

Publicación de la Asociación de Ingenieros Agrónomos de Urabá INAGRU

T A B L A D E C O N T E N I D O

- 1** **QUE NOS ESPERA DESPUÉS DE LA CUMBRE COP26,**
Isolina Mora Palomeque.
isolinamorapalomeque@gmail.com
- 2** **DESAFÍOS DE LA AGRICULTURA ANTE LOS RETOS DEL SIGLO XXI: CASO SIGATOKA NEGRA Y BANANO**
Autor de correspondencia: cantocanche@cicy.mx
- 4** **SEGURIDAD ALIMENTARIA Y CAMBIO CLIMÁTICO: SISTEMAS AGROALIMENTARIOS RESILIENTES**
Dr. Gonzalo Galileo Rivas Platero. Consultor independiente. Costa Rica: galileorivas@gmail.com
- 7** **EL ZINC NUTRIENTE CLAVE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN BANANO**
J. Danilo Sánchez Torres. I.A. MSc. Ciencias Agrarias. Manager Agronomy zone North Yara Colombia
Danilo.Sanchez@yara.com
- 11** **EL LABORATORIO ECOLOGICO MAS RICO DEL PLANETA**
"Colombia paraíso ambiental y emporio de recursos ecológico" Hernando Patiño Cruz.
I.A MSc Ana María Patiño López.
anamapalo15@gmail.com

QUE NOS ESPERA DESPUÉS DE LA CUMBRE COP26

Isolina Mora Palomeque. isolinamorapalomeque@gmail.com

Entre el 1 y el 12 de noviembre, los habitantes del planeta concentramos nuestra atención en la importante cumbre de Clima COP26 que realizó en Glasgow Escocia. Esta tuvo como objetivo principal evaluar el cumplimiento de los compromisos establecidos en la conferencia de 2015, en la cual los países firmantes se comprometieron a trabajar juntos para reducir los gases de efecto invernadero, acelerar la producción de energía renovable y reducir el calentamiento global en menos de 2°C y en el mejor de los casos en 1,5°C; sin embargo, los indicadores demuestran lo contrario. En estos 6 años no ha habido una reducción en la contaminación, por lo que se podría inferir que no se cumplieron los objetivos. La corresponsabilidad es de todos, esperemos que en el 2021 las nuevas metas sean medibles a más corto plazo y que involucre al ciudadano común.

Dentro de tantos retos que tiene nuestra especie en la actualidad, el calentamiento global es una de las mayores amenazas que enfrentan los habitantes de la tierra y, sin duda, por esta razón, la cumbre COP26 es el evento del año por lo trascendental. En un tema tan sensible como es proteger nuestro planeta, en donde representantes de gobiernos del mundo, negociadores, sociedad civil, líderes, activistas etc., disertaron sobre políticas ambientales que van desde reducir o llegar a cero la deforestación que bueno haber escuchado su compromiso de desarrollar acciones más contundentes.

Las contribuciones que se determinen por cada país, deberán convertirse en la columna vertebral del acuerdo marco de la reunión Glasgow 2021. Se debe retomar la meta del acuerdo de Paris, de limitar el calentamiento global de 1,5 a 2,0°C por arriba de los niveles industriales. Lo ideal será que la declaración de los países representados en la cumbre y los que más generan GEI, además del listado de compromisos, vaya acompañado de un plan de trabajo con iniciativas que involucren socialización y educación, compromisos y medición, tanto de los gobiernos como por la sociedad. Lo anterior, que refleje la prioridad de adaptación y mitigación de los países al cambio climático. Los países ricos, a canalizar fondos específicos hacia países en desarrollo porque la lucha ante el cambio climático debe darse a todo nivel.

No obstante, sí la población continúa satisfaciendo el consumo

de lujo, utilizando la tecnología de reemplazo frecuente en desmedro de la adopción de los principios de la economía circular, el desperdicio de alimentos, el no apropiarse de prácticas mínimas de conservación etc., las industrias encontrarán los motivos suficientes para continuar generando bienes y servicios a costa de la preservación de los recursos del planeta.

La ciencia está jugando un papel fundamental para afrontar toda esta situación, mediante el desarrollo de modelos matemáticos, con la generación de conocimiento con investigación y desarrollo tecnológico, colocando en contexto como estamos transformando el planeta por acciones antrópicas inadecuadas con los recursos naturales y el ambiente y proponiendo cuales deberán ser los retos y las estrategias de mitigación. Palabras como recarbonización, regeneración, regenerativo, adaptación, mitigación, medición de huella de carbono, ecológica, entre otras, deberán ser parte de nuestra vida diaria a través de la acción. La FAO tiene programas y documentos que recomiendan acciones prácticas, individuales y de conjunto, por lo que es nuestro deber compartirlas con nuestras comunidades. Nos estamos enfrentando a la doble amenaza del cambio climático y la afectación por la pérdida de biodiversidad. Si permitimos que la ciencia nos guíe y plantee enfoques adecuados, sí maximizamos la capacidad de resiliencia para beneficio de los ecosistemas y de las comunidades, sí permitimos que la equidad guíe las acciones, estaremos marcando la ruta para que al 2030 se estén revertiendo las acciones antrópicas tan nefastas que han causado el desequilibrio en el planeta.

Después de la reunión de cambio climático en Glasgow 2021 nos espera un trabajo importante, cual es el de tomar mayor conciencia de que el planeta es nuestro, que como norma natural nos corresponde preservar la especie, que la adaptación y mitigación a todos los cambios que se están presentando no solamente es responsabilidad de los gobiernos sino también de cada habitante del planeta.

Desde la Asociación invitamos, de manera particular hacia la adopción de una conciencia ambiental plena, por parte de todos los integrantes de la familia INAGRU, amigos y allegados a nuestra actividad gremial, al igual que a nuestros lectores.

DESAFÍOS DE LA AGRICULTURA ANTE LOS RETOS DEL SIGLO XXI: CASO SIGATOKA NEGRA Y BANANO

Vázquez-Euán Roberto¹, Chí-Manzanero Bartolomé², Islas-Flores Ignacio³, Tzec-Simá Miguel³,
Canto Canché Blondy*²

¹Cátedra CONACyT. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora, México.

²Unidad de Biotecnología, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Calle 43 No. 130 X 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México.

³Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Calle 43 No. 130 X 32 y 34, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205. Mérida, Yucatán, México.

Autor de correspondencia: cantocanche@cicy.mx

Alimentar a una población mundial creciente, actualmente de más de 7,700 millones de personas, representa un gran desafío. Desde hace décadas la agricultura enfrenta múltiples retos, entre los que se distinguen los problemas bióticos y abióticos, que se han ido acrecentando aún más debido al cambio climático y en los últimos casi dos años, por la pandemia sanitaria mundial causada por el SARS-COV 2.

El cambio climático modifica profundamente la temperatura global y los patrones de las precipitaciones, los cuales son los principales factores que definen cómo y dónde se propagan las plagas y enfermedades. A medida que la temperatura va aumentando gradualmente hacia los polos, las plagas y enfermedades se van desplazando de los trópicos hacia ellos (Burdon & Zhan, 2020). Las modificaciones del clima también cambian los patrones epidemiológicos de los fitopatógenos y aceleran su evolución, lo que se ve reflejado en mayor incidencia y severidad de las enfermedades en el campo. Por ejemplo, el tizón de la vaina bacteriana del arroz ha aumentado su incidencia en Asia con el incremento de la temperatura; igualmente, el calentamiento global ha aumentado en Brasil los problemas en la caña de azúcar por *Colletotrichum falcatum* (Velásquez et al., 2018).

Las limitaciones en movilidad y la necesidad de permanecer en nuestros hogares durante la presente pandemia, produjo un cambio en la forma en que la humanidad percibe el mundo. Se regresó a lo básico en las actividades dentro del núcleo familiar, y la agricultura urbana y familiar se incrementaron. Si bien no sustituyen la necesidad de la agricultura masiva para alimentar a la humanidad, son importantes aliados en la alimentación local y familiar. Y muy importante, han traído más conciencia sobre las prácticas agrícolas, aumentando la demanda social para que el control de las enfermedades en los cultivos se realice considerando la conservación del ambiente y la biodiversidad.

La Sigatoka Negra

Velásquez y colaboradores (2018) hicieron una lista de los patógenos más destructivos en la producción agrícola. Entre estos se encuentran los hongos *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*, agente casual del “mal de Panamá” y *Pseudocercospora fijiensis*, agente causal de la Sigatoka negra; ambas son enfermedades de bananos y plátanos. La Sigatoka negra es actualmente la principal enfermedad en estos cultivos debido a que está presente en todas las zonas bananeras del mundo, es decir, es una pandemia agrícola.

Pseudocercospora (*Mycosphaerella*) *fijiensis* es un patógeno foliar altamente virulento, que penetra en los estomas de las hojas y permanece en un largo periodo “de latencia” en el que no se observan síntomas visibles, pero que a diferencia de lo que se creía, el hongo está activo (fase biotrófica) (Chí-Manzanero et al., 2021). Cuando su biomasa ha aumentado suficientemente dentro del hospedero, cambia a su fase más agresiva, la etapa necrotrofica, en la que produce toxinas que dañan el tejido foliar, interfiere en la fotosíntesis y causa las lesiones oscuras típicas (Figura 1a), a las que se debe el nombre de la enfermedad. Los brotes epidémicos de la Sigatoka negra están asociados a los periodos de lluvia y su control en los monocultivos extensivos de banano requiere frecuentes aplicaciones de fungicidas; disminuir el uso excesivo de estos representa uno de los mayores desafíos en la agricultura.

Considerando los aspectos ya planteados y a que la evolución de los patógenos puede llevar a cambios de estilo de vida y también de rango de hospederos (Feldman et al., 2016), nuestra investigación dirigida a innovar en el manejo integrado de la Sigatoka negra, nos llevó a preguntarnos cuáles son los reservorios del patógeno en el campo y si es capaz de hospedarse y/o infectar a otras plantas además del banano,

ya que los tratamientos para controlar la Sigatoka negra se centran en el follaje de las plantas de banano, pero en las plantaciones es común observar plantas cobertura (arvenses) y ornamentales, cerca y alrededor de los cultivos.

Usando la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés), se evaluaron diferentes tipos de desechos en el campo: raquis o pinzote, pseudotallo,



Figura 1. A) Planta de banano enferma de Sigatoka negra.

Asimismo, para evaluar si *P. fijiensis* puede hospedarse en otras plantas diferentes a banano, dentro y alrededor de las bananeras se colectaron plantas ornamentales y arvenses que tuvieran síntomas similares a los inducidos por la Sigatoka negra en las hojas de banano (Figura 2).



Figura 2. Colectando en las bananeras posibles reservorios de *P. fijiensis*.

Considerando que el control de una enfermedad tiene mayor probabilidad de éxito cuando se reduce el inóculo de infección, incluir en el manejo integrado de la Sigatoka negra a todos los reservorios y a los hospederos alternativos, permitirá disminuir a mediano y largo plazo la cantidad de los fungicidas usados, y dirigir el cultivo de banano hacia una producción más sostenible, que no solo beneficie a los productores al disminuir costos de manejo, sino también a los trabajadores de campo, al ambiente y a los consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

Burdon JJ, Zhan J (2020) Climate change and disease in plant communities. *PLoS Biol* 18(11): e3000949. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000949>.
 Chí-Manzanero B, Carreón-Anguiano KG, Todd1 JNA, Gómez-Tah R, Grijalva Arango R Tzec Sima MA, Canto-Canché B (2021) Analysis of *Pseudocercospora fijiensis* genes upregulated during early interaction with *Musa acuminata* (var. Dwarf Cavendish). *Rev Bionatura* 6(1): 1540-1546.
 Feldman RE, Peers MJL, Pickles RSA, Thornton D, Murray DL

hojarasca, e incluso suelo. En este último no se detectó la presencia del hongo, pero sí en los desechos vegetales (Vázquez-Euán et al., 2012). Aunque se sabía que la hojarasca es el principal reservorio del hongo, en esta investigación se encontró que puede permanecer viable en hojarasca completamente seca; esto es relevante porque es común que estos materiales estén en los suelos de las bananeras (Figura 1b), y su papel como fuente de inóculo ha sido subestimada.



B) Desechos vegetales usuales en las plantaciones de banano.

El análisis molecular reveló que varias plantas de las familias Heliconiaceae, Araceae, Asteracea y Poaceae pueden ser reservorios de *P. fijiensis* (Vázquez-Euán et al., 2019).

(2017) Climate driven range divergence among host species affects range-wide patterns of parasitism, *Glob Ecol Conserv* 9: 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.10.001>.

Vázquez-Euán R, Hernández-Velázquez I, Tzec-Simá M, Chí-Manzanero B, Islas-Flores I, Martínez-Bolaños L, Hernández-Gómez E, Garrido-Ramírez E, Canto-Canché B (2012) Presencia de *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal de la Sigatoka negra, en desechos vegetales en las plantaciones. Identificación de reservorios. En: *Innovaciones para el manejo integrado en campo de la Sigatoka negra en México. Aportaciones de la investigación básica*. Canto Canché Blondy (coordinadora). Pp 7-20.

Vázquez-Euán R, Chi-Manzanero B, Hernández-Velázquez I, et al. (2019) Identification of new hosts of *Pseudocercospora fijiensis* suggests innovative pest management programs for black sigatoka disease in banana plantations. *Agronomy* 9, 666. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100666>

Velásquez AC, Castroverde CDM, He SY (2018) Plant-pathogen warfare under changing climate conditions. *Curr Biol*. May 21;28(10): R619-R634. doi:10.1016/j.cub.2018.03.054.

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y CAMBIO CLIMÁTICO: SISTEMAS AGROALIMENTARIOS RESILIENTES

Dr. Gonzalo Galileo Rivas Platero. Consultor independiente. Costa Rica: galileorivas@gmail.com

1. El cambio climático: Efectos sobre el hambre y malnutrición. Los diferentes procesos inducidos por el cambio climático, afectarán los medios de vida del sector agropecuario y pesquero, así como los de las poblaciones vulnerables y en condiciones de inseguridad alimentaria. Lo que aumentará el hambre y la mal nutrición. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo (FAO et al. 2020) destaca que 690 millones de personas estuvieron con hambre en el 2019. Las comunidades rurales, sobretodo aquellas que se ubican en ambientes frágiles, afrontan riesgos próximos y crecientes pérdidas de las cosechas de sus cultivos y del ganado, además de encararse a la poca disponibilidad de otros recursos (pesqueros, forestales, apícolas, etc.). Aunado a lo anterior, los fenómenos climáticos extremos (sequías y huracanes) ejercen año con año impactos negativos en los cuatro pilares de la seguridad alimentaria (disponibilidad, acceso, estabilidad y uso).

En Centroamérica, el huracán Iota (2020) ocasionó millonarias pérdidas en el sector agrícola (cultivos más afectados: maíz, frijol, arroz, café, hortalizas, frutas) y más de 4.6 millones de personas fueron afectadas por la devastación ocasionada. En términos generales, los incrementos de temperaturas máximas pueden reducir severamente el rendimiento y la disminución de la producción de muchos cultivos en latitudes bajas, esto puede ocurrir con un incremento de entre 1 a 2° C (Tai et al. 2014). El cambio climático por sí solo hará aumentar el número de personas desnutridas y el aumento progresivo de las temperaturas globales promedio conducirán sucesivamente a un pronunciado aumento en los precios de los alimentos (hasta un 35%), que a su vez causará trastornos sociales más frecuentes; lo que afectará significativamente la disponibilidad de alimentos y fibras inducida por el clima; por lo que, las condiciones meteorológicas alterarán la estabilidad social y económica y la competitividad regional (Ziska y Dukes 2014).

2. Plagas agrícolas el impacto del cambio climático. Las variaciones climáticas (humedad, temperatura) podrán alterar las condiciones para que ciertas plagas puedan aumentar su severidad. La incidencia o severidad de los organismos plaga influirá sobre la provisión de alimentos y por ende en la productividad de los cultivos (Rivas Platero 2015). La Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*), reducirá su severidad debido al incremento de la temperatura en algunas regiones del trópico (Bebber

2019), pero la antracnosis del mango (*Colletotrichum gloeosporoides*) y otras frutas, incrementará su impacto debido al aumento de la humedad relativa (Dodd et al. 2007).

3. Agricultura climáticamente inteligente (ACI). La ACI puede definirse como un enfoque que pretende transformar y cambiar la dirección del desarrollo agrícola en el ámbito del cambio climático. La ACI integra las tres dimensiones del desarrollo sostenible (económica, social y medioambiental), tratando al mismo tiempo los temas de seguridad alimentaria y los retos climáticos. La ACI pretende mejorar la capacidad de los sistemas agrícolas para prestar apoyo a la seguridad alimentaria, e incorporar la necesidad de adaptación y las posibilidades de mitigación en las estrategias de desarrollo agrícola sostenible (FAO 2010).

4. Sistemas agroalimentarios resilientes. Los sistemas y prácticas relacionados con los conocimientos indígenas, locales y tradicionales, constituyen un valioso recurso para la adaptación al cambio climático, si se usan de forma coherente en los esfuerzos de adaptación actuales el impacto de estos será significativo. La integración de esas formas de conocimiento en las prácticas existentes hace que aumente la eficacia de la adaptación (IPCC, 2014). Los sistemas resilientes deben mejorar la eficiencia en el uso de los recursos a través de la intensificación sostenible de la producción y la adopción de sistemas de producción agroecológica (FAO 2014). Para este fin, estos sistemas deberán fortalecer los siguientes aspectos (FAO 2018):

A. Diversidad: los sistemas agroecológicos optimizan la biodiversidad de las especies y los recursos genéticos de diferentes formas, e.g.: huertos familiares, sistemas agroforestales, cultivos mixtos, etc.

B. Creación conjunta de intercambio de conocimientos: este proceso combina los conocimientos tradicionales y locales con los conocimientos de productores y el de los científicos.

C. Sinergias: el desarrollo de sinergias potencia las funciones de los sistemas alimentarios, favoreciendo así la producción y múltiples servicios ecosistémicos; iv)

D. Eficiencia: la mejora de los procesos biológicos (reciclaje de biomasa, nutrientes, agua), puede utilizar menos recursos externos, lo que puede reducir costos y

los efectos ambientales negativos de su uso;

E. Reciclaje: las prácticas agroecológicas promueven y favorecen el reciclaje de nutrientes, el uso de biomasa y agua; de esta forma se reduce el desperdicio y se disminuye la dependencia de recursos externos;

F. Resiliencia : los sistemas agroecológicos diversificados tenderán a recuperarse de las perturbaciones inducidas por los fenómenos meteorológicos extremos y resistir el ataque de plagas;

G. Valores humanos y sociales: la mejora de los medios de vida y el bienestar social será fundamental para el logro de sistemas agroalimentarios sostenibles;

H. Cultura y tradiciones alimentarias: el desarrollo de dietas saludables, diversificadas y culturalmente apropiadas contribuye a la seguridad alimentaria;

I. Gobernanza responsable: la formulación de leyes y políticas que recompensen modelos de gestión agrícola que mejoren la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos serán clave para el desarrollo sostenible y

J. Economía circular y solidaria: este tipo de economías serán cruciales para reconocer a consumidores y productores, además de favorecer circuitos cortos de comercialización que promuevan precios justos.

Las estrategias para construir resiliencia en los sistemas agroalimentarios se pueden enfocar al desarrollo de prácticas agroecológicas que contribuyan a mejorar la producción de cultivos y animales: mezclas de variedades, policultivos, sistemas agroforestales, huertos familiares manejo orgánico de suelos, uso de variedades tolerantes a sequía, sistemas silvopastoriles, conservación de forrajes, etc. Otro criterio será el de manejo de los recursos naturales: i- suelo: conservación, drenajes, restauración de tierras degradadas, etc., ii- agua: cosecha de agua mejora de la retención de humedad en el suelo, riegos eficientes, etc. y iii- bosques: control de incendios, siembra de variedades locales, agroforestería, etc. (Altieri 2013; Altieri y Nicholls 2013).

En agroecosistemas tradicionales, el predominio de sistemas complejos y diversificados es de gran importancia para la estabilidad de las familias rurales, permitiendo que los cultivos alcancen niveles aceptables de productividad aun en condiciones de estrés ambiental e hídrico u otro factor. Muchos de los sistemas agrícolas tradicionales alrededor del mundo sirven como modelos de sostenibilidad que ofrecen ejemplos de medidas de adaptación que pueden ayudar a millones de pobladores rurales a reducir su vulnerabilidad al impacto del cambio climático. Comprender las características agroecológicas de los agroecosistemas tradicionales, campesinos e indígenas,

puede ser la base para el diseño de sistemas agrícolas resilientes (FAO2013). Los huertos familiares, contribuyen directamente a la seguridad alimentaria de las familias mediante el aumento de la disponibilidad, accesibilidad y utilización de los productos alimenticio (Rivas y Rodríguez 2013). Debido a que son las formas más antiguas de usos de las tierras, los huertos familiares son considerados sistemas ecológicamente sostenibles (Amaral y Guarim Neto 2008) y se caracterizan por su eficiencia, ya que están compuestos de especies con diferentes hábitos de vida, la formación de múltiples capas, se asemeja a la estructura de los bosques tropicales (Rosa et al. 2007).

Cabell y Oelofse(2012) partiendo de la premisa de que los agroecosistemas son demasiado complejos para que la resiliencia pueda medirse de manera precisa, proponen indicadores de resiliencia basados en el comportamiento dentro de los agroecosistemas, establecen 13 indicadores de este tipo que, cuando se identifican en un agroecosistema, sugieren que es resiliente y está dotado de capacidad de adaptación y transformación. La ausencia de estos indicadores identifica puntos de intervención para que los gestores y las partes interesadas construyan la resiliencia donde hay vulnerabilidad. Los indicadores abarcan varias fases del ciclo adaptativo y tratan de vincular aspectos fundamentales de los sistemas socioecológicos, esos indicadores son los siguientes:

- i- Socialmente autorganizado: Los componentes sociales del agroecosistema son capaces de formar su propia configuración en función de sus necesidades y deseos. Los agricultores y los consumidores son capaces de organizarse en redes e instituciones de base, como cooperativas, mercados agrícolas, asociaciones comunitarias de sostenibilidad, huertos comunitarios y redes de asesoramiento o de innovación.
- ii- Autorregulación ecológica: Los componentes ecológicos se autorregulan mediante mecanismos de retroalimentación estabilizadores que envían información a los elementos de control. Las unidades productivas mantienen la cubierta vegetal e incorporan más plantas perennes, proporcionan un hábitat para los depredadores y parasitoides y alinean la producción con los parámetros ecológicos locales.
- iii- Conectado apropiadamente: La conectividad describe la cantidad y calidad de las relaciones entre los elementos del sistema. Colaboración con múltiples proveedores, puntos de venta y otros agricultores; cultivos plantados en policultivos que fomentan la simbiosis y el mutualismo.
- iv- Diversidad funcional y de respuesta: La diversidad funcional es la variedad de servicios ecosistémicos que los componentes proporcionan al sistema; la diversidad de respuesta es la gama de respuestas de estos componentes al cambio medioambiental. Existe heterogeneidad de características dentro del paisaje y en la explotación; diversidad de insumos, productos, fuentes de ingresos, mercados, controles de plagas, etc.
- v- Óptima redundancia (Propiedad por la cual ciertas especies pueden ocupar la misma función, y por lo tanto son fácilmente

reemplazable): Los componentes y relaciones críticas del sistema se duplican en caso de fallo. Plantar múltiples variedades de cultivos en lugar de una, mantener equipos para varios cultivos, obtener nutrientes de múltiples fuentes, captar agua de múltiples fuentes.

- vi- Heterogeneidad espacial y temporal: Parches en el paisaje y cambios en el tiempo. Hay una homogénea distribución de parches en la unidad productiva y en el paisaje, existe un mosaico de tierras gestionadas y no gestionadas, prácticas de cultivo diversas, hay rotación de cultivos.

- viii- Expuesto a las perturbaciones: El sistema está expuesto a eventos discretos de bajo nivel que causan perturbaciones sin llevar el sistema más allá de un umbral crítico. El manejo de plagas, permite una cierta cantidad controlada de invasión, seguida de la selección de plantas que se comportan bien y muestran signos de resistencia.

- viii- Afinidad con el capital natural local: El sistema funciona, en la medida de lo posible, con los medios de la base de recursos naturales y los servicios ecosistémicos disponibles en el territorio. Se aumenta (no agota) la materia orgánica del suelo, se recarga el agua, poca necesidad de importar nutrientes o exportar residuos

- ix- Aprendizaje reflexivo y compartido: Los individuos y las instituciones aprenden de las experiencias pasadas y de la experimentación presente para anticipar el cambio y crear futuros deseables. Los servicios de extensión y asesoramiento para los agricultores; trabajan de forma conjunta con las universidades, los centros de investigación y los agricultores; hay cooperación e intercambio de conocimientos entre los agricultores; existe mantenimiento de registros; y el conocimiento permite desarrollar una referencia sobre el estado del agroecosistema.

- x- Globalmente autónomo y localmente interdependiente: El sistema tiene una relativa autonomía del control y muestra un alto nivel de cooperación entre individuos e instituciones a nivel más local. Existe menor dependencia de los mercados de productos básicos y reducción de los insumos externos; más ventas a los mercados locales, dependencia de los recursos locales; existencia de cooperativas de agricultores, relaciones estrechas entre el productor y el consumidor, y recursos compartidos.

- xi- Legado de honor: La configuración actual y las trayectorias futuras de los sistemas están influenciadas e informadas por las condiciones y experiencias pasadas. Hay mantenimiento de las semillas autóctonas y el compromiso de los saberes ancestrales, existe incorporación de las técnicas de cultivo tradicionales con los conocimientos modernos.

- xii- Construye el capital humano: El sistema aprovecha y construye "recursos que pueden movilizarse a través de las relaciones sociales y la pertenencia a redes sociales". Existe inversión en infraestructuras e instituciones para la educación de niños y adultos, apoyo a los eventos sociales en las comunidades agrícolas, y programas de preservación del conocimiento local.

- xiii- Razonablemente rentable. Los segmentos de la sociedad

que se dedican a la agricultura son capaces de ganarse la vida con el trabajo que realizan sin depender demasiado de las subvenciones o del empleo secundario.

El uso de los indicadores anteriores y otros complementarios, aportará criterios para evaluar la condición de resiliencia de los sistemas agroalimentarios, esto obliga a desarrollar múltiples capacidades, sensibilidad y análisis exhaustivos para su interpretación y aplicación.

5. Algunas consideraciones.

- Ante un escenario de cambio climático, el sector agrícola de los países en desarrollo necesita someterse a una profunda transformación y la adopción de modelos de agricultura sostenible que tengan en cuenta el rol de la biodiversidad, el conocimiento local y las prácticas tradicionales para este fin.

- Enfrentar el cambio climático requerirá fortalecer la resiliencia de los agricultores y las comunidades rurales y ayudarlos a adaptarse a los efectos del cambio climático. En este proceso, es imperativo entender el impacto del cambio climático en diferentes regiones agroclimáticas y territorios, para luego analizar el nivel de vulnerabilidad de los agroecosistemas evaluados, de manera de sugerir nuevos diseños y manejos que incrementen la resiliencia

- Las estrategias adaptativas orientadas a la resiliencia de los sistemas agroalimentarios requerirán mayores recursos de investigación para el desarrollo de variedades genéticas de cultivos y animales adaptados a las condiciones del clima.

- El conocimiento local y el rol de las mujeres como guardianas de la biodiversidad, será clave para la conservación, colecta y multiplicación de plantas silvestres que contribuyen a la seguridad alimentaria y nutricional.

- Afrontar el impacto del cambio climático sobre la seguridad alimentaria, requerirá la concertación de múltiples actores a un sistema de innovación agrícola con enfoque holístico (producción-conservación-medios de vida-economía circular-desarrollo rural -territorios).

- Los enfoques agroecológicos deben ser el pilar principal de los marcos de política a agrícola a nivel global para así promover sistemas agroalimentarios resilientes que contribuyan al derecho humano a la alimentación.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. A., Nicholls, C.I. 2013b. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change* 120 (3).

- Altieri, M.A. 2013. Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. In: *Agroecología y resiliencia ecológica: adaptándose al cambio climático*, CYTED-REDAGRES-SOCLA, Medellín, Colombia.

- Amaral C.N., Guarim N.G. 2008. Os quintais como espaços de conservação e cultivo de alimentos: um estudo na cidade de Rosário Oeste (Mato Grosso, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas* 3(3):329-341.

- Bebber, D.P. 2019. Climate change effects on Black Sigatoka disease of banana. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 374(1775).
- Cabell, J. F., and M. Oelofse. 2012. An indicator framework for assessing agroecosystem resilience. *Ecology and Society* 17(1): 18.
- Dodd, J.; Estrada, A.B.; Matcham, J.; Jeffries, P.; Jeger, M.J. 2007. The effect of climatic factors on *Colletotrichum gloeosporoides*, causal agent of mango anthracnose, in the Philippines. *Plant Pathology* 40(4):568-575.
- FAO, 2010. Agricultura climáticamente inteligente. Políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. Roma, FAO. s.p.
- FAO. 2013. La resiliencia de los medios de vida. Reducción del riesgo de desastres para la seguridad alimentaria y nutricional. Roma. FAO. 97p.
- FAO. 2014. Agroecology for food security and nutrition. Proceedings of the FAO international symposium, Roma. FAO. 406p.
- FAO. 2016. FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. 2020. El estado de la seguridad alimentaria y nutrición en el mundo 2020. Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables. Roma. FAO. 348p.
- FAO 2018. Los 10 elementos de la agroecología. Guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles.

Roma. FAO. s.p.

- IPCC. 2014. Resumen para responsables de políticas”, en Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza.
- Rivas Platero, G.G.; Rodríguez, A.M. 2013. El huerto familiar: algunas consideraciones para su establecimiento y manejo. Una forma de contribuir a la seguridad alimentaria. CATIE. Costa Rica. 18p.
- Rivas Platero, G.G. 2015. Cambio climático y plagas agrícolas. Foro Nacional de Cambio Climático. Managua. Nicaragua.
- Rosa L.S., Silveira E.L., Santos M.M., Modesto R.S., Perote J.R.S., Vieira T.A. 2007. Os quintais agroflorestais em áreas de agricultores familiares no município de Bragança-PA: composição florística, uso de espécies e divisão de trabalho familiar. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2(2): 337-341.
- Tai, A.P.K.; Val Martin, M; Helad, C.L. 2014. Threat to future global food security from climate change and ozone air pollution. *Nature Climatic Change* 4, 817-821.
- Ziska LH, Dukes JS. 2014. Invasive Species and Global Climate Change, CABI Invasives Series. Wallingford, UK. CABI Publishing.

EL ZINC NUTRIENTE CLAVE PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN BANANO

J. Danilo Sánchez Torres. I.A. MSc. Ciencias Agrarias. Manager Agronomy zone North Yara Colombia
Danilo.Sanchez@yara.com

Introducción

La actividad bananera presenta grandes desafíos algunos de ellos de carácter global como lo son el precio mundial del banano, el incremento de los costos de producción, el impacto del clima y aspectos de carácter macroeconómico, que no son controlados por el productor, sin embargo aspectos relacionados con el manejo agronómico para mejorar la productividad del cultivo, la programación de cosechas para sacar el mayor número de racimos en las épocas de mejor precio, y la reducción de las pérdidas postcosecha pueden ser prevenidas por los agricultores.

Las pérdidas postcosecha de banano son muy importantes, muchas de ellas están asociadas al estatus nutricional de las plantaciones, podemos mencionar desordenes por mala conformación de racimos y de fruta, dedos deformes, fruta débil y fácilmente atacada por patógenos (cuellos rotos, bacteriosis, entre otros), fruta con cicatrices por golpes entre manos que no presentan el distanciamiento adecuado. Muchos de estos problemas están relacionados con procesos fisiológicos de división, expansión y fortalecimiento celular donde nutrientes como el zinc y calcio entre otros juegan un rol muy importante.

Importancia del zinc en las plantas

Roles del zinc en las plantas:

- Casi el 10% de las proteínas requieren zinc para sus funciones y estructura
- La integridad estructural y funcional de las membranas dependen de la suficiencia de este nutriente
- Es un nutriente clave en los sistemas de defensa de las plantas y ayuda a reducir los efectos de los radicales libres al interior de estas.
- Es clave para la producción y la dinámica de las auxinas que es un regulador de crecimiento fundamental en las plantas (Alloway, 2008 y Sanchez y Mira, 2013).



Figura 1. Deficiencia de zinc en plantas de banano.

En la figura 1 se observa deficiencia de zinc asociada con expansión celular y en la figura 2 se presentan las funciones del zinc asociadas con el uso eficiente del agua.

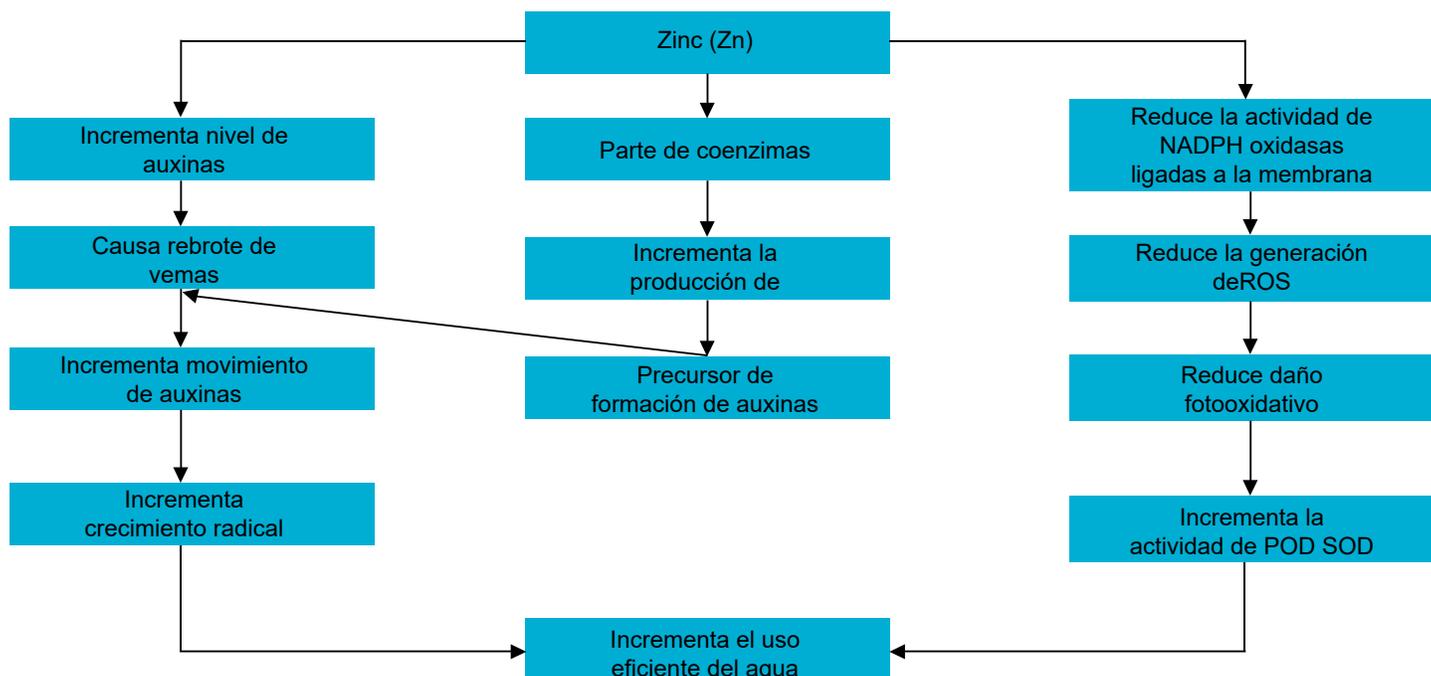


Figura 2. Funciones del zinc relacionadas con en el uso eficiente del agua.

¿Qué causa la baja biodisponibilidad en los suelos?

El zinc presenta grandes limitantes en el suelo para ser tomado por las plantas que se mencionan a continuación:

- Muchos suelos tropicales presentan limitaciones en el contenido de zinc en el suelo (Alloway 2008).
- En pH ácido las raíces no lo absorben.
- En pH alcalino el zinc no se encuentra en formas disponibles para la planta, debido a que precipita en formas insolubles. Al incrementar el pH del suelo la disponibilidad del Zinc se reduce, por esto, el encalamiento también puede generar bajo contenido en la solución del suelo por su efecto sobre el pH (Havlin et al, 2016).
- Con altos contenidos de materia orgánica es retenido en el suelo. El Zn^{+2} forma complejos estables con compuestos orgánicos de alto peso molecular (lignina, ácidos húmicos y fúlvicos) que existen como complejos solubles o insolubles.
- En suelos sobresaturados de agua o compactados no es disponible este nutriente para la planta, esto se presenta

porque, en condiciones reducidas del suelo, el pH del suelo se incrementa y el zinc se precipita en formas insolubles como franklinita ($ZnFe_2O_4$) y sphaecerita (ZnS) (Havlin et al, 2016).

- Altos contenidos de bicarbonato
- En altos contenidos de carbonatos es adsorbido. Zn es fuertemente adsorbido por Magnesita ($MgCO_3$) y por dolomita [$CaMg(CO_3)_2$], donde el Zn es adsorbido hacia superficiales de cristal en sitios normalmente ocupados por átomos de Magnesio. La adsorción de Zn por $CaCO_3$ es responsable de la reducida disponibilidad en suelos calcáreos, donde la disponibilidad del zinc se reduce con el incremento de $CaCO_3$.
- En altos contenidos de óxidos de hierro, manganeso y aluminio es fijado.
- Interacción con otros nutrientes. El efecto antagónico es especialmente prevalente con Cu^{+2} y Fe^{+2} . Una alta disponibilidad de P puede inducir una deficiencia de Zn.

Lo anterior explica porque al analizar muestras de suelos y tejidos foliares no se encuentran correlaciones, aspecto que debe ser tenido en cuenta en la toma de decisiones para el manejo de este nutriente (figura 3).

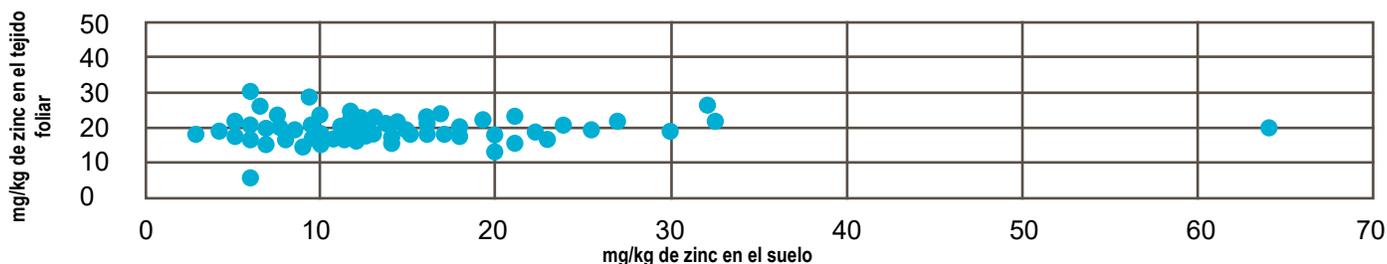


Figura 3. Relación entre el contenido de zinc en el suelo y el zinc foliar en muestras de suelos y foliares tomadas en la misma temporada de crecimiento del cultivo.

La aplicación en tejidos aéreos de la planta (hojas, flores, frutos, etc) bajo estas circunstancias es una de las maneras más eficientes de aportar zinc a las plantas de banano.

Resultados de campo de aplicaciones de fertilizantes con Zinc de la línea YaraVita en el cultivo de banano.

A continuación, los resultados de un ensayo sobre el efecto de aplicaciones a la axila de la hoja de fertilizantes de la línea YaraVita sobre la productividad del cultivo del banano, estos aportes fueron realizados en la fase más intensa del periodo seco de Urabá (mes de marzo 2020) cuando desde el suelo las plantas no pueden absorber nutrientes porque no hay condiciones de humedad. Estas aplicaciones se realizaron entre

cinco a tres semanas antes de la emisión de la inflorescencia de plantas de banano, con el objetivo de mostrar la importancia que tiene la aplicación de elementos de baja movilidad como el zinc y calcio en momentos de alta división celular de los dedos de banano (desarrollo del meristemo floral de banano).

Se presentan los resultados del ensayo en las siguientes tablas.

- Tabla 1 se observan las diferencias sobre el peso de racimo en plantas que sufren con mayor severidad el efecto
- Tabla 2 se observa las diferencias en aprovechamiento de la fruta entre los tratamientos
- Tabla 3 la comparación en la fruta malformada.

Tabla 1. comparación de peso bruto entre tratamientos

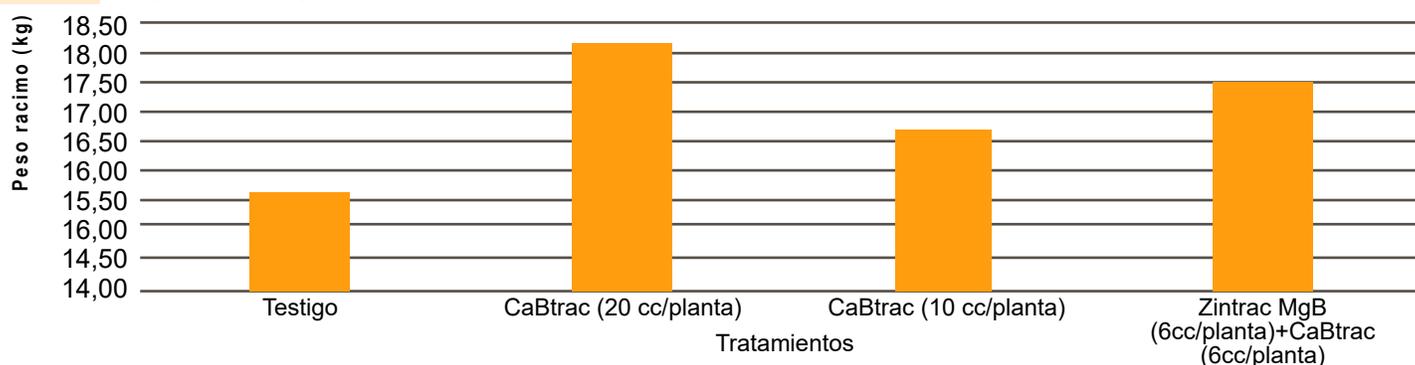


Tabla 2. kg de fruta adicional exportada

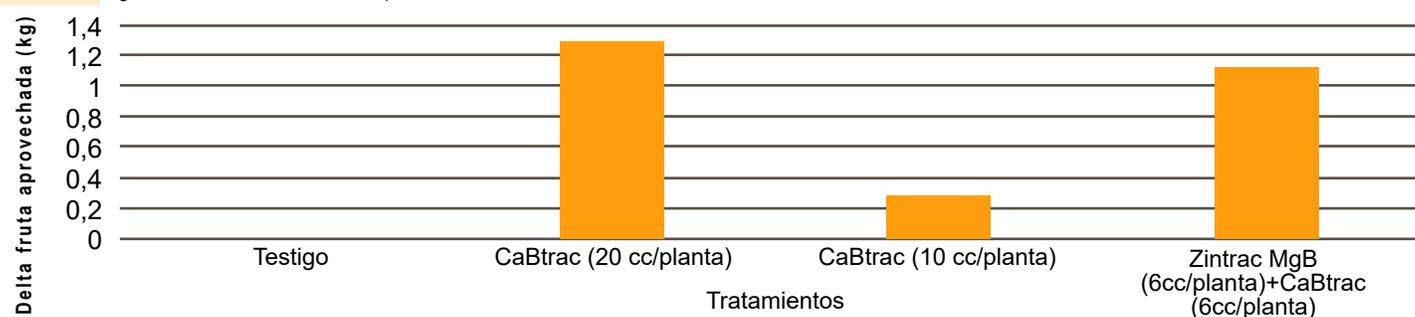
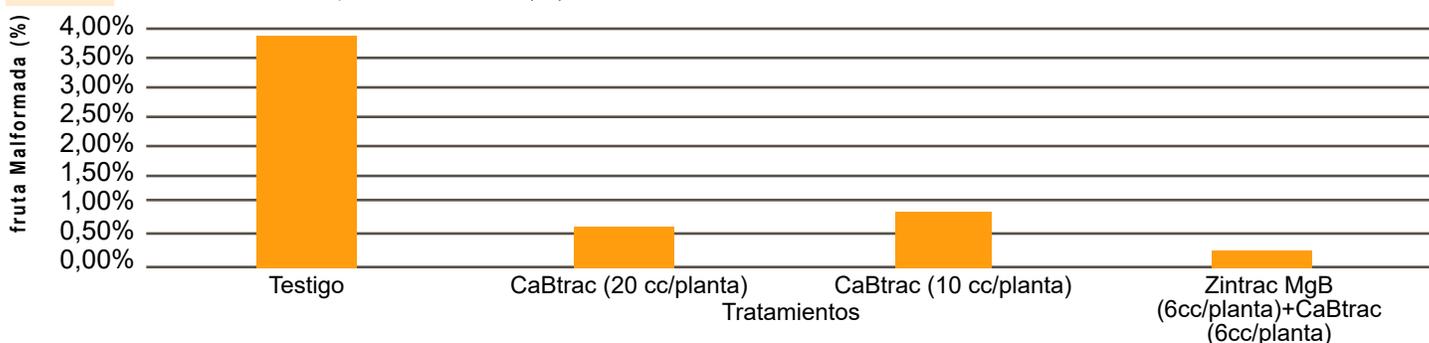


Tabla 3. Fruta malformada por tratamiento (%)



Conclusiones

- El peso biológico (bruto) se incrementa con aplicaciones a órganos aéreos de fertilizantes de la línea YaraVita, esto asociado a su mayor eficiencia de asimilación.
- Es posible aprovechar mayor cantidad de fruta con aplicaciones de elementos asociados con la división, expansión, protección y fortalecimiento de los tejidos celulares.
- La disminución de fruta mal formada es evidente con aplicaciones de zinc y calcio.

Mediante la Resolución 396 de noviembre 2 de 2021, La Agencia de Desarrollo Rural ADR, del Ministerio de Agricultura de Colombia MADR habilita a **INAGRU como Entidad Prestadora de Servicios de Extensión Agropecuaria EPSEA.** Es una oportunidad muy importante para que nuestra asociación formule y ejecute proyectos que beneficien las comunidades, desde la Extensión Rural. Enhorabuena.

BIBLIOGRAFÍA

- Alloway, B.J. (2008) Zinc in Soils and Crop Nutrition. 2nd Edition, IZA and IFA, Brussels, Belgium and Paris, France.
- John L. Havlin; Samuel L. Tisdale; Werner L. Nelson; James D. Beaton. 2016. Soil Fertility and Fertilizers, 8th edition. Pearson Education.
- Sánchez Torres J. D y Mira, J. 2013. Principios para la nutrición del cultivo del banano. AUGURA –CENIBANANO. ISBN 978-958-99167-8-0. P 236.

INAGRU es un socio oficial de la GSP Alianza Global por el Suelo desde 29 de mayo de 2021.

Tiene como objetivos promover la Gestión Sostenible del Suelo (SSM), mejorar la gobernanza para garantizar suelos saludables y productivos, y apoyar la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición, la adaptación y mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible.

EL LABORATORIO ECOLOGICO MAS RICO DEL PLANETA

“Colombia paraíso ambiental y emporio de recursos ecológico“ Hernando Patiño Cruz.
I.A MSc Ana María Patiño López. anamapalo15@gmail.com

En Colombia convergen los ecosistemas acuáticos y terrestres más ricos del mundo desde varios sitios de su territorio como son la Isla Gorgona, La ensena de Utria, El Parque Tairona y el Amazonas, entre otros. La amplia presencia abrasadora de dos de los océanos más ricos del planeta, al carácter tropical y a la vocación selvática de su territorio, la gran diversidad de climas, la diversidad de pisos térmicos, sus cordilleras; la hacen un país de recursos ecológicos únicos y diversos. Es uno de los privilegios que gozamos los colombianos, de los países ecuatoriales que tienen estas reservas naturales y por eso se hace necesario concientizarse para protegerlo y estudiarlo detenidamente.



Puerto Nariño. Amazonas. Foto tomada por Ana Maria Patiño Lopez

La diversidad de nichos ecológicos es relevante para realizar estudios científicos rigurosos para potencializar todos estos recursos como fuentes y materias primas de alimentos promisorios como el chontaduro, el borjój y el palmito, entre otros; también en recursos para la medicina, la ingeniería genética y recurso artesanales como la palmas que se están industrializando. Pero este “laboratorio ecológico”, debe aprovecharse de manera racional y con estudios previos de impacto ambiental. Estos ecosistemas selváticos es el refugio mas codiciado por las especies vivientes, estos ecosistemas tropicales reúnen las condiciones más favorables para la vida, ahí el ambiente es cálido y húmedo y las ondas luminosas del sol son aprovechables par al fotosíntesis.

Pero, así como Colombia es un laboratorio y emporio de recursos para el bien de la humanidad, también tiene una diversidad de especies animales únicas, tanto de aves, reptiles, mamíferos, artrópodos y muchas más que debemos fomentar su preservación desde la academia y los centros de investigación, conservando su hábitat y realizando estudios de conservación.



Isla de los Micos en Leticia. Amazonas. foto tomada por Ana maría Patiño López

Estos sistemas particularmente ricos que convergen a la vez elementos acuáticos, terrestres, marinos, selváticos, agua dulce y agua salda, este toque romántico del paisaje que refleja todas las posibilidades económicas. Todo esto se puede dar mediante la acción transformadora del hombre de forma racional, en estas formaciones naturales de nuestro país tan privilegiadas y únicas.



Necoclí, Urabá. Foto tomada por Ana María Patiño López

Todo este laboratorio ecológico de Colombia constituyen biomas los ecosistemas selváticos, tropicales, el bosque de pino, el paramo , los desiertos, la tundra y el océano y todos estos confluyen en nuestra nada Colombia, por eso debemos fomentar su estudio para la transformación pero racional.

BILBIOGRAFÍA

Patiño, A-M Estudios Sobre La Biodiversidad De La Artropfauna Del Suselo En Diferentes Ecosistemas Del Valle Del Cauca. Tesis De Pregrado Ingeniera Agronoma, Universidad Naiconal De Colombia Sede Palmira 1995

Patiño H, Ecologia Y Sociedad Tercer Mundo Editores. 1988

ACORBAT

XXIII Congreso Internacional

Enfrentando los nuevos desafíos

MIAMI - FLORIDA

11 al 13 de Mayo 2022



Organizado por:



AGROSAVIA
Corporación colombiana de Investigación agropecuaria

País Organizador Colombia



Cooperado por:

EXPOPLAZA
NUEVAS EXPERIENCIAS NUEVOS NEGOCIOS

INAGRU y AGROSAVIA Organizadores por Colombia ACORBAT 2022
Si requiere información favor comunicarse a INAGRU en los siguientes contactos:

WhatsApp 3136146265
Teléfono 604 8151961

inagru@inagru.com
ahenaoacorbat@inagru.com

www.inagru.com