



Siembra

ISSN: 1390-8928

ISSN: 2477-8850

xblastra@uce.edu.ec

Universidad Central del Ecuador
Ecuador

Arahana, Venancio; Herrera, Melanie; Alvarado-Ochoa, Soraya; Pozo, Aníbal;
Vasco, Eulalia; Pumisacho, Manuel; Rivera, Marco; Pazmiño, Juan; Espinosa, José

Efecto de dos sistemas de labranza sobre las propiedades
biológicas en un suelo bajo tres especies vegetales - segundo ciclo

Siembra, vol. 11, núm. 3, Esp., e6627, 2024

Universidad Central del Ecuador
Quito, Ecuador

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=653877177021>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

PORTADA

Volumen 11, Número 3 (Especial)

Memorias del IV Simposio Internacional por el Día Mundial del Suelo

Página de créditos:

Memorias del IV Simposio Internacional por el Día Mundial del Suelo

Facultad de Ciencias Agrícolas - Universidad Central del Ecuador

27-29 de noviembre de 2023
Quito, Ecuador

Ministerio de
Agricultura y Ganadería



Instituciones organizadoras

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador
Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Alianza Mundial por el Suelo - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

Con el gentil apoyo de



Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ)
Proyecto Paisajes Andinos
Consejo Provincial de Pichincha

COMITÉ EDITORIAL

Soraya Alvarado-Ochoa

Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas

María Eugenia Ávila

Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas

Renato Haro

Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas

Gustavo Sevillano

Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas

Fabián Montesdeoca

Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas

José Espinosa

Consultor independiente

Julio Moreno

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina

Yamil Cartagena

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Santa Catalina

Manuel Carrillo

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estación Experimental Tropical Pichilingue

Esther Vásquez

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Unidad de Gestión Ambiental de la Dirección de Riesgos y Aseguramiento Agropecuario

Felipe Cornejo

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Subsecretaría de Agricultura Familiar y Campesina. Dirección de Desarrollo Productivo Sustentable y Agroecológico

Víctor Ortega

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Subsecretaría de Agricultura Familiar y Campesina. Dirección de Desarrollo Productivo Sustentable y Agroecológico

Origen y arbitraje

Los resúmenes de las conferencias magistrales y aquellos aceptados para ser presentados como ponencias orales o pósteres científicos en el IV Simposio Internacional por el Día Mundial del Suelo fueron revisados y seleccionados por el Comité Editorial; el cual estuvo conformado por técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, docentes investigadores de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y un consultor independiente. Se contó con doce profesionales y académicos altamente calificados y con experticia en todas las temáticas abordadas en el simposio.

El Comité Editorial generó el formato para la presentación de los resúmenes, así como las rúbricas de evaluación correspondientes. Se publicitó la convocatoria de participación al evento a nivel nacional e internacional, teniendo una gran acogida. Una vez concluida la fecha para recepción de resúmenes se procedió a la distribución entre los miembros del Comité Editorial de acuerdo con la experticia de cada miembro para la respectiva revisión; considerando como criterios de evaluación: el formato y extensión, pertinencia del tema, redacción, lenguaje y estilo, calidad del contenido. El dictamen final de la evaluación reportó las categorías de *aceptado sin cambios, aceptado con edición de forma, requiere aclaraciones o modificaciones y rechazado*. Luego de la evaluación se notificó al autor de correspondencia el dictamen mediante correo electrónico y se dio el seguimiento necesario en cada caso.

PRÓLOGO

El suelo fértil es sostén y despensa de alimento para todo tipo de vida en nuestro planeta; así como una eficiente reserva de carbono que actúa como un regulador del clima. Por todo ello, preservar la existencia de la vida en nuestro planeta implica tanto conservar el suelo fértil como proteger, mediante un manejo sostenible del suelo, aquel que hoy se encuentra en peligro y trabajar en la restauración del que sea posible recuperar, a fin de resguardar su biodiversidad y, por ende, la vida misma.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha declarado el 5 de diciembre como el Día Mundial del Suelo, recurso natural de invaluable importancia, cuya fertilidad y sustentabilidad es muy dependiente del uso y cuidados que se realicen. Consecuentemente, para este año 2023 el eslogan utilizado es “El suelo y el agua, fuentes de vida”.

Según información de la FAO, más del 95 por ciento de nuestros alimentos se producen en la tierra, empezando por el suelo y el agua. El agua es crucial para la absorción de nutrientes por las plantas; sin embargo, la degradación del suelo por erosión, compactación, acidificación, contaminación, sellado, salinización, anegamiento, desequilibrio de nutrientes (deficiencia y exceso), pérdidas de materia orgánica del suelo y biodiversidad, conducen a una menor disponibilidad de agua para las plantas y organismos.

Para el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, la Representación del Ecuador ante la Alianza Mundial por el Suelo (AMS) de la FAO, la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador y sus socios activos –que trabajan para mantener la fertilidad y productividad de los suelos, promoviendo su cuidado–, es un placer presentar esta edición especial de la revista *Siembra*, donde se difunden los resúmenes de las exposiciones presentadas en el IV Simposio Internacional por el Día Mundial del Suelo.

En este texto se expone información actual y relevante, producto de trabajos de investigación relacionados con las seis áreas temáticas (AT) de la AMS. AT1: Manejo sostenible de suelo; AT2: Gobernanza; AT3: Promoción del conocimiento y alfabetización sobre el suelo; AT4: Sensibilización y defensa de la salud del suelo; AT5: Evaluación, mapeo y monitoreo de la salud del suelo de manera armonizada; y AT6: Fomento de la cooperación técnica. Todas estas convergen en legislar a favor de los suelos, realizar prácticas sostenibles de gestión del suelo, como uso de labranza mínima o nula, rotación de cultivos, adición de materia orgánica, cultivos de cobertura que reducen la degradación del suelo, mejoran la retención de agua, aumentan el secuestro de carbono, preservan la biodiversidad del suelo, mejoran la salud y la fertilidad del suelo y hacen que el suelo sea un recurso aliado para la seguridad alimentaria e hídrica y para la adaptación al cambio climático.

Manuel Carrillo Zenteno

Punto Focal Nacional ante la Alianza Mundial por el Suelo - FAO

Conferencias magistrales

Experiencia chilena en sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios, bases para una política nacional de suelos

Rodrigo Osorio¹

¹Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Punto Focal Nacional Alianza Mundial por el Suelo (AMS) de la FAO. Chile.
rodrigo.osorio@sag.gob.cl

Resumen

El suelo es un recurso esencial y una parte vital del entorno natural, en el cual la mayoría del alimento mundial es producido. Del mismo modo, el suelo aporta el espacio vital para los seres humanos; así como servicios ambientales esenciales importantes para la regulación y el abastecimiento de agua, regulación del clima, conservación de la biodiversidad y servicios culturales. No obstante, los suelos se encuentran bajo presión debido al crecimiento poblacional, la mayor demanda alimenticia y la competición por los usos del suelo. A pesar de que la importancia del suelo parece clara, en el pasado no ha recibido la necesaria atención en lo referente a uso y gestión, ya que se consideraba como un recurso infinito que siempre brindaría servicios ecosistémicos. Sin embargo, la realidad es distinta y existe una necesidad urgente de sensibilizar sobre la importancia del suelo y especialmente por protegerlo y usarlo de manera sostenible. Hoy y en las próximas décadas, será fundamental actuar decididamente en el sector agropecuario del país para proteger la salud y productividad de los suelos y adaptarse al cambio climático. Desde el año 2010, a través de la Ley N.º 20.412 el Programa “Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S)”, se ha convertido en la única respuesta normativa e instrumento de fomento del Ministerio de Agricultura, que aborda la problemática de la degradación química, física y biológica de los suelos en Chile, impulsando las prácticas de manejo y conservación sustentable de los suelos agropecuarios, posibilitando que los agricultores puedan acceder a recursos estatales orientados a proteger y recuperar el potencial productivo de sus suelos y mantener los niveles de mejoramiento alcanzados. Este programa se reconoce como un instrumento de política pública que aborda la situación de los suelos degradados, su recuperación y mejoramiento productivo con una mirada de largo plazo para la sustentabilidad agroambiental de los suelos agropecuarios de Chile. En este contexto, actualmente se presenta la oportunidad de repensar este instrumento de fomento en cuanto a su rol estratégico para el sector agropecuario nacional. Es necesario potenciar a la agricultura, para que el aumento de la producción de alimentos de calidad se realice de manera más sustentable, contribuyendo a la seguridad y soberanía alimentaria nacional; conservando y restaurando el medio ambiente y atendiendo a las necesidades de los agricultores de ser resilientes frente a los desafíos del cambio climático.

Palabras clave: salud y productividad de los suelos, política pública, gestión sostenible de los suelos.

Suelos de Ecuador: interpretación para manejo

José Espinosa¹, Francisco Mite¹, Soraya Alvarado-Ochoa², Julio Moreno³

¹Consultor independiente. Quito, Ecuador. jespinosa@fragaria.com.ec

²Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.

Resumen

El término suelo tropical es usado comúnmente para identificar cualquier suelo de los trópicos y se emplea como sinónimo de suelos rojos muy meteorizados, ácidos e infértils. Es verdad que los suelos con estas peculiaridades están localizados en los trópicos, pero no todos los suelos de los trópicos, y en particular los de Ecuador, tienen estas características. La modificación del normal proceso de meteorización, debido al cambio de la cantidad e intensidad de las lluvias, el aporte de nuevo material parental como la ceniza volcánica y la diferencia altitudinal y de temperatura que origina la cordillera de los Andes, generó la posibilidad de que Ecuador, un país localizado sobre la línea ecuatorial, tenga una variedad de suelos que soporta una de las mayores expresiones de diversidad de vida sobre el planeta. Desde el punto de vista de producción agrícola, la relación existente entre la mineralogía con la química y la fertilidad del suelo define las prácticas de manejo para las condiciones particulares de los suelos de Ecuador. Los suelos dominados por arcillas de tipo 2:1, como montmorillonita y vermiculita, que se caracterizan por tener carga permanente, deben manejarse de forma diferente a los suelos de carga variable, como los suelos dominados por arcillas de rango corto, como alofana, imogolita, y por complejos humus aluminio (suelos de origen volcánico) y aquellos dominados por caolinita y sesquióxidos de hierro y aluminio. La producción de cultivos se limita considerablemente cuando un suelo es ácido o cuando los contenidos de fósforo son bajos y el manejo de los suelos afectados por estas condiciones depende del tipo de carga eléctrica de las arcillas del suelo. El control de la acidez del suelo es una práctica común en las regiones con suelos ácidos en el mundo, sin embargo, el modificar el pH para lograr condiciones adecuadas para los cultivos depende del tipo de arcillas presentes en el suelo y, por esta razón, no existe una recomendación general de encalado para todos los suelos del Ecuador. De igual manera, las reacciones de adsorción (fijación) de fósforo ocurren con preferencia en los suelos de carga variable. Esta ponencia discute ampliamente las condiciones que afectaron el material parental que llevaron a la presencia de suelos de carga permanente y carga variable en Ecuador y las estrategias para manejar acidez, salinidad y fósforo en los diferentes suelos del país.

Palabras clave: trópico, meteorización, arcillas, acidez.

El paradigma “Ecuador es un país eminentemente agrícola”: análisis de contraste entre capacidad de uso y uso actual de la tierra en Ecuador

Carlos Nieto Cabrera¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.
cnieto@uce.edu.ec

Resumen

En Ecuador, históricamente se han aceptado varios conceptos paradigmáticos en torno a los sistemas de producción primaria, los que han estimulado el subdesarrollo de numerosos sectores rurales que viven o pretenden vivir de la agricultura, especialmente de la agricultura de subsistencia. Lo que se ha conseguido con la proclama del paradigma “Ecuador es un país eminentemente agrícola”, es consolidar la pobreza, la pobreza extrema y la desnutrición de un gran sector de la población rural; especialmente del sector campesino, mestizo e indígena, que fungen de agricultores, pero aferrados a sistemas productivos contra natura, puesto que trabajan tierras cuya capacidad de uso de la tierra (CUT) no es la agropecuaria. Varios estudios han demostrado la relación directa entre actividad principal agricultura y los niveles de pobreza de los involucrados. Para cuestionar este paradigma, se utiliza la información oficial sobre la CUT, clasificada por las ocho clases agrológicas de uso. Del 100 % = 24.897.444 ha, del territorio continental ecuatoriano, apenas 10,74 % corresponde a las categorías agrológicas I, II y III; recomendadas para uso agrícola, sin limitaciones o con limitaciones leves. Si se adiciona los territorios de la categoría IV, que por sus limitaciones tienen una CUT para ganadería, se llega a 23 %, con CUT para producción agropecuaria. El 70,5 % corresponde a las categorías de la V a la VIII, cuya CUT es para bosques, conservación, uso paisajístico, recreación o reservas naturales; el 6,35% restante, corresponde a otros usos. Analizando la CUT agropecuaria por provincias, solo dos (Guayas y Los Ríos), tienen territorios en la categoría I, mientras que Napo, no tiene territorios en las dos primeras clases agrológicas. En la Sierra, nueve de las diez provincias tienen menos del 20 % de sus territorios con CUT agropecuaria; Azuay, Loja y Chimborazo, tienen por debajo del 10 %. En la Costa, todas las provincias tienen territorios con CUT agropecuario superiores al 20 %, sobresalen Santo Domingo y Los Ríos que superan el 60 %. En la Amazonía, la mayoría de la CUT agropecuaria está en la categoría IV. Al contrastar esta información con el uso actual del suelo, se encontró que en Ecuador se transgredió la capacidad de uso durante el período de 1977 a 2013 con hasta 8.129.000 ha por encima de la superficie marcada con CUT agropecuaria; área en conflicto de uso según el Ministerio de Agricultura. Pero, según los resultados de los censos agropecuarios, la superficie intervenida habría llegado a 12 millones de hectáreas (50 % del territorio) en el año 2000. En consecuencia, no hay manera de justificar la afirmación paradigmática “Ecuador es un país eminentemente agrícola”, y menos para una agricultura convencional como se viene aplicando. Además de la agricultura, urge buscar otras opciones de desarrollo rural.

Palabras clave: capacidad de uso de la tierra, pobreza, pobreza extrema, subdesarrollo, transgresión de uso.

Cuidando la selva: estrategias de manejo sostenible del suelo en la Amazonía para la conservación de su biodiversidad

Tarcila Ankuash¹, Charles Ludeña²

¹Asociación de Producción Agropecuaria Tsapau. Morona Santiago, Ecuador.

²Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). Morona Santiago, Ecuador.
charlesludena@gmail.com

Resumen

La vida en la Amazonía depende, en gran medida, de la salud de su suelo para mantener su biodiversidad única y su función fundamental en la regulación del clima global. Una valiosa técnica tradicional en esta región es el “aja shuar”, practicado por la comunidad indígena shuar en la Amazonía del sur. Esta técnica de agricultura ancestral está estrechamente relacionada con la salud del suelo y la sostenibilidad agrícola. Los shuar cultivan parcelas de forma rotativa, plantando una variedad de cultivos, utilizando abonos naturales, conservando la cobertura vegetal, que respeta la biodiversidad y los ciclos naturales, fomentando así una relación armoniosa entre el shuar y su entorno. Esta práctica ha sido transmitida de generación en generación, centrándose en preservar la salud de suelo en la selva amazónica. Es importante indicar que la degradación de los suelos en la región se debe a la pérdida de cationes básicos, como el calcio, magnesio, potasio y la presencia de catión ácido aluminio, que se encuentra en los suelos que están cubiertos por pasto. Además, los suelos amazónicos tienen una capacidad muy limitada para retener nutrientes, que se originan a partir de la descomposición de la materia orgánica; esto se debe, en parte, a la elevada concentración de aluminio e hidrógeno, que ocupan los espacios en que los nutrientes deberían ser retenidos. A pesar de esta limitación, la sobrevivencia del bosque no se ve amenazada, ya que la vegetación amazónica se ha adaptado a estos suelos altamente meteorizados y lavados. Esto se manifiesta en la concentración de raíces en la superficie del suelo, lo que les permite capturar nutrientes provenientes de la descomposición de la materia orgánica. En la provincia de Morona Santiago se vienen ejecutando proyectos en colaboración con la cooperación alemana (GIZ), gobiernos locales y diversas organizaciones de productores. Se han comparado muestras de suelos tomadas en diciembre de 2021 y marzo de 2023. A nueve parcelas, en 2022, se empezó a aplicar abonos orgánicos tipo biofertilizantes líquidos remineralizados y microorganismos eficientes, a una concentración del 5 %. También se ha implementado prácticas de cobertura del suelo con bagazo de caña, se ha diseñado sistemas agroforestales en los alrededores de las parcelas y se ha llevado a cabo la siembra de abonos verdes. Los resultados hasta ahora muestran mejoras en varios parámetros, como el pH que ha aumentado de 4,63 a 5,22, la materia orgánica de 23,12 a 26,67 %, el nitrógeno de 1,11 a 3,02 ppm, fósforo 7,6 a 8,2 ppm, potasio 0,16 a 0,89 meq (100 ml)⁻¹, calcio 1,66 a 2,02 meq (100 ml)⁻¹, magnesio 13,02 a 13,98 meq (100 ml)⁻¹, cobre 18,32 a 20,77 ppm y zinc 2,24 a 3,91 ppm. De esta manera, se está regenerando y manteniendo la salud de los suelos. En estos ecosistemas es fundamental considerar factores como la temperatura, la humedad y especialmente la microbiología y sus sucesiones, ya que la fertilidad de la Amazonía no se basa tanto en el origen de sus suelos, lo importante es la vida que alberga el suelo.

Palabras clave: aja, microorganismos, materia orgánica, salud del suelo.

Estimación de la erosión de la Sierra centro y norte del Ecuador, utilizando geoinformación

Renato Haro¹, José Espinosa², Víctor Moreno³, Verónica Suango³

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.
rxharo@uce.edu.ec

²Consultor independiente. Quito, Ecuador.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador.

Resumen

La Sierra ecuatoriana tiene orografía irregular con vientos fuertes y lluvias torrenciales. Las malas prácticas agrícolas y la deforestación han eliminado la cubierta vegetal acelerando los procesos erosivos. El objetivo del trabajo fue determinar los cambios en el grado de erosión de la Sierra norte y centro de Ecuador, en dos estudios, mediante el procesamiento de imágenes de los satélites Landsat 8, de los años 2017 y 2020 (norte y centro, respectivamente), y Landsat 5, del año 1986 (para las dos zonas), generando tres índices espectrales (Índice de vegetación ajustado al suelo - SAVI invertido, de brillo, de color) para cada imagen, con los cuales se produjeron composiciones a color RGB (bandas red, green, blue) para cada año. Conforme a estas composiciones, y a su clasificación no supervisada, se obtuvieron los mapas de erosión de los años 2017, 2020 y 1986, con las categorías severa, moderada, ligera y sin evidencia. Se hizo una homologación de áreas sin información, extrapoladas de la erosión pasada (1986) hacia el mapa de erosión de los años 2017 y 2020, con el fin de ver el avance o no de la erosión, y confirmar o descartar las hipótesis de la investigación. Los resultados obtenidos indicaron que para la zona norte existe un aumento de la erosión en un 16 %, aproximadamente, siendo el mayor incremento en el grado severo en erosión; en tanto para la zona centro, la erosión severa y ligera ha aumentado. Se probó, también, que la técnica utilizada para el estudio multitemporal entre 1986 y 2020, con base en índices espectrales, para evaluar la erosión actual de suelos, permitió monitorear el estado de este proceso en la Sierra centro y norte del Ecuador.

Palabras clave: erosión del suelo, teledetección, procesamiento de imágenes, Landsat.

Medidas para la conservación y restauración de suelos en paisajes altoandinos

Carlos H. Bonilla¹

¹Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). Programa Conservación y Uso Sostenible de Ecosistemas de Montaña. Riobamba, Ecuador. carlos.bonilla@eco-consult.com

Resumen

Los suelos de los paisajes altoandinos son frágiles y están expuestos a una serie de amenazas, como la erosión, degradación por sobrepastoreo, deforestación y cambio climático. Estas amenazas pueden tener un impacto negativo en la disponibilidad de servicios ecosistémicos como la disponibilidad de agua y la biodiversidad. Para conservar y restaurar los suelos en paisajes altoandinos se pueden implementar una serie de medidas, entre las que se incluyen: 1) Gestión sostenible del pastoreo: el sobrepastoreo puede causar compactación del suelo, erosión y pérdida de biodiversidad. Por lo tanto, es importante implementar prácticas sostenibles como el pastoreo rotativo y el uso de barreras vivas; 2) Prácticas agroforestales: son un conjunto de técnicas y sistemas de producción que combinan árboles, arbustos y cultivos en la misma unidad de superficie. Estas prácticas tienen una serie de beneficios ambientales, económicos y sociales, tales como conservación y mejora de la fertilidad del suelo, aumento de la biodiversidad e incremento de la producción agrícola; 3) Renovación de pastizales: es un proceso que consiste en restaurar la productividad y la diversidad de un pastizal degradado. Este proceso puede ser necesario debido a una serie de factores, como el sobrepastoreo, la erosión, la compactación del suelo y la invasión de malezas. La renovación de pastizales puede realizarse mediante una serie de técnicas que incluyen la recuperación de la estructura del suelo, ya que la compactación del suelo puede dificultar el crecimiento de las plantas forrajeras, por ello es importante recuperar su estructura mediante prácticas como el subsolado o el uso de enmiendas orgánicas; 4) La utilización de bioinsumos en la agricultura es una práctica que está ganando cada vez más popularidad debido a los beneficios que ofrece para el ambiente y para la salud humana. Los bioinsumos son sustancias derivadas de fuentes naturales, como microorganismos, plantas o animales que se utilizan en la producción agrícola para mejorar la salud del suelo, el crecimiento de las plantas y el control de plagas; 5) Biofertilizantes: son sustancias que mejoran la fertilidad del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Los más comunes son los que contienen bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias solubilizadoras de fosfatos y hongos micorrízicos; y 6) Bioestimulantes: son sustancias que promueven el crecimiento de las plantas y la resistencia a factores de estrés. Los más comunes son los extractos de algas, los ácidos húmicos y los derivados de la quitina. Además de estas medidas, es importante que los gobiernos, organismos gubernamentales, no gubernamentales y las comunidades trabajen juntos para promover la conservación y restauración de suelos en paisajes altoandinos. Esto se puede lograr a través de la educación, sensibilización y participación de las comunidades locales. La implementación de estas medidas ayudará a conservar y restaurar los suelos en paisajes altoandinos, lo que tendrá un impacto positivo en la productividad agrícola, la disponibilidad de agua y la biodiversidad.

Palabras clave: agricultura sostenible, bioinsumos, productividad agrícola.

Propiedades fisicoquímicas, biológicas y acumulación de carbono como indicadores de calidad en un suelo andino del Ecuador bajo labranza, fertilización nitrogenada y rotación de cultivos

María Eugenia Ávila-Salem¹, Fabián Montesdeoca¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.
mavila@uce.edu.ec

Resumen

Las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo son indicadores sensibles de los cambios en la calidad edáfica debido a perturbaciones que ocurren bajo un manejo agrícola. En esta investigación a largo plazo (ensayo de más de 7 años de manejo de suelos), el objetivo fue evaluar los efectos de labranza contrastante, aumento de dosis de fertilización con nitrógeno y rotaciones de cultivos (fréjol, maíz, fréjol [BMB] y fréjol, amaranto, fréjol [BAB]) sobre las propiedades fisicoquímicas y biológicas de un suelo andino en la serranía ecuatoriana. Los principales resultados obtenidos fueron: la cantidad de carbono y nitrógeno orgánico fue mayor bajo labranza cero (NT) en las dos rotaciones de cultivos, siendo más evidentes en BAB. El efecto de la labranza sobre la densidad aparente y el contenido de agua fueron mayores bajo NT en comparación con labranza convencional (CT). El rendimiento promedio de fréjol, en el primer ciclo, en la rotación BMB bajo NT fue 26,2 % mayor que bajo CT, y en el segundo ciclo el rendimiento de mazorca de maíz bajo NT fue 75 % mayor que bajo CT. Se analizaron además indicadores biológicos de la calidad del suelo, como son la fosfatasa ácida, β -glucosidasa, hidrólisis de diacetato de fluoresceína, carbono de biomasa microbiana (Cmic), respiración basal del suelo (BR), densidad de esporas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y contenido total de glomalina (TGRSP). La labranza y la rotación de cultivos mostraron efectos significativos sobre las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo. Hacia el final de las rotaciones de los cultivos, bajo NT, la BR duplicó su valor respecto a CT; la TGRSP aumentó un 18 % y un 32 % al final de BMB y BAB, respectivamente, mientras que la densidad de esporas de HMA aumentó un 308 % al final de BMB y un 461 % al final de BAB. Las propiedades generales del suelo definitivamente fueron mejores bajo NT en comparación con CT en este ensayo a largo plazo. Este es un estudio pionero, el cual incluyó al amaranto en sistemas de rotación con labranza, en suelos andinos del Ecuador. Se concluye que estos resultados son alentadores como esfuerzo e interés global por mejorar las características fisicoquímicas y biológicas del suelo. Adicionalmente, bajo NT se obtienen rendimientos de cultivos mejores y más sostenibles, siendo esta una motivación para su adopción por parte de los pequeños agricultores de la serranía ecuatoriana.

Palabras clave: amaranto, glomalina, hongos micorriza, labranza cero, materia orgánica del suelo.

Biocarbón como estrategia sustentable para la mejora de suelos agrícolas y el secuestro de carbono

Gustavo Curaqueo^{1,2}, Andrés Pérez-San Martín^{1,2,3}, Susana Cayunao², Danko Morovic², Felipe Catalán^{2,4}, Bastián Gutierrez^{2,4}, Aixa González⁵

¹Universidad Católica de Temuco. Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas & Núcleo de Investigación en Producción Alimentaria. Temuco, Chile. gcuraqueo@uct.cl

²Universidad Católica de Temuco. Grupo de Investigación en Sustentabilidad Agrícola. Temuco, Chile.

³Universidad Católica de Temuco. Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Temuco, Chile.

⁴Universidad Católica de Temuco. Carrera de Agronomía. Temuco, Chile.

⁵Universidad Católica de Temuco. Departamento de Procesos Industriales. Temuco, Chile.

Resumen

La utilización de enmiendas en suelos agrícolas es una práctica habitual en la agricultura, contribuyendo al mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas de los suelos. En este sentido el uso de biocarbón (BC) o carbono pirogénico, ha ganado popularidad en las últimas décadas ya que contribuye a la sustentabilidad de los agroecosistemas mediante la reutilización de residuos intraprediales, mejorando algunos parámetros del suelo, aumentando los rendimientos de los cultivos y contribuyendo al secuestro de carbono atmosférico. El proceso de producción de BC, llamado pirólisis, consiste en la descomposición térmica de residuos orgánicos, como la biomasa vegetal, en ausencia de oxígeno, dando como resultado la formación de un material carbonoso que puede ser utilizado en diferentes aplicaciones agrícolas. Una de las principales ventajas del BC es su capacidad para mejorar la calidad del suelo; al incorporarse al suelo, retiene humedad y nutrientes, manteniendo un ambiente favorable para el crecimiento de los cultivos. Además, el BC mejora la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y mejorando la aireación, favoreciendo el desarrollo de las raíces. Además de mejorar los suelos agrícolas, el BC tiene un impacto positivo en el medio ambiente. Durante el proceso de pirólisis, se produce una liberación de gases, incluyendo dióxido de carbono (CO₂). Sin embargo, debido a la naturaleza de la pirólisis, parte del carbono se retiene en forma de BC, pudiendo permanecer en el suelo durante largos períodos sin degradarse, lo que contribuye al secuestro de carbono y a mitigar el cambio climático. La aplicación de BC en la agricultura puede ser una estrategia efectiva para lograr una agricultura sostenible y amigable con el medio ambiente. Al mejorar la calidad del suelo, se puede aumentar la productividad de los cultivos, reducir la necesidad de fertilizantes químicos y disminuir la erosión del suelo. Además, el secuestro de carbono mediante el uso de BC ayudaría a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuiría a la mitigación del cambio climático. En resumen, el BC es una estrategia prometedora para la mejora de los suelos agrícolas y el secuestro de carbono, convirtiéndolo en una opción atractiva para la agricultura sostenible. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la aplicación de BC debe realizarse de manera adecuada, considerando factores como la dosis, la calidad del BC y las características del suelo, para maximizar sus beneficios en los agroecosistemas.

Palabras clave: biochar, enmiendas, sustentabilidad.

Los suelos negros de Latinoamérica. Principales amenazas sobre ellos y oportunidades que se presentan

Miguel Ángel Taboada^{1, 2, 3, 4}

¹Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Buenos Aires, Argentina.

mtaboada@agro.uba.ar; mtaboada@carbongroup.com.ar

²Carbon Group Agro-Climatic Solutions – SRL.

³Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.

⁴International Network on Black Soils – INBS.

Resumen

Latinoamérica cubre una superficie de 19,2 millones de km², ocupando casi toda la totalidad de Sudamérica y Centroamérica y parte del Caribe. Esta enorme región es una de las mayores reservas de biodiversidad del planeta, con sus correspondientes diversidades fisiográficas y paisajísticas. En el sistema mundial de clasificación taxonómica, los suelos negros se corresponden con tres grupos de suelos: Chernozems, Kastanozems y Phaeozems, aunque también Vertisols. Puede decirse que, si se exceptúan las áreas con clima tropical y subtropical no elevadas, los tres tipos de suelo están presentes en el resto de Latinoamérica, siendo más abundantes en las pampas y campos de la Argentina, Uruguay y Sur de Brasil, aunque también aparecen en áreas de montaña con suelos con alta materia orgánica. Al igual que lo que sucede en otras partes del mundo, los suelos negros de Latinoamérica son enormes reservas para la seguridad alimentaria, los almacenes de carbono y la biodiversidad edáfica. Sin embargo, dado su uso para cultivos y ganadería, se encuentran amenazados por procesos de erosión hídrica y eólica, deslizamientos de laderas de montañas, pérdidas de carbono orgánico, desbalance de nutrientes –más por déficits que por excesos–, acidificación, procesos de salinización y sodificación acentuados por desbalances hidrológicos por cambios de uso de la tierra, y pérdidas de biodiversidad edáfica y paisajística. Además de estas amenazas vigentes, hay otras más recientes que ya preocupan. Claramente, la polución de suelos y acuíferos por restos de pesticidas y de fertilizantes nitrogenados y fosforados. La pérdida de suelos fértils por urbanización es una amenaza que ya preocupa en los alrededores de grandes urbes con crecimiento poblacional no adecuadamente regulado. No obstante, se perciben interesantes oportunidades para los suelos negros de la región. Además de ser reservas de producción de alimentos para la seguridad alimentaria y las agroexportaciones, sus almacenes de carbono pueden ser recarbonizados por secuestro de carbono, con tasas de hasta 2 tn CO₂e ha⁻¹año⁻¹ con prácticas de manejo agrícola regenerativo, constituyendo una de las opciones basadas en la naturaleza más importantes para mitigar el cambio climático y alcanzar un objetivo de cero-neutralidad hacia 2050. En definitiva, los suelos negros de Latinoamérica son una reserva importante para la humanidad, siendo merecedores de atención por los decisores políticos con regulaciones adecuadas y apoyo a los agricultores para alcanzar objetivos de desarrollo sostenible.

Palabras clave: procesos de degradación, secuestro de carbono, mitigación del cambio climático.

La conversión de bosques nativos altera la diversidad de la biota edáfica y la calidad del suelo en paisajes montañosos tropicales del norte de Ecuador

Paulina Guarderas¹, Kerly Trávez¹, Alisson Pérez¹, Camilo Rosero¹, Joseph Ureta¹,
Camila Acosta¹, Stefan Brueck¹, Santiago Buitrón¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Biológicas. Quito, Ecuador.
apguarderas@uce.edu.ec

Resumen

Los cambios en el uso de la tierra provocan la pérdida del hábitat natural, afectando así a los procesos ecológicos y a los servicios ecosistémicos asociados al suelo. Sin embargo, esta temática ha recibido poca atención en los paisajes montañosos de los trópicos. En esta investigación evaluamos el impacto de la conversión de bosques nativos a otros usos del suelo (bosques plantados, pastos y cultivos) sobre la biodiversidad del suelo, funciones ecológicas y sus servicios ecosistémicos en un paisaje andino del norte de Ecuador. Utilizando técnicas observacionales y metagenómicas, comparamos la diversidad y abundancia de macroinvertebrados edáficos y microorganismos en suelos superficiales bajo estas categorías de uso del suelo. Además, estimamos diferentes parámetros para evaluar la estructura y calidad del suelo mediante mediciones *in situ* y enfoques de laboratorio. El área de estudio corresponde a la parroquia La Esperanza del cantón Pedro Moncayo (provincia de Pichincha) y se replicó en diez lugares de muestreo, seleccionados aleatoriamente, en cada categoría de uso del suelo. La hipótesis planteaba que los bosques nativos presentarían comunidades edáficas más diversas y equitativas, que sustenten una gama más amplia de funciones y servicios ecosistémicos que los ambientes antrópicos. Los resultados mostraron que la estructura y composición de las comunidades de macroinvertebrados edáficos diferían significativamente entre los sitios forestados y no forestados. Sin embargo, la microbiota del suelo en pastos y bosques nativos mostró patrones de diversidad similares, que diferían significativamente de los bosques plantados y los monocultivos. Se encontraron fuertes correlaciones entre biomasa, respiración microbiana y parámetros fisicoquímicos como pH, carbono orgánico (CO), materia orgánica (MO), nitrógeno (N), densidad aparente y humedad del suelo. Los bosques nativos demostraron los promedios más altos seguidos por los pastos y los monocultivos, dejando a los bosques plantados con los valores más bajos en diferentes parámetros de calidad del suelo. Estos hallazgos demostraron una pérdida significativa de biodiversidad taxonómica y funcional, además de una degradación importante de la calidad del suelo en ambientes antrópicos, especialmente monocultivos y bosques plantados. Estos resultados destacan el riesgo asociado a las tendencias actuales de pérdida de bosques nativos y conversión a sistemas gestionados en ecosistemas de alta montaña en los trópicos, ilustrando cómo estas alteraciones podrían causar pérdida de biodiversidad y degradación de los atributos fisicoquímicos de la salud del suelo. Adicionalmente, esta investigación contribuye a la comprensión del valor ecológico de los bosques nativos como reservorio de biodiversidad local para asegurar la provisión de múltiples servicios ecosistémicos en ecosistemas andinos.

Palabras clave: Andes tropicales, biodiversidad del suelo, cambio de uso del suelo, servicios ecosistémicos.

Función de la biota edáfica en la nutrición y sanidad de musáceas

Martha Bolaños-Benavides¹, Carmen Chavarro¹, Luis G. Bautista¹

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. Colombia.
mmbolanos@agrosavia.co

Resumen

En los escenarios actuales de cambios globales, como el cambio climático, que afectan la salud de los agroecosistemas, es crucial preservar las funciones básicas que conducen a mantener servicios ecosistémicos: producción de alimentos, ciclaje de nutrientes, hábitat de organismos, retención de carbono, purificación del agua, reducción de contaminantes del suelo. Otros servicios ecosistémicos, como la fertilidad del suelo, mejoran con el incremento en la productividad agrícola, gracias al flujo de biomasa, fijación biológica de nitrógeno, acción de micorrizas y otros biofertilizantes. Los microorganismos participan en ciclos biogeoquímicos, mineralizan la materia orgánica, almacenamiento de carbono en suelos, en la adaptación al cambio climático y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, así como en el biocontrol, biorremediación y salud humana. Para conservar los servicios ecosistémicos que proporciona el suelo, es fundamental implementar prácticas de manejo sostenible que conduzcan a mantener o aumentar la actividad de la biota edáfica, que comprende: nemátodos, ácaros, colémbolos, escarabajos y lombrices, además de microorganismos: protistas, bacterias, actinomicetos y hongos. Estos organismos desempeñan un papel importante tanto en la nutrición como en la sanidad de plantas. En la nutrición de las plantas, la biota edáfica participa en la meteorización de las rocas mediante la acción de líquenes, hongos y bacterias. Además, solubilizan fósforo, potasio y mejoran la absorción de nutrientes esenciales para los cultivos. Los hongos micorrílicos arbusculares (HMA), simbiontes mutualistas asociados a raíces de plantas, extienden su micelio, aumentando el volumen de suelo explorado, junto con los fijadores de nitrógeno y solubilizadores de P, y mejoran el crecimiento, desarrollo y rendimiento de las plantas. En la sanidad de las plantas, la biota edáfica actúa como controladora biológica de fitopatógenos; los HMA compiten por espacios en raíces de musáceas con nemátodos fitoparásitos; se ha observado disminución en poblaciones de *Helicotylenchus* sp. y *Pratylenchus* sp. En estos cultivos, *Trichoderma* spp. inhibió la acción de *Ralstonia solanacearum*, bacteria causante del moko. Así, el uso sostenible de la biota edáfica permite reinventar los sistemas agrícolas y hacerlos más eficientes y resilientes. Según investigaciones en diversos cultivos y zonas agroecológicas, los suelos biodiversos y la fertilización integrada, incluyendo biofertilización, reducen la dependencia de los agricultores por insumos externos, mejoran la actividad microbiana y promueven la nutrición y salud de los cultivos, ahorrando, a su vez, costos de producción en agroquímicos. Comprender el rol de los organismos en la provisión de servicios ecosistémicos es fundamental para una intensificación agrícola que integra bioeconomía respetuosa con la biodiversidad. Para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional en nuevos sistemas agroalimentarios, se requiere un cambio cultural en la educación, enfatizando en los niños, como futuros propietarios, trabajadores o profesionales del sector agrícola, que habitarán, producirán y conservarán el suelo, contribuyendo al bienestar y la sostenibilidad de la sociedad.

Palabras clave: biocontroladores, biodiversidad, biofertilizantes, microorganismos.

Medidas de mejoramiento de suelos para aumentar la resiliencia de la producción bananera contra enfermedades como Foc R4T y el uso de agentes de control biológico

Gustavo Adolfo Rodríguez Yzquierdo¹, Juan Camilo Gómez Correa¹, Rommel Igor León Pacheco¹, Mauricio Soto Suárez¹, Sandra Lorena Carmona Gutiérrez¹, Mónica Betancourt Vásquez¹

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. Centro de Investigación Tibaitatá. Sede Central. Mosquera, Cundinamarca, Colombia.
grodriguezy@agrosavia.co

Resumen

La presencia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Raza 4 Tropical (Foc R4T) en América Latina representa una alarma para la producción de musáceas en los diferentes países de la región. En Colombia, desde el año 2019, con la confirmación del patógeno se ha desarrollado una agenda de investigación, dentro de la cual, uno de los componentes es el manejo y contención de la enfermedad. Las estrategias en este aspecto han sido orientadas hacia la comprensión de los factores edáficos predisponentes de la enfermedad, evaluaciones de la epidemiología y comportamiento de la incidencia de Foc R4T en las fincas con estatus cuarentenario, la proyección del mapeo de susceptibilidad de tierras de Colombia a la enfermedad, la evaluación de microorganismos con potencial de biocontrol en ensayos controlados y, finalmente, las estrategias de manejo integrado en campo enfocadas a zonas presentes y libres del patógeno. Para ello, se han desarrollado una serie de experimentaciones en diferentes centros de investigación de la mano con el sector productivo y con el apoyo y seguimiento del Instituto Agropecuario Colombiano (ICA), que ha permitido generar una línea base de información robusta, con validación científica y técnica de los resultados que sirven de referencia para todos los países de la región productores de banano y plátano. Los factores edáficos predisponentes encontrados permiten establecer que hay ciertas propiedades químicas, físicas y biológicas que favorecen la presencia e incidencia de la enfermedad, entre ellas: suelos con bajos contenidos de materia orgánica, calcio, magnesio y zinc, así como suelos compactos y de pobre drenaje, expresados a través de densidades aparentes altas y conductividad hidráulica saturada baja, respectivamente. De igual modo, suelos con menor riqueza, diversidad y actividad microbiana constituyen suelos conductivos para la enfermedad. En cuanto al uso de microorganismos de control biológico, se han realizado diferentes evaluaciones que han permitido la identificación y selección de bioinsumos promisarios con buen comportamiento frente a la enfermedad y que han sido integrados en un enfoque de bioprotección de material vegetal en etapa de vivero y, adicionalmente, la aplicación en esquemas de manejo en campo para mitigar los efectos del patógeno. Con esta información se han ido generando estrategias de manejo del suelo para enfocarlos hacia la supresividad y permitir condiciones menos favorables para el patógeno y más adecuadas para el cultivo. Las investigaciones siguen en desarrollo para tener una validación robusta de los resultados; no obstante, el sector productivo de banano y plátano en Colombia es consciente de los retos que implica el manejo integrado de la enfermedad, la importancia del trabajo conjunto y colaborativo, así como la generación de conocimiento científico que permita mejorar la resiliencia de los diferentes sistemas productivos de musáceas en Colombia.

Palabras clave: calidad y salud de suelo, musáceas.

Ponencias orales

Monitoreo espacio-temporal de la erosión hídrica en la cuenca de la Amazonía ecuatoriana

Javier Martín¹, Jurgen Baumann², William Muyulema³, Oscar Calahorran³, Mayesse da Silva¹

¹Alianza Bioversity - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia.
j.m.martin@cgiar.org

²Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Especialista en servicios ecosistémicos y agua para la agricultura. Colombia.

³Ministerio de Agricultura y Ganadería. Unidad de Suelos. Ecuador.

Resumen

La cuenca ecuatoriana del Amazonas, a pesar de su relieve mayormente plano o ligeramente ondulado y su densa cobertura vegetal, enfrenta un riesgo latente de degradación de los suelos debido a la erosión, ocasionada por factores como la deforestación, la acción agropecuaria, la expansión urbana, la extracción de recursos naturales y el cambio climático. Este fenómeno, de no ser controlado, puede volverse catastrófico para el ecosistema amazónico, razón por la cual, es fundamental estimar, cuantificar y monitorear su proceso. La cuenca amazónica de Ecuador abarca alrededor de 120.000 km², lo que plantea la necesidad de un monitoreo efectivo de los procesos erosivos para respaldar la gestión sostenible de los suelos a nivel nacional e internacional. El uso de tecnologías geoespaciales y datos de satélite desempeñan un papel crucial en la observación y el monitoreo del medio ambiente. Estas tecnologías permiten el seguimiento de la superficie terrestre, la identificación de eventos medioambientales y la reducción de costos en la recopilación de datos. El acceso cada vez más amplio a imágenes de satélite ha impulsado el desarrollo de modelos para el monitoreo de la degradación y erosión de los suelos. El objetivo es desarrollar una herramienta de monitoreo espacio-temporal de la erosión hídrica laminar en la cuenca del Amazonas ecuatoriano. Este proyecto utiliza el método RUSLE (Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada) como base para evaluar la erosión. Diversos índices espectrales, como el Índice de Suelo Desnudo, son analizados a diferentes escalas espacio-temporales para identificar y clasificar áreas de alto riesgo de erosión, es decir, áreas con suelos desnudos propensos a la erosión. Se cuantifica la erosión potencial generada por estas áreas y se evalúan sus efectos en la cuenca amazónica ecuatoriana. Uno de los aspectos destacados de este proyecto es la creación de una aplicación web basada en Google Earth Engine (GEE). Esta aplicación permitirá el monitoreo continuo de la erosión, facilitando el acceso y la interacción de los usuarios con los datos y resultados obtenidos. Además, se prevé la posibilidad de expandir esta herramienta a otras regiones, ampliando su alcance y utilidad en la gestión de la erosión del suelo.

Palabras clave: erosión, índices, monitoreo de erosión, satélite, teledetección.

Mapa digital de fertilidad química de los suelos del Ecuador continental

Javier Martín¹, Wilmer Jiménez², Mayesse da Silva¹, Oscar Calahorrano², Juan Caicedo¹

¹Alianza Bioversity - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Colombia. j.m.martin@cgiar.org

²Ministerio de Agricultura y Ganadería. Unidad de Suelos. Ecuador.

Resumen

El proyecto de codesarrollo entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Ecuador, en colaboración con la Alianza Bioversity, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Fundación EcoCiencia, arrojó resultados notables al abordar la degradación de los suelos en el país. Su objetivo principal fue la creación del “Mapa digital de fertilidad química de los suelos del Ecuador continental”. Los resultados del mapa son reveladores, ya que ponen de manifiesto la significativa variabilidad en la fertilidad química de los suelos ecuatorianos. Las provincias costeras, encabezadas por Manabí (33,8 %), Santa Elena (26,34 %), Los Ríos (20,78 %), Guayas (17,75 %), Esmeraldas (13,69 %) y El Oro (9,28 %), se destacaron con porcentajes muy altos en la categoría de fertilidad “Muy alta”. Por otro lado, las provincias de la Sierra exhibieron valores inferiores al 4 % de su superficie en esta categoría. En la categoría de fertilidad “Alta”, todas las provincias de la Sierra y de la Costa mostraron porcentajes superiores al 37 % de su superficie. Por último, las provincias de la Amazonía lideraron en la categoría de fertilidad “Media”, con valores superiores al 68 % de su superficie. Las categorías de fertilidad “Baja” y “Muy baja” englobaron a todas las provincias continentales, enfatizando la diversidad en la fertilidad química de los suelos ecuatorianos. Este mapa, con una resolución espacial de 30 metros, no solo es una herramienta valiosa para la toma de decisiones a nivel nacional, provincial, cantonal y parroquial, sino que también es esencial para la planificación de proyectos agrícolas y de gestión sostenible del suelo. No obstante, es importante subrayar que, para proporcionar recomendaciones precisas de fertilización, se debe llevar a cabo un análisis de muestras de suelo en cada lote o finca, seguido de recomendaciones específicas basadas en estos datos. En resumen, los resultados de esta colaboración entre el MAG, la Alianza Bioversity, el CIAT y la Fundación EcoCiencia son notables y resaltan la diversidad en la fertilidad química de los suelos ecuatorianos. Este “Mapa digital de fertilidad química de los suelos del Ecuador continental” se convierte en una herramienta esencial para abordar la degradación del suelo, promover la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola, y contribuir a la lucha contra el cambio climático al proporcionar información precisa y detallada sobre la salud de los suelos, expresada en porcentajes que reflejan claramente la situación en cada región del país.

Palabras clave: cambio climático, degradación de suelos, resolución espacial, salud de los suelos, seguridad alimentaria.

Cartografía y datos geográficos de suelos en el desarrollo territorial, caso de estudio proyecto capacidad de acogida

Gabriela Cascante Almeida¹, David Reyes Pozo¹

¹Instituto Geográfico Militar. Quito, Ecuador.
gabriela.cascante@geograficomilitar.gob.ec

Resumen

La población en el Ecuador desde 1950 ha incrementado su tamaño en más de cuatro veces. En el año 1952 el número de habitantes era de 3,2 millones, en el 2010 se registró 14,5 millones de habitantes, mientras que en el año 2022 la población alcanzó 18 millones de habitantes. Este crecimiento poblacional trae como consecuencia el asentamiento humano o actividades de cualquier tipo, principalmente, en zonas planas con alta susceptibilidad a inundaciones (llanuras aluviales) y/o en laderas con alta susceptibilidad a deslizamientos; amenazas que, entre los años 1970 y 2010, han cobrado 1.800 víctimas y hasta 40 mil viviendas afectadas. Como ejemplo de los desastres ocurridos, se puede señalar el aluvión suscitado en el sector de La Gasca (ciudad de Quito), así como las fuertes inundaciones en las provincias de Guayas, Esmeraldas y Manabí. Por otro lado, la geoinformación temática disponible en el país se encuentra a mediana y pequeña escala, dificultando la toma de decisiones, ya que, por ejemplo, al realizarse el plan de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT) se ha tenido una falsa perspectiva del fenómeno de expansión urbana. Por lo antes mencionado, el Instituto Geográfico Militar (IGM) está ejecutando el proyecto “Determinación de la capacidad de acogida del territorio con fines de desarrollo urbano mediante la generación de geoinformación temática a escala 1:5000”, generando información de 200 cabeceras cantonales (10.267,35 km²); basados, metodológicamente, en el dato espacial para realizar el análisis de las formas del relieve y uso de las tierras, y en datos tomados en campo, principalmente, de suelos. De esta forma, se está generando cartografía y datos geográficos de suelos, así como también de temáticas como geomorfología, capacidad de uso de las tierras, cobertura y uso, densidad poblacional, nivel de instrucción, disponibilidad de servicios básicos y nivel socioeconómico. A través de los cuales –sobre todo biofísica– y teniendo en cuenta la importancia del dato que se transformará en información y posteriormente en conocimiento, se produce temáticas de conocimiento geoespacial: aptitud física constructiva, conflictos de uso y capacidad de acogida (CA). Esta cartografía y datos geográficos son insumos para la formulación y ejecución objetiva de los PDOT y los planes de uso y gestión del suelo (PUGS) a nivel de gobiernos autónomos descentralizados, puesto que podrán efectuar un mejor análisis sobre la distribución y disposición del territorio, identificando zonas idóneas para levantar la infraestructura pública y los planes de vivienda de interés social; actuando de forma oportuna para prevenir y mitigar el impacto o daños ante la presencia de cualquier tipo de amenazas, beneficiando así a aproximadamente 8,7 millones de habitantes.

Palabras clave: amenazas, capacidad de uso de las tierras, conflictos de uso, geoinformación.

Compostaje de lodos de salmonicultura para la elaboración de enmendadores de suelos

Andrés Pérez-San Martín^{1,2}, Susana Cayunao², Aixa González³, Felipe Catalán^{2,4},
Bastián Gutierrez^{2,4}, Danko Morovic², Gustavo Curaqueo^{2,5}

¹Universidad Católica de Temuco. Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Temuco, Chile. andres.perez.sanmartin@uct.cl

²Universidad Católica de Temuco. Grupo de Investigación en Sustentabilidad Agrícola. Temuco, Chile.

³Universidad Católica de Temuco. Departamento de Procesos Industriales. Temuco, Chile.

⁴Universidad Católica de Temuco. Carrera de Agronomía. Temuco, Chile.

⁵Universidad Católica de Temuco. Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas & Núcleo de Investigación en Producción Alimentaria. Temuco, Chile.

Resumen

La industria de la salmonicultura en Chile reporta un constante crecimiento y se posiciona como un exponente mundial en la producción de salmonídos. Dentro de este sistema productivo se generan residuos en forma de lodos constituido por las heces y el alimento no digerido. Así, el contenido de materia orgánica y nutrientes de estos residuos hacen posible un enfoque hacia la economía circular y su revalorización a través del proceso de compostaje para la obtención de enmiendas para suelos agrícolas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar los aspectos fisicoquímicos y bioquímicos del proceso de compostaje de lodos de salmonicultura para la generación de un enmecedor orgánico para suelos de interés agrícola. El compostaje se realizó en composteras de eje rotatorio de 200 L durante 120 días con monitoreo de temperatura y humedad. La transformación de la materia orgánica se evaluó mediante técnicas de termogravimetría (TGA y DrTGA) y espectroscopía (UV-Vis, IR y fluorescencia). Durante el proceso fue relacionada la transformación de fracciones de fósforo con parámetros bioquímicos como la actividad enzimática (Fluoresceína diacetato - FDA, β -glucosidasa y fosfatasa), la producción de ácidos orgánicos y la sucesión de las comunidades microbianas. A su vez, el compost terminado se analizó a través de metodologías TMECC (Test method for the examination of composting and compost) y un ensayo de germinación en rabanito (*Raphanus sativus*). Los resultados muestran que durante la fase termofílica la pila de compostaje alcanzó temperaturas >55 °C, favoreciendo la eliminación de patógenos y disminuyendo la viabilidad de semillas de malezas. El compost maduro mostró un alto contenido de fósforo ($59,0 \pm 3,1$ g kg⁻¹) y materia orgánica ($67,1 \pm 0,4\%$). La transformación de la materia orgánica reportó aumentos en la síntesis de sustancias húmicas y la condensación de grupos aromáticos polares. Los análisis enzimáticos muestran una alta actividad microbiana hacia el final del compostaje ($36,62 \pm 1,48$ μ g F g⁻¹ h⁻¹) y una actividad predominante de la fosfatasa alcalina ($147,97 \pm 7,00$ μ g P NP g⁻¹ h⁻¹). Esto, sumado a la presencia de ácidos orgánicos (ácido oxálico, málico y cítrico) y la presencia de microorganismos solubilizadores de fosfatos (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Candida*, *Aspergillus* y *Penicillium*) fueron asociados al aumento de la fracción lábil de P y el P biomásico. Finalmente, esta investigación se posiciona como un primer reporte a la valorización de residuos del sector acuícola en Chile a través del compostaje para la generación de enmiendas fosforadas con alto contenido de materia orgánica y actividad metabólica.

Palabras clave: compostaje, fertilización orgánica, enmecedor de suelos.

El encalado y su relación con la fertilidad de suelos ácidos ecuatorianos

Soraya Alvarado-Ochoa¹, Juana Chico¹, José Espinosa², Marco Rivera¹, Juan Córdova³, Franklin Valverde³

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.

spalvarado@uce.edu.ec

²Consultor independiente. Quito, Ecuador.

³Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador.

Resumen

Una importante área de los suelos de Ecuador son ácidos, condición que limita la productividad de los cultivos. La acidez se controla aplicando materiales alcalinizantes a través de la práctica agrícola denominada encalado. A pesar de que el encalado es una práctica común en los suelos del país, todavía se requiere determinar cuáles serían los cambios en los parámetros químicos del suelo inducidos por la aplicación de cal y cuál sería la dosis adecuada para controlar la acidez; especialmente en suelos con prevalencia de coloides de carga variable. Se presentan los resultados de dos ensayos independientes, uno realizado en invernadero (E-1) y otro en laboratorio (E-2), que se establecieron para evaluar el efecto del encalado sobre las propiedades químicas de suelos ácidos del Ecuador, que definen en buena medida su fertilidad. Se tomaron muestras de suelo del horizonte superficial y se analizó pH, capacidad de intercambio catiónico (CIC), saturación de bases (SB), densidad de carga en la superficie de los coloides (DCC), contenido de acidez intercambiable ($Al^{3+}+H^{+1}$) y aluminio intercambiable (Al^{+3}), calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}) y potasio (K^{+}), luego de un periodo de incubación. Se evaluaron suelos ácidos provenientes de diversos sitios de Ecuador, en el E-1 se utilizaron siete suelos y en el E-2 cinco. Se aplicaron nueve dosis de carbonato de calcio (0 - 12 t ha^{-1}) en el E-1 y ocho dosis (0 - 10 t ha^{-1}) para el E-2. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial (7 x 9) con tres repeticiones en el E-1; mientras que, en el E-2 un diseño completamente al azar con ocho tratamientos y tres observaciones. Los resultados indicaron una relación directa entre las dosis crecientes de cal y el aumento progresivo de pH, CIC, SB y el contenido de Ca^{+2} , pero se detectó una reducción en $Al^{3+}+H^{+1}$, Al^{+3} , Mg^{+2} y K^{+} en todos los suelos evaluados en los dos ensayos. Se encontró una consistente mayor capacidad tampón para pH (resistencia a cambio de pH) asociada con los suelos derivados de cenizas volcánicas y con mayor contenido de materia orgánica (suelos de carga variable). Todos los suelos estudiados en el E-2 mostraron predominancia de coloides con alta densidad de carga superficial y punto de carga neta cero (PZNC) por debajo de su pH natural, condiciones que favorecen la CIC, particularidad inherente a los suelos de carga variable. Se concluye que la magnitud del efecto del encalado sobre las propiedades químicas del suelo y su fertilidad guarda relación directa con el tipo de suelo que se refleja en un mayor incremento de la densidad de carga negativa y, consecuentemente, más alta capacidad de retención de cationes en suelos con predominio de coloides de carga variable. Por otro lado, se determinó que en los suelos de carga variable la dosis adecuada de cal depende de la capacidad tampón.

Palabras clave: acidez intercambiable, cal, carga superficial, coloides de carga variable.

Evaluación del rendimiento del grano con los tres híbridos asociados con tres niveles de fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz entre lluvia natural durante la estación lluviosa, y la aspersión y goteo por fertirriego durante la estación seca en un suelo vertisol

Kentaro Tomita^{1,2}, Jaime Proaño¹, Cristian Gómez¹

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Facultad de Ciencias de la Vida. Guayas, Ecuador. ktomita@espol.edu.ec

²Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Japón.

Resumen

Se evaluaron tres híbridos de maíz bajo tres niveles de fertilización nitrogenada (50, 100 y 150 kg de N ha⁻¹) durante la estación lluviosa, y la estación seca en la Granja Experimental Agrícola de la ESPOL (Escuela Superior Politécnica del Litoral), en Guayas-Ecuador. También se estudió la comparación de aspersión y goteo por fertirriego en la estación seca teniendo en cuenta el ahorro de agua irrigada. El suelo donde se implementó el experimento se clasifica como Vertisol y es conocido como de alta fertilidad, teniendo en cuenta su alto contenido de minerales arcillosos tipo 2:1, tales como la montmorillonita y/o ilita. Con una CIC y saturación de bases en la superficie de 43,9 meq 100g⁻¹ y 99,4 %, respectivamente. Los híbridos que se experimentaron fueron: Pioneer 4039 (P4039), Advanta 9313 (AV9313) y Advanta 9139 (AV9139). En el área experimental, se aplicaron tres niveles de fertilización nitrogenada (50, 100 y 150 kg N ha⁻¹), 50 kg de P₂O₅ ha⁻¹ y 50 kg de K₂O ha⁻¹, respectivamente. En la estación lluviosa, como característica agronómica, se observó diferencia significativa al 1% no solo para el híbrido, sino también para los niveles de nitrógeno, así como en la longitud de hoja, obteniendo el más alto valor para AV9139. Al igual que el caso anterior, para el rendimiento del grano con 14 % de humedad, se observó una diferencia significativa al 5 % para la interacción. Aunque el más alto rendimiento fue para el AV9139, se observó una tendencia negativa con la mayor dosis de nitrógeno; recomendando el híbrido AV9139 con la aplicación de 50 kg N ha⁻¹ de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis económico. En la estación seca, sobre el rendimiento del grano con 14 % de la humedad, se observó la diferencia significativa al 1 % para el sistema de riego y al 5 % para el híbrido. Aunque el más alto rendimiento fue para AV9139, se encontró una tendencia negativa con la dosis creciente de nitrógeno; recomendando el híbrido AV9139 con la aplicación de 50 kg N ha⁻¹ en fertirriego.

Palabras clave: beneficio neto, fertilización química, híbridos, fertirrigación.

El bambú como un recurso que ayuda a la recuperación de suelos

Pablo Jácome Estrella¹

¹Organización Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR). pjacome@inbar.int

Resumen

El bambú es parte integral de muchos ecosistemas naturales y agrícolas en las zonas tropicales y subtropicales. Con más de 1.642 especies distribuidas globalmente, es reconocida como una de las plantas de más rápido crecimiento, versatilidad e integralidad. Este pasto gigante posee cualidades que lo hacen ideal para restaurar tierras degradadas o afectadas por factores externos como la minería. Su sistema de raíces altamente fibrosas, que se extienden hasta una profundidad de 60 centímetros, desempeña un papel crucial al estabilizar suelos sueltos y prevenir la erosión. Incluso cuando la biomasa superficial se destruye, por ejemplo, debido a incendios, el bambú es capaz de sobrevivir y restaurar rápidamente la productividad de las tierras desnudas en un corto período. Asimismo, posee un amplio dosel de hojas perennes, y parte de ellas se depositan en la superficie del suelo, formando una capa de materia orgánica que juega un papel relevante en el mantenimiento y mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas, recuperando así su capacidad de infiltrar agua y acoger nutrientes. En los últimos años se han documentado estudios sobre los beneficios del bambú para la restauración de tierras en países como China, Colombia, Perú, Ghana, India, Nepal, Sudáfrica, Tanzania, Tailandia, entre otros. Por ejemplo, los resultados obtenidos en Colombia demostraron que el plantar bambú guadua en suelos degradados mejoró la calidad de estos, disminuyendo la compactación a más de la mitad. Además, este suelo resultó más poroso, con una densidad aparente más baja, restaurando rápidamente funciones ecológicas cruciales, incluida la regulación del agua y el reciclaje de nutrientes. INBAR ha sido parte de estos estudios, y por ello apoya técnicamente a sus 50 países miembros en la inclusión del bambú en programas de manejo sostenible del suelo y en la recuperación de 5 millones de hectáreas de tierras degradadas con el uso del bambú, compromiso adquirido por sus integrantes.

Palabras clave: restauración, tierras degradadas

Efecto de dos sistemas de labranza sobre las propiedades biológicas en un suelo bajo tres especies vegetales - segundo ciclo

Venancio Arahana¹, Melanie Herrera¹, Soraya Alvarado-Ochoa¹, Aníbal Pozo¹,
Eulalia Vasco¹, Manuel Pumisacho¹, Marco Rivera¹, Juan Pazmiño¹, José
Espinosa²

¹Universidad Central del Ecuador (UCE). Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador. varahana@uce.edu.ec

²Consultor independiente. Quito, Ecuador.

Resumen

La reiterada aplicación de prácticas agrícolas convencionales ha conducido al deterioro de los suelos, lo que se evidencia por la reducida fertilidad y productividad. Por otro lado, se ha observado que la siembra directa y la rotación de cultivos tienen efectos positivos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, por lo que se constituyen en restauradores edáficos. Adicionalmente, los microorganismos y la biomasa microbiana son considerados indicadores de la salud del suelo. En este contexto, con la finalidad de evaluar a largo plazo el efecto de estas prácticas de conservación, la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador estableció un ensayo en el Campo Docente Experimental “La Tola”, que al momento se encontraba en su segundo ciclo de evaluación. El objetivo de la presente investigación fue determinar la influencia de dos sistemas de labranza (convencional y siembra directa) y la rotación de tres especies vegetales (maíz, fréjol y cebada), en el segundo ciclo de aplicación, sobre la biomasa microbiana y la abundancia y diversidad de hongos y bacterias. El ensayo fue dispuesto en un diseño de parcela dividida, donde la parcela grande albergó el esquema de rotación de cultivos y la parcela pequeña los sistemas de labranza. A la cosecha, se tomaron muestras de suelo en cada unidad experimental, en las cuales se midió la biomasa microbiana. Para medir la diversidad y abundancia de microorganismos, las muestras individuales fueron unidas para obtener una sola muestra por tratamiento. La biomasa microbiana se determinó por el método de fumigación-incubación; y la abundancia y diversidad de microorganismos mediante análisis metagenómico, por secuenciación de amplicones de PCR de los genes 16S e ITS (región intergénica transcrita). Se calculó el ADEVA y las pruebas de significación de Tukey 5 % para biomasa microbiana y el índice de Chao y Shannon para abundancia y diversidad de microorganismos. Se encontró un efecto altamente significativo de los sistemas de labranza sobre la biomasa microbiana, siendo la SD la de mejor respuesta. Además, las rotaciones también presentaron un efecto significativo, con R4 (fréjol-fréjol) en el rango de significancia superior. En cuanto a la abundancia microbiana se observó que en SD predominan hongos y bacterias benéficos, mientras que en LC predominan microorganismos fitopatógenos como *Fusarium* sp. Para rotaciones, los resultados más favorables se evidenciaron en la R4, existiendo mayor presencia de bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrílicos; por el contrario, la R2 (cebada-cebada) presenta una mayor cantidad de hongos y bacterias fitopatógenas. El índice de Shannon es mayor en SD, tanto para hongos como para bacterias, en tanto que no hay diferencias para rotaciones.

Palabras clave: siembra directa, rotación de cultivos, biomasa microbiana.

Efecto de fertilizantes químicos nitrogenados y mezclas con leguminosas en la extracción de nutrientes del raigrás perenne (*Lolium perenne*) en Ecuador

Francisco Gutiérrez¹, Mónica Sacido², Susana Feldman², Soraya Alvarado-Ochoa¹, Arnulfo Portilla¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito. Ecuador.
fgutierrez@uce.edu.ec

²Universidad Nacional de Rosario. Carrera de Ciencias Agrarias. Argentina.

Resumen

La extracción de minerales de un cultivo determina la magnitud de la reposición de nutrientes al suelo, para mantener su fertilidad. El objetivo fue evaluar la extracción de minerales del raigrás perenne (Rp) (*Lolium perenne*) con diferentes fuentes nitrogenadas y mezclas de Rp con trébol blanco (Tb) (*Trifolium repens*) y trébol rojo (Tr) (*Trifolium pratense*). Se realizaron dos experimentos simultáneos; en el primero (Ex1) se sembró monocultivo de Rp y se evaluó las fuentes de nitrógeno (N) (urea, urea de lenta liberación, nitrato de amonio, N foliar, nitrato de amonio + N foliar y un control sin aplicación) a una dosis de 20 kg N ha⁻¹ corte⁻¹; y en el segundo (Ex2) se evaluó la mezcla de Rp con Tb (2,5 y 5,0 kg ha⁻¹), con Tr (2,5 y 5,0 kg ha⁻¹), y con una combinación de Tb y Tr (2,5 kg ha⁻¹) y un control sin asociación. Los experimentos se replicaron en dos sitios (Machachi [Mc] - cantón Mejía y Tumbaco [Tm] - cantón Quito). Los tratamientos en los dos experimentos se distribuyeron bajo un diseño de bloques al azar con tres réplicas y se evaluó durante 12 meses. Se determinó la extracción de minerales (EM) a nivel foliar de N, fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) en kg ha⁻¹ año⁻¹. Los resultados indican que para el Ex1 en los dos sitios el control y en N foliar tienen una menor EM, y no se observan diferencias significativas entre las fuentes nitrogenadas evaluadas ($p < 0,05$). El K y N se extraen en mayor cantidad con 1.368 y 911 kg ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente, seguidos del P y Ca con 192 y 182 kg ha⁻¹ año⁻¹; en el mismo orden y en menor cantidad el Mg con 91 kg ha⁻¹ año⁻¹. En general, en Tm al tener un mayor rendimiento de biomasa se tiene una mayor EM. Para el Ex2 en los dos sitios, el control registra una menor EM, y no se observan diferencias significativas entre las mezclas de Rp con Tb o Tr. De manera similar el K y N se extraen en mayor cantidad con 1.375 kg ha⁻¹ año⁻¹ y 1.047 kg ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente, seguidos del P y Ca con 175 y 248 kg ha⁻¹ año⁻¹; en el mismo orden y en menor cantidad el Mg con 94 kg ha⁻¹ año⁻¹. En conclusión, el K y N son los nutrientes mayoritariamente extraídos en los dos experimentos, sin embargo, se debe recalcar que la extracción del N en el Ex2, derivado principalmente de la fijación biológica, es mayor comparado con la extracción del N en el Ex1, proveniente fundamentalmente de la aplicación de fertilizantes nitrogenados.

Palabras clave: mezclas forrajeras, ganadería, pastoreo, fertilización nitrogenada.

Evaluación y comprensión de la contaminación por arsénico en suelos agrícolas y sedimentos lacustres de la parroquia Papallacta, Ecuador, a través de índices ecotoxicológicos

Paúl Andrés Jiménez^{1,2}, Ximena Díaz³, Marx Leandro Naves Silva¹, Anyela Vega^{1,4}, Beatriz Macêdo Medeiros¹, Nilton Curi¹

¹Universidad Federal de Lavras (UFLA). Departamento de Ciencias del Suelo. Lavras, Brasil. paul.jimenez@estudante.ufla.br

²Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Geología y Petróleo. Quito, Ecuador.

³Escuela Politécnica Nacional. Departamento de Metalurgia Extractiva. Quito, Ecuador.

⁴Universidad Nacional de Moquegua. Laboratorio de Contaminantes Orgánicos y Medio Ambiente del IINDEP. Moquegua, Perú.

Resumen

La acumulación de arsénico (As), un metaloide tóxico y carcinogénico, en suelos destinados a la agricultura ha emergido como un reto de alcance global. Las fuentes de As en los suelos pueden ser tanto de origen antropogénico como natural. El empleo de aguas contaminadas para el riego de cultivos y vegetales constituye la principal vía de incorporación de As en la cadena alimentaria humana, generando un potencial riesgo para la salud. En este estudio, se llevó a cabo una evaluación de las concentraciones de As en suelos agrícolas en la parroquia rural de Papallacta, ubicada a 67 kilómetros al oriente de la ciudad de Quito, en la región nororiental de Ecuador. Las descargas de aguas subterráneas poco profundas y aguas geotermiales con altas concentraciones de As se emplean frecuentemente para el riego, elevando los niveles de As en los suelos agrícolas de la región. Se analizó las concentraciones de As en suelos agrícolas de cuatro sectores de Papallacta (Barrios centro, Baños, Chalpi y el Tambo) y en los sedimentos de la laguna de Papallacta mediante la técnica de ICP-MS (espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente), el objetivo fue evaluar la calidad ambiental y la contaminación de los suelos agrícolas mediante índices de calidad ambiental como el índice de geoacumulación, el factor de enriquecimiento y el factor de contaminación que categorizan los niveles de contaminación. Los niveles promedio de As en los suelos agrícolas de las cuatro áreas estudiadas oscilaron entre 20,4 y 43,0 mg kg⁻¹, mientras que en los sedimentos de la laguna de Papallacta se registraron valores más elevados en un rango de 16,8 a 102,4 mg kg⁻¹; todos excedieron el límite permisible establecido por la legislación ambiental ecuatoriana para uso agrícola (12,0 mg kg⁻¹). Los resultados del estudio en los cinco sitios estudiados indicaron niveles de enriquecimiento de As geogénico bajo a moderado, suelos enriquecidos naturalmente y contaminación moderada a considerable. El estudio revela que las concentraciones elevadas de As en los suelos se encontraron principalmente en áreas que están influenciadas por descargas geotermales. Estos resultados ilustran la importancia de realizar más investigaciones sobre la movilidad, distribución, especiación y bioaccesibilidad del As para crear estrategias de tratamiento/gestión de los suelos que contienen As y permitir un uso flexible del suelo en el futuro.

Palabras clave: arsénico geogénico, geoacumulación, indicadores ambientales, índice de contaminación, índice de enriquecimiento.

Validación de paquetes tecnológicos para habilitación agrícola de suelos volcánicos endurecidos andinos (cangahuas)

Jaime Hidrobo Luna¹, Germán Trujillo Yandún²

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.
jhidrobo@uce.edu.ec

²Investigador asociado.

Resumen

Los avances desmedidos de los procesos erosivos del Ecuador conllevan a la aparición de sustratos volcánicos endurecidos (cangahuas) y el desconocimiento de su habilitación para incorporarlas a la producción agropecuaria disminuye la capacidad agrícola del país. Los objetivos del presente trabajo fueron desarrollar y validar a nivel de parcela campesina los resultados obtenidos a nivel de gabinete, campo y laboratorio sobre la incorporación y habilitación de cangahuas aflorantes para la producción agropecuaria en el callejón interandino de Ecuador, mediante métodos agroecológicos. Se inició con una fase de gabinete, donde se compiló y procesó información y cartografía ya generada sobre presencia y experiencias de habilitación de cangahuas, a nivel nacional y regional, y su posterior actualización y adaptación a nuestra realidad. En la fase de campo se hicieron muestreos en zonas afectadas con cangahuas aflorantes. Posteriormente, se realizaron análisis de las muestras obtenidas en laboratorio. Como resultado se logró sistematizar información sobre prácticas agroecológicas desarrolladas en cangahuas habilitadas y se mantuvo encuentros con comunidades campesinas para definir los cultivos a implementar. Se hizo levantamiento de información, a través de encuestas sobre sistemas de producción en cangahuas habilitadas. Además, se realizaron ensayos a nivel de parcela campesina e invernadero para evaluar formas de aplicación, fuentes y dosis de materia orgánica (MO), microorganismos y producción de cultivos alternativos. Por último, se determinó áreas susceptibles de habilitar, partiendo de información generada en mapas. En el laboratorio, se obtuvieron resultados en cangahuas de diferentes edades de habilitación, su estado nutricional y sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas. Como productos finales se elaboraron informes con resultados obtenidos en gabinete, laboratorio y campo, donde se observaron altos rendimientos de producción en parcelas con cangahuas habilitadas al aplicar diferentes fuentes y dosis de MO; así como, documentos sobre las principales técnicas de roturación, profundidad de subsoleo, fraccionamiento de bloques, mejoramiento de fertilidad e incorporación de microorganismos. Además, se realizaron protocolos sobre habilitación de cangahuas e implementación de técnicas de producción agroecológica para agricultores en zonas habilitadas. Se capacitó a técnicos y agricultores de seis provincias y a 300 agricultores y productores. Se contribuyó con otras instituciones con datos para elaborar mapas de cangahuas aflorantes y susceptibles de ser habilitados. Se estudió la presencia de microorganismos benéficos de la rizósfera de plantas endémicas que crecen en cangahuas habilitadas y no intervenidas. Se estudió al agave azul (*Agave tequilana*) como mejorador de zonas afectadas con cangahuas. Se socializó y se aplicó a nivel nacional los denominados “paquetes tecnológicos” adaptados a la realidad ecuatoriana. Por último, se realizó estudios de caso de experiencias de producción agroecológica locales en cangahuas habilitadas.

Palabras clave: aflorante, erosión, parcela campesina, subsoleo.

Rentabilidad de cultivos en rotación bajo dos sistemas de labranza de suelo en el valle de Tumbaco, Ecuador

Fabián Montesdeoca¹, José Espinosa², Janeth Quishpe¹, Johana Oña¹, Jorge Rosero¹, Martha Herrera¹, Emilia González¹, Jefferson Bueno¹, Samuel Miranda¹, Lizbeth Arcos¹, Jeffry Flores¹, Ariel Armendáriz¹, Soraya Alvarado-Ochoa¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.

fmontesdeoca@uce.edu.ec

²Consultor privado. Quito, Ecuador.

Resumen

Los pequeños productores del Ecuador, que conforman el grupo de agricultura familiar campesina (AFC), representan el 62 % de la población rural, contribuyen a la seguridad alimentaria, y producen para la canasta familiar los alimentos básicos; además, mantienen su racionalidad productiva usando trabajo familiar. Entre los cultivos principales que produce constan fréjol y maíz, utilizando el sistema de labranza convencional (LC). Por otro lado, la erosión de los suelos es el problema ambiental más serio del Ecuador que afecta, aproximadamente, al 50 % del área cultivada. Una práctica agronómica efectiva contra la erosión es la siembra directa (SD) complementada con rotación de cultivos (RC). Las inversiones en conservación de suelos por lo general son altas y no rentables a corto plazo, por lo que, es un reto generar técnicas que mejoren el rendimiento, reduzcan costos y produzcan beneficios desde su implementación, para que sean adoptadas. El objetivo de este estudio fue evaluar la rotación fréjol-maíz, comparando SD con LC, en una etapa temprana de su implementación en el Campo Académico Docente Experimental “La Tola” (CADET), en Tumbaco-Ecuador, a través de la relación beneficio/costo (R B/C). Se hipotetizó que, en la etapa de transición, SD generaría pérdidas. Los resultados muestran que los promedios de la R B/C para fréjol fueron similares en los dos sistemas; en cambio, para maíz, SD superó a LC, en un promedio mayor al 50 %, por lo que se rechaza la hipótesis. En conclusión, SD es una alternativa de conservación de suelos rentable bajo las condiciones edafo-climáticas estudiadas.

Palabras clave: erosión, relación beneficio/costo, rentable, rotación fréjol-maíz, siembra directa.

Póster Científicos

Potencialidades y limitaciones de los suelos de las chakras de tres comunidades amazónicas del cantón Arajuno, Pastaza

Wilfredo Franco¹, Juan Ponce¹, Carlos Portero¹, Gabriel Picón²

¹Universidad Regional Amazónica Ikiam. Tena, Ecuador.

wilfredo.franco@ikiam.edu.ec

²Fundación Dos Aguas. Ecuador.

Resumen

La chakra, sistema de agricultura itinerante, fuente de alimentos, de plantas terapéuticas y material para la construcción de viviendas, herramientas y artesanías, es también la escuela intergeneracional para la trasmisión de saberes ancestrales. Por otra parte, la chakra ha incrementado su valor como alternativa sociocultural, ambiental y económica al mantener la biodiversidad, el germoplasma y los recursos hídricos frente a la expansión de la agricultura convencional. Sin embargo, preocupa la escasa información sobre las propiedades de los suelos donde se desarrolla este sistema, pues estos requieren un manejo adecuado en procura de sostenibilidad. En este trabajo se estudiaron los suelos de las chakras de tres comunidades del cantón Arajuno (Pastaza), donde el 97 % de la superficie posee cobertura boscosa y solamente el 1,8 % es de uso agropecuario (153 km²). El clima de este cantón es megatérmico lluvioso con una precipitación entre 3.000 y 3.500 mm año⁻¹ y temperatura media anual de 24 °C. Se muestrearon y describieron los suelos de 8 chakras y del bosque primario de Nushino, 6 de Chuya Yacu y 2 de Shiwa Kucha, totalizando 16 perfiles. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio del INIAP EECA, aplicando las metodologías estandarizadas de la Red Nacional de Laboratorios de Suelos del Ecuador. En Nushino y Shiwa Kucha los suelos son Typic Dystrudepts franco, isohipertérmico, con un 11 % de materia orgánica del suelo (MOS), pH 5,2 - 6,1; alto contenido de NH₄⁺, medio en fósforo (P) y bases intercambiables, resultando los más favorables para la producción agrícola, justo donde el 30 % del área está siendo cultivada como chakra. Por su parte, en Chuya Yaku, el suelo es Oxic Dystrudepts franco, isohipertérmico, con un promedio de 8 % de MOS, pH 4,5 – 5,0, alto contenido de NH₄⁺, bajo en P y en bases intercambiables, con fuertes limitaciones de fertilidad, coincidiendo con la reducción del uso bajo chakra a solo 15 % del área. En la Amazonía poblada, la creciente restricción al acceso de suelos obliga a buscar alternativas agroecológicas para la sostenibilidad de la chakra, reduciendo su carácter de agricultura migratoria; para ello se recomienda implementar innovaciones como la permacultura, reciclaje de nutrientes, manejo integrado de plagas, producción y uso de bioinsumos, enmiendas del pH y aplicación de roca fosfórica para la restauración de la fertilidad de los suelos; además, incluir rubros alimentarios y maderables (sistemas agroforestales) para el autoconsumo y el mercado; fortaleciendo el desarrollo de la chakra como la forma idónea para restaurar las áreas deforestadas y degradadas de la Amazonía.

Palabras clave: agricultura ancestral, itinerancia, bioinsumos, restauración, áreas deforestadas y degradadas.

Perspectivas profilácticas empleadas como herramientas en la biorremediación y mejora de la calidad del suelo en la camaricultura ecuatoriana

Sonnya P. Mendoza¹

¹Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). Facultad de Ciencias del Mar.
smendoza@upse.edu.ec

Resumen

En la actualidad, la expansión e intensificación de los cultivos acuícolas han experimentado un incremento en las densidades de camarones por metro cuadrado, produciendo un deterioro en la calidad de los suelos, desestabilizando la calidad del agua, ocasionando pérdidas en la producción por manejos inadecuados de los ambientes microbianos, rompiendo su equilibrio, incrementando la materia orgánica, condicionando un estrés para los animales y posteriormente su muerte. Estos deterioros son detonantes de las enfermedades bacterianas y virales, siendo los *Vibrios* sp., *Pseudomonas* sp., *Enterobacterias* sp., *Streptococcus* sp. responsables de estas. El objetivo de este trabajo se fundamentó en optimizar el uso de enzimas y probióticos para acelerar la degradación y re-mineralización de los suelos, mediante monitoreos del suelo e intestinos de camarones, en el desarrollo de protocolos para disminuir y controlar las enfermedades. Se identificaron los principales microbiomas tanto de cultivos en agua dulce como en agua salada; respectivamente, encontrándose Proteobacteria 88,60 % - 52,40 %, Tenericutes 2 % - 0,00 %, Fusobacteria 1,80 % - 0,40 %, Firmicutes 1,24 % - 32,10 %. Se estableció que la flora intestinal está directamente asociada con la microbiota presente en los suelos, reportándose para el sedimento y el tracto digestivo 1278 OTUs (unidades taxonómicas operativas), mientras que el agua y el sedimento presentaron 286 OTUs, con esta vinculación entre el suelo y el contenido intestinal, la modulación de la microbiota del suelo aseguró una mejor salud de los camarones. Los análisis de materia orgánica en los suelos determinaron que estas zonas anóxicas, en los fondos de los estanques, son detonantes para producir problemas de oxígeno durante el cultivo, impidiendo el crecimiento de los animales, debido al desgaste de energía que estos debieron invertir para sobrevivir. Cantidades de materia orgánica superiores a 5 %, son un inconveniente para los cultivos, razón por la que se establecieron protocolos empleando bacterias *Nitrosomonas* sp., *Nitrosospira* sp., *Nitrosobacter* sp., *Bacillus* sp., *Pediococcus* sp., etc., como degradadoras de compuestos nitrogenados, remineralizadoras y aceleradoras de la degradación de materia orgánica y compuestos tóxicos como el amoniaco. Aplicaciones simultáneas tanto de bacterias y de enzimas en dosis de 1 litro por hectárea directamente al suelo, en tres aplicaciones quincenales y 1,5 litros de probióticos dos veces por semana al fondo de los estanques, disminuyeron tanto la materia orgánica, controlaron las bacterias patógenas como vibrios a ufc g^{-1} óptimos, ayudaron a los procesos de óxido reducción acelerando los cambios químicos. Además, ayudaron en la reducción y de manera eficaz en la acumulación de toxinas por las condiciones anaeróbicas en el fondo del estanque; mejorando los parámetros de calidad del agua de compuestos nitrogenados y, sobre todo, ayudando en la profilaxis y control de bacterias patógenas en los camarones, asegurando producciones exitosas.

Palabras clave: biorremediación, camarón, microbioma, suelos acuícolas.

El complejo de patógenos causantes del “damping-off”: manejo de la resistencia y desarrollo de poblaciones recombinantes para explotar la resistencia genética en suelo

Carlos Bolaños Carriel¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador.
cabolanosc@uce.edu.ec

Resumen

La pudrición de raíz y tallo, más conocida como “damping-off” es un problema recurrente en muchos cultivos y asociada a patógenos como *Pythium* sp. y *Phytophthora* sp., *Phytophthora sojae*; y una importante limitación para la producción mundial de soja. Previamente, se identificó a la accesión PI 408029 como una potencial fuente de nuevos genes de resistencia (*Rps*) a *P. sojae*. El objetivo de este estudio fue la identificación y el mapeo de los loci *Rps* asociados a la resistencia a las patotipos de *P. sojae* OH1 (vir 7), OH4 (vir 1a, 1c, 7), OH25 (vir 1a, 1b, 1c, 1k, 7), OH7 (1a, 2, 3a, 3b, 3c, 4, 5, 6, 7) y 1.S.1.1 (1a, 1b, 1k, 2, 3a, 3c, 4, 5, 6, 7, 8) en una población de líneas recombinantes (RIL) resultante del cruce entre Williams (susceptible a PRSR) y PI 408029 (resistente a PRSR). Un cruce específico entre Williams y PI408029 fue realizado en el Centro de Investigaciones de Wooster de la Universidad Estatal de Ohio y las líneas segregantes fueron avanzadas siguiendo el método de descendencia de semilla única hasta la F7. Un total de 93 RILs fueron genotipadas usando en Infinium Soy-6K Beadchip array y fenotipadas usando patotipos de *P. sojae* OH4, OH7, OH25, y 1S.1.1. El mapeo se realizó usando la función de Kosambi para determinar recombinaciones significativas. Las asociaciones fenotipo-genotípico (GWAS) fueron analizadas con la función de intervalo de mapeo compuesto CIM. La resistencia fue conferida por uno o dos genes *Rps* dominantes, dependiendo del aislado de *P. sojae*. Se detectó un nuevo locus *Rps* en el cromosoma 13 relacionado con OH4 y OH25. El locus restante para OH7 y 1.S.1.1 se encontraba en un locus conocido en el cromosoma 3. Un análisis comparativo de secuencias entre PI 408029 y Williams82 (Wm82.a2.v1), seguido de una PCR cuantitativa en tiempo real de 14 genes, condujo a la identificación de 2 genes de proteínas resistentes a enfermedades con repeticiones ricas en leucina (Glyma.03g048100 y Glyma.03g037000)¹, que se expresaron de manera aumentada tras la inoculación en un ensayo de tiempo con 1.S.1.1, y un gen de proteína quinasa similar a receptores (Glyma.13g050500) y un TIR-NB-LRR² (Glyma.13g078200) con OH4 y OH25. Los genes y marcadores de este estudio podrían utilizarse en el mejoramiento de cultivares resistentes a *Phytophthora* y en futuros estudios sobre la respuesta cualitativa de defensa funcional frente a *P. sojae*.

Palabras clave: enfermedades de suelo, mejoramiento, resistencia genética.

¹ Glyma genes (*Glycine max*)

² Genes que contienen terminales Nucleotide Binding Site - Leucine Rich Repeat

Micorremediación como herramienta efectiva para el tratamiento de suelos contaminados con petróleo

Isabel Cipriani-Ávila^{1,2}

¹Universidad Católica de Lovaina. ELI Institute. Lovaina, Bélgica.

²Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Escuela de Ciencias Químicas. ecipriani111@puce.edu.ec

Resumen

La industria petrolera en Ecuador siempre ha representado una contribución significativa al producto interno bruto (PIB). Lamentablemente, las actividades relacionadas con esta industria, como la exploración, la refinación, los derrames de petróleo, las fugas de tanques de almacenamiento subterráneos y los vertidos industriales, generan la presencia de hidrocarburos totales del petróleo (TPH). Estos son contaminantes hidrófobos de baja densidad y capacidad de emulsión, que persisten en el medio ambiente, especialmente en el agua y el suelo, afectando la flora, la fauna y la salud humana. La explotación petrolera en la Amazonía ecuatoriana durante décadas ha tenido graves consecuencias para la salud de la población indígena. La contaminación ambiental ha desencadenado una crisis de salud, con un aumento de enfermedades que abarcan desde problemas respiratorios hasta trastornos de la piel y problemas gastrointestinales. En este contexto, la micorremediación emerge como una herramienta ambiental y económicamente viable para abordar este grave problema. Durante años se ha investigado la capacidad de los hongos saprófitos para degradar la madera y cómo esta capacidad podría ofrecer una solución potencial para la biorremediación de hidrocarburos de petróleo y otros contaminantes en diferentes entornos naturales. La interconexión de diversas disciplinas científicas es cada vez más esencial para comprender con mayor claridad los diversos mecanismos asociados a las propiedades asombrosas de estos hongos y, de esta manera, aplicar estos mecanismos en la creación de diversas herramientas biotecnológicas. En este estudio, se determinó el potencial uso en micorremediación de 17 cepas de hongos recolectadas en el Parque Yasuní, para lo cual, se evaluó su porcentaje de inhibición de crecimiento de micelio en presencia de diésel, la actividad enzimática de la lacasa mediante espectrofotometría visible, actividad de enzimas ligninolíticas mediante ensayos de placa con guaiacol, ácido gálico y remazol azul (RBBR); luego del análisis enzimático inicial se seleccionaron las cinco cepas con el mayor potencial y se investigó su capacidad para degradar hidrocarburos totales de petróleo y metales pesados en suelos contaminados. En paralelo a los ensayos de actividad enzimática, se llevaron a cabo análisis para identificar metabolitos secundarios mediante técnicas de espectrometría de masas. Los resultados obtenidos reafirman el alto potencial de los hongos como herramientas biotecnológicas, subrayan el largo camino que queda por recorrer y destacan la necesidad imperativa de enfoques multidisciplinarios para obtener una comprensión holística de este reino y sus notables ventajas.

Palabras clave: industria petrolera, contaminación ambiental, micorremediación, hongos saprófitos, actividad enzimática.

Siembra en hoyos, una alternativa de producción de papa *Solanum tuberosum* L., en suelos erosionados. Cacha, Chimborazo, Ecuador

Asaquirbay César¹, Chang Hwan Park², Narváez Gabriela¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador.

cesar.asaquirbay@iniap.gob.ec

²Corporación Coreana - KOPIA.

Resumen

Los suelos de Cacha en Chimborazo-Ecuador, presentan pendientes pronunciadas, una capa arable menor a 2 cm y baja fertilidad, principalmente debido a la erosión eólica e hídrica que se produce al remover el suelo cuando se implementan cultivos de papa. El diagnóstico inicial identificó un rendimiento promedio de 0,4 kg planta⁻¹ en siembra convencional. Se implementó un proyecto con la finalidad de validar formas de labranza del suelo que detengan la erosión y mejoren el rendimiento. Los tratamientos fueron: 1) Cultivo en hoyos (CH) (separados 0,5 m entre hoyos y 1,5 m entre hileras); 2) Labranza Mínima (LM) (con de franjas de 0,2 m de ancho y 0,1 m de profundidad, distanciadas 1,5 m una de otra); y 3) Labranza convencional (LC). Para todos los tratamientos se aplicó una enmienda orgánica de 10 t ha⁻¹ de compost más el 50 % de la cantidad de fertilizante químico (N-P₂O₅-K₂O) sugerida por el INIAP. Durante los aporques se incorporó el material verde aledaño a la planta. El rendimiento fue de 35, 29 y 27 t ha⁻¹ para CH, LM y LC, respectivamente. La relación Beneficio/Costo fue de 1,5, 1,2 y 1,1 para CH, LM y LC, respectivamente. El 95 % de los agricultores involucrados está de acuerdo con el CH, aunque la elaboración de hoyos requiere de trabajo adicional (15 minutos hoyo⁻¹), por lo que, se concluye que este es un sistema de labranza que permite el uso y recuperación de suelos erosionados, incremento del rendimiento y un mayor beneficio económico para los agricultores. Para difundir la tecnología se compartieron experiencias con 500 personas entre técnicos, estudiantes y agricultores de diferentes provincias, durante el desarrollo del cultivo y la cosecha de la papa. Algunos productores están adoptando el CH, incorporando 20 t ha⁻¹ de abono orgánico, más el 50 % de la fertilización química, con rendimientos “promedio” de 4,0 kg planta⁻¹.

Palabras clave: erosión, pendientes pronunciadas, cultivo en hoyos, labranza mínima, rendimiento.