarían a los J2 a las raíces del huésped. En otro estudio se encontró que los exudados de las extremidades de la raíz y de las células de la frontera modulaban la atracción del nematodo de nudos raíces *Meloidogyne incógnita* para hospedar plantas en maneras dependientes de especies y cultivares (Chuya 2017).

Después del primer registro, *R. similis* ha sido encontrado en las regiones tropicales y subtropicales donde crece banano y plátano, excepto en Israel, Islas Canarias, Islas Cabo Verde, Chipre, Creta, Mauricio y Taiwán (Gowen et al., 2005). A pesar de que *Radopholus* es un género originario de Australia y Nueva Zelanda, la especie *R. similis* se encuentra en las áreas tropicales y subtropicales del mundo citado por (Guzman 2011).

2.1.4. Las tierras de diatomeas.

Características de la tierra de diatomeas:

La tierra de diatomeas tiene varios sinónimos entre estos son: Diatomea sílicea, diatomita, D.E. (Diatomaceous earth), Kieselgur, etc. Este producto tiene poco tiempo de vigencia comparado con los productos tradicionales, no obstante, ello, ha demostrado categóricamente su superioridad en su acción y en su inocuidad para el hombre, animales y plantas, porque no es un veneno que actúa por contacto o ingestión, envenenando todo a su alrededor, incluido a quien lo aplica, a quien lo elabora, lo fracciona o interviene en su manipuleo. Además, como el proceso de muerte de los insectos y plagas es mecánico, por contacto físico, el insecto no se volverá inmune y por consiguiente se romperá la cadena inmunológica. Esta tierra es capaz de resolver por si sola los problemas de salud animal y vegetal desde el punto de vista de la Ecología Humana, acabando con el uso y abuso de los químicos en la agricultura, creando ecosistemas sustentables para la vida en sus múltiples manifestaciones. Las diatomeas son organismos unicelulares, eucariontes, autótrofos, que se caracterizan por tener una pared celular de sílice. Las diatomeas tienen distribución cosmopolita, y pueden vivir en una amplia variedad de hábitats (Tasinchano 2020).

La Tierra de Diatomeas o diatomitas, conocida también como harina fósil, son algas microscópicas fosilizadas que se presentan como rocas silíceas sedimentarias de color blanco intenso, por lo que también se la conoce como la Tierra Blanca. Cuando las algas mueren, todo el contenido orgánico se destruye, excepto su esqueleto de sílice que se deposita en el fondo del agua y con el paso del tiempo forma grandes depósitos de algas fosilizadas conocidas como tierra de Diatomeas, material por tanto inerte y no tóxico (Revista Websitebuilder 2014).

Las diatomeas pueden vivir en ambientes muy diferentes, tanto en aguas dulces, como salinas y hasta hipersalinas, ya sean ácidas o alcalinas, en el hielo o en aguas termales. También se las puede encontrar fuera del agua, sobre suelo húmedo o sobre cortezas de árboles. Su distribución está estrechamente relacionada con las características físicas y químicas del ambiente y por esta

razón son consideradas como valiosos indicadores biológicos, (Maidana 2013).

Las diatomeas son algas unicelulares microscópicas de la clase Bacillariophyceae; son organismos fotosintetizadores de clorofila a y b, y pigmentos como el beta caroteno, fucoxantina y diatoxantina, habitan en agua dulce o marina, donde constituyen parte importante del fitoplacton. Una de las características elevantes de estos microorganismos es que tienen una cubierta de sílice (dióxido de silicio hidratado) llamado frústulo, el cual presenta una gran diversidad de formas y generalmente consta de dos partes asimétricas o valvas. La evidencia fósil sugiere que se originaron durante o antes el periodo Jurásico temprano, hace 70 millones de años (Agrotterra 2006).

El rasgo más distintivo de las diatomeas es su pared celular (teca=frústulo), compuesta de sílice (SiO_2), hidratada y pequeñas cantidades de materia orgánica. El frústulo está formado por dos mitades desiguales que encajan una en otra (epiteca = la parte externa; hipoteca = la parte encajada dentro). La sílice es inerte a los ataques enzimáticos, por lo que las diatomeas son menos vulnerables al ataque de microorganismos que otras algas cuyas paredes están compuestas por polisacáridos (Cubas 2008).

Las diatomeas están constituidas por restos fosilizados de plantas unicelulares acuáticas relacionadas con las algas, la diatomea como mineral, está constituida esencialmente por sílice en la diatomea, la sílice se encuentra en estado amorfo hidratada con un cierto grado de cristalización en forma de alfa y beta normalmente un depósito de tierras de diatomeas de alta pureza contiene entre un 86 % a un 92 % de dióxido de silicio (Soriano 2020) citando a (Chica 2011).

Ballet (2011) señala que los productores de la tierra de diatomeas están convencidos que con su mineral hacen el más grande y noble aporte para la salud de los animales, plantas y medio ambiente; el más eficaz e inocuo insecticida natural sinergizado hábilmente con elementos no tóxicos, para el control de insectos y plantas, que hacen la vida miserable de animales, plantas y el hombre, actualmente en este planeta.

Como hemos comentado, las diatomeas formaban el fitoplancton marino de hace miles de años, en la prehistoria, pero no solo estaban presentes en los mares, sino también en el agua dulce. Por tanto, las diatomeas son de los primeros organismos que habitaron la tierra. Con el tiempo, al secarse los mares y lagos, estas algas formaron asentamientos con la acumulación de capas de tierra con el tiempo, continuaron fosilizando sus exoesqueletos de sílice (Sánchez 2018).

Dentro del uso agronómico, la tierra de diatomeas trabaja también con los desechos animales (deshidratación del deshecho y control de larvas y adultos de moscas y otros insectos). Ideal en el compostaje de residuos orgánicos, pues a la vez que controla insectos, aporta minerales y oligoelementos al suelo

Carpio (2014) divulga que el uso de la Tierra de Diatomeas, también llamada Kieselguhr o Aditivo E-551C, que es un material a base de la frústula o pared celular del organismo fosilizado, es decir, los restos microscópicos de minúsculas plantas fosilizadas, tiene usos diversos, es un producto completamente orgánico y natural que contiene sílice o dióxido de silicio en un

85% aproximadamente. El silicio es un mineral traza vital para el organismo y el estado del colágeno o tejido de sostén.

La tierra de diatomeas es un insecticida totalmente natural y reconocido como biocida por la reglamentación europea. Se extrae de canteras naturales, refinándose mecánicamente, sin transformación química, siendo una materia prima casi inagotable. Su uso se está extendiendo al ser la solución más efectiva frente a plagas de pulgas, hormigas y chiches (Botto 2020) citando a (Chica 2011).

El esqueleto silíceo de la diatomea, está formada por dos compuertas en un mismo plano, que encajan a través de un cinto, las compuertas poseen una rica vertebración que a su vez son soportes de cámaras y aberturas de distintos diámetros, esta serie de estructuras imbricadas permite clasificarlas como primarias, secundarias y terciarias. La función de éstas, en la diatomea viva, es la de soporte de la membrana celular a través de la cual los nutrientes fluyen por osmosis. En estado mineral el esqueleto silíceo de la diatomea mide entre 50 y 120 micrones, sin embargo, y debido a fragmentaciones ocasionadas por tensiones orogénicas, la distribución granulométrica está centrada en torno a los 20 micrones (Torres 2019) citando a (Choca 2017).

Las diatomeas se presentan y pueden estar constituidas de la siguiente manera: I. Se presentan como rocas silíceas sedimentaria.

II. Color blanco.

III. Poseen bajo peso específico del orden de 0,4 en roca.

IV. Los afloramientos naturales de diatomitas pueden confundirse con yeso.

V. Está constituida por restos fosfolizados de algas, estos organismos prosperan.

Para pulir metales, cristales y piedras preciosas se han utilizado desde la antigüedad derivados de estas micro algas, empleados también como artículos dentífricos por su efecto abrasivo. Por otra parte, el caparazón de sílice que ellas producen se ha usado como bioinsecticida, pues perfora el exoesqueleto de los insectos plaga eliminándolos de forma progresiva y efectiva; es aplicable

también en pisos, despensas, guardarropas y cualquier otro lugar que se desee proteger de la infestación según (Ruiz y Waldron 2016) citado por (Soriano 2020).

Efecto de tierras de diatomeas

En los vegetales, la tierra de diatomeas cumple un doble propósito: sanitario y nutriente. Además de su efecto insecticida, las diatomeas aportan una gran riqueza mineral, a través del aporte natural de un gran número de estos minerales aportados como micro elementos (oligoelementos). Estas sustancias son vitales para el metabolismo de los tejidos, ya que generalmente están ausentes en suelos empobrecidos o agotados por prácticas agrícolas intensivas (Avendaño 2017) citando a (Chica 2011).

Según Galarza (2016) la diatomea elimina el efecto de ese revestimiento ceroso acelerando el proceso de deshidratación lo que provoca la muerte.

Gracias a que no son tóxicas, pueden emplearse también en humanos sin riesgo alguno para el tratamiento de piojos, aplicándolas al champú para el cabello. De la misma forma, han contribuido en el desarrollo agrícola, protegen a las plantas de la luz solar y contribuyen al proceso de fertilización de los suelos. Al ser un producto natural, es inocuo y no presenta riesgos para la salud ni contamina (Ruiz y Waldron 2016).

Como ya se mencionó, las diatomeas se han establecido como elementos indispensables en los ciclos de alimentación dentro de las aguas oceánicas. En primera instancia son consumidas directamente por el krill (un pequeño crustáceo), asimismo constituyen parte de la dieta de ballenas, focas, pingüinos, peces e incluso aves acuáticas como los flamencos. Entre otras aportaciones, son también productoras activas de oxígeno (Silva 2002).

El esqueleto silíceo de la diatomea, está formada por dos compuertas en un mismo plano, que encajan a través de un cinto, las compuertas poseen una rica vertebración que a su vez son soportes de cámaras y aberturas de distintos diámetros, esta serie de estructuras imbricadas permite clasificarlas como primarias, secundarias y terciarias. La función de éstas, en la diatomea viva, es la de soporte de la membrana celular a través de la cual los nutrientes fluyen

por osmosis. En estado mineral el esqueleto silíceo de la diatomea mide entre 50 y 120 micrones, sin embargo, y debido a fragmentaciones ocasionadas por tensiones orogénicas, la distribución granulométrica está centrada en torno a los 20 micrones (Torres 2019).

Para pulir metales, cristales y piedras preciosas se han utilizado desde la antigüedad derivados de estas micro algas, empleados también como artículos dentífricos por su efecto abrasivo. Por otra parte, el caparazón de sílice que ellas producen se ha usado como bioinsecticida, pues perfora el exoesqueleto de los insectos plaga eliminándolos de forma progresiva y efectiva; es aplicable también en pisos, despensas, guardarropas y cualquier otro lugar que se desee proteger de la infestación (Ruiz y Waldron 2016).

Una gran ventaja de la tierra de diatomeas es que al estar compuesta por algas unicelulares fosilizadas actúa como un excelente fertilizante. Contiene una gran cantidad de minerales y micronutrientes que cuesta de encontrar en muchos fertilizantes, que generalmente se basan exclusivamente en el nitrógeno, el potasio y el fósforo, dejando de lado ciertos nutrientes que, aunque necesarios en menor cantidad, son esenciales para una buena salud vegetal (Jaramillo 2021).

Es un producto ideal para la producción orgánica de diferentes cultivos debido a su alta inocuidad y su alta disponibilidad de micronutrientes, indispensable para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. Posee 38 oligoelementos que favorecen el equilibrio fisiológico de los vegetales, mejora el desarrollo radicular, ayuda a la textura de los suelos y hace un importante aporte de hierro para la fotosíntesis (Pérez 2014).

La diatomea diluida en agua a un cierto porcentaje y aplicado sobre plantas apestadas, penetra en el tejido de la misma circulando por su savia, sin alterarlas, eliminando desde el interior todos los parásitos internos, externos y aportando a la planta 38 oligoelementos o trazas minerales que son vitales para la interacción metabólica de sus tejidos y que la desmineralización de las tierras de cultivo han dejado de aportar a los vegetales por carecer de ellos. Por lo que se puede decir que la tierra de diatomeas, cura a la planta

naturalmente e incorpora un complejo mineral completo para satisfacer todas sus carencias (Avedaño 2007).

Chávez (2006) en los vegetales la tierra de diatomeas cumple un doble propósito: curar y nutrir. Además de su efecto insecticida, las diatomeas aportan una gran riqueza en minerales y microminerales u oligoelementos.

Estas sustancias son vitales para el metabolismo de los tejidos, pero generalmente están ausentes en suelos empobrecidos o agotados. Estos 38 minerales (sílice, plata, aluminio, arsénico, bario, manganeso, cobalto, cromo, cobre, hierro, berilio, calcio, cadmio, molibdeno, sodio, niobio, níquel, bismuto, fósforo, plomo, antimonio, y trió, zinc, estroncio, mercurio, potasio, lantano, magnesio, telurio, torio, titanio, talio, uranio, vanadio, wolfram, escandio, estaño y circonio), penetran en el plasma de la planta, circulando por su savia (Chávez 2006).

Las diatomeas son por sí mismas un insecticida mineral por su acción física- mecánica y por su capacidad para proteger granos, plantas y semillas de hongos, bacterias y virus (Avedaño 2007).

El control de plagas completo puede tomar varios días para que estas mueran, mientras que los venenos químicos actúan rápido y tienen efecto residual corto; la tierra de diatomeas, aunque trabajará más lento, dejará residuos activos y no tóxicos que permanecerán en el ambiente (Quarters 2012).

Los científicos han descubierto que estas pequeñísimas algas son unos excelentes bioindicadores de la calidad del medio, en particular del agua, debido a que están adaptadas a condiciones químicas y físicas muy particulares (De la Nuez 2014).

La diatomea controla las siguientes especies en:

- Tomate: Mosca blanca, oruga cortadora, polilla del tomate, entre otros.
- Berenjena Pimiento: gusanos del brote, pulgones, etc.
- Melón – Pepino – Sandía – Zapallo: Perforadores, orugas, vaquitas.

- Espárragos: Gusanos cortadores.

Beneficios de las tierras de diatomeas:

- Una vida útil extremadamente larga. Cuando se rocía con aerosoles, efectivamente algunos insectos mueren, pero otros muchos se alejan de la zona de pulverización, regresando cuando la eficacia del insecticida ha desaparecido. La tierra de diatomeas se mantiene estable (en lugares secos) y tiende a ser anulada solamente por la acumulación del polvo doméstico y otros desechos.
- Tiene una muy baja toxicidad en mamíferos hasta el extremo de que se utiliza en silos de granos o semillas.
- No deja residuos químicos

Cepeda (2016), la tierra de diatomeas es un insecticida totalmente natural y reconocido como biocida por la reglamentación europea. Se extrae de canteras naturales, refinándose mecánicamente, sin transformación química, siendo una materia prima casi inagotable. Su uso se está extendiendo al ser la solución más efectiva frente a plagas.

2.2. MARCO METODOLOGICO

El presente documento se desarrollará con la compilación de todo tipo de información a modo de investigación en las diversas páginas web, artículos científicos, fuentes y documentaciones bibliográficas disponibles en las plataformas digitales que ayuden a mejorar la redacción del documento.

Finalmente cabe resaltar que toda la información obtenida será efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con el único objetivo de instaurar la información específica en correspondencia a este proyecto, que lleva por temática Efecto del uso de tierra de Diatomeas para controlar población de *R. similis* en el cultivo de banano, destacando de esta manera su importancia y fundamentos generales para el consentimiento académico y social del lector.

Tipo de investigación.

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizó la investigación Exploratoria y Explicativa.

- **Exploratorio:** se utilizó para investigar el problema planteado, recolectando información existente sobre el tema propuesto en este trabajo de titulación.
- **Explicativo:** se investigó sobre las ventajas y desventajas que tienen la tierra de diatomeas en el cultivo de banano buscando y recolectando información sobre el tema planteado y explicando en este trabajo cumpliendo con todo lo propuesto en los objetivos y así poder concientizar a las personas el buen uso de este tipo de producto.

2.3. RESULTADOS

Los análisis de todas las investigaciones exploradas nos dan a conocer que las tierras de diatomeas brindan un buen aporte para las plantaciones de banano en el Ecuador afectadas por el nematodo que se alimenta de las células de las raíces, el cual realiza perforaciones con su estilete a las paredes de las células, formando cavidades 12 dentro de las raíces.

Una vez que el nematodo destruye las células de la raíz migra por lo que es una muy buena opción emplear el uso de las tierras de diatomeas, debido a que son fuente de vida para la planta cubriendo y protegiendo del daño que el nematodo pueda ocasionar a la raíz, además estas mejoran las condiciones físicas y químicas de los suelos agrícolas; ideal para ser usado en lugares donde la disponibilidad de nutrientes está limitada por factores negativos como fijación o bloqueo, inmovilización, desplazamiento, oxidación deshidratación, entre otros.

Al mezclar la tierra diatomeas con fertilizantes químicos u orgánicos, adiciona los micronutrientes que la planta necesita para su crecimiento y desarrollo. El producto es natural, lo que conserva la salud del suelo, y protege el sistema radicular de la planta.

Numerosas formulaciones de tierras de diatomeas se han intentado para la gestión de plagas con acumulación de producto con buenos resultados. De hecho, tiene persistencia en su acción, plantea pocas o ninguna resistencia a plagas problemas, y no deja residuos. La eficacia se reflejada en factores tales como: su procedencia, temperatura, humedad y características de las plagas a eliminar.

Los resultados al aplicar diatomeas fueron favorables al ayudar al control de plagas del suelo, así como también a los que atacan directamente a los cultivos, llegando a la conclusión que entre mayor cantidad aplicada esta va a profundizar más en el suelo contribuyendo al control de insectos.

La tierra de diatomeas también se puede utilizar para el control de parásitos internos como los nematodos, los cestodos y las fasciolas hepáticas.

El alto contenido de sílice favorece su uso en las plantas, ya que este elemento beneficia a los cultivos: les da resistencia ante distintos factores ambientales bióticos, abióticos y los protege de ellos. Además de silicio contiene micronutrientes que facilitan la capacidad de intercambio catiónico y absorción de nutrientes por la planta. La tierra de diatomea, mezcla con fertilizantes químicos u orgánicos, suple los micronutrientes que la planta requiere para su desarrollo. Además, por ser un producto natural, ayuda a conservar la “salud” del suelo.

2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las diatomeas son una excelente opción para el control de los nematodos, en especial *R. similis* y otros más, y de acuerdo a Soriano (2020) los agricultores en el Ecuador deberían aprovechar incorporando este tipo de organismos para beneficiar a los suelos.

Estas algas diatomeas serían una excelente alternativa para esta problemática, en muchas ocasiones se utilizan otros productos, también tendríamos beneficios indirectos que ayudarían al mejoramiento vegetativo de los cultivos además de no ser tóxicos.

Las diatomeas son una buena opción porque es un producto orgánico, al incorporarse al suelo tendríamos los beneficios que mejorarían el intercambio catiónico de los elementos en nuestros suelos.

Se puede mezclar con fertilizantes orgánicos o químicos. Puede ser aplicable en todo tipo de cultivo como bananeras, cacao, palma, maíz, papas, legumbres, frutales, hortalizas, plantas ornamentales, potreros forestales, etc.

Según Jaramillo (2021) los efectos de la fertilización más la tierra de diatomeas, se reflejó que la dosis de 12 g por planta de tierra de diatomeas aplicada como complemento de la fertilización edáfica en el cultivo de plátano demostró un incremento en la variable peso de racimos y números de dedos por racimos. En las plantas que se aplicó diatomeas en dosis de 12 y 8 gr por planta, se evidenció una mayor humedad en la superficie del suelo mejorando su estructura física.

Galarza (2016) manifiesta que las tierras de diatomeas ayudan también a contribuir a la ganadería orgánica por su naturaleza de origen vegetal ya que este tipo de producto no perjudica la salud ni el bienestar del animal y humano.

Así mismo Galarza (2016) expresa que las diatomeas son una buena opción porque es un producto orgánico, además aumentan la concentración de

coloides, logrando atraer a los nutrientes y minerales presentes en el suelo, asegurando que la planta los absorba, para mejorar su productividad.

Es cada vez más importante la nueva implementación de tierra de diatomeas ya que ayuda a la disminución de microorganismos patógenos causantes de daños, por lo cual puede ser utilizadas en bananeras.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

- Se reconoce las bondades de la tierra de diatomeas ya que ayudan a controlar los daños causados por *R. similis* en las plantaciones de banano.
- La mitad de una mayor cantidad aplicada penetra más profundamente en el suelo, ayudando a controlar este nematodo.
- Incrementa las cargas negativas del medio, facilitando la absorción de metales y su intercambio con la solución del suelo, contribuyendo a elevar la capacidad de intercambio catiónico del medio nutricional resultado de una mayor disponibilidad de elementos y de moléculas esenciales para el buen desarrollo del cultivo.
- Por su capacidad antioxidante, incrementa las formas biodisponibles o activas biológicamente de metales y sirve como medio de desarrollo para organismos benéficos del suelo.
- Es importante que nuestros agricultores se familiaricen y establezcan este tipo de organización y hagan pública este tipo de información para que entiendan el tema y puedan mejorar tanto su producción y tierras.
- Los beneficios que se pueden obtener con el uso de diatomeas, que no solo controlan *R. similis* sino también otros nematodos con efectos adversos, son muy buenos, ya que también se pueden corregir suelos ácidos.
- Se estima que al incorporar este tipo de organismo se tendrá más beneficios debido a su naturaleza orgánica y baja tasa de amenaza para el medio ambiente y para nuestra salud.
- Mientras se continúe con la aplicación de este producto, no solo se contribuirá al control de nematodos, enfermedades o insectos, sino también para mejorar el suelo, así como controlar el pH en suelos, en especial para mejorar la producción bananera en nuestro país.

- La tierra de diatomea se debería aplicar en suelos de Ecuador porque en el país no se han hecho ensayos, durante el proceso de este documento no se encontró información del país con respecto al tema que se expone, pero si autores de otros países recomiendan su uso.

3.2. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto del empleo de la tierra de diatomeas en banano para reducir o controlar *Radopholus similis*, especialmente en las fases de desarrollo, por cuanto en estas etapas se requiere de un control sanitario más estricto.
- Replicar estudio en diferentes zonas de la provincia de Los Ríos, así como a nivel nacional, para determinar si los resultados se mantienen y en lo posible establecer un banco de información del uso de la tierra de diatomeas en la producción de banano, ya que a nivel nacional e internacional existe muy poca información sobre sus bondades nutricionales y sanitarias.
- Realizar análisis de suelo una vez al año en cultivos de banano en base a ella aplicar las tierras de diatomeas requerida por la planta.
- Realizar investigaciones de tierras de diatomeas con otros productos de origen orgánico para comparar su eficacia y posteriores recomendaciones en bananeras de producción orgánicas.
- Realizar un análisis nematológico al cultivo.
- Dosificación foliar: 1 – 2 Kg/ ha/ mes.
- Dosificación edáfica: incorporar al suelo 10 – 12 kg/ ha una vez por ciclo o 2 veces por año.
- Mezcla con fertilizantes: mezclar 1 kg por cada 50 kg de fertilizantes sintéticos u orgánicos.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍAS

Araya, M; De, DW 2. s. f. Distribución espacial de nematodos en tres partes de raíz de banano (Musa AAA) considerando dos espesores de raíz en tres sistemas de manejo de finca (en línea). 2004. . s.l., s.e. Disponible en <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-3754d43d-cfd3-3cfb-a366-9d3cd656e96b>.

Avendaño Meza, F. 2017. CRECIMIENTO EN YEMAS DE BANANO (Musa sp) CON LA (en línea). s.l., s.e. . Disponible en <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/61>.

Benitez Ibarra, PA. 2017. Alteraciones que no permiten cumplir con los estándares de calidad del banano para exportación en la hacienda María Antonieta. (en línea). s.l., Universidad Tecnica de AMbato. 1-79 p. Disponible en https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25053/1/tesis_023_Ingeniería_Agropecuaria_-_Benitez_Pablo_-_cd_023.pdf.

Botto Barros, A. 2020. Influencia del uso de tierras de diatomeas en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) ante el ataque de (Spodoptera frugiperda) (en línea). :1-28. Disponible en http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10258/E-UTB-FACIAG-ING_AGRON-000334.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Chica Rubio, G. 2011. EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE TIERRA DE DIATOMEAS APLICADA EN EL AGUA DE BEBIDA, EN LA PRODUCCIÓN DE POLLOS BROILER EN LA PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS (en línea). s.l., s.e. . Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1851/1/17T01081.pdf>.

Choca Ati, J. 2017. TIERRA DE DIATOMEAS COMO MEJORADOR DE LA CAPACIDAD INMUNOLÓGICA Y PRODUCCIÓN ORGÁNICA DEL POLLO PIO-PIO (en línea). (1):43. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8780/1/17T1543.pdf>.

Chuya Zhangallimba, J. 2017. Efecto de Teflubenzuron a diferentes

concentraciones en el control de nematodos en el cultivo de banano (*Musa AAA*) (en línea). :45. Disponible en http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13852/3/DE00006_TRABAJO_DETITULACION2.pdf.

Crespo Avila, J. 2019. Actividad antagonista de PGPR en nematodos fitoparásitos *Pratylenchus* spp. y *Radopholus similis* en *Musa acuminata* (cavendish)" (en línea). :88. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3626>.

Fallas Mejia, G. 1992. Cultivo Monoxenico de *R. similis* y respuesta de tres cultivares y un híbrido de *Musa* al ataque del nematodo. (en línea). s.l., s.e. p. 76. Disponible en https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4719/Cultivo_monoxenico.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Gaidos Alvarez, B; Gomez Mojica, G. 2016. Control de *Stenomima cecropia* (lepidóptera stenomidae) en el sur del Cesar, en palmas jóvenes, usando tierras de diatomeas (SiO₂). (en línea). :57. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/12923>.

Galarza, J. 2016. DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEAS EN LA NUTRICIÓN Y SALUD DE TERNERAS LECHERAS HOLSTEIN MESTIZAS" (en línea). s.l., s.e., vol.3. 80-91 p. Disponible en <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/355%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/731%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/269%0Ahttp://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/article/view/106>.

Guzman Piedrahita, O. 2011. EL NEMATODO BARRENADOR (*Radopholus similis* [COBB] THORNE) DEL BANANO Y PLÁTANO. *Luna Azul* (33):137-153. DOI: <https://doi.org/10.17151/luaz.2011.33.12>.

_____. 2019. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA EFECTO DEL FLUOPYRAM (VERANGO) EN EL CONTROL DE *RADOPHOLUS SIMILIS* EN EL CULTIVO BANANO AUTOR : JOHN GABRIEL COBEÑA COBEÑA TUTOR : ING . AGR . VALERIANO

BUSTAMANTE GARCÍA , MSc. .

Haegeman, A; Elsen, A; De Waele, D; Gheysen, G. 2010. Emerging molecular knowledge on *Radopholus similis*, an important nematode pest of banana. *Molecular Plant Pathology* 11(3):315-323. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00614.x>.

INFOCOMM. 2016. Banano. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Comercio y Desarrollo UNCTAD :1-23.

INTA. 2015. Ficha del cultivo del Banano (en línea). Inta :1-3. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cultivo_del_banano.pdf.

Ishieze, PU; Baiyeri, P; Ugwuoke, K. 2014. PLANT PARASITIC NEMATODE POPULATION DYNAMICS IN HOMESTEAD BANANA (*Musa spp.*), IN NSUKKA COMMUNITY (en línea). (September):187.192. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/316644570%0APLANT>.

Jaramillo Quinde, C. 2021. EFECTO DE NITRÓGENO, FOSFORO Y POTASIO MÁS TIERRA DE DIATOMEA EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa AAB*), CANTÓN MILAGRO, PROVINCIA DEL GUAYAS (en línea). :65. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/JARAMILLO QUNDE CARLOS JAVIER.pdf>.

Mackliff Olivo, M. 2015. Evaluación de la eficacia de Nematón en la reducción poblacional de *Radopholus similis* en condiciones controladas de invernadero (en línea). 1-10-2015 :80. Disponible en <file:///C:/Users/CompuStore/Downloads/T-UTB-FACIAG-AGR-000164.pdf>.

Maurat Lucero, W. 2017. VALORIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE DIATOMEA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE *Cavia porcellus* (CUYES) EN LA FASE DE CRECIMIENTO Y ENGORDE” (en línea). s.l., s.e. 724-732 p. Disponible en <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://serisc.org/journals/index.php/IJAST/article>.

Medina Olea, R. 2020. Universidad técnica de babahoyo. :19.

Morales García, D. 2014. BIOPROSPECCIÓN DE HONGOS ENDÓFITOS PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DEL NEMATODO BARRENADOR *Radopholus similis* (Cobb) Thorn EN EL CULTIVO DEL BANANO (en línea). 12(2007):703-712. Disponible en <https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-Beslenme-Yayini.pdf>.

Navas Suarez, M. 2019. TIPOS DE CONTROL PARA EL (*Radopholus similis*) EN BANANO (*Musa paradisiaca*) (en línea). s.l., s.e. 36 p. Disponible en [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NAVAS SUAREZ MARCELO ALEJANDRO.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NAVAS_SUAREZ_MARCELO_ALEJANDRO.pdf).

Rea Reyes, J. 2020. Evaluación de la eficiencia de enraizadores en el incremento de la masa radical del banano (*Musa AAA*) y su efecto en las poblaciones de nemátodos” (en línea). s.l., s.e. 1-39 p. Disponible en http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8431/TE-UTB-FACIAG-ING_AGRON-000256.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Rodríguez Cadena, A. 2009. “Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de banano (*Musa sp.*), variedad Gran enano Cavendish, en Quevedo, provincia de Los Ríos” (en línea). *Journal of Chemical Information and Modeling* :63. Disponible en <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1002/1/94253.pdf>.

Ruiz, D; Waldron, K. 2016. Guía del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para los Ranchos Orgánicos (en línea). (338):33. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6088>.

Sabio, C; Salgado, C; Salgado, V; Viña, S. 2014. Manual del cultivo de banano (en línea). Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa, Honduras 0272(38):36. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2933/1/01.pdf>.

Silva Aguayo, G. 2002. Control Orgánico (Natural) De Plagas De Los Granos Almacenados (en línea). :1-45. Disponible en

<http://200.54.45.229/handle/20.500.11944/412>.

Soriano Rodriguez, A. 2020. Descripción de las propiedades insecticidas en el aspecto agrícola de la tierra de diatomeas (en línea). s.l., s.e. 23 p. Disponible en [http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8197/E-UTB-FACIAG-ING-AGRON-000227.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Las diatomeas matan a los,\(adultos y larvas especialmente\)](http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8197/E-UTB-FACIAG-ING-AGRON-000227.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Las diatomeas matan a los,(adultos y larvas especialmente)).

Tasinchano Tite, DJ. 2020. Universidad Técnica Estatal De Quevedo Facultad De Ciencias Agrarias Carrera De Ingeniería Agronómica (en línea). Tesis de Grado . Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6023/1/T-UTEQ-0261.pdf>.

Torres Lamilla, J. 2019. Manejo Integrado de picudo negro (*cosmopolite sordidus germar*) en el cultivo de banano (*musa AAA*). (en línea). :26. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6088>.