

ECUADOR ES CALIDAD

EDICIÓN ESPECIAL **SUELOS**



ISSN: 1390-9223 REVISTA IMPRESA

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario



EuroPub
Directory of Academic and Scientific Journals

DOAJ
Directory of Open Access Journals

BASE latindex



GUILLERMO LASSO
PRESIDENTE

EDITORIAL

La producción mundial de alimentos depende de un suelo sano. Sin embargo, entre los diferentes problemas ambientales actuales, destaca la degradación de los suelos y el uso inapropiado de estos. Es necesaria planificación para lograr el aprovechamiento del suelo, pues la urbanización tiende a abarcar tierras agrícolas y aptas para la agricultura. Las decisiones de entes de gobierno deben estar basadas en criterios técnicos referidos al uso de suelo, y uno de los artículos del presente número aborda esta temática.

Varios son los factores que contribuyen a la degradación del suelo, no solo en Ecuador, sino en distintas regiones del mundo. Por tanto, se hacen indispensables estrategias de gestión que implican un monitoreo de la evolución de las características del suelo que permitan, no solo conocer su contenido de nutrientes y aspectos referidos a su composición, sino también el tipo de cultivos que es más recomendable para aprovechar mejor ciertas parcelas. Es fundamental un importante esfuerzo analítico para lograr el manejo apropiado y sostenible de las tierras con vocación agrícola y, en ese sentido, un limitante es el material de referencia. Si se tiene la posibilidad de generar material de referencia dentro del país, se puede tener mayor accesibilidad de este importante insumo para laboratorios de suelos y, además, bajar los costos que implican los análisis químicos. Esta temática también se aborda en este número.

Otra temática de gran interés para el país, también abordada por un artículo en este número, es la presencia de cadmio en el cacao. El cacao es uno de los principales productos de exportación de Ecuador; limitaciones a su exportación (y hasta penalidades) pueden ser impuestas si el contenido de cadmio en los granos de cacao sobrepasa ciertos límites establecidos por CODEX internacional. El contenido de cadmio en el suelo de cultivo es el principal factor que condiciona la presencia de cadmio en granos de cacao. Una revisión de literatura sobre el estado y estudios referidos a cacao en suelos en la región es presentada en este número.

Todos los que somos parte de “Ecuador es Calidad: Revista científica ecuatoriana” esperamos que este número sea de agrado de nuestros lectores. Agradecemos el apoyo y confianza de los autores de los artículos y, por supuesto, de los lectores que buscan en la revista información que permita ampliar sus conocimientos.



PRESENTACIÓN DE LA REVISTA / ABOUT THE JOURNAL

La revista "ECUADOR ES CALIDAD", Revista Científica Ecuatoriana, surge como un proyecto de la ex Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), ahora Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, con el objetivo de fomentar el conocimiento científico en el área agropecuaria y de inocuidad de los alimentos, a través de la publicación de artículos originales. La revista publica trabajos relacionados con estudios de relevancia en todos los ámbitos de las ciencias agrícolas y pecuarias.

Los temas específicos de interés incluyen a la fisiología vegetal y animal, la modelización de los sistemas de cultivos y crianza de animales, las bases científicas de la agronomía y zootecnia, soluciones de ingeniería, el uso del suelo, impactos ambientales de la agricultura y forestal, los impactos del cambio climático, el impacto en el uso de plaguicidas o residuos de plaguicidas debido a actividades agropecuarias, el diseño experimental y el análisis estadístico y la aplicación de nuevos métodos diagnósticos.

La revista "ECUADOR ES CALIDAD" está a disposición de instituciones públicas y privadas tanto del ámbito nacional como internacional, y aportará a la difusión del conocimiento científico en un área que constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo del país.

The journal "ECUADOR ES CALIDAD", Revista Científica Ecuatoriana, emerges as a project of the former Ecuadorian Agency for Quality Assurance in Agriculture (AGROCALIDAD), now Phyto and Zoonosanitary Regulation and Control Agency; with the aim of encouraging scientific knowledge in the area of agriculture and food safety through the publication of original scientific articles. The journal publishes studies of relevance in all areas of agricultural and animal science.

The topics of interest include: plant and animal physiology, modeling of crop systems and animal husbandry systems, the scientific basis of agronomy and animal science, engineering solutions, soil use, environmental impacts of agriculture and forestry, the impacts of climate change, the impact on the use of pesticides in agricultural activities, experimental design and statistical analysis, the application of new diagnostic methods.

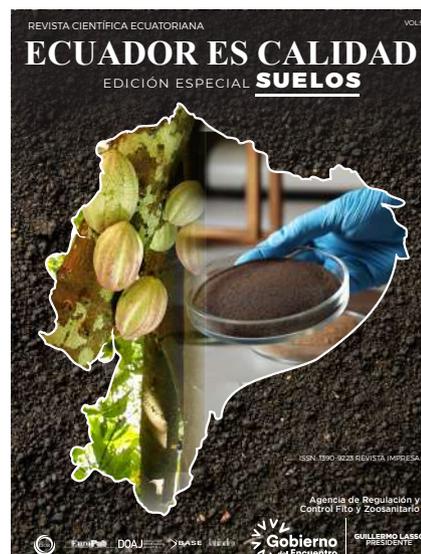
The journal "ECUADOR ES CALIDAD" is available to public and private institutions both nationally and internationally and it will contribute to the dissemination of scientific knowledge in an area that constitutes one of the fundamental pillars for the development of the country.

Título Original:
ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana

ISSN: 1390-9223 Revista Impresa
ISSN: 2528-7850 Revista Electrónica
Resolución: DAJ-2014404-0201.0362
Frecuencia: Anual, dos fascículos (volumenes) por año.

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario–
AGROCALIDAD, Coordinación General de Laboratorios.
Av. Interoceánica, Km 14 1/2 y Eloy Alfaro. Tumbaco, Ecuador.
Teléfono: + (593) 2 3828860 ext. 2096
Código Postal: 170518
e-mail: revista.ecuadorescalidad@gmail.com
revista.ecuadorescalidad@agrocalidad.gob.ec

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni total ni parcialmente sin autorización y su difusión debe apegarse a las normativas de la revista.



PERFIL DEL EDITOR / EDITOR PROFILE



EDITOR PRINCIPAL

Paul Vargas Jentsch

Editor

“ECUADOR ES CALIDAD:
Revista Científica Ecuatoriana”

Paul Vargas Jentsch es Ingeniero Químico de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Cochabamba, Bolivia. Obtuvo su Maestría en Ingeniería Ambiental de la UMSS y después su Doctorado en Ciencias Naturales (Doctor rerum naturalium) en la Universidad Friedrich Schiller Jena, Alemania en el año 2012. Fue investigador del Proyecto Prometeo los años 2014 y 2015. Estuvo involucrado en actividades de docencia e investigación en la UMSS, la Universidad Central del Ecuador (UCE) y, desde el año 2016, en la Escuela Politécnica Nacional (EPN). Sus intereses en investigación incluyen campos como las aplicaciones de la espectroscopía vibracional para el control de calidad, inocuidad de alimentos, tratamiento de aguas y varios otros relacionados a las ciencias ambientales. Ha publicado decenas de artículos en prestigiosas revistas internacionales y también ha participado como revisor para múltiples publicaciones de Elsevier, Wiley y MDPI.

EDITOR

Paul Vargas Jentsch

Editor

“ECUADOR ES CALIDAD:
Revista Científica Ecuatoriana”

Paul Vargas Jentsch is a Chemical Engineer from the Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Cochabamba, Bolivia. He obtained a Master's degree in Environmental Engineering from de UMSS and later his PhD. degree in Natural Sciences (Doctor rerum naturalium) at the University Friedrich-Schiller Jena, Germany in 2012. He was researcher of the Prometeo Project from 2014 to 2015. He was involved in teaching and research activities at the UMSS, Universidad Central del Ecuador (UCE) and, since 2016, at the Escuela Politécnica Nacional (EPN). His research interests include fields such as applications of vibrational spectroscopy for quality control, food safety, water treatment and many others related to environmental sciences. He has published tens of articles in prestigious international journals and also participated as a reviewer for several publications of Elsevier, Wiley and MDPI.

EDITORES DE SECCIÓN

Editor de Sección de Sanidad Animal

Pedro Manuel Aponte García

Colegio de Ciencias Biológicas Ambientales, Universidad San Francisco de Quito, Ecuador
Teléfono: 02 293 1700 ext 2201
e-mail: editorseccion.animal.revistaec@gmail.com

Editora de Sección de Sanidad Vegetal

Patricia de los Ángeles Garrido Haro

Centro de Investigación de Alimentos Universidad UTE, Ecuador
Teléfono: 02 2990800 ext. 2628
e-mail: editorseccion.vegetal.revistaec@gmail.com

Editor de Sección de Inocuidad de los Alimentos

Paul Vargas Jentsch

Departamento de Ciencias Nucleares
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador
Teléfono: 02 22976300 ext. 4231
e-mail: editorseccion.inocuidad.rev.ec@gmail.com

COMITÉ EDITORIAL

Euclides José De la Torre Medranda

Coordinación General de Laboratorios
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario,
Ecuador
Teléfono: 02 3828860 ext. 2065
e-mail:
euclides.delatorre@agrocalidad.gob.ec

Ana Dolores Garrido Haro

Coordinación General de Laboratorios
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario,
Ecuador
Teléfono: 02 3828860 ext. 2030
e-mail:
ana.garrido@agrocalidad.gob.ec

COMITÉ EDITORIAL

Carla Rebeca Moreno Valarezo

Coordinación General de Laboratorios
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario,
Ecuador
Teléfono: 02 3828860 ext. 2091
e-mail: carla.moreno@agrocalidad.gob.ec

Juan Eduardo Bravo Vásquez

Universidad UTE, Ecuador
Teléfono: 02 2990800 ext. 2628
e-mail: juan.bravo@ute.edu.ec

Michelle Estefanía Guijarro Fuertes

Ingeniería en Alimentos
Universidad San Francisco de Quito, Ecuador
Teléfono: 02 2971700 ext. 1497
e-mail: mgujarro@usfq.edu.ec

Francisco Javier Flores Flor

Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE, Ecuador
Teléfono: 3989400 ext. 2120
e-mail: fjflores2@espe.edu.ec

Lorena Estefanía Salvador Vallejo

Centro de Química Inorgánica (CEQUINOR)
Universidad Nacional de la Plata, Argentina
Teléfono: +54 11 23879106
e-mail: lorestefania19@hotmail.com

Asistencia de Estilo

Daniel Alejandro Acosta Herrera
Dirección de Comunicación Social
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario,
Ecuador
Teléfono: 02 3828860 ext. 1071
e-mail: daniel.acosta@agrocalidad.gob.ec

Matilde Moreta Egas

Coordinación General de Laboratorios
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario,
Ecuador
Teléfono: 02 3828860 ext. 2096
e-mail: matilde.moreta@agrocalidad.gob.ec

Daniela Rodríguez

Coordinación General de Laboratorios
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario,
Ecuador
Teléfono: 02 3828860 ext. 2096
e-mail: daniela.rodriguez@agrocalidad.gob.ec

María Elena Rovalino

Facultad de Veterinaria
Universidad UTE, Ecuador
e-mail: mariaelenarovalino@gmail.com

Lorena Meneses Olmedo

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador
Teléfono: 02 2991700 ext. 1854
e-mail: Immeneses@puce.edu.ec

Asistencia Informática

Jeaneth Viviana Acero Delgado
Dirección de Tecnologías de la Información y
Comunicación.
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario,
Ecuador
Teléfono: 02 3828860 ext. 1042
e-mail: jeaneth.acero@agrocalidad.gob.ec

Webmaster /Soporte OJS

Rolan Bastidas
Dirección de Comunicación Social Agencia de
Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, Ecuador
Teléfono: 02 3828860 ext. 1071
e-mail: rolan.bastidas@agrocalidad.gob.ec

COMITÉ CIENTÍFICO

Victor Rueda- Ayala
Department of Forage and Livestock
Norwegian Institute of Bioeconomy Research
Norway
e-mail: patovicnsf@gmail.com

Rossalía García Tejeiro
Universität für Bodenkultur - Germany
e-mail: rg.tejeiro@gmail.com

Andreas Bernreiter
Universität für Bodenkultur - Germany
e-mail: mapsylno@live.de

Thorsten Horn
Institute for Developmental Biology
University of Cologne – Germany
e-mail: thorstenhorn@gmx.net

Iris Vargas Jentsch
Covance Clinical Development GmbH- Germany
e-mail: iris.jentsch@gmx.net

Linda Stolker
Wageningen University and Research - Netherlands
e-mail: linda.stolker@wur.nl

Fernando Ernesto Ortega Ojeda
Universidad de Alcalá - España
e-mail: fernando.ortega@uah.es

Pilar Horcajo Iglesias
Universidad Complutense de Madrid - España
e-mail: phorcajo@vet.ucm.es

Yeturu Sivaprasad
Super Agri Seeds Pvt. Ltd. - India
e-mail: yeturusivaprasad@gmail.com

Valerian Ciobotă
Rigaku Analytical Devices Inc. – USA
e-mail: valerian.ciobota@rigaku.com

Carla Garzón
Oklahoma State University - USA
e-mail: carla.garzon@okstate.edu

Ricardo Guerrero
Universidad Central de Venezuela - Venezuela
e-mail: ricardo.guerrero.bio@gmail.com

Sonia Ulic
Universidad Nacional de La Plata – Argentina
e-mail: sonia@quimica.unlp.edu.ar

Jorge Luis Jios
Universidad Nacional de La Plata – Argentina
e-mail: jljios@quimica.unlp.edu.ar

Manuel Sánchez
Centro Panamericano de Fiebre Aftosa PANAFTOSA -
Brasil
e-mail: sanchezm@paho.org

Wilson Patricio Almeida Granja
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario -
Ecuador
e-mail: patricio.almeida@agrocalidad.gob.ec

Rommel Anibal Betancourt Herrera
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario -
Ecuador
e-mail: rommel.betancourt@agrocalidad.gob.ec

José Eduardo Vilatuña Rodríguez
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario -
Ecuador
e-mail: jose.vilatuna@agrocalidad.gob.ec

Segundo Israel Vaca Jiménez
Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario -
Ecuador
e-mail: israel.vaca@agrocalidad.gob.ec

Diego Alfonso Vizcaino Cabezas
SEMIDOR Cia. Ltda - Ecuador
e-mail: diegoavizcainoc@gmail.com

Marylin Cruz Bedón
Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y
Cuarentena para Galápagos – Ecuador
e-mail: marilyn.cruz@abgalapagos.gob.ec

Juan Pablo Garzón Prado
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias,
Ecuador
e-mail: dr.jpgarzon@yahoo.com

Alberto Javier Roura Cadena
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
(INIAP)- Ecuador
e-mail: alberto.roura@iniap.gob.ec

COMITÉ CIENTÍFICO

William Fernando Viera Arroyo
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
(INIAP) - Ecuador
e-mail: william.viera@iniap.gob.ec

José Luis Zambrano Mendoza
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
(INIAP) - Ecuador
e-mail: jose.zambrano@iniap.gob.ec

Carmen Isabel Castillo Carrillo
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
(INIAP) - Ecuador
e-mail: carmen.castillo@iniap.gob.ec

Manuel Coronel Feijó
Universidad UTE - Ecuador
e-mail: manuel.coronel@ute.edu.ec

María José Andrade Cuvi
Universidad UTE - Ecuador
e-mail: mjandrdecuvi@ute.edu.ec

Christian David Alcívar León
Universidad UTE - Ecuador
e-mail: christian.alcivar@ute.edu.ec

Roberto Carlos Granda Jaramillo
Universidad UTE- Ecuador
e-mail: roberto.granda@ute.edu.ec

Luis Alfredo Mena Miño
Universidad San Francisco de Quito - Ecuador
e-mail: luismenamino@hotmail.com

Andrea Valeria Ochoa Tufiño
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE
Ecuador
e-mail: avochoa@espe.edu.ec

Javier Vicente Vargas Estrella
Universidad Central del Ecuador - Ecuador
e-mail: j_vargase@yahoo.com

Eduardo Aragón
Universidad Central del Ecuador - Ecuador
e-mail: earagon@uce.edu.ec

Jenny Ruales
Escuela Politécnica Nacional - Ecuador
e-mail: jenny.ruales@epn.edu.ec

Felipe Rafael Garcés Fiallos
Universidad Técnica de Manabí - Ecuador
e-mail: fgarcés@utm.edu.ec

William James Senior Gailindo
Universidad de Machala - Ecuador
e-mail: senior.william@gmail.com

Luis Ramos Guerrero
Universidad UTE - Ecuador
e-mail: lalramos@gmail.com

CONTENIDO

Editorial de la revista _____

Presentación de la Revista _____

Perfil del Editor _____

Editores de sección _____

Comité Editorial _____

Comité Científico _____

ARTÍCULO DE OPINIÓN

RECURSOS NATURALES: PROTEJAMOS SUELOS AGRÍCOLAS

Manuel Carillo _____

ARTÍCULO CIENTÍFICO

ELABORACIÓN DE UN MATERIAL DE REFERENCIA INTERNO PARA EL ANÁLISIS DE MACROELEMENTOS EN SUELOS DE ECUADOR

Bolívar Aucatoma _____

RESÚMENES

USE OF IMPROVED NITROGEN FERTILIZER MANAGEMENT PRACTICES TO INCREASE YIELDS AND NITROGEN USE EFFICIENCIES IN DIFFERENT INTERNATIONAL SYSTEMS

Jorge Delgado _____

SALUD DEL SUELO, SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SU MICROBIOMA COMO INDICADOR

Rosalía García _____

LA IMPORTANCIA DE LA GEOINFORMACIÓN DE SUELOS EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL. CASO DE ESTUDIO: PROYECTO CAPACIDAD DE ACOGIDA

David Reyes _____

CONTENIDO

LA UTILIZACIÓN DE SENSORES DE HUMEDAD DEL SUELO PARA LA VALIDACIÓN DEL MODELO MOPECO PROGRAMACIÓN DE RIESGOS COMO PASO PREVIO A SU TRANSFERENCIA AL SECTOR PRODUCTIVO

Alfonso Domínguez _____

INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE PRÁCTICAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN LA REGIÓN ANDINA DEL ECUADOR

Victor Barrera _____

¿ES POSIBLE OBTENER RENDIMIENTOS ALTOS DE CEBOLLA COLORADA EN SUELOS DE LA SIERRA CENTRAL DE ECUADOR?

Christian Mania _____

AVANCES DE FAO EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS SUELOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Carolina Oliviera

EL BAMBÚ Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Pablo Jácome _____

EL CASO DEL PROYECTO LEY MARCO DE SUELOS EN CHILE

Mónica Antilén _____

ENVÍO DE MANUSCRITOS / PROCESO EDITORIAL _____

INTRUCCIONES A LOS AUTORES _____

INSTRUCCIONES A LOS REVISORES _____

CÓDIGOS DE ÉTICA DE LA REVISTA _____

ARTÍCULO DE OPINIÓN

RECURSOS NATURALES: PROTEJAMOS LOS SUELOS AGRÍCOLAS

Ecuador, país megadiverso y bendecido por su fauna, flora, suelos, relieve, y clima, en donde se posee y puede disfrutar de esta variedad de recursos naturales que se encuentran en diferentes latitudes del mundo. Sin embargo, como está sucediendo en el mundo, estos tesoros naturales se encuentran en riesgo.

La falta de alimentos para una población mundial creciente es visible y en Ecuador también se hace notar; por tanto, para conseguir el cumplimiento con la meta del “Hambre Cero” se deberá trabajar sobre el manejo y conservación de estos recursos naturales; donde el suelo, por ser un componente clave y esencial para el desarrollo sostenible de la agricultura, debe ser atendido y reconocido como uno de los pilares fundamentales de la seguridad alimentaria, transformación de los sistemas alimentarios y donador de alimentos sanos e inocuos. “La Política Pública Agropecuaria y el Plan Nacional 2020 – 2030, promueve la gestión sostenible del suelo mediante políticas a favor de su protección, con el fin de contar con un suelo biodiverso, fértil y productivo para generaciones actuales y futuras”; no obstante, se debe considerar que el suelo es uno de los ecosistemas más complejos de la naturaleza, que involucra infinidad de organismos que interactúan y contribuyen con los ciclos globales que hacen posible la vida en el planeta. Por tanto, conocer los procesos de la degradación del suelo, es de trascendental importancia por ser generador de vida, fuente de alimentos, además por sus propiedades depuradoras del agua que se consume diariamente en campo y ciudades, del aire que respiramos, por la capacidad de acumular carbono, al actuar como un tampón o amortiguador de los efectos negativos que se experimentan sobre el clima. Además, en éste se pueden encontrar moléculas de interés comercial, con utilidad para el control de plagas y con menor impacto al ambiente.

Por los beneficios antes indicados, el mundo y

específicamente en el país, se debe manejar el suelo de forma integral, no como un recurso aislado, y evitar causar al máximo un impacto negativo que pueda llevar a inhabilitarlo para tareas agrícolas; entenderlo como un ente capaz de proporcionar la mayoría de los servicios ecosistémicos terrestres y así contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En la actualidad se habla sobre la salud del suelo, término que abarca calidad en sus características físicas, químicas y biológicas, que deben mantenerse en equilibrio según cada sistema de producción. Sin embargo, las necesidades de alimentación de una población cada vez creciente, ha provocado que se extienda la frontera agrícola a zonas protegidas, afectando las reservas naturales.

Para obtener beneficios en la agricultura, con menor impacto ambiental, es necesario mantener un suelo con condiciones físicas adecuadas para la germinación de las semillas, expansión de raíces y disponibilidad de nutrientes para las plantas, hecho que por naturaleza se encuentra en los suelos; sin embargo, el uso desmedido de la mecanización o el sobrepastoreo, han ocasionado problemas de compactación y dispersión del suelo, que en ambos casos afecta el desarrollo de los cultivos, provocando pérdidas económicas para el productor y efectos negativos sobre la naturaleza.

El manejo inadecuado de los insumos agrícolas como pesticidas, fertilizantes, enmiendas, pueden también afectar la salud del suelo, intoxicando este sustrato que alberga fauna y flora, y en consecuencia provoca la acumulación de elementos que en concentraciones mayores a las requeridas y sobrepasan los umbrales permitidos tornándose tóxicos, formando en algunos casos los suelos salinos y ácidos. También podría suceder que se enriquecen con elementos que no son necesarios para la nutrición de las plantas, llegando a contaminarlos; situación última, también provocada

por las explotaciones mineras descontroladas, quema de combustibles fósiles, botaderos de basura urbana, que dan como resultado una disminución de la productividad y calidad de las cosechas.

Las acciones antes indicadas, son problemas que se han observado de forma recurrente; además, en la actualidad la salud del suelo agrícola se ha visto afectada por el cambio climático con sequías o lluvias extremas. El efecto de la actividad humana con la expansión de las ciudades, industrias y construcción de piscinas para producción de especies acuáticas contribuye a la reducción del área de suelo destinado para la producción de alimentos.

Estamos conscientes que estos y otros efectos negativos sobre el suelo se pueden evitar o detener su avance, mediante acciones reales en el campo, implementando prácticas acordes a las diferentes situaciones; ya sea al mantener la cobertura vegetal, humedad adecuada a través de sistemas agroforestales, fertilización eficiente, evitar quemar residuos de cosechas, diversificación y rotación de cultivos, aplicación de abonos verdes, empleo de sistemas de labranza cero o mínima, dejar descansar por cierto tiempo el suelo para su recuperación, aplicación de técnicas de captura de microorganismos, control biológico, uso de la producción agroecológica u orgánica para alcanzar una producción sostenible, que según experiencias mundiales en condiciones de sequía se ha demostrado que los rendimientos pueden resultar el doble que los de la agricultura convencional e incluso multiplicar por cuatro el rendimiento de ciertos cultivos.

Todo esto, no solo es responsabilidad de los agricultores, ni de los gobiernos nacionales o seccionales; implica acciones de todos para involucrarnos en la conservación de los Recursos Naturales en general. Es tarea de los políticos legislar, proponer y aprobar leyes acordes a la realidad de los pueblos y características de los suelos, donde los gobiernos seccionales actúen ejecutando

y aplicando dicha legislación. Del Ministerio de Educación, creando disciplinas en escuelas y colegios, que inculquen el cuidado por los Recursos Naturales como el suelo, como se hacía en décadas pasadas, con la materia de Ciencias Naturales, que formaba niños y jóvenes consientes, que valoraban la riqueza natural de nuestro país y promulgaban su manejo adecuado y conservación, actualmente se ha perdido esta cualidad. Por tanto, debe ser compromiso de todos el impulsar de manera conjunta, fortalecer y trabajar para cumplir estos desafíos.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica actúa con sus técnicos en las comunidades, enfocándose en crear mayor conciencia en las actuales y futuras generaciones para que valoren los Recursos Naturales, que permitirán mantener una vida digna, saludable, al contar con alimentos nutritivos y agua limpia. La televisión, radio, periódicos escritos y virtuales, deben impulsar la difusión de tecnologías apropiadas que vayan en beneficio de nuestro entorno natural, transmitiendo programas que busquen garantizar el cuidado y conservación de los bosques, áreas protegidas, la biodiversidad, la calidad del suelo y por tanto, la calidad de vida, con técnicas sobre prevención y control de la erosión física del suelo, uso adecuado de maquinaria agrícola, agua de riego, acciones químicas y biológicas para la mitigación de suelos contaminados o degradados.

Con el fin de vivir en un mundo en armonía con la naturaleza, nuestra misión será el mantener y conservar el suelo fértil, para que sea el sostén y dispensa de todo tipo de vida en nuestro planeta y fuente de biodiversidad, minerales, recursos energéticos, materiales de construcción etc.; así como, un eficiente almacén de carbono, que por consiguiente resulta en un regulador del clima.

Para mantener la salud del suelo, en el 2002, la Unión Internacional de las Ciencias del Suelo (IUSS) recomendó una jornada internacional para homenajear al suelo, ante este pronunciamiento, la Asamblea General de la ONU designó el 5 de diciembre de 2014 como el Primer Día Mundial del Suelo. Desde esta fecha, se lo celebra anualmente, con la finalidad de sensibilizar a la población y entes de gobierno sobre la importancia de un suelo sano y abogar por la gestión sostenible de este recurso.



Graduado de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Técnica de Manabí. Realizó Maestría y Doctorado en el Departamento de Suelos de la Universidad Federal de Viçosa, Brasil. Vicepresidente de la Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo período 2016-2018. Actualmente se desempeña como Responsable del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP), desde 2017 Punto Focal del Ecuador ante la Alianza Latinoamericana, Centroamericana y Mundial por el Suelo (ASLAC-FAO). Fue Docente de Pre y Pos-grado en la Universidad Tecnológica Equinoccial (UTE), Pos-grado en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo; es Profesor visitante en el Programa de Doctorado y Maestría en Agricultura sustentable de la Universidad Nacional Agraria La Molina del Perú. Director de tesis de Maestría y Doctorado, tiene cursos y seminarios Nacionales e Internacionales, relacionados con Agroecología, Nutrición Vegetal, Suelos y Recuperación de áreas degradadas. Publicaciones en Suelos, Uso eficiente de fertilizantes en los cultivos de

maíz, arroz, banano, palma africana, cacao, palmito, sistemas de cultivo y estudios de metales pesados en el sistema suelo-agua-planta.

Manuel Carrillo Zenteno.
Ingeniero Agrónomo

ARTÍCULO CIENTÍFICO

ELABORACIÓN DE UN MATERIAL DE REFERENCIA INTERNO PARA ANÁLISIS DE MACROELEMENTOS EN SUELOS DE ECUADOR

Aucatoma, Bolívar^a; Cuesta, Cristina^b; Ramos, Luis^{c,b*}; Quishpillo, Nadinec^c; Alcívar-León, Christian^d; Echeverría, Armando^e

^a Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador_CINCAE, El Triunfo, Ecuador

^b Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario_AGROCALIDAD, Quito, Ecuador

^c Centro de Investigación de Alimentos_CIAL, Universidad UTE, Quito, Ecuador.

^d Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

^e Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador

Resumen

En el Ecuador son escasos los materiales de referencia certificados (MRCs) de suelos para la evaluación de macronutrientes disponibles extraídos con el reactivo denominado Olsen Modificado. Por lo que, esta investigación tuvo como objetivo la elaboración de materiales de referencia interno (MRI) en matrices de suelos cañeros de la cuenca baja del Río Guayas para la determinación del contenido disponible de los macronutrientes: fósforo, potasio, calcio y magnesio extraídos con la solución de Olsen Modificado. Para esto, el Laboratorio Químico del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE) tomó una muestra de suelo en cada uno de los ingenios San Carlos, Valdez y La Troncal (Coazucar) de tres de los órdenes más representativos Inceptisol (MRI 1), Entisol (MRI 2) y Vertisol (MRI 3), respectivamente. Las muestras se acondicionaron, homogenizaron y dividieron cada una en 100 submuestras. La homogeneidad se determinó en 14 submuestras sobre las que se analizaron los macronutrientes extraídos mediante Olsen Modificado con 6 repeticiones. Estas submuestras se evaluaron, además, como parte de un ensayo de intercomparación realizado por la Red de Laboratorios del Ecuador (RELASE). Los resultados obtenidos permitieron determinar la exactitud del método, incertidumbre y límite de confianza para cada uno de los parámetros en los tres MRI. Posteriormente, después de seis meses se

evaluó la estabilidad de los materiales realizando el análisis de las mismas submuestras tomadas para la evaluación de la homogeneidad obteniéndose buenos resultados. El proceso de preparación y evaluación de los tres MRI que permitirán evaluar la calidad de las determinaciones de macronutrientes en suelos en el laboratorio del CINCAE resultó exitoso.

Palabras clave: ensayo interlaboratorio, extractante Olsen modificado, macroelementos, material de referencia interno, suelos cañeros.

PREPARATION OF AN INTERNAL REFERENCE MATERIAL FOR THE ANALYSIS OF MACROELEMENTS IN SOILS OF ECUADOR

Abstract

In Ecuador, no certified reference materials (CRM) of soils are available for evaluating available macronutrients extracted with the reagent Modified Olsen. Therefore, this research had as its objective the elaboration of internal reference materials (IRM) in matrices of sugarcane soils of the lower basin of the Guayas River for the determination of the available content of the macronutrients phosphorus, potassium, calcium, and magnesium extracted with Olsen Modified reagent. For this, the Chemical Laboratory of the Ecuadorian Sugarcane Research Center (CINCAE) took a soil sample in each of the San Carlos, Valdez, and La Troncal (Coazul) production sites from three

* Correspondencia a: Centro de Investigación de Alimentos_CIAL, Universidad UTE, Av. Mariscal Sucre y Av. Mariana de Jesús, Quito, Ecuador. Teléfono: +593 02 2990800. Correo electrónico: luis.ramos@ute.edu.ec

of the most representative Inceptisol orders (MRI 1), Entisol (MR2) and Vertisol (MRI3), respectively. The samples were conditioned, homogenized and each divided into 100 subsamples. The homogeneity will be prolonged in 14 subsamples on which the macronutrients extracted with Modified Olsen were analyzed with 6 repetitions. These subsamples were also evaluated as part of an intercomparison test conducted by the Network of Laboratories of Ecuador (RELASE). The results allowed us to determine the accuracy of the method, the uncertainty, and the confidence limit for each of the parameters in the three MRIs. Subsequently, in six months, the stability of the materials was evaluated by analyzing the same subsamples taken for the evaluation of homogeneity, obtaining good results. The preparation and evaluation process of the three IRMs that will allow evaluation of the quality of macronutrient determinations in soils in the CINCAE laboratory was successful.

Keywords: intercomparison test, internal reference material, macroelements, modified Olsen extractant, sugarcane soils.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de materiales de referencia certificados (MRCs) en laboratorios de análisis de suelos es una práctica necesaria para asegurar la calidad de los resultados analíticos. Los MRCs en parámetros P, K, Ca y Mg para el extractante Olsen Modificado (ampliamente utilizado en Ecuador) son escasos y suelen ser costosos por la gran cantidad de matrices y por no ser de uso generalizado. Debido a esta dificultad, los laboratorios elaboran sus materiales de referencia internos (MRI) para matrices de suelos ya que su composición química depende del lugar de donde provienen las muestras y la caracterización del contenido de elementos químicos del suelo disponible para las plantas, se realiza con diferentes tipos de extractantes de acuerdo al país o región [1].

En vista que la mayoría de laboratorios de análisis de suelos del país determinan los macroelementos con el extractante Olsen modificado, la falta de MRC con este extractante y la búsqueda de reducir la variabilidad de los resultados entre laboratorios del país, da lugar a la creación en octubre de 2001 de la Red de Laboratorios de Análisis de Suelos del Ecuador (RELASE), con 11 laboratorios incluyendo el Laboratorio Químico de CINCAE, el cual plantea estandarizar los métodos de análisis

con el extractante antes mencionado. En 2017 la Red integrada por 15 laboratorios evidencian que el 70 % de laboratorios reportan resultados satisfactorios en los elementos fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre, hierro y manganeso [2] sin embargo, cada laboratorio tiene diferencias de infraestructura, equipos, materiales, reactivos, personal calificado, lo que genera que cada ronda de intercomparación, no todos los parámetros se encuentren normalizados. Por este motivo el Laboratorio Químico del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (CINCAE) propone elaborar un MRI que permita evaluar periódicamente el desempeño del laboratorio, para lo cual se debe tomar en cuenta que un material de referencia debe contar con ciertas propiedades, como ser homogéneo y estable con respecto a propiedades específicas [3]; además, debe ser en una matriz semejante a las muestras que se analizarán rutinariamente.

Una medida de control de la exactitud en el análisis de suelos que utiliza el CINCAE es la comparación de sus resultados con los promedios de las intercomparaciones realizadas por la RELASE. Esta medida permite ver el desempeño del laboratorio al compararlo con toda la RED en pruebas interlaboratorios [4]. Es necesario mantener controles rutinarios, por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es elaborar tres materiales de referencia internos (MRI 1, MRI 2 y MRI 3) en los elementos fósforo, potasio, calcio y magnesio con extractante Olsen Modificado en los suelos de los órdenes Inceptisol, Entisol y Vertisol, respectivamente. Para lo cual se siguió la siguiente metodología, toma de muestra de suelo en cada uno de los ingenios de los tres órdenes más representativos de las áreas de cultivo de caña de azúcar de la cuenca baja del río Guayas. Luego las muestras se acondicionaron, se homogenizaron y, se dividieron cada una en 100 submuestras, después se evaluó la homogeneidad de los materiales; su estabilidad en la cuantificación del contenido disponible de los elementos P, K, Ca y Mg extraídos con solución de Olsen Modificado; se determinó la precisión y exactitud de los resultados del Laboratorio Químico del CINCAE utilizando como valor de referencia los promedios de una intercomparación de RELASE y se calculó el promedio, el intervalo de confianza y la incertidumbre asociada a los materiales de referencia internos en la cuantificación de los elementos.

La importancia de la investigación radica en que los tres MRI de suelo de los órdenes Inceptisol, Entisol y Vertisol serán de utilidad para el control de calidad en las determinaciones de fósforo, potasio, calcio y magnesio en suelos. También estos materiales resultarían útiles para laboratorios miembros de la RELASE, que tengan problemas de control de calidad en estos parámetros. Además, este trabajo constituye un potencial punto de partida para realizar otros materiales de referencia en suelos, ya que en el país no existe un laboratorio u organismo que los desarrolle. Por otra parte, los análisis de los elementos disponibles en suelos se realizan con dos fines de investigación en nutrición de la caña de azúcar, cuyos resultados sirven directamente en la generación de nuevas tecnologías de fertilización que serán aplicadas en los cultivos comerciales; y, con fines de fertilización en lotes o canteros de los Ingenios San Carlos, Coazucar y Valdez; así como de cañicultores. A partir de estos resultados se determina la disponibilidad de los elementos para la aplicación de fertilizantes. De aquí la relevancia de contar con métodos de análisis precisos y exactos, de no ser así, se debería recurrir a tecnologías o recomendaciones de fertilización poco técnicas; y, en el segundo caso se producirán pérdidas económicas, sea por la aplicación innecesaria de fertilizantes o por dosis insuficientes, lo que incide en la disminución de la producción y/o productividad en el cultivo.

II. METODOLOGÍA

Muestreo, preparación y codificación de los suelos

Se limpió la superficie de muestreo y tomaron tres muestras de 30 kg de suelo a una profundidad de 0 a 20 cm en tres lotes de los ingenios San Carlos (coordenadas -2.1928737,-79.8825248), Valdez (coordenadas -2.1556553,-79.8948512) y Coazucar (coordenadas -2.494467,-79.563914), de los órdenes de suelos Inceptisol, Entisol y Vertisol, que son suelos cañeros representativos de la cuenca baja del río Guayas [5]. La Fig.1 muestra la ubicación geográfica de los puntos de muestreo en cada Ingenio, con el orden de suelo en cada lote y su codificación como Materiales de Referencia Interno MRI 1, MRI 2 y MRI 3, respectivamente.

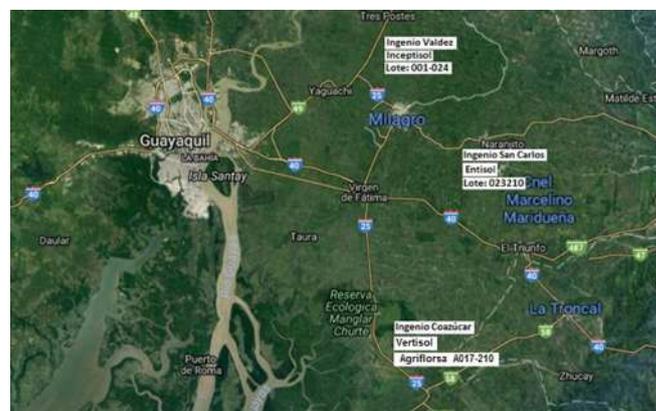


Fig.1. Sitios de toma de muestras de suelos

Las muestras se colocaron en bandejas de acero inoxidable, se secaron en una estufa (TECNAL TE-394/3) a 60 °C por cinco días [6], se molieron en un triturador de mandíbulas (FRITSCH PULVERISETTE) y se pasó por un tamiz de 500 µm. Luego, se mezclaron con una pala por 20 minutos aproximadamente, sobre una superficie de plástico. Posteriormente se colocaron hasta la mitad de un tanque plástico de 110 litros de capacidad, se tomó una muestra que se consideró como tiempo cero, se tapó el tanque, se mezcló rodándolo por 2 horas y se tomó otra muestra. Este procedimiento se repitió dos veces tomando muestras a las 4 y 6 horas. Las matrices de suelo mezcladas se almacenaron en tanques plásticos con tapa hermética. Las tres muestras de cada orden se dividieron en 100 submuestras de 300 g, se colocaron en cajas de cartón plastificadas. Las pruebas de homogeneidad se realizaron con estas muestras previamente secas (60 °C durante 24 horas).

Extracción de los macroelementos de estudio: fósforo, potasio, calcio y magnesio con solución de Olsen modificado

La extracción se realizó colocando 2,5 g de muestras secas y homogéneas con 25 ml de la solución Olsen Modificado, en frascos de polipropileno con tapa rosca, se agitó durante 10 minutos en un agitador mecánico de vaivén (Eberbach, N° 6000) a 180 cpm, se filtró con papel filtro cuantitativo libre de cenizas [7]. Sobre el extracto se cuantificaron los macroelementos Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio.

La cuantificación de fósforo se realizó por espectrofotometría, utilizando molibdato de amonio para el desarrollo de color y las especificaciones descritas en la Tabla 1, la preparación de las soluciones A y B y las lecturas se realizaron en un espectrofotómetro UV/VIS (Perkin Elmer Lambda 25) a 680 nm. El método utilizado para la cuantificación de los elementos potasio, calcio y magnesio fue por espectrofotometría de absorción atómica por el método de llama, cuyas condiciones de operación del equipo se describen en la Tabla 1. La preparación de la muestra se realizó añadiendo una solución de óxido de lantano que evitó las interferencias entre el calcio y el magnesio [1].

Tabla 1. Parámetros de operación del espectrofotómetro de absorción atómica y ultravioleta visible [1]

Elemento	Slit (nm)	Longitud de onda (λ) (nm)
K ⁽¹⁾	0,7	766,5
Ca ⁽¹⁾	0,7	422,7
Mg ⁽¹⁾	0,7	285,2
P ⁽²⁾	0,7	680,0

Espectrofotometría de (1) Absorción atómica y (2) Ultravioleta Visible.

Diseño Experimental

Tiempo de mezclado del MRI

Sobre cada muestra de los tres órdenes de suelos en estudio: Inceptisol (MRI 1), Entisol (MRI 2) y Vertisol (MRI 3) se determinaron los macroelementos indicados anteriormente. Las muestras se dividieron en: muestras tomadas sin mezclar, a las dos, cuatro y seis horas de mezclado, realizándose 10 repeticiones para cada muestra. Los resultados fueron analizados por el test de Grubbs para rechazo de datos anómalos comparados con los valores críticos de G ($P=0.05$) en un contraste de dos colas [8]. Se calculó el promedio y coeficiente de variación para cada parámetro en cada uno de los materiales. Por cada elemento se aceptó un coeficiente de variación como máximo del 6 %, que se propone como aceptable para muestras de suelos [9].

Homogeneidad del MRI

De las 100 submuestras de suelos obtenidas para cada orden se seleccionaron 14 muestras aleatorias para evaluar la homogeneidad [10,11]

sobre las que se determinaron los contenidos disponibles de los macroelementos de estudio. Se realizaron seis repeticiones en días diferentes. El análisis estadístico de homogeneidad se realizó con un ANOVA aplicando el test de la C de Cochran en el programa estadístico XLSTAT.

Estabilidad del MRI

Se realizó el análisis de los macroelementos de estudio en las mismas 14 submuestras tomadas y analizadas para homogeneidad de cada MRI después de seis meses. Se utilizó el test de Grubbs comparados con los valores críticos de G ($P=0,05$) en un contraste de dos colas para la eliminar datos anómalos. Para la determinación de diferencias significativas en la estabilidad se utilizó una prueba de t student en un nivel de significancia de (0,05).

Determinación de los valores asignados para los MRI con intercomparación de la RELASE

Se tomaron 20 g de las 14 submuestras sorteadas para cada orden de suelo, se mezclaron a 180 oscilaciones por minuto por una hora[12]. Se pesaron 25 g, se colocaron en bolsas plásticas estériles con cierre hermético y se enviaron a siete laboratorios pertenecientes a la RELASE incluido el laboratorio de CINCAE, para los análisis de los macroelementos de estudio con cinco repeticiones. Los laboratorios enviaron los resultados y fueron procesados estadísticamente determinando su normalidad en cada parámetro, se rechazó los datos discrepantes, se calcularon los promedios, coeficiente de variación y z-score [13].

Estimación de la precisión, exactitud y recuperación de los métodos de análisis de los macroelementos de estudio

Con los resultados de análisis de fósforo, potasio, calcio y magnesio de las 14 submuestras en los tres MRI utilizadas en la determinación de homogeneidad, se estimó la precisión utilizando los estadísticos desviación estándar y coeficiente de variación. La exactitud de los resultados se estimó utilizando como valor experimental el promedio de las 84 repeticiones realizadas en CINCAE y el valor real fue el promedio de la RELASE. La recuperación se estimó como la relación en porcentaje entre los resultados obtenidos por el laboratorio (promedios de

las pruebas de homogeneidad) con los valores asignados o verdaderos.

Estimación de la incertidumbre y límites de confianza para las determinaciones de los macroelementos de estudio en los tres MRI

El promedio de cada parámetro en estudio en los tres MRI se estimó como el promedio de los resultados de las 14 submuestras analizadas en seis días diferentes. Mientras que la incertidumbre de los materiales de referencia internos se obtuvo de la suma de las fuentes de incertidumbre que tiene el método de análisis y de la muestra, considerándose: la curva de calibración, la reproducibilidad del método, de los equipos y estándares. Las incertidumbres parciales se obtuvieron de la siguiente forma: la calibración se obtuvo de repeticiones de cinco días de los estándares que se usan para preparar la curva de calibración y utilizando el criterio de mínimos cuadrados, para la determinación de la reproducibilidad con los resultados de las 14 muestras en seis días diferentes y las de los equipos y estándares de los certificados de calibración. Se determinaron los intervalos de confianza y dentro de éstos, los límites de confianza con una probabilidad del 95 %, para lo cual se usó $z = 1,96$.

II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Homogeneidad del MRI

La Tabla 2 muestra el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación de los análisis de las 14 submuestras tomadas de cada lote de 100 submuestras para cada uno de los tres materiales de referencia interno, con los resultados de las determinaciones del fósforo, potasio, calcio y magnesio extraídos con Olsen Modificado. Los coeficientes de variación (CV) en potasio mostraron una mayor variabilidad en los tres materiales de referencia y evidenciaron la tendencia que al disminuir la concentración del analito aumentó el CV. Los tres materiales fueron muy similares con respecto a los CV para el fósforo entre 4,7 a 4,9 %, el calcio entre 3,4 a 4,0 % y el magnesio entre 4,4 a 4,6 %, que se encontraron dentro de lo que la RELASE tiene como referencia, menor al 6 %.

Tabla 2. Promedios, desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV) del análisis de P, K, Ca y Mg de 14 submuestras tomadas para homogeneidad de los MRI 1, MRI 2 y MRI 3.

Elementos	Unidades	MR1			MR2			MR3		
		Media	DS	CV	Media	DS	CV	Media	DS	CV
P	ppm	12,070	0,580	4,8	30,980	1,440	4,7	5,590	0,280	4,9
K	meq.100g ⁻¹	0,380	0,009	2,4	0,184	0,012	6,4	0,275	0,015	5,5
Ca		17,890	0,720	4,0	15,180	0,600	3,9	10,580	0,360	3,4
Mg		6,260	0,280	4,5	4,250	0,190	4,4	3,580	0,160	4,6

Del análisis estadístico para la C de Cochran con el 95 % de probabilidad para los MRI 1, MRI2 y MRI 3 de 14 submuestras con seis repeticiones, se observa en la Tabla 3, que no existieron diferencias significativas (C Valor observado en los cuatro elementos son menores al C Valor crítico), excepto el Mg en el MRI 2, de las 14 submuestras por cada material de referencia interno, lo que indicó que los materiales fueron homogéneos y que los métodos de análisis estuvieron estandarizados y controlados.

Tabla 3. Resultados de test C Cochran (95 % probabilidad) en la determinación de homogeneidad de tres materiales de referencia internos en los parámetros P, K, Ca y Mg.

Materiales de Referencia Internos	P	K	Ca	Mg
	C (valor observado)			
MRI 1	0,152	0,205	0,035	0,065
MRI 2	0,188	0,143	0,202	0,246
MRI 3	0,217	0,172	0,163	0,078
C (Valor crítico)	0,232			

Las 14 submuestras en los cuatro parámetros analizados fósforo, potasio, calcio y magnesio fueron homogéneas como se puede observar en la Fig. 2 para en MRI 1, el fósforo con una media general de 12,07 ppm, la sub muestra de menor promedio fue de 11,82 ppm y la mayor de 12,30 ppm; en el potasio con una media general de 0,380 meq.100g⁻¹, la sub muestra con menor promedio fue de 0,370 meq.100g⁻¹ y el promedio mayor de 0,385 meq.100g⁻¹; en el calcio con una media general de 17,89 meq.100g⁻¹, la sub muestra de menor promedio fue de 17,24 meq.100g⁻¹ y la de mayor de 18,49 meq.100g⁻¹; y en magnesio con una media general de 6,26 meq.100g⁻¹, la sub muestra de menor promedio fue de 6,04 meq.100g⁻¹ y el mayor de 6,56 meq.100g⁻¹.

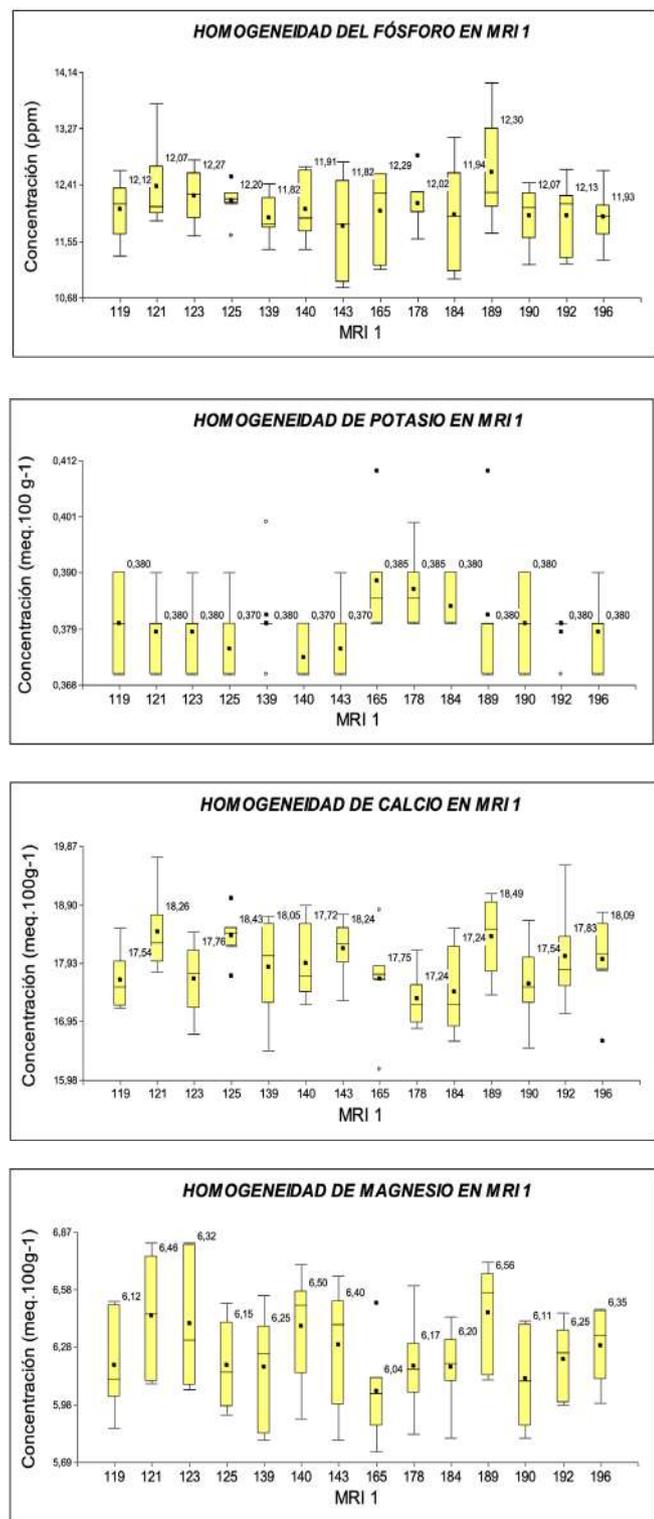
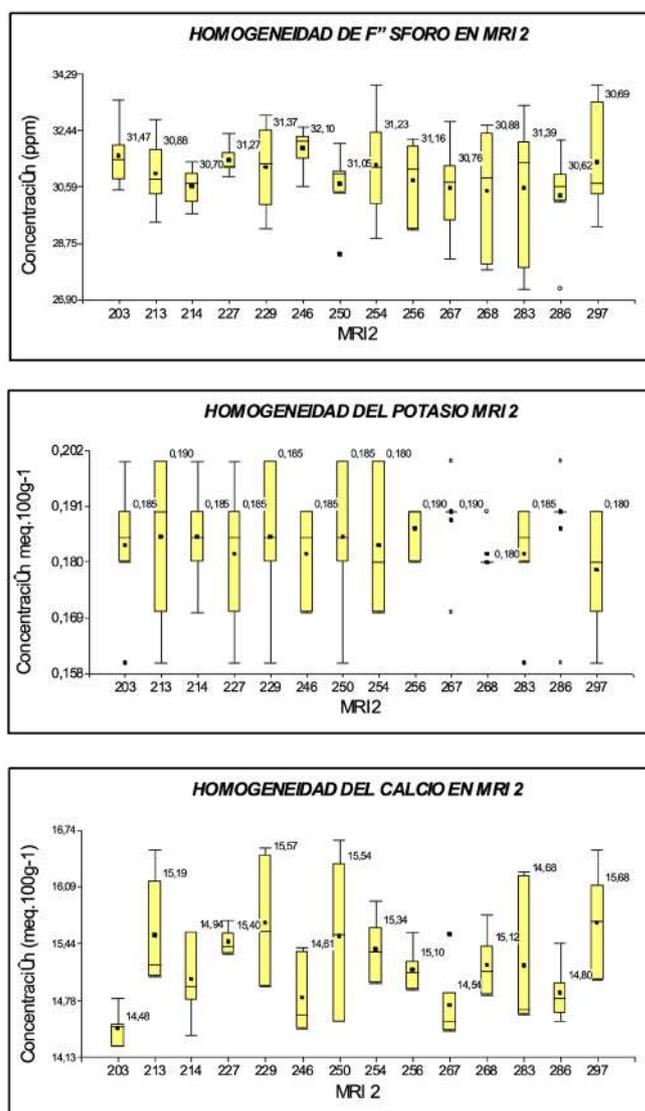


Fig. 2. Gráfico de cajas del análisis de fósforo, potasio, calcio y magnesio de 14 sub muestras tomadas para determinación de homogeneidad del MRI 1.

La Fig. 3 exhibe que para el MRI 2, el fósforo presentó una concentración promedio general de 30,98 ppm, la sub muestra de menor promedio fue de 30,62 ppm y la mayor 32,10 ppm; en el potasio con promedio general de 0,184 meq.100g⁻¹, la sub muestra con menor promedio fue de 0,180 meq.100g⁻¹, mientras que el promedio mayor fue de 0,190 meq.100g⁻¹; el calcio con promedio general de 15,18 meq.100g⁻¹, la sub muestra de menor promedio de 14,48 meq.100g⁻¹ y la mayor de 15,68 meq.100g⁻¹; y en magnesio con una media general de 4,25 meq.100g⁻¹, la sub muestra de menor promedio fue de 4,09 meq.100g⁻¹ y el mayor de 4,37 meq.100g⁻¹.



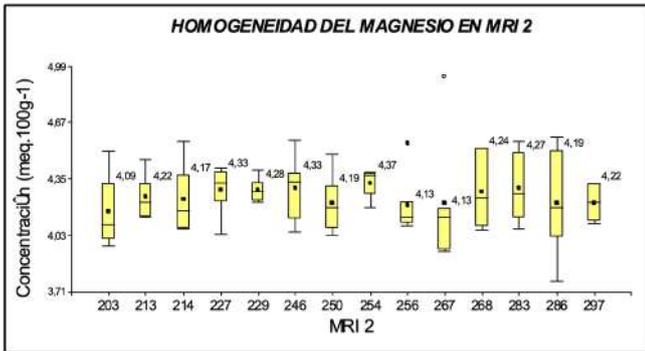


Fig. 3. Gráfico de cajas del análisis de fósforo, potasio, calcio y magnesio de 14 submuestras tomadas para determinación de homogeneidad del MRI 2.

En la Fig. 4 para el MRI 3, al realizar el análisis de los promedios de las 14 submuestras y el promedio general de los resultados de homogeneidad, para el fósforo resultó un promedio general de 5,59 ppm siendo la sub muestra de menor promedio de 5,38 ppm y la mayor de 5,74 ppm; en el potasio el promedio general fue de 0,275 meq.100g⁻¹, la sub muestra con menor promedio fue de 0,260 meq.100g⁻¹, mientras que el promedio mayor de 0,280 meq.100g⁻¹; el calcio con promedio general de 10,58 meq.100g⁻¹, la sub muestra de menor promedio fue de 10,28 meq.100g⁻¹ y la de mayor de 10,86 meq.100g⁻¹; y en magnesio con una media general de 4,25 meq.100g⁻¹, la sub muestra de menor promedio fue de 4,09 meq.100g⁻¹ y el mayor de 4,37 meq.100g⁻¹.

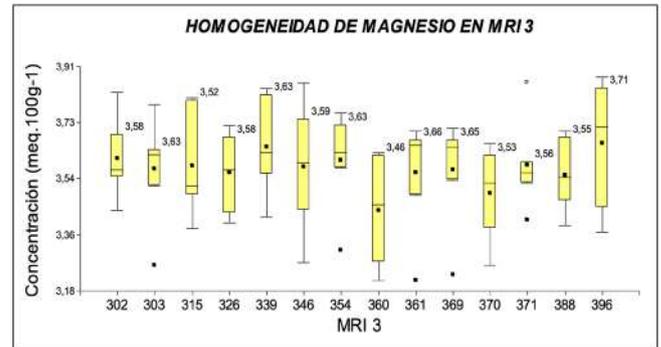
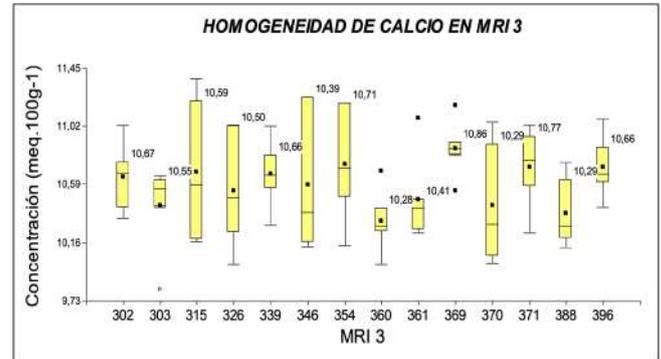


Fig. 4. Gráfico de cajas del análisis de fósforo, potasio, calcio y magnesio de 14 submuestras tomadas para determinación de homogeneidad del MRI 3.

La evaluación de los promedios y los gráficos indicaron que los resultados de las submuestras se encontraron distribuidas normalmente, así se evidenció que las muestras y los resultados obtenidos fueron homogéneos.

Estabilidad del MRI

En la Tabla 4 se presentan los resultados del rechazo de datos anómalos aplicando el test de Grubbs para los resultados de los análisis en fósforo, potasio, calcio y magnesio con extractante Olsen Modificado de los materiales MRI 1, MRI 2 y MRI 3 de las mismas 14 submuestras tomadas para la determinación de homogeneidad, pero luego de seis meses de haberse mantenido en las condiciones de laboratorio. En el MRI 1 se eliminó el valor alto de fósforo y el valor bajo de calcio, en el MRI 2 se eliminaron los valores altos de potasio y calcio, mientras que en el MRI 3 no se eliminó ningún dato.

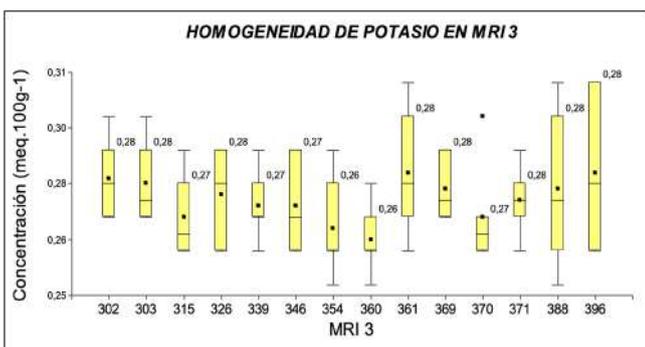
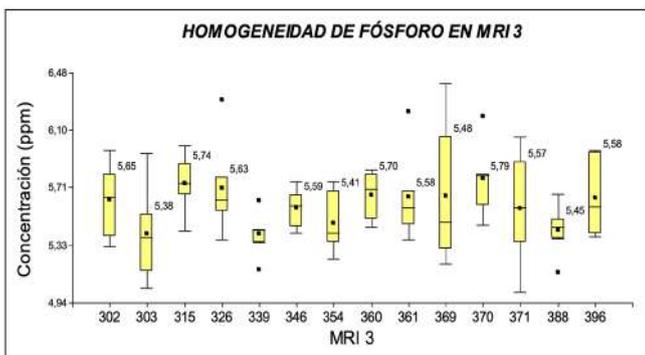


Tabla 4. Rechazo de datos anómalos aplicando el test de Grubbs para 14 datos (G_{crit} 2.37) en el análisis de P, K, Ca y Mg en muestras del MRI 1, MRI 2 y MRI 3 analizadas para estabilidad a los seis meses.

Elemento	Unidades	MRI 1		MRI 2		MRI 3	
		$G_{exp.}$	V.S.	$G_{exp.}$	V.S.	$G_{exp.}$	V.S.
P	ppm	0.85	11.83	1.33	30.20	1.68	5.30
		3.13	13.69*	1.64	32.53	1.50	5.83
K	meq.100g ⁻¹	1.41	0.37	1.16	0.17	1.57	0.26
		1.97	0.39	2.54	0.23*	1.36	0.29
Ca	meq.100g ⁻¹	2.42	16.62*	1.48	14.95	1.32	10.47
		1.57	18.40	2.33	15.97*	1.61	10.98
Mg	meq.100g ⁻¹	1.87	6.17	1.87	4.15	2.09	3.46
		1.42	6.41	1.42	4.39	2.09	3.65

$G_{exp.}$: Valor calculado de Grubbs con el menor y mayor valor respectivamente; V.S.: Valor sospechoso y *: Valor rechazado

Se determinó la media, desviación estándar y coeficiente de variación que se pueden observar en la Tabla 5, pudiendo determinar que el CV cumplió en la mayoría de los materiales y elementos la condición de RELASE de ser menor a 6,0 %, excepto en el MRI 2 para el caso del análisis del potasio que se obtuvo el 6,0 %. Cabe señalar, que en la determinación de homogeneidad en este mismo material y elemento se encontró un CV del 6,4%; lo que indica que es el elemento que presenta en esta matriz mayores variaciones en los resultados.

Tabla 5. Determinación de los estadísticos media, desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV) en la estabilidad a los seis meses de los tres materiales de referencia internos MRI 1, MRI 2 y MRI 3

Estadístico	MR1				MR2				MR3			
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg
Media	12,11	0,38	17,70	6,31	31,24	0,19	15,35	4,29	5,58	0,28	10,70	3,59
DS	0,21	0,01	0,45	0,07	0,78	0,01	0,27	0,07	0,17	0,01	0,17	0,05
CV	1,7	1,4	2,5	1,2	2,5	6,0	1,7	1,7	3,0	2,7	1,6	1,3

Finalmente con los resultados obtenidos se aplicó el estadístico t con el cual se evaluó la media de los resultados con un valor conocido o tomado como verdadero, para lo cual se tomó el promedio de homogeneidad, obteniéndose que no existieron diferencias significativas en los tres materiales de referencia internos MRI 1, MRI 2 y MRI 3 en los cuatro elementos analizados

fósforo, potasio, calcio y magnesio luego de seis meses como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Aplicación del estadístico t (t_{tab} 2.18) en la comparación de la media de 14 datos y el valor asignado como verdadero en la determinación de estabilidad de los MRI 1, MRI 2 y MRI 3.

Elemento	t-Student		
	MRI 1	MRI 2	MRI 3
P	0,66	1,06	0,19
K	2,01	2,03	1,78
Ca	1,35	1,97	2,17
Mg	2,01	1,58	1,74

Determinación de los valores asignados para los MRI con intercomparación de la RELASE

La coordinación de la RELASE recibió los resultados de los laboratorios, incluido los de CINCAE, después de realizar el tratamiento estadístico respectivo emitió el informe en el que se presentó los promedios, desviación estándar y coeficientes de variación. El promedio de todos los laboratorios de cada uno de los parámetros analizados en cada MRI representó el valor asignado, mientras que el coeficiente de variación permitió determinar la normalidad de los análisis. Un resumen se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Promedios, desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV) de los análisis de fósforo, potasio, calcio y magnesio con extractante Olsen Modificado de los tres MRI realizados en un ensayo interlaboratorios de la RELASE

Materiales de Referencia Internos	Estadísticos	P	K	Ca	Mg
		ppm	meq.100g ⁻¹	meq.100g ⁻¹	meq.100g ⁻¹
MRI 1	Media	12,11	0,38	17,70	6,31
	DS	0,21	0,01	0,45	0,07
	CV	1,7	1,4	2,5	1,2
MRI 2	Media	32,93	0,18	14,65	4,19
	DS	5,73	0,02	0,68	0,21
	CV	17,41	8,88	4,65	5,10
MRI 3	Media	4,97	0,25	11,13	3,49
	DS	0,76	0,03	0,80	0,23
	CV	15,23	12,98	7,15	6,46

Cálculo de la precisión, exactitud y recuperación de los métodos de análisis de Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio en Suelos con el extractante Olsen Modificado

Los resultados del análisis de las 14 submuestras para los macroelementos analizados en los

tres MRI utilizados para homogeneidad se utilizaron para la determinación del coeficiente de variación como se puede observar en la Tabla 8. Los coeficientes de variación para el fósforo en los tres materiales de referencia internos estuvieron alrededor del 5,0%, entre 2,4% a 6,4 % para potasio siendo el menor para la concentración más baja y el mayor para la más alta. El calcio tuvo valores de CV entre 3,4 % y 4,0 % para los tres materiales de referencia, las magnitudes son altas en las tres muestras. Asimismo, el CV para magnesio fue de 4,4% a 4,6% en los tres MRI, también con contenidos altos de magnesio en la matriz.

Con los resultados de los promedios de los macroelementos analizados en el Laboratorio Químico de CINCAE reportados en la Tabla 2 y los promedios en los mismos parámetros de la RELASE presentados en la Tabla 7, se estimó la exactitud del Laboratorio, tomando como error de la medida o el porcentaje de recuperación como se observa en la Tabla 8. Las recuperaciones del fósforo mostraron que a menor concentración de analito se tiene un mayor porcentaje de recuperación, para el MRI 3 con una media de 5,59 ppm de fósforo un porcentaje de recuperación de 112,5 %; mientras que, para el contenido alto 30,98 ppm MRI 2 el porcentaje de recuperación es el menor 94,1 %. El potasio exhibió la mayor recuperación 110,1 % en el contenido medio 0,28 meq.100g⁻¹ de los tres materiales MRI 3 y la menor recuperación 102,1 % en el contenido bajo 0,18 meq.100g⁻¹ MRI 2. El calcio mostró la tendencia de una mayor concentración de analito donde se observa un mayor porcentaje de recuperación; en contraste, el magnesio evidenció una mayor concentración de analito con un menor porcentaje de recuperación. Sin embargo, hay que mencionar que los porcentajes de recuperación se encuentran en el rango 99,8 a 102,5 % para el Mg. El error solo en el caso del fósforo sobrepasó el 10 % en el MRI 3, obteniendo 11,1 % y en la misma muestra el caso del potasio fue 9,2 %, para los otros elementos y muestras oscilaron alrededor del 5 %, llegando hasta 0,2 % en el magnesio para el MRI 1.

Tabla 8. Porcentajes de recuperación (Rec.) y error de los resultados de fósforo, potasio, calcio y magnesio del laboratorio Químico con relación a los resultados de un interlaboratorio de la RELASE

MATRICES	P		K		Ca		Mg	
	%							
	Rec.	Error	Rec.	Error	Rec.	Error	Rec.	Error
MRI 1	105,7	5,4	105,5	5,2	104,6	4,4	99,8	0,2
MRI 1	94,1	6,3	102,1	2,1	103,6	3,5	101,4	1,4
MRI 1	112,1	11,1	110,1	9,2	95,1	5,2	102,5	2,4

Cálculo de las incertidumbres y límites de confianza para las determinaciones de Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio con el extractante Olsen Modificado en los MRI 1, MRI 2 y MRI 3

Para cada uno de los elementos se determinaron las fuentes de incertidumbre, siendo de forma general la asociada con la precisión del método evaluada con los estándares y la curva de calibración, la reproducibilidad que se determinó con un análisis de 14 submuestras realizadas en seis días diferentes para cada MRI, de los estándares y de los equipos que intervinieron en las diferentes etapas del análisis. Como resultado, se obtuvieron las incertidumbres asociadas al método que se muestran en la Tabla 9.

La incertidumbre relacionada con el promedio y presentada en porcentaje muestra para los macroelementos de estudio mostró que, a menor valor en magnitud del analito, mayor fue la incertidumbre. Por ejemplo, el fósforo en el MRI 3 tuvo un valor de 5,59 ppm con un porcentaje de incertidumbre de 10,4 %, en el MRI 2 con un valor de 12,07 ppm de 8,3 % y para el MRI 3 con un valor de 30,98 ppm de 7,2 %. Para el magnesio se observó una discrepancia entre el valor medio 4,25 meq.100g⁻¹ y alto de 6,26 meq.100g⁻¹ cuyas incertidumbres son 6,4 % y 7,3 %. Las incertidumbres porcentuales se encontraron entre 3,4 % hasta 11,9 % y la mayoría presentaron valores menores a 10 %, lo cual indicó que se encontraron entre valores aceptables considerando la naturaleza heterogénea de los suelos.

En la Tabla 9 se presentan otras medidas de dispersión como la desviación estándar, el coeficiente de variación y los límites de confianza al 95 % de probabilidad, que serán útiles para el Laboratorio Químico de CINCAE en el control de sus análisis.

Tabla 9. Promedio, incertidumbre expandida, desviación estándar (DS), coeficiente de variación (CV) y límite de confianza de los MRI 1, MRI 2 y MRI 3 en la cuantificación con Olsen Modificado de los elementos fósforo, potasio, calcio y magnesio

Material	Elemento	Media	u Expandida (\pm)	% u	95% (límite de confianza)	
MRI 1	P	12.07	1.00	8.3	11.95	12.20
MRI 2		30.98	2.40	7.2	30.67	31.29
MRI 3		5.59	0.58	10.4	5.53	5.65
MRI 1	K	0.38	0.01	3.4	0.378	0.382
MRI 2		0.18	0.02	11.9	0.181	0.186
MRI 3		0.28	0.03	9.4	0.272	0.278
MRI 1	Ca	17.89	0.98	5.5	17.74	18.05
MRI 2		15.18	0.87	5.8	15.06	15.31
MRI 3		10.58	1.00	9.4	10.51	10.66
MRI 1	Mg	6.26	0.46	7.3	6.20	6.32
MRI 2		4.25	0.27	6.4	4.21	4.29
MRI 3		3.58	0.28	7.8	3.54	3.61

IV. CONCLUSIONES

En conclusión, se obtuvieron tres materiales de referencia interno MRI 1, MRI 2 y MRI 3, en matrices de suelos del orden Inceptisol, Entisol y Vertisol con su respectiva concentración asignada de los elementos fósforo, potasio, calcio y magnesio utilizando el extractante Olsen Modificado.

Los tres materiales de referencia internos en los macroelementos analizados fueron homogéneos basado en el test de Cochran realizado a las 14 submuestras con seis repeticiones. Los tres materiales MRI 1, MRI 2 y MRI 3 no mostraron diferencias significativas para los cuatro elementos analizados fósforo, potasio, calcio y magnesio luego de seis meses de haber realizado las pruebas de homogeneidad, utilizando el estadístico t para 14 datos en el que se evaluó si existen diferencias con los resultados obtenidos en las pruebas de homogeneidad. Los coeficientes de variación de los análisis y resultados de 84 repeticiones para cada MRI permitieron concluir que se tiene una buena precisión; ya

que, en los tres materiales presentan valores menores al 5 % de CV, solo para el potasio en el MRI 2 fue de 6,3 %.

Los resultados de un ensayo interlaboratorios permitieron determinar la exactitud, al no disponer de un MRCs en suelos los parámetros de estudio, se los utilizaron para estimar el valor asignado. Los resultados del Laboratorio Químico tienen una buena exactitud pues presentan errores alrededor del 5 % en los cuatro elementos analizados en el MRI 1 y MRI 2; y, en el calcio y magnesio del MRI 3, solo el fósforo y potasio presentan errores superiores de 11,1% y 9,2%. Consistentemente, los porcentajes de recuperación muestran valores entre 90 a 110 % en todos los elementos analizados en los materiales MRI 1 y MRI 2; y, en calcio y magnesio de MRI 3, solo el fósforo con 112,5 % y potasio con 110,1 % de recuperación superarían estos rangos que son comúnmente utilizados en este tipo de trabajos.

Con los análisis de los resultados y haciendo uso de las herramientas estadísticas se puede concluir que se obtuvieron tres materiales de referencia internos MRI 1, MRI 2 y MRI 3, en la matriz suelos, en los elementos fósforo, potasio, calcio y magnesio extraídos con Olsen Modificado y analizados por espectrofotometría UV/VIS para el fósforo y espectrofotometría de absorción atómica para el potasio, calcio y magnesio, los cuales se presentan con un promedio, una incertidumbre expandida y los límites de confianza para un 95% de probabilidad. En próximos trabajos en la obtención de materiales de referencia internos para suelos es recomendable en la preparación de la muestra utilizar otras técnicas más eficientes como los molinos de bolas que permitirá mejorar la homogeneidad de la muestra, lo cual permitirá disminuir la dispersión de resultados. Los mismos materiales podrían utilizarse en la determinación de los microelementos zinc, cobre, hierro y manganeso con el extractante Olsen Modificado, al usar estos MRI se evitaría la parte de la recolección y preparación de la muestra. Estos materiales pueden ser utilizados en el control de calidad de los análisis de suelos, incluyéndolos en cada lote de muestra y evaluar si se encuentran dentro de los intervalos de confianza, con lo cual se

aceptarían los resultados del lote.

REFERENCIAS

- [1] B. Aucatoma (2017) “Elaboración y caracterización de un material de referencia interno de suelos para los macro elementos P, K, Ca y Mg extraídos con Olsen Modificado para análisis en suelos cañeros del orden Inceptisol, Entisol y Vertisol de la cuenca baja del río Guayas”, Tesis de M.Sc., Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- [2] G. Carrera, B. Aucatoma (2010) “Informe tercera intercomparación de análisis de suelos y foliares del Ecuador in Décimo Segundo Congr”, Ciencia de Suelos Ecuador, Santo Domingo Tsáchilas, Ecuador.
- [3] BIPM/IEC/IFF/ILAC/ISO/IUPAP/OIM, (2009), “Vocabulario internacional de Metrología Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)”, 3° Edición, Francia, JCGM 2012.
- [4] IISO/IEC 17025:2005 (2005) “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración”, 2° Edición, Suiza.
- [5] M. Salazar, M. Suárez, R. Castillo (2017) “Guía para el muestreo de suelos y foliares en caña de azúcar”, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador, El Triunfo, Ecuador.
- [6] P.Wu, X.Wu, H.Xu, G.Owens, (2021) “Interfacial solar evaporation driven lead removal from a contaminated soil”, *EcoMat*, 3 (5), e12140.
- [7] E. M. Gonzalez Sarango, S. Leimer, C. Valarezo Manosalvas, W. Wilcke (2022) “Does biochar improve nutrient availability in Ultisols of tree plantations in the Ecuadorian Amazonia?”, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 86(4), 1072-1085.
- [8] J.N. Miller, J.C. Miller (2002) “Estadística y quimiometría para química analítica”, 4 ° Edición, Madrid, Pearson Educación, pp. 43-72.
- [9] Red de Laboratorios de Análisis de Suelos del Ecuador (2012) “Sexto ejercicio de Intercomparación organizado por la Red de Laboratorios de Análisis de Suelos del Ecuador”, Marcelino Maridueña, Ecuador.
- [10] Comisión Europea (1994) “Guidelines for the production and certification of BCR reference materials”, Geneva.
- [11] P. Lichtenberg (2006) “Preparación de un material de referencia certificado para la determinación de mercurio en músculo de pez alfonsino (*Beryx splendens* L1834)”, Tesis de Ing., Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- [12] Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador (2016) “Procedimiento de laboratorio específico de ensayo de homogeneización de muestras sólidas GT.CINCAE.PEEHMS.01”, Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- [13] A. Jaramillo (2017) “Informe interlaboratorio”, Agrocalidad, Quito, Ecuador.



RESÚMENES

III SIMPOSIO POR EL DÍA MUNDIAL DEL SUELO



RESUMEN

USE OF IMPROVED NITROGEN FERTILIZER MANAGEMENT PRACTICES TO INCREASE YIELDS AND NITROGEN USE EFFICIENCIES IN DIFFERENT INTERNATIONAL SYSTEMS

Delgado, Jorge A^{2*}

¹ US Department of Agriculture, United States

Palabras claves: *nitrogen fertilizer; precision conservation*

Nitrogen (N) fertilizer is the most important fertilizer worldwide; not only does it contribute to increased yields across the majority of the world's cropping systems, but it is also essential to global food security, and application of N fertilizer contributes to increased economic returns of farmers across the world.

However, over application of N fertilizer increases losses of reactive N to the environment via pathways such as leaching (e.g., nitrate [NO₃-N]), atmospheric pathways (e.g., ammonia [NH₃-N] volatilization, nitrous oxide [N₂O-N] emissions, denitrification to dinitrogen gas [N₂] and other atmospheric gases), and transport in surface runoff (organic N, NO₃-N, and ammonium [NH₄-N]).

Improved N management is key for climate change mitigation and adaptation. Best management practices (BMPs) such as precision conservation/precision agriculture, conservation agriculture, and rotations with cover crops and deep-rooted crops can potentially contribute to increased yields, higher economic returns, and/or reduced losses of N to the environment.

For example, cover crops and rotations with deep-rooted crops scavenge residual soil NO₃-N and cycle N to the following crop, mining NO₃-N from groundwater and contributing to increased yields of the crop that follows (e.g., potatoes).

Other examples of BMPs include the use of nitrification inhibitors and controlled release fertilizers, planting in narrow rows, and implementing improved irrigation water management. Use of narrow rows could increase silage and harvested grain yields and increase N use efficiency and water use efficiency. With the help of software tools such as the Nitrogen Index and NLEAP GIS, users can assess the potential effects of management practices (e.g., using organic inputs such as manure) on N use efficiencies (NUE), N cycling, and losses of N via different pathways under a given set of site-specific conditions, helping them make more informed management decisions.

There is potential to use N management to increase intensification of agricultural systems throughout the globe while reducing erosion, increasing yields, and protecting water quality to increase climate change adaptation and mitigation and strengthen food security.

Thematic area: Soil management.

* Correspondencia a: jorge.delgado@usda.gov

RESUMEN

SALUD DEL SUELO, SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SU MICROBIOMA COMO INDICADOR

García Teijeiro, Rosalía¹

¹ Científica de Suelos Independiente, Viena, Austria

Palabras claves: *salud de suelo, servicios ecosistémicos, parámetros, microbioma.*

INTRODUCCIÓN

La salud del suelo se refiere a su capacidad para servir como un ecosistema dinámico que sustenta la vida en la Tierra. Sirve para vincular las ciencias del suelo con las políticas, las demandas sociales y la gestión sostenible del suelo. Los primeros intentos de evaluación de la salud del suelo estaban enfocados a la producción agrícola, pero actualmente se incorporan el cambio climático, la calidad de vida y el agua. Por lo tanto, nace la necesidad de cuantificar la salud del suelo, tanto para su evaluación como para desarrollar métodos de gestión. La dificultad yace en establecer los parámetros de evaluación, especialmente por la complejidad de factores que presenta el suelo. A pesar de una comprensión cada vez mayor de la importancia de la biodiversidad del suelo, los marcadores químicos siguen dominando la cuantificación de la salud del suelo debido a la falta de conocimientos prácticos y procedimientos eficientes. Los microbios y sus procesos están comenzando a usarse como marcadores de salud del suelo. Sin embargo, muchas de estas medidas microbianas son difíciles de interpretar y es posible que no siempre arrojan conclusiones confiables.

OBJETIVO

Descripción de parámetros de salud de suelo, enfoque microbiológico.

RESULTADOS

La definición de salud del suelo y sus antecedentes se discuten en esta perspectiva, junto con comparaciones con otras ideas sobre el suelo. Se describirán los servicios ecosistémicos que ofrecen los suelos, las herramientas utilizadas para medir su funcionalidad y cómo se incorporan en índices útiles de salud del suelo. Se explorarán los indicadores microbiológicos utilizados para medir la salud del suelo y se analizarán algunas de las incógnitas que rodean su aplicación. Se expondrán sugerencias sobre cómo se pueden usar los datos microbiológicos para producir evaluaciones precisas y útiles de la salud del suelo, así como también sobre cómo guiar y mejorar este proceso.

CONCLUSIONES

Se presentará la salud del suelo como principio general para respaldar los objetivos de sostenibilidad de la vida frente al cambio climático.

REFERENCIAS

Microbial diversity and soil functions restoration. García Teijeiro, R. and Bernreiter, A. 2022: Sustainable soil management as a key to preserving soil biodiversity and stopping its degradation. International Union of Soil Sciences (IUSS). Vienna, Austria.

Fungal biodiversity and forest soil health ecosystems. Bernreiter, A. and García Teijeiro, R. 2022: Sustainable soil management as a key to preserving soil biodiversity and stopping

* Correspondencia a: r.g.teijeiro@gmail.com

its degradation. International Union of Soil Sciences (IUSS). Vienna, Austria.

Microbial inoculum development for ameliorating crop drought stress: a case study. 2020. Rosalia Garcia Teijeiro, Andrey Belimov, Ian Dodd. *New Biotechnology*. 56, 103-113

Área temática: Microbiología de suelo.

RESUMEN

LA IMPORTANCIA DE LA GEOINFORMACIÓN DE SUELOS EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL. CASO DE ESTUDIO: PROYECTO CAPACIDAD DE ACOGIDA

Reyes, David¹

¹ Instituto Geográfico Militar, Quito, Ecuador

Palabras claves: *Capacidad de Acogida, geoinformación, Ecuador, planificación, suelos.*

La población ecuatoriana ha crecido: en el año 1952 éramos 3,2 millones de habitantes, al 2022 somos 18 millones y en el 2050 seremos 23,3 millones. Lo que trae como consecuencia que el grueso poblacional se asentará, principalmente, hacia llanuras aluviales con alta amenaza a inundaciones o en laderas con alta amenaza a deslizamientos; amenazas que entre los años 1970 y 2010, han cobrado 1 800 víctimas y hasta 40 mil viviendas afectadas.

Por otro lado, la geoinformación temática disponible se encuentra máximo a escala mediana, dificultando la toma de decisiones, ya que, por ejemplo, al realizarse los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) han tenido una falsaperspectivadel fenómeno de expansión urbana.

Con estos antecedentes, el 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: 5 000", 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 el uso de las tierras; y en datos tomados en campo (ej. de suelos). De esta manera, se está generando temáticas a nivel de geoinformación: Geomorfología, Suelos, 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 de base la secuencia dato-información-conocimiento, se produce temáticas de conocimiento geoespacial: Aptitud Física Constructiva, Conflictos de Uso y Capacidad de Acogida (CA). Entendiendo a la CA como la relación entre el uso (actividades) con el territorio que las acoge.

Esta información y conocimiento geoespacial son insumos para formulación y ejecución objetiva de los PDOT y los Planes de Uso y Gestión del Suelo 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 mitigar los daños ante cualquier desastre natural y beneficiando así a 8.7 millones de habitantes.

Área temática: Información y datos.

* Correspondencia a: mauriciodavidreyespozo@gmail.com

RESUMEN

LA UTILIZACIÓN DE SENSORES DE HUMEDAD DEL SUELO PARA LA VALIDACIÓN DEL MODELO MOPECO PROGRAMACIÓN DE RIEGOS COMO PASO PREVIO A SU TRANSFERENCIA AL SECTOR PRODUCTIVO

Domínguez, Alfonso; Martínez-López, José Antonio; Pardo, José Jesús; Martínez-López, Higinio; Martínez Romero

¹ Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM); Centro Regional de Estudios del Agua (CREA); Albacete; España

Palabras claves: SUPROMED, productividad del agua, clima semiárido, escasez de recursos hídricos, transferencia al sector productivo.

INTRODUCCIÓN

El proyecto europeo SUPROMED pretende incrementar la sostenibilidad económica y medioambiental de los sistemas agrarios mediterráneos. Para lograrlo, ha desarrollado una plataforma online formada por un conjunto de modelos adaptados a las necesidades del sector productivo. El modelo “MOPECO programación de riegos” es una versión simplificada del modelo MOPECO, destinado a investigadores, cuya finalidad es incrementar la rentabilidad de las explotaciones de regadío mediante un uso más eficiente del agua de riego y la superficie regable disponibles. Algunas de las principales tareas en SUPROMED han sido la adaptación de los modelos simplificados a las necesidades y características de los usuarios finales, y su validación bajo las condiciones reales de utilización de las mismas.

OBJETIVO

Poner de manifiesto la necesidad de utilizar sensores de humedad del suelo para validar la programación de riegos ofrecida por el modelo simplificado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La validación de la herramienta se realizó durante los años 2020 y 2021 sobre 8 cultivos diferentes (anuales y leñosos) cultivados en 39 parcelas pertenecientes a 16 explotaciones de regadío situadas en la Mancha Oriental (Albacete, España) y en otras dos zonas piloto del Mediterráneo situadas en Túnez y Líbano.

RESULTADOS

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos con un cultivo de cebada, habiéndose conseguido resultados similares con el resto de cultivos. En cada parcela de seguimiento se realizó un análisis de suelo para conocer su textura, profundidad útil y contenido en nutrientes. También se hizo una evaluación del sistema de riego (cobertura enterrada) para determinar la descarga y la uniformidad del riego, y se instalaron transductores de presión y caudalímetros con el fin de controlar adecuadamente cada riego.

El control del agua del suelo se realizó en un punto representativo de cada parcela, instalando una sonda de humedad con 6 sensores espaciados 10 cm (Drill&Drop, Sentek) conectada a un data logger (ECO D3, Pessl Instruments).

CONCLUSIÓN

Los resultados ponen de manifiesto que el

* Correspondencia a: alfonso.dominguez@uclm.es

balance de agua simulado por MOPECO fue similar a las lecturas ofrecidas por las diferentes sondas, y que la utilización de esta herramienta pueda ayudar a realizar un uso más eficiente del agua de riego.

REFERENCIAS

Martínez-López, J.A.; López-Urrea, R.; Martínez-Romero, Á.; Pardo, J.J.; Montero, J.; Domínguez, A. Sustainable Production of Barley in a Water-Scarce Mediterranean Agroecosystem. *Agronomy* 2022, 12, 1358. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061358>

Martínez-López, J.A.; López-Urrea, R.; Martínez-Romero, Á.; Pardo, J.J.; Montoya, F.; Domínguez, A. Improving the Sustainability and Profitability of Oat and Garlic Crops in a Mediterranean Agro-Ecosystem under Water-Scarce Conditions. *Agronomy* 2022, 12, 1950.

Área temática: Gestión del suelo e Investigación

RESUMEN

INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE PRÁCTICAS DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN LA REGIÓN ANDINA DEL ECUADOR

Barrera Mosquera, Víctor Hugo de Correspondencia^{1*}

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito, Ecuador

Palabras claves: *Región andina, agricultura de conservación, Río Chambo.*

Debido a los desafíos que está creando un clima cambiante en la Región Andina de Ecuador, es importante desarrollar nuevas prácticas de manejo agrícola que puedan usarse para adaptarse a estas amenazas.

Lograr sistemas agrícolas viables y sostenibles en esta región requerirá mantener un equilibrio entre las necesidades de producción agrícola y la protección del medio ambiente. La agricultura en esta región se caracteriza por bajos niveles de productividad, principalmente debido a malas prácticas de manejo del suelo que contribuyen a un alto potencial de erosión y a la degradación del recurso suelo, lo que contribuye a menores ingresos para los agricultores e incluso al abandono de las tierras degradadas.

Enfrentando esta realidad, implementamos acciones de investigación y transferencia de tecnología en la cuenca alta del río Chambo, donde la erosión del suelo puede llegar a ser de 40 a 50 t ha⁻¹ año⁻¹.

Estudiamos los principios de la agricultura de conservación (AC), examinando los efectos de las zanjas de desviación de aguas, labranza reducida y retención de residuos, en una rotación de cultivos en el sistema papa-pastos; también transferimos las mejores prácticas de AC.

Descubrimos que las mejores prácticas de

AC contribuyen a aumentar los rendimientos e ingresos netos, al tiempo que aumentan el ciclo de nutrientes, reducen la erosión y aumentan la sostenibilidad de los sistemas y la capacidad de adaptarse a un clima cambiante. Se transfirió las prácticas de AC a 300 agricultores, promoviendo su adopción, a través de talleres, días de campo, boletines divulgativos y videos.

Área temática: Investigación

* Correspondencia a: victor.barrera@iniap.gob.ec

RESUMEN

¿ES POSIBLE OBTENER RENDIMIENTOS ALTOS DE CEBOLLA COLORADA EN SUELOS DE LA SIERRA CENTRAL DE ECUADOR?

Mania, Christian¹; Arcos José¹, Suarez- Tapia Alfonso^{1*}

¹ Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Riobamba

Palabras claves: *formulaciones químicas, fertirriego, abonos orgánicos, cebolla colorada (allium cepa), eco abonaza.*

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas más importantes y de mayor consumo en el mundo. En el Ecuador existen aproximadamente 12 000 hectáreas de cebolla con un promedio de 7.7 t/ha. Sin embargo, en países como México y Estados Unidos se alcanzan rendimientos de más de 50 t/ha.

OBJETIVO

Establecer una alternativa nutricional para el cultivo de cebolla, mediante la aplicación de varias dosis de fertirriego acompañadas con fertilización orgánica, en la provincia de Chimborazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron tres dosis de fertirriego; dosis media con 180-120-200 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O según el requerimiento del cultivo (A1), dosis alta con 270-180-300 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O (A2), y dosis baja con 90-60-100 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O (A3), en combinación con el abono orgánico Eco Abonaza a una dosis de 0 Mg/ha (B1), 1,5 Mg/ha (B2), y 3 Mg/ha (B3). Se utilizó un diseño de parcela dividida.

RESULTADOS

Los mejores resultados en cuanto a variables

agronómicas se obtuvo con la dosis alta de fertirriego (A2) y la dosis de 3 Mg/ha (B3). El tratamiento A1B3 alcanzó el máximo rendimiento de 57,25 t/ha y la mejor relación beneficio costo de 2.22.

CONCLUSIONES

Es posible obtener altos rendimientos en cebolla mediante el uso de fertirriego y abono orgánico.

REFERENCIAS

ARAYA, G. Manual de recomendaciones para el cultivo de cebolla. Instituto Nacional de Innovación y Trasferencia en Tecnología Agrícola (INTA), San José, Costa Rica, 2012, p. 27.

INTAGRI. Las soluciones nutritivas para cultivos protegidos[Blog]. [Consulta: 20 abril 2021]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/soluciones-nutritivas-paracultivos-protectidos>.

LOPEZ, Anahi (2017). "Análisis del Proceso de Producción y Comercialización de Cebolla en el Cantón Zapotillo-Provincia de Loja" Superintendencia del Control del Poder del Mercado. Disponible en: <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/estudio-CEBOLLA-version-publica-1.pdf>

Área temática: Promover la investigación en suelos.

* Correspondencia a: alfonso.suarez@epoch.edu.ec

RESUMEN

AVANCES DE FAO EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS SUELOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Olivera Sánchez Carolina¹; Rey Brina, Juan Carlos²

¹ FAO, Roma, Italia

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Maracay, Venezuela

Palabras claves: *Manejo sostenible, directivas, protocolo, sitios pilotos, validación*

INTRODUCCIÓN

La Alianza Mundial por el Suelo (AMS) generó en el año 2017 las Directrices Voluntarias para la Gestión Sostenible de los Suelos (DVGSS). A partir del año 2020, la Alianza por el Suelo de Latinoamérica y Caribe (ASLAC) ha venido ejecutando un proyecto regional para su implementación.

OBJETIVO

Conocer los avances del Proyecto de Cooperación Técnica Regional: Apoyo a la cooperación regional para la gestión climática de los ecosistemas agrícolas con énfasis en agua y suelo (TCP3805).

MATERIALES Y MÉTODOS

El TCP3805 planteó tres pasos para su ejecución, a) Determinar las prácticas de manejo sostenible de suelos y aguas (PMSSA) que se vienen aplicando en la región; b) validar las PMSSA a través de sitios pilotos utilizando el Protocolo de Evaluación de Manejo Sostenible de Suelos (FAO, 2020); y c) escalar las PMSSA a través de herramientas de la AMS.

RESULTADOS

Se realizaron encuestas a 82 técnicos de 21 países de LAC, reportándose más de

360 PMSSA; acompañadas de más de 1200 prácticas secundarias en diferentes usos de la tierra (agrícola, pecuario, forestal) y aplicadas por distintos tipos de agricultores (familiar, comercial, indígena e industrial). Estas PMSSA fueron referenciadas encontrando que en los sitios con prácticas los suelos tenían más carbono orgánico y humedad. Para validar estas prácticas se implementaron más de 40 sitios pilotos en 8 países (Argentina, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Paraguay, Uruguay y Venezuela), a través de los indicadores sugeridos por el Protocolo de Manejo Sostenible de Suelos de FAO (FAO, 2020); estos pilotos están arrojando sus resultados en la actualidad. Finalmente, se ha iniciado el escalamiento de las PMSSA a través de diferentes herramientas de FAO, como los proyectos RECSOIL (Costa Rica, México, Ecuador); el Programa Doctores de Suelo (México, Bolivia, Colombia, Chile).

CONCLUSIONES

El TCP 3805 ha permitido determinar una gran cantidad de PMSSA que se aplican en la región, validando las más importantes a través del protocolo de manejo de suelo, el cual se está aplicando y ajustando por primera vez en LAC. El reto es escalar las prácticas para mejorar la salud del 50% de los suelos para el año 2030.

REFERENCIAS

FAO 2017. Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 26p.

* Correspondencia a: jcrey67@gmail.com

FAO-ITPS 2020. Protocol for the assessment of Sustainable Soil Management. Rome, FAO. 24p.

Área temática: Gestión del Suelo

RESUMEN

EL BAMBÚ Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Jacome Estrella, Pablo¹¹ Organización Internacional del Bambú y el Ratán-INBAR, Quito, Ecuador

Palabras claves: *Bambú, servicios ecosistémicos, objetivos de desarrollo sostenible, guadua*

El bambú, es un pasto gigante perteneciente a la familia de las *Poaceae* (*Sub Familia bambusidae*). Su gran versatilidad, adaptabilidad e integralidad lo ha convertido en uno de los recursos más promisorios de este siglo. Con más de 1647 especies identificadas a nivel mundial distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales, y localizadas desde el nivel del mar hasta los 4300 m.s.n.m; el bambú genera un mercado de 70 mil millones de dólares al año.

Su distribución en América Latina y El Caribe es a través de manchas naturales, solas y asociadas con otras especies, y en la formación de plantaciones. Con una superficie de más de 15 millones de hectáreas y millones más sub-registradas en la región, brinda una serie de servicios ecosistémicos y además aporta en al menos siete de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar a través de la sistematización de información técnica y científica cómo el bambú brinda una serie de servicios ecosistémicos, relacionados con la restauración de suelos, retención de sedimentos, control de deslaves, captación de carbono, entre otros.

Los casos presentados de Monte Batur en Bali-Indonesia; Villa de Gaurinagar, Distrito Chitwan, Nepal y la aldea de Sareko al norte de Etiopía, muestran como los bosques de bambú evaluados de forma cualitativa, presentan niveles altos de resultados utilizando la escala Likerts de 1 a 10, compara dos con otros

ecosistemas agrícolas y forestales.

Finalmente se concluye que el bambú es un recurso existente y disponible en los países tropicales y subtropicales, pero todavía no es considerado como un recurso estratégico para su potencialización por los gobiernos centrales y locales. Además, al ser un recurso renovable, versátil, sísmo resistente en construcciones, con baja huella de carbono, reduce la presión en los bosques (deforestación) y genera una serie de alternativas para las economías locales. Su rápido crecimiento y fácil adaptación permite ser utilizado para restaurar tierras y paisajes degradados, recuperando su fertilidad y productividad en periodos cortos de tiempo. El bambú es una herramienta efectiva en la lucha contra el cambio climático, para combatir la degradación de la tierra por lo que es necesario contar con un mayor número de programas y proyectos a nivel nacional que posicionen como un recurso primordial para el desarrollo local.

REFERENCIAS

INBAR. 2014. El bambú: un recurso estratégico para que los países reduzcan los efectos del cambio climático. Beijing, República Popular de China.

Paudyal et al. 2019. Framework for assessing ecosystem services from bamboo forest. CIFOR-INBAR.

Zhaohua, Zh., Wei J.2021. Desarrollo sostenible del bambú. Editorial Sociedad Colombiana del bambú, Armenia, Quindío, Colombia.

Área temática: Agricultura - Servicios Ecosistémicos.

* Correspondencia a: pjacome@inbar.int

RESUMEN

EL CASO DEL PROYECTO LEY MARCO DE SUELOS EN CHILE

Antilén L., Mónica P.^{1,3}; Herrera J., Rodrigo²;

¹ Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

² Coordinador General Proceso Elaboración del Anteproyecto de Ley Marco de Suelos

³ Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo, Santiago, Chile

Palabras claves: *Suelo, gestión sostenible, Chile.*

INTRODUCCIÓN

Existen zonas en Chile, como la zona central, donde hay una situación crítica en relación a la degradación física, química y biológica. Los suelos, son ecosistemas que se ven continuamente presionados por el cambio de uso de suelo, debido al desplazamiento de las actividades agrícola y forestal hacia suelos marginales, y por la expansión urbana que está cubriendo el suelo más productivo con carreteras e infraestructura para la vivienda. Este es uno de los ejemplos que dan cuenta que no existe una Ley Marco de Suelos. Por su parte, la falta de conocimiento del recurso suelo es probablemente uno de los factores más críticos de la situación actual, solo el 25% del territorio nacional tiene cartografía oficial de suelos. Chile cuenta con una normativa dispersa, lo que hace imperioso una ley marco que proteja los suelos y que permita desarrollar las actividades de una forma sostenible.

OBJETIVO

Proponer una Ley Marco de suelos que permita desarrollar una gestión sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso fue desarrollado mediante una orgánica con un comité ejecutivo, editor y mesas científico técnicas de temáticas como la Erosión, Contaminación, Cambio climático y Ordenamiento territorial. Cada artículo,

definición y principio fue propuesto por las mesas, discutido y analizado por el comité editor. La discusión fue ampliada a todos los integrantes (n=50), mediante una plataforma y formulario. El proyecto de Ley en su elaboración fue apoyado por el Congreso Nacional, y actualmente se espera reabrir el debate legislativo.

RESULTADOS

El resultado fue un anteproyecto de Ley Marco de Suelos con 4 títulos, 24 artículos, alrededor de 30 definiciones y 4 normas transitorias. Dentro de los artículos destaca la propuesta de una gobernabilidad e institucionalidad para los Suelos en Chile, que aglutina y mejora lo existente, generando un sistema participativo.

CONCLUSIONES

El anteproyecto propuesto de este proceso, permite proteger los suelos Chilenos, en todas sus actividades, sin desconocer la normativa existente, considerando la alta diversidad de suelos, las principales amenazas, entregando una institucionalidad pertinente.

REFERENCIAS

Informe país 2018, Estado del medioambiente en Chile, Instituto de asuntos públicos, Centro de análisis de políticas públicas, Universidad de Chile, CEPAL.

Área temática: Fomento - Legislación de suelos.

* Correspondencia a: alfonso.suarez@epoch.edu.ec

ENVÍO DE MANUSCRITOS/PROCESO EDITORIAL

El envío de manuscritos se lo debe realizar a través de la plataforma digital de la revista (<https://revistaecuadorestabilidad.agrocalidad.gob.ec/inicio/index.php/envio-de-manuscritos/>), en la que se deberá cargar el manuscrito y proporcionar la información que se solicite.

Los manuscritos serán recibidos por el Editor Principal de la revista y éste los transferirá vía electrónica al Editor de Sección para su evaluación de concordancia con la temática de la revista para continuar con el proceso editorial.

SISTEMA DE ARBITRAJE:

Una vez que el Comité Editorial ha verificado que el manuscrito cumple las condiciones preestablecidas de pertinencia y formato, indicadas en la sección “Instrucción a los autores”, pasará a la siguiente etapa. Los manuscritos que sean considerados relevantes, se enviarán a dos expertos revisores (revisión por pares), externos a la entidad editora, anónimos, especialistas en la temática del artículo, en el modelo doble ciego. La selección de los revisores estará a cargo del Editor de Sección.

Los expertos evaluarán el manuscrito y emitirán un informe respecto al mismo. La aceptación del manuscrito puede hacerse en las condiciones originales (el revisor juzga que no es necesario cambio alguno), condicionada a cambios menores o mayores. Si la aceptación está condicionada a cambios (menores o mayores), conviene que el revisor indique si es necesario que se le envíe el manuscrito otra vez cuando el autor haya realizado las correcciones.

Con base en las recomendaciones de los revisores, el Editor o miembro del Comité Editorial asignado de la revista comunicará al autor el resultado de la evaluación del manuscrito. En el caso de que se realicen recomendaciones para el trabajo determinado, estas se enviarán al autor con las observaciones respectivas para realizar los cambios pertinentes.

Si el manuscrito ha sido aceptado con modificaciones, el autor deberá enviar una nueva versión del artículo (manuscrito corregido) atendiendo las observaciones y recomendaciones de los revisores, las cuales podrán de ser necesario, remitidas a los revisores para verificar la validez de las correcciones realizadas. La decisión final si procede o no la publicación del artículo será tomada por el Editor de la revista, la cual será comunicada al autor.

DETECCIÓN DE PLAGIO

Con respecto a la detección de plagio, la revista ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana, utiliza el sistema informático iThenticate de Turnitin para evaluar todos los manuscritos recibidos, definiéndose como criterio máximo de aceptación el 10% de similitud. Adicionalmente, los documentos deberán contar con todas las citas y referencias bibliográficas.

Información detallada sobre la revista “ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana” y su proceso editorial se encuentra disponible en la página web de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – AGROCALIDAD, en el siguiente link:

<https://revistaecuadorestabilidad.agrocalidad.gob.ec/inicio/>

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La revista "ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana", publica trabajos originales relacionados con estudios de relevancia en todos los ámbitos de las ciencias agrícolas y pecuarias.

Recepción de Manuscritos

Los manuscritos se recibirán junto con una carta de presentación, declaración de originalidad y autoría, y la declaración de aceptación de cambios. Los autores se comprometerán a presentar documentos de validación del estudio, de ser requerido.

Políticas de Derechos de Autor

Al momento de remitir los manuscritos a la revista, los autores se comprometen a lo siguiente:

- Aseguran la originalidad del trabajo presentado por el autor y coautores.
- El artículo no ha sido aceptado para publicación, y no se encuentra en proceso de revisión en otra revista.
- El autor y coautores poseen los derechos sobre todo el material utilizado en el artículo.

En cuanto el artículo sea aceptado para publicación en la revista, el autor principal remitirá un documento firmado en el cual acepta su publicación y cede los derechos de publicación a la revista. Este documento es requisito indispensable para publicar un artículo en la revista ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana.

Las políticas de derechos de autor serán establecidas en base a la normativa vigente de Propiedad Intelectual en el Ecuador.

Verificación de las condiciones

El Comité Editorial recibirá los manuscritos y verificará el cumplimiento de las condiciones preestablecidas de pertinencia y formato. Se

deben contemplar temas en área de diagnóstico, producción, inocuidad, sanidad vegetal o animal y relacionados. El Comité Editorial tendrá la atribución de rechazar un manuscrito si considera que la temática que aborda se aleja de las áreas que abarca la revista.

Revisión y publicación

Cada manuscrito que se reciba y cumpla con las condiciones preestablecidas de pertinencia y formato, será sometido a un proceso de evaluación de revisores especialistas (sistema de arbitraje externo, por pares, doble ciego).

Formato del Manuscrito (Artículo y Comunicación Científica)

Los manuscritos deberán ser presentados en tamaño A4, con un interlineado sencillo. El tamaño de letra debe ser 10 Times New Roman, exceptuando el Resumen y/o Abstract, en los que se usará tamaño de letra 9. Los subtítulos irán en negrita, alineados al lado izquierdo. La extensión del artículo científico tendrá un máximo de 7000 palabras, incluyendo el título, resumen, palabras clave, referencias, tablas, figuras y leyendas. Tomar en cuenta que tanto tablas como figuras pequeñas tendrán un equivalente en palabras de 300, mientras que tablas y figuras grandes pueden tener un equivalente en palabras de 600 o más.

Las comunicaciones tendrán una extensión de 1500 palabras, incluyendo el título, resumen, palabras clave, referencias, tablas, figuras y leyendas.

Organización del manuscrito

- Título
- Nombre(s) del autor(es) y afiliación(es)
- Resumen y palabras clave
- Title
- Abstract and keywords
- Introducción
- Metodología
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Agradecimientos (opcional)
- Referencias

Título

Debe estar en mayúsculas, ser conciso, tener una extensión no mayor a 10 palabras. Debe informar acerca del contenido y la aportación, no se debe usar abreviaturas.

Los autores deben sugerir un título corto de máximo 40 caracteres, incluyendo los espacios, que será incluido en el encabezado de las páginas impares de la revista.

Nombre(s) del autor(es) y afiliaciones

Se debe escribir el (los) apellido(s) y el (los) nombre(s) de los autores en orden de contribución al artículo, separados por un punto y coma (;). Superíndices al lado de los nombres de los autores servirán para indicar la afiliación de los mismos.

Las afiliaciones se deberán presentar debajo de los apellidos y nombres de los autores, y se deberá incluir la dirección de las instituciones de investigación. Uno de los autores deberá ser el encargado de recibir la correspondencia relacionada al artículo (durante el proceso de revisión del manuscrito y una vez publicado el artículo) y éste debe ser identificado con un asterisco (*) a lado del nombre. Los datos de contacto del autor de correspondencia deben ser ubicados como pie de página en la primera página.

Resumen

El resumen debe estar escrito en un solo párrafo, a espacio sencillo y no sobrepasar las 250 palabras. Debe ser claro, conciso, despertar el interés del lector y dar información sobre la introducción, los objetivos, la metodología, resultados y conclusiones obtenidos en la investigación. Se deben omitir las abreviaturas, siglas, códigos, símbolos o fórmulas, también el uso de referencias bibliográficas.

Palabras clave

Se colocarán hasta 5 palabras o frases, ubicadas en orden alfabético y separado por comas, que identifican al artículo.

Title, Abstract and Keywords

Se colocará el título en inglés, en letra mayúscula y negrita. Seguido de la palabra "Abstract" con el

resumen traducido al inglés. Finalmente se incluirá "keywords" donde se harán constar las palabras clave en inglés.

Introducción

La introducción hace la apertura del artículo, ambienta y dirige al lector; asimismo, informa sobre los antecedentes del estudio, define el problema de la investigación y su importancia, indica el propósito u objetivo de la investigación o la hipótesis probada por el estudio, destaca el valor, el por qué y la utilidad del trabajo realizado. En esta sección se debe justificar el trabajo de investigación y su relación con otros trabajos anteriores. Debe existir una amplia revisión bibliográfica, de tal manera de dejar claramente establecido el "estado del arte" en la temática abordada y las motivaciones que dieron origen al estudio que se va a publicar. Las referencias citadas en el texto deben estar bien documentadas y actualizadas, y se debe evitar un número excesivo de citas. No se busca citar toda la información científica sobre el tema, sino lo más destacado y relevante. En esta sección no se incluyen datos o conclusiones del estudio realizado.

Metodología

En esta sección se describen los métodos o técnicas empleadas en el desarrollo del trabajo de investigación, debe ser lo suficientemente detallada como para que otras personas con acceso a los datos puedan reproducirlos. Deben incluirse los reactivos (marca y pureza), materiales y equipos (nombre, modelo y detalles técnicos importantes) utilizados; parámetros usados en los equipos y cualquier aspecto que se juzgue necesario para que el lector del artículo pueda replicar la parte experimental y los resultados del trabajo de investigación. Resulta muy conveniente referirse a métodos utilizados por otros autores y/o trabajos previos, eso sí, siempre citando aquellos trabajos. Se debe tener en cuenta aspectos como el diseño experimental y métodos estadísticos empleados, indicando las variables, muestras y población tomados en base a los objetivos del estudio. Se debe definir los términos estadísticos, abreviaturas y la mayoría de símbolos; especificar los paquetes de software estadístico y las versiones utilizadas. Se debe explicar la dimensión temporal, el momento, número de veces y cualquier otro detalle referido a la recolección de la información. Finalmente es importante recordar que el diseño

contribuye a la validez interna del estudio, además debe contener el escenario en el que se desarrolló la investigación, el o los sujetos, el tamaño muestral, condiciones de trabajo, métodos de recolección de las muestras y cómo fueron analizados los datos.

Resultados y discusión

Es la sección más relevante del manuscrito. Los resultados deben presentarse en el orden que fueron planteados los objetivos. Deben ser claros, concisos, precisos y con una secuencia lógica. Dentro de los resultados pueden incluirse figuras, tablas y ecuaciones. Conviene discutir los resultados a medida que se los va presentando de manera argumentativa. Se debe mencionar la importancia del trabajo y su comparación en base a resultados de otros estudios similares. Se recomienda comenzar con la discusión de los resultados propios y los más importantes, para luego pasar a compararlos con estudios similares publicados, de acuerdo a una extensa revisión bibliográfica. Se puede incluir implicaciones teóricas y prácticas, y se puede recomendar investigaciones futuras relativas al tema. Una buena discusión no comenta todos los resultados, no los repite de capítulos anteriores, no generaliza, ni extrapola en forma injustificada. Además no plantea comparaciones teóricas sin un fundamento.

Conclusiones

Las conclusiones deben ser presentadas claramente como respuesta a la interrogante que originó el estudio y a los objetivos planteados. Es importante mencionar todas las limitaciones que presentó el estudio durante su ejecución y la forma como pudieron influenciar en las conclusiones del trabajo.

Agradecimientos (opcional)

Esta sección puede ser usada para aquellos casos que requieran expresar una declaración explícita de la fuente de financiación o cooperación realizado por personas distintas del autor de la investigación.

Conflictos de interés

Los autores deberán declarar cualquier conflicto de interés que tengan con respecto al contenido del manuscrito. Si los autores no tienen conflictos de interés, deberán escribir: "Los autores declaran que

no tienen conflictos de interés".

Referencias

Se debe listar las referencias en orden de aparición en el texto. Las referencias completas no deben ser citadas dentro del texto. Cuando se cita se debe colocar entre corchetes el número de referencia. Las referencias deben colocarse antes de los signos de puntuación (puntos, comas, etc.). En caso de que una sección del texto requiera la cita de dos o más referencias, los números correspondientes a éstas se colocan dentro del mismo par de corchetes. No se debe combinar referencias, sólo debe haber una referencia para cada número. La guía para escribir las citas y referencias se puede descargar del siguiente enlace: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/06/CITAS-Y-REFERENCIAS-VANCOUVER-ECUADOR-ES-CALIDAD.pdf>

Figuras y tablas

Las figuras pueden aparecer a color o en escala de grises, su tamaño dependerá del criterio del autor, con la condición que sean ilustrativas y, en caso de tener letras y/o caracteres, éstos sean distinguibles aun después de una reducción de entre el 25 y 50%. Las leyendas de figuras serán colocadas en la parte inferior de la misma y con numeración para facilitar su identificación. Al hacer referencia a las figuras dentro de su artículo, se debe utilizar la abreviatura "Fig.", incluso al citar dentro del texto. Las tablas se deben presentar en blanco y negro.

Las leyendas de tablas serán colocadas en la parte superior de la misma y con numeración para facilitar su identificación. No se debe abreviar "Tabla" y éstas deben ser numeradas. Tanto figuras como tablas presentes en el artículo tienen necesariamente que ser mencionadas en el texto. Asimismo, tanto figuras como tablas deben tener leyendas informativas que indiquen con claridad la información presentada. Si la figura y/o tabla fue obtenida de otro trabajo sin modificación, debe citarse la fuente y, además, presentarse una autorización por parte del autor para su utilización en el artículo. Si la figura y/o tabla fue parcialmente modificada de una existente en las referencias, se debe escribir en la leyenda "adaptado de (referencia)". Si la figura y/o tabla es de elaboración propia, no es necesaria aclaración alguna.

INSTRUCCIONES A LOS REVISORES

En el caso de ecuaciones matemáticas, utilizar un editor de ecuaciones y numerar las ecuaciones para facilitar la explicación en el texto.

Bibliografía Recomendada

Para las referencias que sean usadas en el manuscrito se recomienda se use el estilo de bibliografía VANCOUVER conforme a lo que se indica en la GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS – ESTILO VANCOUVER (<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/06/CITAS-Y-REFERENCIAS-VANCOUVER-ECUADOR-ES-CALIDAD.pdf>)

Formato Artículos de Opinión

Los artículos de opinión tendrán una extensión de 1500 palabras. Estarán conformados por el artículo y una breve biografía del autor y las referencias bibliográficas correspondientes si las hubiera.

Formato Artículos de Revisión (Review)

Los artículos de revisión tendrán una extensión de no más de 15000 palabras. Estarán conformados por

- Título
- Nombre(s) del autor(es) y afiliación(es)
- Resumen y palabras clave
- Title
- Abstract and keywords
- Introducción
- Temas concernientes a la revisión
- Discusión y Conclusiones
- Agradecimientos (opcional)
- Referencias

Los revisores asignados al manuscrito se comprometen a realizar una evaluación confidencial, apegados al código de ética de la revista. Además, tendrán que preparar “Informe del Revisor”, el mismo que deberá ser el concreto. A continuación se detalla el contenido recomendado para el Informe del Revisor:

- El primer párrafo incluirá el título de manuscrito, los nombres de los autores y una síntesis del contenido del trabajo. Si se considera conveniente, se pueden comentar aspectos novedosos en lo referente a metodología o hallazgos.
- En el segundo párrafo se debe evaluar la estructura del manuscrito; debe evaluarse, entre los aspectos más importantes, si la problemática y los métodos fueron descritos apropiadamente, y si hay claridad en la discusión y conclusiones.
- Si el revisor lo considera necesario, puede sugerir referencias adicionales que puedan mejorar la calidad del manuscrito (opcional).
- En caso de ser necesario que el autor realice cambios, correcciones y/o aclaraciones, se debe listar las mismas en viñetas indicando la parte del manuscrito que debe ser cambiada, corregida y/o aclarada.

En el último párrafo del informe, el revisor sugiere la aceptación o rechazo del manuscrito. La aceptación del manuscrito puede hacerse en las condiciones originales (el revisor juzga que no es necesario cambio alguno), condicionada a cambios menores o mayores. Si la aceptación está condicionada a cambios (menores o mayores), conviene que el revisor indique si es necesario que se le envíe el manuscrito otra vez cuando el autor haya realizado las correcciones.

CÓDIGOS DE ÉTICA DE LA REVISTA

Referencias generales

La revista ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana se adhiere a los lineamientos para ética en la publicación, establecidos por el Committee on Publication Ethics (COPE). El presente documento ha tomado como base las normas establecidas en "Guidelines On Good Publication Practice". Todos los autores, revisores, colaboradores, coeditores y editor declaran tácitamente seguir dichos principios.

Con respecto a la detección de plagio, la revista ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana, utiliza un sistema informático para evaluar todos los manuscritos recibidos, definiéndose como criterio máximo de aceptación el 10% de similitud. Adicionalmente, los documentos deberán contar con todas las citas y referencias bibliográficas.

Sobre el trabajo científico

Todo trabajo de investigación deberá estar bien justificado y planificado, y haber sido diseñado correctamente. Los autores se comprometen a presentar documentos de validación del estudio, de ser requerido. Dependiendo de la naturaleza de la investigación, de ser necesario, los investigadores deberán presentar los documentos de un comité de ética apropiadamente constituido, que certifique la corrección y aprobación del estudio.

Análisis de datos

Los datos deben ser correctamente analizados, detallando la metodología empleada y fuentes de información. Un análisis inapropiado de los mismos, no necesariamente equivale a una mala conducta. La falsificación de datos equivale a una conducta antiética.

Autoría

Todos los autores se hacen responsables por el artículo; sin embargo, cada uno debe asumir la responsabilidad por la o las secciones donde se

involucró y trabajó directamente. No se deberá incluir a investigadores que no hayan contribuido al estudio.

Conflictos de interés

Todo conflicto de interés, sea de tipo personal, académico, financiero, u otro, deberá ser declarado al editor por todos los involucrados: investigadores, autores y revisores. Esta declaración se deberá hacer cuando el artículo sea presentado para evaluación.

Revisión por pares

Esta revisión es realizada por especialistas externos, seleccionados por el Editor y el Comité Editorial. La evaluación del manuscrito es confidencial y todos los involucrados se comprometen a mantenerla. Los revisores y editores no podrán hacer uso de la información presentada, a menos que tengan la autorización de los autores. Los revisores deberán proporcionar información rápida y precisa en sus comentarios, así como, informes objetivos, bien justificados e imparciales. Por otra parte, los revisores se comprometen a notificar confidencialmente al editor de cualquier sospecha de conducta antiética.

Duplicación de información

Los estudios presentados no deben haber sido publicados, por lo que no deben repetirse, a menos que se requiera realizar un estudio adicional. Los autores no podrán remitir para evaluación un mismo manuscrito a más de una revista o a cualquier otra fuente de publicación.

Plagio

Todas las fuentes de información utilizadas para la elaboración del estudio deben identificarse claramente y estar referenciadas y citadas. Los autores deberán solicitar permiso por escrito para el uso de cierta información de otros autores, cuando sea necesario.

Responsabilidad editorial

La decisión de los manuscritos a cargo del editor y comité editorial deberá ser tomada exclusivamente, basada en criterios de importancia, originalidad, claridad y relevancia del estudio; así como de respeto de las reglas de escritura científica de la revista. Todos los involucrados en el proceso editorial están comprometidos a mantener total confidencialidad de los manuscritos recibidos y de su estado.

Sobre la mala práctica

Los autores e involucrados en el proceso editorial se comprometen a realizar un trabajo honesto, profesional y de buena fe, asegurándose que los resultados demuestren un trabajo ético. Los involucrados en el proceso editorial de acuerdo a sus responsabilidades y en medida de lo posible se comprometen a evaluar los manuscritos y dar seguimiento a cualquier sospecha de mala práctica científica, pudiendo tomar las medidas que consideren más convenientes en los casos en los que se compruebe falta de ética en cualquier trabajo presentado para evaluación.



AGROCALIDAD

AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

Av. Eloy Alfaro y Amazonas - Edificio MAG Piso 9

Teléfono: (593) 23828 860 ext. 2096

revista.ecuadorescalidad@agrocalidad.gob.ec

revista.ecuadorescalidad@gmail.com

Quito - Ecuador