

LIBRO DE RESÚMENES



III Convención
Internacional de Suelos

XX Congreso Peruano
de la Ciencia del Suelo



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



UNIVERSIDAD NACIONAL
INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA
Licenciada con Resolución N° 131-2018-SUNEDUICD



Instituto Nacional de Innovación Agraria



MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESTRATÉGICOS AGRARIOS

LIBRO DE RESÚMENES



· Sede Pucallpa ·
2025

III Convención
Internacional de Suelos

XX Congreso Peruano
de la Ciencia del Suelo



LIBRO DE RESÚMENES

III CONVENCION INTERNACIONAL DE SUELOS Y XX CONGRESO PERUANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO

Ministro de Desarrollo Agrario y Riego

Vladimir Germán Cuno Salcedo

Viceministra de Políticas y Supervisión del Desarrollo Agrario

Carmen Inés Vegas Guerrero

Viceministro de Desarrollo de Agricultura Familiar e Infraestructura Agraria y Riego

Orlando Hernán Chirinos Trujillo

Presidente Ejecutivo del Instituto Nacional de Innovación Agraria

Jorge Juan Ganoza Roncal, M. Sc.

© Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Primera edición digital:

Noviembre, 2025

Publicado:

Noviembre, 2025

Disponible en:

<https://repositorio.inia.gob.pe>

ISBN:

978-9972-44-206-3

Editado por:

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Equipo Técnico de Edición y Publicaciones

Av. La Molina 1981, Lima-Perú

Teléf. (511) 240-2400

www.gob.pe/inia

Equipo Técnico de Edición y Publicaciones: Janet Flores / **Teléfono:** 964173509 / **Correo electrónico:**

comite_publicaciones@inia.gob.pe

Todos los derechos reservados.

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2025-12735

Edición general: Cinthia S. Quispe-Apaza / **Revisión general:** Soledad Medrano-Damián, Richar A. Solórzano-Acosta, Sócrates Olivera-Vilca, Juancarlos A. Cruz-Luis, Héctor A. Ramírez Maguiña, Anthony L. Peralta-Guzmán, Nadia M. Panduro-Tenazoa, Joselin N. Cervantes-Martinez / **Diseño y diagramación:** Miguel Alvarez-Escalante

ORGANIZADORES

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía - UNIA

Sociedad Peruana de la Ciencia del Suelo - SOPECSU

COLABORADORES

LECO

Molinos & Cía S.A

Solagri Perú S.A.C

Farmex S.A

Grupo Distribuciones VAL

Industrias Tulumayo S.A.

Inversiones MPTY S.A.C.

Universidad Científica del Sur

Vida al Suelo S.A.C

Raúl Yaipén Lab S.A.C.

Oleaginosas Amazónicas S.A.

Bosques Amazónicos S.A.

Comité Central de Palmicultores de Ucayali

• Sede Pucallpa •
2025



COMITÉ ORGANIZADOR

Mg. Sc. Jorge Juan Ganoza Roncal

Presidente

Presidente Ejecutivo del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Dr. Juan López Ruiz

Vicepresidente

Rector de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía - UNIA

MIEMBROS

Mg.Sc. Juancarlos Alejandro Cruz Luis

Director General de la Dirección de Servicios Estratégicos Agrarios - INIA

Mg.Sc. Ernesto Yacila Agurto

Director de la Estación Experimental Agraria Pucallpa - INIA

Dr. Ángel Amado Romero Cahuana

Decano de la Facultad de Agronomía - UNIA

Mg.Sc. Sócrates Olivera Vilca

Director del Proyecto Suelos y Aguas del INIA

Ing. Soledad Medrano Damián

Coordinadora de Capacitación y Transferencia de Tecnología - INIA

Ing. Joselin Nidia Cervantes Martínez

Especialista del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Ing. Rocío Flor Sandoval Rubio

Especialista del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Lic. Miguel Alvarez Escalante

Especialista del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Ing. Miguel Vásquez Macedo

Coordinador del Área de Transferencia de Tecnología Agraria y Documentación Científica - EEA Pucallpa - INIA

Lic. Iván Medardo Ucharima Geronimo

Especialista del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Mg.Sc. Jorge Eduardo Sato Ruiz

Catedrático de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía - UNIA

Claudia Scoli Ramirez Melendez

Secretaria Ejecutiva e Imagen Institucional - EEA - Pucallpa

Maria del Carmen Quispe Torres

Secretaria del Área de Transferencia Tecnológica - EEA - Pucallpa

Mg.Sc. Luis Felipe Solis Rosas Diaz

Catedrático de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga - UNICA

Mg.Sc. José Gerardo Sánchez Choy-Sánchez

Catedrático de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía - UNIA

Dra. Nadia Masaya Panduro Tenazoa

Catedrática de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía - UNIA

Dra. Zamara Elaine Ponce Bardales

Catedrática de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía - UNIA

Dr. Carlos Abanto Rodríguez

Investigador de Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana - IIAP Ucayali

M.Sc. Noé Ramírez Flores

Catedrático de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia e Investigador del - IIAP Ucayali

COMITÉ CIENTÍFICO

Dra. Nadia Masaya Panduro Tenazoa
Presidente

Catedrática de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía - UNIA

Dr. Sady García Bendezú
Vicepresidente

Presidente de la Sociedad Peruana de la Ciencia del Suelo - SOPECSU

MIEMBROS

M.Sc. Samuel Edwin Pizarro Carcausto

Especialista del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Mg.Sc. Braulio La Torre Martínez

Catedrático de la Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM

Dr. Oscar Oswaldo Loli Figueroa

Catedrático de la Universidad Nacional Agraria La Molina - UNALM

Mg.Sc. Ulises Darlin Román Montalbán

Catedrático de la Universidad Nacional de Piura - UNP

Mg.Sc. Ceila Paquita Lao Olivares

Catedrática de la Universidad Peruana Unión - UPeU

Ph.D Luciana Chávez Rodríguez

Profesor asistente de la Universidad de Wageningen (WUR),
Grupo de Biología de suelos, Países Bajos

Dr. Andrés Alberto Azabache Leyton

Catedrático de la Universidad Nacional del Centro
del Perú - UNCP

M.Sc. Alex Lázaro Tineo Bermúdez

Catedrático de la Universidad Nacional de San Cristóbal de
Huamanga - UNSCH

Mg.Sc. José Gerardo Sánchez Choy-Sánchez

Catedrático de la Universidad Nacional Intercultural de la
Amazonía - UNIA

Dr. Carlos Abanto Rodríguez

Investigador del Instituto de Investigaciones de la Amazonía
Peruana - IIAP

Dra. Liliana Vega Jara

Catedrática en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán -
UNHEVAL

Mg.Sc. Karina Liseth Arango Ledesma

Especialista del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui

Catedrático de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS

Dr. Nahuel Reussi Calvo

Investigador en la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)
- Argentina

Dr. Fabiane Machado Vezzani

Catedrática de la Universidad Federal de Rio Grande del Sur
(UFRGS) - Brasil

Dr. Laura Bertha Reyes

Catedrática de la Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM) - México

Dr. John Christopher Clunes Muñoz

Catedrático de la Universidad Austral de Chile - UACH

Dr. Demetrio Angelo Lama Isminio

Catedrático de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de
Mendoza - UNTRM

Dr. Paúl Lama Isminio

Catedrático de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de
Mendoza - UNTRM

Dr. César Osvaldo Arévalo Fernández

Catedrático Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas -
UNAAA

Mg.Sc. Noé Ramírez Flores

Investigador del Instituto de Investigaciones de la Amazonía
Peruana - IIAP

Mg.Sc. Manuel Gabriel Velásquez Ramírez

Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa - FCUL

M.Sc. Daniel Tineo Flores

Catedrático de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de
Mendoza - UNTRM

M.Sc. Jimmy Alcides Ocaña Reyes

Catedrático de la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS

Ph.D. Antony Gonzáles Alvarado

Pesquisador Centro de Ciências Naturais Humanas, Universidade
Federal do ABC, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil

2025

PROGRAMA



III Convención Internacional de Suelos y XX Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo

"Suelos resilientes para un futuro sostenible"

Lugar: Centro Intercultural de la Amazonía - CIA

Martes 18 de noviembre		
Recepción		
08:00	Registro de los participantes	Staff INIA-UNIA
Ceremonia de inauguración		
08:30	Ceremonia de iniciación	Maestro de iniciación Dr. Juan López Ruiz Rector de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía - UNIA
09:00	Palabras de bienvenida	Dr. Sady García Bendezú Presidente de la Sociedad Peruana de la Ciencia del Suelo - SOPECSU
09:10	Palabras de bienvenida	Mg. Sc. Jorge Juan Ganoza Roncal Presidente Ejecutivo del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA
09:20	Palabras de bienvenida	Ing. Vladimir Germán Cuno Salcedo Ministro de Desarrollo Agrario y Riego - MIDAGRI
09:30	Inauguración de la III Convención Internacional de Suelos y XX Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo	
09:45	Foto oficial del evento	
Campaña Perú 2M: "Conoce la fertilidad de tu suelo"		
09:50	Proyecto Suelos y Aguas: Avances y perspectivas	Mg. Sc. Juancarlos Cruz Luis Director General de la Dirección de Servicios Estratégicos Agrarios (DSEA) - INIA
10:00	Presentación del mapa de fertilidad de suelos de Ucayali	Ing. Kenyi Rolando Quispe Matos Especialista del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Lima
10:15	Entrega de mapas de fertilidad de suelos a autoridades locales	Mg. Sc. Jorge Juan Ganoza Roncal Presidente Ejecutivo del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA
EJE TEMÁTICO 1 Física, química y mineralogía del suelo		
10:25	Conferencia magistral 1: Del diagnóstico de nitrógeno a la salud del suelo: el rol del NAN	Dr. Nahuel Reussi Calvo Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina
11:20	Coffee Break	
11:30	Presentación de pósteres del eje temático 1	
12:20	Ponencia 1: Influencia del método para determinar la capacidad de intercambio catiónico en la fertilidad y clasificación taxonómica del suelo	Ph.D. Paúl Lama Isminio Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas
12:40	Ponencia 2: Distribución geoespacial de metales pesados en suelos de arroz del noroeste del Perú	Ing. Nilton Atalaya Marín Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Cajamarca
13:00	Almuerzo	
14:10	Conferencia magistral 2: El aporte de las propiedades físicas en el diagnóstico y evaluación de la calidad y salud del suelo	Dr. Oscar Rodrigo Seguel Seguel Universidad de Chile
15:05	Panel del eje temático 1	Panelistas de la sesión
EJE TEMÁTICO 2 Ecología y biología del suelo		
15:30	Conferencia magistral 3: Microvida, macroimpacto: la biota del suelo en acción	Ph.D. Luciana Chavez Rodriguez Universidad de Wageningen, Países Bajos
16:25	Ponencia 3: Tea bag index como indicador de salud del suelo bajo prácticas de labranza en el cultivo de papa	Ing. Oscar Eduardo Panduro Cruz Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima
16:40	Panel del eje temático 2	Panelistas de la sesión
Miércoles 19 de noviembre		
EJE TEMÁTICO 2 Ecología y biología del suelo		
08:00	Registro de los participantes	Staff INIA-UNIA
08:30	Conferencia magistral 4: La biodiversidad del suelo clave en la provisión de servicios ecosistémicos	Ph.D. María Jesús Iglesias Briones Universidad de Vigo, España
09:25	Ponencia 4: La inoculación con micorrizas nativas mejora la compatibilidad y el comportamiento de coberturas vegetales en ultisols	M. Sc. Noé Ramirez Flores Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana-IIAP, sede Ucayali
09:45	Panel del eje temático 2	Panelistas de la sesión
10:00	Coffee Break	
10:15	Presentación de pósteres del eje temático 2	
EJE TEMÁTICO 3 Fertilidad del suelo, bioestimulantes y nutrición vegetal		
10:45	Conferencia magistral 5: Erosión, acidez y baja fertilidad: la cruda realidad de los suelos amazónicos peruanos frente a la agricultura migratoria	Ph.D. Prometeo Sánchez García Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, México
11:40	Ponencia 5: Caracterización espectroscópica Vis-NIR de la fertilidad del suelo en ecosistemas agrícolas andinos y amazónicos del Perú	M. Sc. Samuel Edwin Pizarro Carcausto Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Huancayo
12:00	Ponencia 6: Modelamiento de la nutrición de teca (<i>Tectona grandis</i>) con variables edafoclimáticas, imágenes satelitales y machine learning	Dr. César Arévalo Hernández Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas
12:20	Ponencia 7: Impacto de la fertilización con potasio sobre rendimiento y calidad en variedades de papas para la industria	Dr. Nahuel Reussi Calvo Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina
12:35	Panel del eje temático 3	Panelistas de la sesión
13:00	Almuerzo	
14:10	Presentación de pósteres del eje temático 3 Grupo A	
15:10	Ponencia 8: Contribución de la macrofauna edáfica a la fertilidad y sostenibilidad del suelo en sistemas agrícolas de Ucayali, Perú	Dra. Nadia Masaya Panduro Tenazoa Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Ucayali
15:30	Ponencia 9: Fertilización de <i>Spinacia oleracea</i> L. con bacterias endófitas y gallinaza en la sierra norte del Perú	Bach. Juan Carlos Paredes Jacinto Universidad Nacional de Trujillo
15:50	Ponencia 10: Intensificación ecoeficiente del cultivo de papa con <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Trichoderma viride</i> bajo fertilización NPK reducida	Ing. Miguel Luis Tueros Munive Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Ayacucho
16:10	Panel del eje temático 3	Panelistas de la sesión
16:30	Presentación de pósteres del eje temático 3 Grupo B	

Jueves 20 de noviembre

EJE TEMÁTICO 4 Génesis, clasificación y geografía del suelo

08:00	Registro de los participantes	Staff INIA-UNIA
08:30	Conferencia magistral 6: Caracterización de las propiedades físicas y químicas de algunos suelos amazónicos degradados y no degradados con relación a la fisiografía, Ucayali, Perú	Dr. Edgar Díaz Zúñiga Universidad Nacional de Ucayali
09:25	Ponencia 11: Elaboración de monolitos y su clasificación taxonómica en el valle de Chanchamayo, Junín	Ing. Joseph Jemel Sánchez Escalante Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, La Merced - Chanchamayo, Junín
09:45	Ponencia 12: Distribución de suelos a través de una topolitosecuencia de rocas sedimentarias en la provincia de Leoncio Prado, Huánuco	Bach. Bherly Patricia Mezarino Rengifo Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco
10:05	Panel del eje temático 4	Panelistas de la sesión
10:20	Coffee Break	
10:30	Presentación de pósteres del eje temático 4	

EJE TEMÁTICO 5 Recuperación de suelos degradados

11:10	Conferencia magistral 7: Calidad del suelo y recuperación de áreas degradadas: estudio de caso en suelos afectados por actividades de minería en Minas Gerais, Brasil	Dr. Guilherme Lopes Universidad Federal de Lavras, Brasil
12:05	Ponencia 13: Metabarcoding, una herramienta clave para revelar microorganismos con potencial biotecnológico para restaurar suelos degradados	M. Sc. Daniel Tineo Flores Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Jaén
12:25	Ponencia 14: Evaluación de riesgo de los metales en suelos contaminados	Ph.D. Alexander Neaman Universidad de Tarapacá, Arica, Chile
12:45	Panel del eje temático 5	Panelistas de la sesión
13:00	Almuerzo	
14:10	Presentación de pósteres del eje temático 5	
15:00	Conferencia magistral 8: Estándares y principios para la aplicación efectiva de la restauración en suelos degradados	Bigo. Jorge Carlos Watanabe Sato Asociación ProPurús
15:55	Ponencia 15: Recarbonización de suelos amazónicos degradados por minería aurífera aluvial	M. Sc. María Fernanda Moya Ambrosio Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Madre de Dios
16:15	Ponencia 16: Efecto de la concentración de alperujo e inoculación con <i>Bacillus subtilis</i> en la calidad y rendimiento del compost	Ing. Francisco Antonio Cahui Azorza Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Tacna
16:35	Panel del eje temático 5	Panelistas de la sesión

Viernes 21 de noviembre

EJE TEMÁTICO 6 Servicios ecosistémicos del suelo y el agua

08:00	Registro de los participantes	Staff INIA-UNIA
08:30	Conferencia magistral 9: Calidad y fragilidad de suelos: conceptos, índices e implementación en agroecosistemas y sistemas naturales del Sur Austral de Chile	Dr. John Christopher Clunes Muñoz Universidad Austral de Chile
09:25	Ponencia 17: Evaluación de la calidad del suelo: un estudio comparativo entre enfoques de PCA y opinión de expertos	Mg. Sc. Tomás Daniel Samaniego Vivanco Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Lima
09:45	Ponencia 18: Efecto de tres láminas de riego por goteo en el cultivo de quinua en Ayacucho (<i>Chenopodium quinoa</i> W.)	Bach. Ricky Rodny Reginaldo Quispe Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Ayacucho
10:05	Ponencia 19: Riesgo ecológico y carcinogénico de elementos tóxicos en suelos del lago Junín mediante teledetección y aprendizaje automático	Ing. Dennis Ccopi Trucios Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Junín
10:25	Panel del eje temático 6	Panelistas de la sesión
10:40	Coffee Break	
10:50	Presentación de pósteres del eje temático 6	

EJE TEMÁTICO 7 Educación y extensión en la ciencia del suelo

11:20	Conferencia magistral 10: Educación y extensión en suelos: procesos formativos y transformadores	Dra. Fabiane Machado Vezzani Universidad Federal de Río Grande del Sur, Brasil
12:15	Ponencia 20: Transferencia de tecnología hortícola mediante Escuelas de Campo para el fortalecimiento de capacidades de mujeres rurales - Chachapoyas, Amazonas, Perú	Ing. Soledad Medrano Damián Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Chachapoyas
12:30	Ponencia 21: Efecto de la transferencia de tecnología en la adopción de enmiendas orgánicas en productores de palto en Moquegua	Esp. Eyner Aguilar Chuquitarqui Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Moquegua.
12:45	Panel del eje temático 7	Panelistas de la sesión
13:00	Almuerzo	
14:00	Presentación de pósteres del eje temático 7	
14:30	Conferencia magistral 11: El suelo: la importancia de aprender a cuidar lo que no pertenece a nadie y es de todos	Dra. Laura Bertha Reyes Sánchez Universidad Nacional Autónoma de México
15:25	Ponencia 22: El rol de la conexión emocional de los agricultores con el suelo para potenciar sus prácticas de conservación de este recurso	Dr. Alexander Neaman Universidad de Tarapacá, Chile
15:40	Ponencia 23: El INIA y la Extensión Agropecuaria: Retos y perspectivas	Mg. Sc. Juancarlos Cruz Luis Director General de la Dirección de Servicios Estratégicos Agrarios (DSEA) - INIA
15:55	Panel del eje temático 7	Panelistas de la sesión

Síntesis y ceremonia de clausura del evento

16:15	Síntesis de la III Convención Internacional de Suelos y XX Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo	
16:25	Designación de Sede de la IV Convención Internacional de Suelos y XXI Congreso Peruano de la Ciencia de Suelo 2026	
16:35	Premiación del primer y segundo puesto de pósters, fotografía e innovaciones	
16:45	Palabras de clausura	
17:00	Presentación cultural	

Sábado 22 de noviembre**RUTA EDAFOLÓGICA**

07:00	Concentración de participantes inscritos en la ruta edafológica	Staff INIA-UNIA
07:30	Salida del bus e inicio del recorrido	Guía staff INIA
Grupo N° 1: Centro Experimental Campo Verde - Centro Experimental Alexander Von Humboldt		
08:20	Centro Experimental Campo Verde, Pucallpa, Ucayali	
08:30	Parada N° 1: Parcela de investigación de "Evaluación y selección de híbridos de palma aceitera" (20')	M. Sc. Alina Alexandra Camacho Villalobos Especialista en Cultivos Agroindustriales. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
08:50	Parada N° 1: Banco Nacional de Germoplasma de Raíces y Tubérculos Tropicales (10')	Ing. Wilfredo Felipe Guillén Huachua Coordinador de la Subdirección de Recursos Genéticos Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
09:00	Parada N° 1: Banco Local de Germoplasma de Yuca (10')	Ing. Wilfredo Felipe Guillén Huachua Coordinador de la Subdirección de Recursos Genéticos Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
09:30	Parada N° 2: Calicata de observación y aprendizaje de la ciencia del suelo (20')	Mg. Sc. José Antonio Sánchez Escalante Especialista en suelos y cultivos tropicales Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, La Merced - Chanchamayo, Junín
09:50	Parada N° 3: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare (LABSAF) (20')	Ing. José Quintanilla Rosas Responsable de LABSAF Pucallpa Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
10:10	Parada N° 4: Parcela de sistema agrosilvopastoril (20')	Ing. Carlos Enrique Alvarado Atanacio Especialista en pastos y forrajes Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
10:30	Salida del bus hacia "Alexander Von Humboldt"	Guía staff INIA
11:40	Centro Experimental Alexander Von Humboldt, Pucallpa, Ucayali	
11:45	Recepción y bienvenida a "Alexander Von Humboldt" (10')	Ing. Luis Amaringo Córdoba Especialista en innovación forestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
11:55	Caminata al bosque (15')	Guía staff INIA
12:10	Parada N° 1: Parcela de sistema agroforestal con cacao (15')	Ing. Víctor Vargas Clemente Especialista agroforestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
12:30	Parada N° 2: Estudio de recuperación de suelos degradados con Shihuahuaco (<i>Dipteryx ferrea</i>) (15')	Mg. Sc. Ymber Flores Bendejú Investigador forestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
12:50	Parada N° 3: Crecimiento y producción de plantación de tornillo de 18 años instalado en suelo degradado bajo un SAFS (15')	Ing. Gloria Patricia Cárdenas Rengifo Especialista en investigación forestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
13:10	Parada N° 4: Descripción del perfil de la calicata (15')	Mg. Sc. José Antonio Sánchez Escalante Especialista en suelos y cultivos tropicales Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, La Merced - Chanchamayo, Junín
13:40	Parada N° 5: Rendimiento de plantación de castaña establecida bajo SAFS para la rehabilitación de suelos degradados (15')	Mg. Sc. Tatiana Mildred Ucañay Ayllón Analista de Investigación Forestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
14:00	Retorno: Salida del bus hacia la ciudad de Pucallpa (2 h)	Staff INIA
Grupo N° 2: Centro Experimental Alexander Von Humboldt - Centro Experimental Campo Verde		
09:25	Centro Experimental Alexander Von Humboldt, Pucallpa, Ucayali	
09:35	Recepción y bienvenida a "Alexander Von Humboldt" (10')	Ing. Luis Amaringo Córdoba Especialista en innovación forestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
09:45	Caminata al bosque (15')	Guía staff INIA
10:00	Parada N° 1: Parcela de sistema agroforestal con cacao (15')	Ing. Víctor Vargas Clemente Especialista agroforestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
10:25	Parada N° 2: Estudio de recuperación de suelos degradados con Shihuahuaco (<i>Dipteryx ferrea</i>) (15')	Mg. Sc. Ymber Flores Bendejú Investigador forestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
10:45	Parada N° 3: Crecimiento y producción de plantación de tornillo de 18 años instalado en suelo degradado bajo un SAFS (15')	Ing. Gloria Patricia Cárdenas Rengifo Especialista en investigación forestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
11:05	Parada N° 4: Descripción del perfil de la calicata (15')	Ing. Kenyi Rolando Quispe Matos Especialista líder en GIS y mapeo digital de suelos Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Lima
11:30	Parada N° 5: Rendimiento de plantación de castaña establecida bajo SAFS para la rehabilitación de suelos degradados (15')	Mg. Sc. Tatiana Mildred Ucañay Ayllón Analista de investigación forestal Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
12:00	Retorno: Salida a Centro Experimental Campo Verde (1:10 h)	Guía staff INIA
13:10	Centro Experimental Campo Verde, Pucallpa, Ucayali	
13:15	Parada N° 1: Parcela de investigación de "Evaluación y selección de híbridos de palma aceitera" (20')	M. Sc. Alina Alexandra Camacho Villalobos Especialista en Cultivos Agroindustriales. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
13:35	Parada N° 1: Banco Nacional de Germoplasma de Raíces y Tubérculos Tropicales (10')	Ing. Wilfredo Felipe Guillén Huachua Coordinador de la Subdirección de Recursos Genéticos Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
13:45	Parada N° 1: Banco Local de Germoplasma de Yuca (10')	Ing. Wilfredo Felipe Guillén Huachua Coordinador de la Subdirección de Recursos Genéticos Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
14:05	Parada N° 2: Calicata de observación y aprendizaje de la ciencia del suelo (20')	Ing. Kenyi Rolando Quispe Matos Especialista líder en GIS y mapeo digital de suelos Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Lima
14:30	Parada N° 3: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare (LABSAF) (20')	Ing. José Quintanilla Rosas Responsable de LABSAF Pucallpa Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
14:50	Parada N° 4: Parcela de sistema agrosilvopastoril (20')	Ing. Carlos Enrique Alvarado Atanacio Especialista en pastos y forrajes Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Pucallpa
15:10	Salida del bus hacia la ciudad de Pucallpa (50')	Staff INIA

Despedida hasta noviembre de 2026



Fotografía: Andrea Luz Adco Castro

PRÓLOGO

El suelo constituye uno de los pilares fundamentales para la vida en la Tierra, al actuar como soporte físico, fuente de nutrientes y hábitat de una vasta comunidad de organismos. Su adecuada gestión resulta esencial para la seguridad alimentaria, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible de los sistemas productivos. A través de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, el suelo participa en procesos determinantes como la retención de agua, la disponibilidad de nutrientes, la regulación del clima y el almacenamiento de carbono, desempeñando un papel clave en la mitigación del cambio climático.

Sin embargo, las presiones derivadas del uso intensivo del territorio, la erosión, y el cambio climático amenazan la integridad del suelo y su capacidad para sostener la producción agrícola y los servicios ecosistémicos que provee. En este contexto, la investigación científica y la innovación tecnológica adquieren un rol determinante para impulsar estrategias de manejo sostenible, orientadas a la restauración, conservación y valorización de este recurso.

El libro de resúmenes de la III Convención Internacional de Suelos y XX Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo reúne 146 trabajos de investigación, distribuidos en siete ejes temáticos que reflejan la diversidad e importancia de los estudios desarrollados en torno al recurso edáfico. Los temas comprenden la física, química y mineralogía del suelo; la ecología y biología del suelo; la fertilidad y su relación con la nutrición vegetal; la génesis, clasificación y geografía del suelo; la recuperación de suelos degradados; los servicios ecosistémicos del suelo y el agua; así como la educación y extensión en la ciencia del suelo. Las investigaciones enmarcadas en estos siete ejes temáticos constituyen una valiosa contribución al avance de la ciencia del suelo en el Perú y en el ámbito internacional, al promover una visión multidisciplinaria e inclusiva que articula el conocimiento científico, la gestión ambiental y la formación de capacidades. Este esfuerzo colectivo refleja el compromiso de la comunidad científica, productores, comunidades locales y del sector público con la protección y el uso responsable del suelo en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

La organización expresa su agradecimiento a los autores, instituciones participantes y colaboradores que hicieron posible la elaboración de este libro de resúmenes, el cual representa un testimonio del progreso y la cooperación en torno al estudio y manejo sostenible del recurso edáfico.

M. Sc. Jorge Juan Ganoza Roncal

Presidente ejecutivo

Instituto Nacional de Innovación Agraria

TABLA DE CONTENIDO

Eje temático 1 Física, química y mineralogía del suelo	15
<hr/>	
Eje temático 2 Ecología y biología del suelo	33
<hr/>	
Eje temático 3 Fertilidad del suelo, bioestimulantes y nutrición vegetal	59
<hr/>	
Eje temático 4 Génesis, clasificación y geografía del suelo	129
<hr/>	
Eje temático 5 Recuperación de suelos degradados	143
<hr/>	
Eje temático 6 Servicios ecosistémicos del suelo y el agua	167
<hr/>	
Eje temático 7 Educación y extensión en la ciencia del suelo	187
<hr/>	



Fotografía: Guilma Mori Ruiz



· Sede Pucallpa ·
2025

Eje temático 1

Física, química y minerología del suelo





Dr. Nahuel Ignacio Reussi Calvo

Especialidad: Fertilidad de suelos y nutrición de cultivos

Perfil profesional

Ingeniero Agrónomo y Doctor en Ciencias Agrarias por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP). Se desempeña como investigador independiente del CONICET y profesor adjunto en carreras de grado y posgrado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMDP. Cuenta con una sólida trayectoria en formación de recursos humanos: ha dirigido o codirigido ocho tesis de grado, dos especialistas de posgrado, siete de maestría y ocho de doctorado.

Es autor y coautor de 61 artículos científicos en revistas con referato, 156 contribuciones a congresos, y 71 artículos de divulgación técnica. Ha realizado más de 240 actividades de transferencia (cursos, talleres, conferencias), principalmente en las áreas de fertilidad de suelos y nutrición de cultivos. Además, ha participado en 30 proyectos de investigación, tanto nacionales como internacionales.

Actualmente, es editor asociado de la Revista Ciencia del Suelo y se desempeña como revisor para prestigiosas revistas científicas, entre ellas: Agronomy Journal, Pedosphere, Nutrient Cycling in Agroecosystems y Journal of Plant Nutrition, entre otras.

Ponencia magistral

DEL DIAGNÓSTICO DE NITRÓGENO A LA SALUD DEL SUELO: EL ROL DEL NAN

La región Pampeana argentina, históricamente reconocida por la alta productividad de sus suelos, ha comenzado a evidenciar signos de deterioro en su calidad. Diversos estudios reportan balances negativos de nutrientes, disminución del carbono orgánico total y de sus fracciones más activas — como el carbono orgánico particulado y el carbono lábil—, así como una pérdida en la estabilidad

estructural de los agregados. Estos cambios incrementan la vulnerabilidad del suelo frente a otros procesos de degradación, como la erosión hídrica y eólica, comprometiendo la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, la seguridad alimentaria, la provisión de servicios ecosistémicos y la estabilidad económica regional. En este contexto, es fundamental contar con herramientas sencillas y rápidas que permitan diagnosticar el estado de salud de los suelos y, a partir de ello, implementar prácticas de manejo para su recuperación o mantenimiento. El nitrógeno (N) es uno de los nutrientes más limitantes para la producción agrícola a nivel global, y particularmente en Sudamérica. En Argentina, el diagnóstico de la disponibilidad de N en cultivos extensivos se ha basado tradicionalmente en la medición del contenido de nitrato (0-60 cm) al momento de la siembra. Sin embargo, este enfoque no incorpora de forma directa el aporte de N proveniente de la mineralización de la materia orgánica, lo que puede conducir a errores en la estimación de la oferta total del nutriente. La determinación del $N-NH_4^+$ liberado en incubación anaeróbica durante 7 días a 40 °C (Nan) en muestras de suelo (0-20 cm) ha demostrado ser un indicador confiable para estimar dicho aporte. Además, el Nan ha sido propuesto como indicador de salud edáfica, dada su estrecha vinculación con múltiples propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. El objetivo de esta ponencia es sintetizar más de 20 años de investigación desarrollada en Argentina sobre el valor de incorporar el Nan en los modelos de recomendación de N para cultivos extensivos, así como su potencial para evaluar la salud del suelo. Los principales resultados de estos estudios muestran que el Nan: (a) permite estimar la mineralización en condiciones de campo para cultivos de verano e invierno, considerando además las precipitaciones y la temperatura media; (b) se relaciona de manera positiva y significativa con el carbono orgánico total y con sus fracciones lábiles, como el carbono orgánico particulado, el carbono extraíble con agua caliente y el carbono oxidable con permanganato de potasio. En este sentido, se han desarrollado modelos que permiten predecir el contenido de carbono orgánico total y particulado con niveles de confianza del 62 % y 60 %, respectivamente; (c) mejora la precisión en la estimación de la dosis de N en trigo, cebada, maíz, papa y girasol, siendo la mejora de los modelos de predicción de hasta un 41 % según cultivo, fecha de siembra y condición ambiental; (d) permite discriminar situaciones de uso y manejo del suelo, mostrando disminuciones claras al pasar de un estado no disturbado a uno agrícola; (e) predice la estabilidad de agregados, para lo cual se han ajustado y validado modelos que estiman la estabilidad de agregados con un 81 % de confianza y, por último, el Nan se asocia con propiedades microbiológicas clave, como la respiración, reflejando su vínculo con la actividad biológica. Estos resultados confirman que, a partir de una medición sencilla, económica y de rápida obtención, es posible inferir el estado de múltiples variables del suelo sin necesidad de medirlas directamente. De este modo, el Nan se presenta como una herramienta integradora, capaz de vincular la dinámica del nitrógeno con procesos más amplios de calidad y funcionamiento del suelo. En conclusión, el Nan constituye una herramienta de gran valor tanto para optimizar la fertilización nitrogenada como para evaluar de manera integral la salud del suelo. Su aplicación contribuye a mejorar la eficiencia en el uso de los fertilizantes, reducir el impacto ambiental de la agricultura y promover el desarrollo de una agricultura intensificada y sustentable, basada en el conocimiento científico y en el uso racional de los recursos naturales.



Dr. Oscar Rodrigo Seguel Seguel

Especialidad: Física de suelos

Perfil Profesional

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Chile y Doctor en Ciencias Agrarias de la Universidad Austral. Docente de pregrado y posgrado de la Universidad de Chile. Cuenta con 70 artículos, 13 proyectos de investigación financiados y 6 libros. Sus líneas de investigación son: relaciones entre plantas, suelo y agua; eficiencia en el uso de agua; manejo del suelo y el agua; física del suelo; mecánica del suelo; pedogénesis; enmiendas orgánicas. Invitado permanente de instituciones (Ministerio de Agricultura, CNR, INDAP, Gobiernos Regionales) y organismos relacionados al sector productivo agrícola y de los recursos naturales, como orador en temas de: física de suelos, manejo de agua en condiciones de escasez hídrica, uso de enmiendas orgánicas y manejo sustentable del recurso suelo.

Ponencia magistral

EL APOORTE DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN EL DIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y SALUD DEL SUELO

Ante la presión de las actividades antrópicas y la incertidumbre generada por el cambio climático, los suelos se ven enfrentados a riesgos y procesos activos de degradación. Como respuesta preventiva y/o remediativa, se han desarrollado diversas estrategias, sistemas de manejos y acciones concretas en pro de generar sistemas productivos sustentables (sistemas de labranza de conservación, aplicación de enmiendas orgánicas, diseños con principios agroecológicos y gestión del agua). Para el seguimiento de la efectividad de estos manejos, existen propiedades químicas de suelo que poseen metodologías y estándares de interpretación conocidos; sin embargo, su evaluación no siempre es fácil o económica, dada la necesidad de equipamiento y personal calificado. Por otra parte, las propiedades físicas son fáciles de medir, aunque sus resultados dependen del contexto de medición (por ej., resistencia mecánica en función del contenido de agua) de las propiedades intrínsecas del suelo (por ej., densidad aparente en función de la textura

y la mineralogía del suelo) y del tipo de propiedad (de capacidad con baja variabilidad, versus de funcionalidad con alta variabilidad), por lo que no siempre se pueden aplicar estándares comunes a las distintas situaciones y manejos evaluados. Así, resulta necesario generar miradas integradoras al dinamismo de las propiedades físicas del suelo, que consideren su variabilidad espacial y temporal. En esta ponencia se busca entregar esa mirada complementaria a las propiedades físicas y su aporte para la evaluación de la calidad y la salud del suelo. Al respecto, índices como la razón de estratificación ($\text{propiedad}_{[\text{horizonte A}]} / \text{propiedad}_{[\text{horizonte B}]}$) no se prestan para ser aplicadas a propiedades físicas, dado que denotan una estratificación que dificulta la continuidad porosa en profundidad, en cambio, indicadores que relacionan entre sí propiedades relevantes pueden ser útiles, como el Índice de Estabilidad de Suelos (en inglés: $\text{SSI} = [\text{MO} \% / (\text{Arcilla} \% + \text{Limo} \%)] \times 100$). Por otra parte, la generación de indicadores complejos basados en múltiples propiedades, son aplicables a situaciones específicas que buscan comparar manejos dentro de un contexto de clima y suelo. El uso de sitios de referencia (suelos no intervenidos bajo vegetación nativa) puede ser una buena opción para comparar manejos, aunque los sitios no alterados no siempre se disponen cerca de las zonas de manejo a evaluar; por lo mismo, una opción útil son las evaluaciones regulares en el tiempo, con escalas temporales de meses a años. Finalmente, se propone poner atención a cambios en función del contenido de agua o posterior a la aplicación de estreses mecánicos, los cuales se relacionan con la estabilidad y la resiliencia del suelo. En definitiva, existen múltiples miradas al aporte de la física para la evaluación del recurso suelo, y estas no deben únicamente apuntar a sus funciones productivas, sino que deben tener una mirada integral sobre sus diversos servicios ecosistémicos.

MODELADO DE LA CONCENTRACIÓN DE YESO EN SUELOS SALINOS DEL PERÚ MEDIANTE ECUACIONES DE PEDOTRANSFERENCIA

Huerta*, R.; Velasquez, J.; Mestanza, C.

Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: 20191052@lamolina.edu.pe; ORCID:<https://orcid.org/0000-0001-7302-3308>

Resumen

El yeso es un mineral frecuente en suelos áridos y semiáridos, donde influye notablemente en propiedades como la estructura, retención de agua y fertilidad. Además, desempeña un rol clave en la recuperación de suelos salinos. Sin embargo, su análisis directo puede ser costoso y depender de insumos poco accesibles. Por ello, el objetivo de este estudio fue desarrollar una ecuación de pedotransferencia (EPT) para estimar la concentración de yeso en suelos, a partir de datos fisicoquímicos de caracterización edáfica de distintas regiones del Perú. La concentración de yeso fue determinada mediante el método de la acetona. Posteriormente, se aplicó regresión lineal múltiple para modelar su relación con variables comúnmente determinadas en análisis de rutina. El modelo final mostró que el contenido de yeso se asocia significativamente con la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la conductividad eléctrica (CE), el pH y el calcio (Ca^{2+}), lo cual es coherente con la composición del mineral. El modelo obtuvo un coeficiente de determinación (R^2) de 0.6454, valor considerado aceptable dada la heterogeneidad natural de los suelos analizados y la ausencia de condiciones controladas. Estos resultados sugieren que es posible estimar el yeso del suelo a partir de variables fácilmente disponibles, lo que permitiría reducir costos y facilitar su evaluación en estudios de manejo de suelos. La concentración de yeso también parece estar condicionada por factores relacionados al material parental y al proceso de formación del suelo.

Palabras clave

Yeso; acetona; calcio

METEORIZACIÓN DE SUELOS MINEROS EN LA SIERRA PERUANA Y SU IMPACTO EN EL COMPORTAMIENTO FÍSICO Y MECÁNICO PARA EL CIERRE DE MINAS

Barriga*¹, C.; Mota², H.

1. Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú.
2. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, Brasil.

*Autor para correspondencia: cbarrigap@unam.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7130-9297>

Resumen

Este estudio analiza el comportamiento físico, mecánico y mineralógico de desmontes ubicados en una mina andina en proceso de cierre, con el fin de caracterizar su grado de alterabilidad frente a agentes atmosféricos típicos de la sierra peruana, como las variaciones bruscas de temperatura y humedad. Se recolectaron muestras representativas en calicatas manuales y se sometieron a ensayos físicos, geoquímicos y mecánicos, incluidos ciclos naturales de meteorización. Los resultados evidencian que la progresiva degradación de estos materiales genera una rápida pérdida de resistencia, especialmente en taludes de corte, comprometiendo la seguridad de las obras asociadas. Se identificó una fuerte correlación entre la alteración mineralógica y la disminución de propiedades mecánicas, lo cual es relevante para diseñar estructuras de cierre con parámetros geotécnicos realistas y conservadores. Además, se evidenció la presencia de perfiles de meteorización bien definidos, compuestos por materiales estériles de alta anisotropía y heterogeneidad, lo que incrementa la complejidad de los mecanismos de falla. Esta información permite adoptar medidas de diseño más seguras y sostenibles, asegurando la estabilidad a largo plazo de las estructuras mineras en desuso y contribuyendo a la resiliencia del suelo intervenido. Este trabajo refuerza la importancia de considerar la meteorización como un factor clave en la planificación del cierre de minas y en la gestión de suelos afectados por actividades extractivas, aportando evidencia científica para una ingeniería geotécnica ambiental adaptada al cambio climático y orientada hacia un futuro sostenible.

Palabras clave

Meteorización; seguridad; sostenibilidad

TIPOLOGÍA Y NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE RESIDUOS DE PESTICIDAS EN SUELOS AGRÍCOLAS DE LOS VALLES DE MOQUEGUA

Ticona*, Y.; Calcina, J.; Mamani, N.; Arévalo, S.; Rojas-Briceño, N. B.; Zirena, F.

Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú.

*Autor para correspondencia: 20241102008@unam.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7947-7183>

Resumen

El uso intensivo de pesticidas en la agricultura ha incrementado la acumulación de residuos en los suelos afectando su calidad, biota asociada y la salud humana. En Moquegua, la información sobre la tipología y los niveles residuales de estos compuestos en suelos agrícolas es escasa. Este estudio desarrolló un método para el análisis simultáneo de 167 pesticidas, con un límite de cuantificación de 0.08 ug/kg para el 99 % de los compuestos, y coeficientes de correlación $R^2 \geq 0.99$ en el 97.5 % de los casos. El método de extracción utilizado fue QuEChERS, seguido de un análisis instrumental mediante un sistema LC-MS/MS. Se analizaron 136 muestras de suelos provenientes de los valles de Moquegua y El Algarrobal, detectándose 104 pesticidas. Los insecticidas Pyriproxyfen, Methidathion e Indoxacarb fueron los más detectados, con una frecuencia de detección superior al 91 % en las muestras analizadas, y se encontraron concentraciones de hasta 3145.8 ug/kg (Methomyl) y 1960.6 ug/kg (Buprofezin). En herbicidas, Metobromuron, Metribuzin y Cycloate en el valle de Moquegua y Lenacil en El Algarrobal superaron el 90 % de detección, y se alcanzó hasta 1550 ug/kg (Methoprotrotryne). Los fungicidas Cymoxanil, Dimethomorph y Boscalid registraron prevalencias cercanas al 100 %, y se alcanzó un máximo de 1164.4 ug/kg (Imazalil). Entre los acaricidas, Azinphos-ethyl mostró una frecuencia de detección superior al 87 %. Así mismo, se observó una relación entre las concentraciones de plaguicidas y las prácticas agropecuarias. Los resultados indicaron una distribución multiclase de residuos en los suelos, con compuestos en concentraciones relevantes desde una perspectiva ecotoxicológica.

Palabras clave

Plaguicidas; contaminación edáfica; UHPLC-MS/MS

FIBRA DE COCO, UN RECURSO RENOVABLE Y SOSTENIBLE EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE ARÁNDANO PARA UNA AGRICULTURA INTENSIVA

Guillen, M.*; Aguilar, J.; Dulong, L.; Chávez, A.

Camposol S. A. Desarrollo Genético y Viveros. La Libertad, Perú.

*Autor para correspondencia: mguillen@camposol.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9978-9675>

Resumen

El Perú, es uno de los países líderes en la exportación de arándanos frescos a nivel mundial, con más de 20 000 hectáreas plantadas al 2025. El punto de partida es la instalación con plantas con alta calidad genética y sanitaria. En la producción de plantas, se requieren sustratos con buena textura y estructura para que la raíz logre adecuada respiración, desarrollo, retención de agua y nutrientes. La turba, es un excelente sustrato, pero no es renovable, por lo que se están proponiendo alternativas más amigables, como la fibra de coco. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el crecimiento y desarrollo de las plantas de arándano, variedad Biloxi, sembradas en condiciones de invernadero, en la empresa Camposol S.A., comparando dos mezclas de sustrato, T1: turba + vermiculita (70:30) y T2: turba + fibra de coco (70:30). El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con dos tratamientos y 5 repeticiones por tratamiento, cada repetición de una bandeja de 25 celdas, volumen 100 cc, evaluando 10 plantas a los 30 y 60 días. Los resultados evidenciaron diferencias significativas en: longitud de tallos, número de brotes y porcentaje de raíces. El sustrato de turba + fibra de coco, promueve mayor longitud de tallos (18 cm), número brotes (2.0) y porcentaje de raíces (90 %) a los 60 días, en comparación con el sustrato de turba + vermiculita. Mezclas con fibra de coco, son sustratos eficientes para el éxito en la producción de plantas de arándano en invernadero y su posterior instalación a campos comerciales.

Palabras clave

Variedad Biloxi; sustratos; invernadero

¿CÓMO VARÍA LA INFILTRACIÓN DE AGUA EN EL SUELO ENTRE USOS DE SUELO EN UN RELIEVE MONTAÑOSO ANDINO DE PERÚ?

Fernandez*¹, D.; Witting¹, J.; de Jong van Lier¹, Q.; Chanamé², F.

1. Universidade de São Paulo. Piracicaba, Brasil.

2. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional del Centro del Perú. Junín, Perú.

*Autor para correspondencia: diegofi@usp.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5839-7181>

Resumen

La infiltración de agua en el suelo y las propiedades hidráulicas relacionadas son importantes para estudios de balance hídrico y degradación de suelos. Estas propiedades hidráulicas del suelo son virtualmente desconocidas en los andes peruanos. En este contexto, se formuló la siguiente pregunta: ¿es posible analizar la infiltración en un relieve montañoso dentro de los andes? Para abordar esta pregunta se insertó 1.5 cm de un tubo de PVC de 6 pulgadas de diámetro, para verter suavemente medio litro de agua y medir el tiempo de entrada hasta que las últimas tres medidas sean similares. Además, se colectaron muestras de suelo indeformadas para calcular la densidad, contenido inicial de agua y contenido de agua en saturación. Se estudiaron 6 usos de suelo con 6 repeticiones ($6 \times 6 = 36$). Considerando el promedio de los últimos tres puntos de tasa de infiltración como la variable a comparar, los resultados muestran capacidades de infiltración altas debido a las particularidades del suelo andino que puede estar relacionado a la naturaleza pedregosa y vegetación. Hubo reducción de hasta 40 veces de la tasa de infiltración de pastoreo para regeneración natural y 20 veces en la densidad en un suelo franco arcillo-arenoso, de 4 veces la tasa de infiltración de alfalfa para pastoreo y de 3 veces en la densidad en un suelo franco arcilloso, con un ajuste del modelo de Green Ampt con un parámetro estimado por el método Beerkan. Estos resultados refuerzan la necesidad de los estudios hidrológicos en suelos andinos con enfoque a la aplicación de modelos físico-matemáticos.

Palabras clave

Infiltración; andes; modelamiento

CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL SUELO DE LAS ÁREAS DE RETROCESO GLACIAR ENTRE 1970-2024 EN LA QUEBRADA LLACA, CORDILLERA BLANCA-PERÚ

Castillo-Vergara*¹, F.; Rodríguez-Venturo^{1,2}, S.; Rodríguez-Paredes¹, Y.; Medina¹, K.; Loarte¹, E.

1. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Áncash, Perú.
2. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: gi.ecobiotem@unasam.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6799-3495>

Resumen

El retroceso glaciar ha generado una pérdida significativa de cobertura de hielo dejando expuesto nuevas superficies a condiciones climáticas extremas, transformando el paisaje y convirtiéndose en un escenario clave para estudiar la formación de los suelos. El estudio tuvo como objetivo determinar la composición fisicoquímica en una cronosecuencia de retroceso del glaciar Llaca (cordillera Blanca, Áncash) entre 1970-2024 mediante la recolección de muestras de suelo, luego analizadas en laboratorios con metodologías acreditadas. De las 60 propiedades fisicoquímicas analizadas, 49 presentaron al menos un valor por encima del LC/LDM. Los suelos con mayor antigüedad presentaron un mayor contenido de materia orgánica (~0.91 %), humedad (~8.03 %) y aniones inorgánicos, indicando una mayor madurez y desarrollo ecológico, mientras que los suelos más recientes mostraron bajos niveles de materia orgánica (~0.11 %), texturas más arenosas y menor capacidad de retención de humedad (~5.42 %), evidenciando un ecosistema en formación. La temperatura fue menor en los suelos más recientes, debido a la escasa cobertura vegetal y una mayor altitud, asimismo, se identificó una reducción en su CE/TDS probablemente debido al proceso de lavado de sales por el deshielo, y el pH se mantuvo entre 6.7-7.34. Respecto a los metales, se observó que los suelos más jóvenes e intermedios presentaron menores concentraciones, mientras que en los suelos más antiguos las concentraciones aumentaron (Al, Fe, K y Mg > 4 000 mg/kg). Se concluye que, tras el retroceso glaciar, la evolución de los suelos se va diferenciando en función con el tiempo de exposición a los factores climáticos y biológicos del ecosistema.

Palabras clave

Análisis fisicoquímico; retroceso glaciar; suelo periglaciar

DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MÉTODO UHPLC-MS/MS PARA DETECTAR Y CUANTIFICAR RESIDUOS DE PESTICIDAS EN SUELOS AGRÍCOLAS PERUANOS

Mamani*, N.; Calcina, J.; Ticona, Y.; Arévalo, S.; Quispe, S.; Zirena, F.; Rojas, N.

Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú.

*Autor para correspondencia: 2018205050@unam.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8141-4881>

Resumen

La validación de metodologías analíticas es esencial para garantizar resultados fiables y comparables en el monitoreo ambiental, aunque su aplicación en matrices complejas como suelos agrícolas aún resulta limitada. A ello se suma la dependencia de equipos especializados, insumos de alta pureza y personal capacitado, factores que restringen la disponibilidad de estudios avanzados. En este contexto, el presente estudio desarrolló y validó un método multiresiduo para la determinación simultánea de 167 pesticidas en suelos agrícolas mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC-MS/MS). El sistema utilizó ionización por electrospray con conmutación de polaridad positiva/negativa y monitoreo programado de múltiples reacciones (MRM), lo que aseguró elevada sensibilidad y selectividad. El método alcanzó un límite de cuantificación de 0.08 ng/g en el 99 % de los compuestos, con coeficientes de correlación $R^2 \geq 0.99$ en el 97.5 % de los casos. La extracción se realizó mediante el protocolo QuEChERS, empleando 5 g de suelo, 5 mL de agua ultrapura y 5 mL de acetonitrilo acidificado (2.5 %), además de 6 g de $MgSO_4$ y 1.5 g de $C_2H_3NaO_2$. La validación garantizó confiabilidad en términos de sensibilidad, precisión, especificidad, linealidad y reproducibilidad, consolidando un enfoque de alto rigor científico para estudios de contaminación ambiental. Los resultados posicionan este método como una innovación transferible a laboratorios de referencia, capaz de fortalecer programas de vigilancia ambiental y generar evidencia científica de calidad frente a desafíos globales de seguridad alimentaria, sostenibilidad agrícola y protección de la salud ambiental.

Palabras clave

Validación; pesticidas; suelos

DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL DE METALES PESADOS EN SUELOS DE ARROZ DEL NOROESTE DEL PERÚ

Tarrillo*¹, E.; Arce-Inga¹, M.; Torres-Herrera¹, P. A.; Tineo¹, D.; Taboada-Mitma¹, V. H.; Cruz-Luis², J.; Rojas-Briceño³, N. B.; Atalaya-Marin¹, N.; Gómez-Fernández¹, D.; Goñas¹, M.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
3. Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú.

*Autor para correspondencia: tarrillojulcaever@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7024-8122>

Resumen

La presencia de metales pesados en los suelos agrícolas supone una amenaza hacia la seguridad alimentaria. Nuestro objetivo fue evaluar la distribución geoespacial de metales pesados en suelos arroceros de la cuenca del río Amojú, Jaén, Perú. Para ello, se recolectaron noventa y cinco muestras de suelo, cubriendo cuatro rangos altitudinales entre los 374-1 034 m s. n. m., y diferentes etapas de manejo agronómico, cuatro fases fenológicas (plántula, macollamiento, llenado y maduración) y dos prácticas agrícolas (reposo y quema de rastrojos). Se realizó análisis fisicoquímico, índice de contaminación unifactorial y técnicas de interpolación espacial. Resultados indicaron que cadmio (Cd) y cromo (Cr) superan los límites establecidos en las Normas de Calidad Ambiental (NCA) para suelos agrícolas, con concentraciones máximas de Cd y Cr de 2 y 21 mg kg⁻¹, respectivamente. Asimismo, hubo altos niveles de arsénico (As), Cd y Cr en suelos con quema de rastrojos, alcanzando 2, 2 y 16 mg kg⁻¹, respectivamente. Las concentraciones más altas de Cr se ubicaron en las partes noreste y oeste del área de estudio, mientras que Cd ocurrieron en las partes noreste y suroeste. Estas concentraciones pueden estar asociadas con posibles fuentes de contaminación, con el uso de fertilizantes fosfatados, agua para el cultivo y la erosión del suelo. Este estudio destaca el riesgo potencial para la productividad del arroz y la seguridad de los cultivos, enfatizando la importancia de implementar prácticas agrícolas sostenibles y estrategias de monitoreo de metales pesados en suelos asociados con los cultivos.

Palabras clave

Suelos agrícolas; cromo; cadmio

IMPORTANCIA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO PARA UNA GANADERÍA RESILIENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Montero Jara*, K.

Instituto Tecnológico de Costa Rica. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.

*Autor para correspondencia: kmonteroj@uned.ac.cr; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1336-6082>

Resumen

Se estima que para el año 2050, la demanda de productos agropecuarios se duplique, aumentando la presión sobre los sistemas productivos ganaderos, por tanto, se requieren de acciones oportunas para la sostenibilidad agropecuaria y mitigación ante el cambio climático. Por tanto, el presente estudio tiene como objetivo analizar las propiedades físicas del suelo como herramienta de prospección para el manejo sostenible de repastos ganaderos tradicionales. Para lo cual se contempló un área de 3 hectáreas divididas en 10 secciones en San Carlos de Alajuela, Costa Rica, región culturalmente dedicada a la producción ganadera con rotación de ganado lechero en pastoreo. Se determinó la presencia de suelos jóvenes aluviales y de origen Ándico con una textura predominantemente arcillosa con fertilidad moderada. Los valores de densidad aparente de 0.92 g/ml corresponden a un indicador de buena aireación y estructura favoreciendo el crecimiento de las pasturas por la facilidad del sistema radicular para penetrar y permitiendo la infiltración de agua. Asimismo, la humedad volumétrica estimada 38.68 % y el espacio poroso de 28.11 % requieren atención para mejorar el manejo del recurso hídrico y evitar anegamiento. El color 7.5 YR 3/3 es un potencial indicador de contenido de materia orgánica y actividad microbiana. Por tanto, se concluye que estos suelos son aptos para la actividad, pero uno de los principales retos para garantizar la sostenibilidad está en el diseño y la implementación de buenas prácticas de manejo, que integren el suelo, la pastura, la gestión del agua y la rotación animal.

Palabras clave

Salud del suelo; sostenibilidad; sistemas agropecuarios

INFLUENCIA DEL MÉTODO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO EN LA FERTILIDAD Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL SUELO

Lama-Isminio*¹, D. A.; Mezarino-Rengifo², B. P.; Paucar-Sullca¹, Y.; Lama-Isminio¹, P.; Muñoz-Lino³, M. J.; Sánchez-Escalante³, J. A.; Sánchez-Escalante⁴, J. J.; Marmolejo-Gutarra⁵, K. J.

1. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
3. Universidad Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil.
4. Departamento de Suelos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
5. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. La Merced, Chanchamayo.

*Autor para correspondencia: demetrio.lama@untrm.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1585-1081>

Resumen

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una de las propiedades más importantes del suelo. En el Perú, el método usado para su determinación es el de acetato de amonio (NH_4OAc), sin embargo, diversos autores señalan que en suelos ácidos este método sobreestima la CIC, ocasionando discrepancias en una interpretación de análisis de suelos. Ante ello, resulta necesario comparar métodos alternativos que permitan evaluar la magnitud de dichas diferencias. El objetivo del presente estudio fue comparar dos metodologías para determinar la CIC en suelos ácidos. Con los resultados obtenidos, se hizo una comparación de medias entre metodologías con la prueba t de Student, además de realizar la correlación de Pearson. Los valores de CIC para la metodología con Acetato de Calcio (CaOAc) y NH_4OAc fueron de 10.79 (4.58) y 14.06 (5,70) $\text{cmol}^{\text{c}} \text{kg}^{-1}$, respectivamente, con una correlación de 0.81, en donde mostraron diferencias de $p < 0.001$. Estos resultados evidencian que, según el método utilizado, esta influye en la determinación de la CIC del suelo, repercutiendo en los cálculos del porcentaje de saturación por bases y la estimación de la CIC de la arcilla. Lo que conllevaría implicancias directas en la interpretación de la fertilidad y recomendaciones de manejo y fraccionamiento de fertilizantes e incluso en la clasificación taxonómica de los suelos.

Palabras clave

Suelos ácidos; arcilla; correlación

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL CADMIO EN SUELOS CULTIVADOS CON PALTO: INFLUENCIA DEL MATERIAL PARENTAL, CATIONES INTERCAMBIABLES Y OLIGOELEMENTOS

Solórzano, R.; Llerena, R.; Mejía, S.; Cruz, J.; Quispe*, K.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: k.quispe1008@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5748-9292>

Resumen

La presencia de elementos potencialmente tóxicos como el cadmio (Cd) en suelos agrícolas constituye un riesgo global por su toxicidad y posible incorporación en la cadena alimentaria. Sin embargo, los mecanismos que controlan su distribución espacial son poco conocidos en regiones poco estudiadas. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar el contenido total de Cd en suelos cultivados con palto en el Perú y su relación con variables edáficas, geoquímicas y geomorfológicas. Se analizaron 410 muestras de suelo de distintas regiones productoras, considerando 26 propiedades fisicoquímicas, concentraciones de 22 elementos (metales pesados y oligoelementos) y seis variables geoespaciales. El análisis incluyó estadística univariada, correlaciones de Spearman, análisis de componentes principales, pruebas no paramétricas y modelado espacial mediante el Geodetector. Los resultados mostraron la existencia de puntos calientes con concentraciones de Cd superiores a 3 mg kg^{-1} y una distribución leptocúrtica (asimetría = 7.3), mecanismos de acumulación vinculados a coadsorción y competencia catiónica (Na^+ , Ca^{2+}), así como coacumulación con Zn y Pb, y concentraciones significativamente más altas en Leptosoles derivados de dioritas/tonalitas cretácicas (1.33 mg kg^{-1}) en comparación con suelos aluviales (0.20 mg kg^{-1} ; $p < 0.0001$). Los factores con mayor poder explicativo ($q > 15 \%$) fueron el Zn, material parental, edad geológica y la clasificación taxonómica del suelo. En conclusión, los hallazgos aportan bases edafogenéticas que permiten orientar estrategias de mitigación del Cd en sistemas agrícolas, incluyendo la recomendación de evitar nuevas plantaciones en zonas de alto riesgo, fortaleciendo así la sostenibilidad y competitividad del palto peruano en los mercados internacionales.

Palabras clave

Coadsorción catiónica; coacumulación geoquímica; rocas ígneas intermedias



Fotografía: Pedro Condori Hualpayunca



Fotografía: Dick Fermin Flores Saavedra



· Sede Pucallpa ·
2025

Eje temático 2

Ecología y biología del suelo





Ph. D. María Jesús Iglesias Briones

Especialidad: Fauna del suelo en los ecosistemas terrestres

Perfil profesional

Es líder del grupo de Cambio Global y Ecología del Suelo y catedrática de Zoología del Suelo en la Universidad de Vigo (España). Su principal interés se centra en las interacciones planta-suelo, la biodiversidad del suelo y los cambios composicionales y funcionales inducidos por el cambio climático, así como sus posibles implicaciones para los servicios ecosistémicos que rigen. Es coautora del “Atlas Mundial de la Biodiversidad del Suelo”, coordinó el capítulo sobre “Suelos y Cambio Climático” del informe de políticas de la EASAC (European Academies Science Advisory Council) sobre “Oportunidades para la Sostenibilidad del Suelo en Europa” (2018) y fue seleccionada por la FAO para elaborar el informe titulado “Estado del conocimiento de la biodiversidad del suelo: Estado, retos y potencialidades” (2020). Recientemente, ha participado en la elaboración del informe europeo “El Estado de los Suelos en Europa” (2024), que evaluó las presiones que impulsan la degradación del suelo y examinó las iniciativas de ciencia ciudadana, subrayando la importancia de involucrar a la ciudadanía en las iniciativas de monitoreo y conservación del suelo.

Ha publicado más de 130 artículos revisados por pares (126 SCI, 48 Q1, 54 como primer autor), incluidos 6 artículos de revisión y un artículo de perspectiva (índice h WoS = 37, más de 4 600 citas, más de 4 300 citas sin incluir las autocitas”).

Ponencia magistral

LA BIODIVERSIDAD DEL SUELO CLAVE EN LA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

El suelo es el hábitat más diverso, ya que alberga al 59 % de todas las especies de la Tierra (Anthony et al., 2023). La biota del suelo presenta una gran variedad de formas, tamaños y colores, lo que dificulta mucho comprender el alcance total de su diversidad. Para simplificar, Swift et al. (1979) propusieron una clasificación basada en el diámetro corporal apoyándose en el hecho de que cuanto más grande sea el animal, mayor será su efecto sobre los ecosistemas. De acuerdo con esto, los organismos del suelo se dividen en cinco grupos principales: microorganismos con menos de 100 μm de diámetro corporal, incluyendo bacterias, hongos y protozoos; microfauna de $> 100 \mu\text{m}$ y $< 0.1 \text{ mm}$, y que incluye tardígrados, rotíferos y nematodos; mesofauna entre $> 0.1 \text{ mm}$ y $< 2 \text{ mm}$, entre los que se encuentran ácaros, colémbolos, proturos, dipluros, enquitreidos y pseudoescorpiones; macrofauna con diámetros $> 2 \text{ mm}$ y $< 20 \text{ mm}$ y que incluye moluscos, arañas, ciempiés, milpiés, lombrices de tierra, hormigas, termitas; y finalmente; megafauna ($> 20 \text{ mm}$) que incluye a los vertebrados excavadores (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Esta amplia gama de actores vivos se alimenta y se desplazan por el suelo de formas diferentes y presentan una distribución vertical distintiva, la cual puede cambiar a lo largo del tiempo en función de las condiciones ambientales y los ciclos de crecimiento de las plantas. Esta sensibilidad a los cambios en las condiciones abióticas y bióticas se traduce en distintas respuestas adaptativas (p. ej., la adopción de un estado de resistencia) o en altas tasas de mortalidad. Además, las interacciones interespecíficas e intraespecíficas (p. ej., la depredación) provocan alteraciones en la estructura de la comunidad a diferentes escalas espaciales y temporales y, en consecuencia, en diferentes suelos y en diferentes momentos, diferentes especies o grupos se vuelven predominantes y, por consiguiente, la magnitud y dirección de la función edáfica que regulan (Briones 2014, 2018).

Actualmente ya nadie pone en duda que la biodiversidad del suelo es fundamental para muchos “servicios ecosistémicos” proporcionados por los suelos. Este término fue definido en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005) como “los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas”. Cuando se consideran las cuatro categorías principales de servicios ecosistémicos (aprovisionamiento, soporte, regulación y cultural), resulta bastante obvio que no pueden ser proporcionados sin los organismos del suelo. En esta ponencia daré una visión general de las principales contribuciones de los organismos del suelo a cada una de estas cuatro tipologías de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, sin asociaciones micorrízicas específicas, algunas plantas no pueden crecer y gracias a la producción de reguladores del crecimiento vegetal, la estimulación de simbiontes beneficiosos y la supresión de patógenos, se mejoran los rendimientos de los cultivos y el contenido nutricional de los alimentos (aprovisionamiento). Sin sus estructuras biogénicas, los suelos pierden porosidad y no pueden retener materia orgánica del suelo (soporte). Sin los organismos fragmentadores/descomponedores de hojarasca, los residuos orgánicos se acumularían sin control y sin madrigueras ni las galerías de lombrices de tierra, el

agua no puede fluir por el perfil del suelo ni se pueden mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por los suelos (regulación). Por ende, si las actividades de la biota del suelo no mantienen el buen funcionamiento de los ecosistemas, no podríamos tener experiencias terapéuticas ni recreativas (cultural).

A pesar de este creciente reconocimiento del valor de la biodiversidad del suelo, aún faltan acciones para proteger la biota del suelo. Este es un problema serio, ya que la seguridad alimentaria mundial y la salud humana dependen en gran medida de los organismos del suelo. La protección de los suelos sigue siendo un objetivo importante en las agendas internacionales, pero no puede lograrse sin considerar plenamente la biodiversidad del suelo. Es necesario identificar y evaluar indicadores de la biodiversidad del suelo para el monitoreo a gran escala y fortalecer la colaboración entre ciencia y legislación para mejorar la protección del suelo. En relación con este tema, describiré mis esfuerzos recientes para vincular la ciencia del suelo a las políticas internacionales a fin de garantizar que la biodiversidad del suelo reciba protección jurídicamente vinculante, incluyendo la coordinación del recién creado Grupo de Especialistas en Lombrices de Tierra de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Bibliografía

- Anthony M.A., Bender S.F., van der Heijden M.G.A. (2023). Enumerating soil biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 120, e2304663120.
- Briones M.J.I. (2014). Soil fauna and soil functions: a jigsaw puzzle. *Frontiers in Environmental Science* 2, 7.
- Briones M.J.I. (2018). The Serendipitous Value of Soil Fauna in Ecosystem Functioning: The Unexplained Explained. *Frontiers in Environmental Science* 6, 149.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC, USA, Island Press.
- Swift M.J., Heal O.W., Anderson J.M. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Oxford: Blackwell Science.



Dra. Luciana Chávez Rodríguez

Especialidad: Modeladora de procesos biológicos

Perfil profesional:

Docente adjunta del grupo de Biología del Suelo en la Universidad de Wageningen (WUR). Actualmente, trabaja en la integración del papel de la biota del suelo en modelos biogeoquímicos. Antes de ocupar este puesto, realizó una estancia postdoctoral en la Universidad de California, Irvine. Formó parte del Laboratorio Allison, donde trabajó en la integración de datos de campo y laboratorio en modelos estadísticos y mecanísticos.

Realizó su doctorado en el departamento de biogeofísica de la Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania, donde trabajó en el modelado de los procesos microbianos de degradación de plaguicidas en suelos. Obtuvo su maestría en la Universidad de Hohenheim, en Protección Ambiental y Producción Agroalimentaria.

Es Ingeniera Ambiental de la Universidad Nacional Agraria la Molina en Lima, Perú. Su especialización en ingeniería se centró principalmente en la contaminación ambiental. En su tesis de diploma sobre fitorremediación, identificó especies de plantas nativas capaces de extraer y acumular plomo de suelos contaminados.

Ponencia magistral

MICROVIDA, MACROIMPACTO: LA BIOTA DEL SUELO EN ACCIÓN

La biota del suelo es un motor clave de las funciones del suelo y de los servicios ecosistémicos, y su abundancia, diversidad y actividad determinan la salud del suelo. Incluir la biota del suelo en los modelos biogeoquímicos podría, por tanto, mejorar su precisión y ayudarnos a predecir mejor los efectos del cambio global en nuestros ecosistemas. Sin embargo, a pesar de su importancia, no existe un consenso claro sobre qué aspecto de la biota del suelo debe medirse en un contexto determinado. Esto ha llevado a que la biota del suelo esté altamente subrepresentada tanto en los programas de monitoreo de la salud del suelo como en los modelos de carbono del suelo, a todas las escalas.

Esta falta de datos representativos es especialmente marcada en el caso de los microorganismos del suelo, como las comunidades fúngicas y bacterianas, de las cuales solo podemos cultivar y caracterizar una pequeña fracción. En esta ponencia, presentaré cómo, desde el Grupo de Biología de Suelos de Wageningen University, buscamos incentivar la inclusión de la biota del suelo en los programas de monitoreo de la salud del suelo, así como las dificultades que enfrentamos en este proceso.

En nuestro marco conceptual, consideramos que un suelo sano es aquel que puede regular el ciclo del carbono y de los nutrientes, purificar el agua, controlar plagas y enfermedades, y proporcionar hábitat para múltiples especies tanto sobre como bajo el suelo. Utilizamos una combinación de literatura científica y conocimiento experto para mapear los principales factores fisicoquímicos, ambientales y biológicos que impulsan estas funciones del suelo, con el objetivo de determinar los impulsores específicos según el contexto. Actualmente, basándonos en metodologías existentes para evaluar la salud del suelo, estamos trabajando en su evaluación comparativa a nivel europeo, combinando conocimiento experto y local con técnicas estadísticas avanzadas.

Además, discutiré el papel de la biota del suelo en la modelización biogeoquímica. Debido al cambio global, las comunidades microbianas se adaptan, evolucionan o cambian en su composición, pero no está claro en qué medida esto afectará la provisión de funciones del suelo en el futuro. Los modelos tradicionales basados en Monod no pueden hacer este tipo de predicciones, ya que reducen la complejidad de la comunidad microbiana del suelo a un único grupo de biomasa. Por ello, se vuelve esencial identificar los miembros de la comunidad microbiana y comprender su comportamiento. Los enfoques ómicos actuales pueden ayudarnos a identificar estrategias de historia de vida dentro de la comunidad microbiana del suelo, facilitando su integración en la modelización biogeoquímica. En esta ponencia, mostraré cómo esto puede lograrse, con ejemplos del ámbito de la modelización del ciclo del carbono y de la degradación de pesticidas.

CARACTERIZACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES ASOCIADOS A *Theobroma cacao* EN SUELOS CON CADMIO DE TOCACHE

Luis-Alaya*¹, B.; Pichen¹, A.; Arca¹, C.; Ogata-Gutiérrez², K.; Zúñiga-Dávila², D.

1. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: lbernabes@unmsm.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0520-8751>

Resumen

Las asociaciones micorrízicas arbusculares (HMA) cumplen un rol fundamental en la nutrición vegetal y en la mitigación del estrés por metales pesados como el cadmio (Cd). En la provincia de Tocache, región San Martín, los cultivos de *Theobroma cacao* presentan el riesgo de acumulación de Cd. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar los HMA en la rizósfera del cacao bajo estas condiciones. Se recolectaron nueve muestras de suelo y raíces en Tocache, Nuevo Progreso y Uchiza, procesadas en el laboratorio de Biotecnología Ambiental de la UNMSM. Se aplicaron metodologías de separación de fracciones radiculares y de suelo, establecimiento de macetas trampa con *Medicago sativa*, tinción de raíces y extracción de esporas por tamizado húmedo y centrifugación en gradiente de sacarosa. Los resultados indican porcentajes de micorrización entre 56 % y 86 %, con estructuras fúngicas típicas (arbusculos, vesículas e hifas intrarradicales). Asimismo, se cuantificó 81 a 172 esporas por 100 g de suelo seco, con variaciones entre zonas de muestreo. El análisis químico mostró concentraciones de Cd de 0.5 a 0.8 ppm en los suelos evaluados. Los porcentajes de micorrización observados podrían estar relacionados con la dinámica del Cd en la rizósfera, sugiriendo un rol potencial de los HMA en este proceso. Además, el análisis morfológico de las esporas destacó la presencia o ausencia de conexión hifal, el tamaño, color y características de la pared, lo que permitió identificar los morfotipos *Glomoides*, *Acaulosporoides* y *Gigasporoides*. Estos hallazgos evidencian el potencial de los HMA nativos en estrategias de biorremediación de Cd.

Palabras clave

Glomeromycota; rizósfera; biorremediación

DESARROLLO DE UN SOPORTE PARA UN CONSORCIO MICROBIANO PGP: EFECTO EN EL CULTIVO FRESA (*Fragaria × ananassa*)

Javier-Astete*¹, R.; Huaraka², A.; Huasachique¹, L.; Samaniego¹, T.; Cantaro², H.; Solórzano¹, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: rjavierastete@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7630-026X>

Resumen

El uso de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (PGPM) constituye una práctica agrícola sustentable con múltiples beneficios para el suelo y diversos cultivos. Sin embargo, su transporte y conservación son difíciles de garantizar, especialmente en zonas rurales. Este estudio desarrolló un soporte a base de arcilla (90 %), biochar (5 %) y cascarilla de arroz (5 %) para preservar un consorcio microbiano de *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp. (con actividad PGP reportada previamente). Se evaluó mensualmente la viabilidad de los microorganismos (UFC/g) en el soporte durante 6 meses, así como el efecto de su aplicación en el cultivo de fresa (*Fragaria × ananassa* cv. San Andreas) en Huaral. Los resultados mostraron que las cargas iniciales de *Pseudomonas* y los hongos se mantuvieron hasta 60 días y disminuyeron progresivamente hasta los 6 meses. Por otro lado, la carga de *Bacillus* decayó sostenidamente. En condiciones de campo, mientras que el soporte sin consorcio (S) y con el consorcio (S+C) retrasaron el crecimiento vegetativo inicial (área foliar), en la fase productiva mostraron los valores más altos de rendimiento comparado con los controles. S+C incrementó en 10.2 % el peso total de frutos/planta y un 5 % el peso promedio de frutos en comparación con la inoculación directa del consorcio (C). Además, S+C mejoró la calidad de frutos (alto índice Brix:acidez, contenido de antocianinas y azúcares) respecto a S, C y el control (sin tratamiento). Esto indica que el efecto positivo no se debe únicamente a la acción del consorcio microbiano, sino también a la sinergia entre el consorcio y el soporte.

Palabras clave

Bioinoculantes; carrier; actividad PGP

CALIDAD DEL SUELO EN PLANTACIONES DE *Pinus patula* EN CAJAMARCA, PERÚ: APLICACIÓN DEL ÍNDICE QBS-AR

Bustamante*, I.; Roncal, M.

Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

*Autor para correspondencia: ibustamanteb13@unc.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6777-1896>

Resumen

El establecimiento intensivo de plantaciones exóticas como *Pinus patula* genera cambios significativos en la biota del suelo, afectando tanto su biodiversidad como la abundancia de especies. Estas modificaciones pueden tener efectos prolongados sobre la salud y fertilidad del suelo, impactando negativamente los ecosistemas locales. Este estudio tiene como objetivo aplicar el índice QBS-ar para evaluar la calidad biológica del suelo en plantaciones de *Pinus patula* en el sector Las Quihuilas (Cajamarca, Perú), considerando plantaciones de diferentes edades (1, 5, 8 y 10 años) y un área de pastizales altoandinos como control. El muestreo se llevó a cabo entre octubre y noviembre de 2022, y febrero y marzo de 2023, utilizando el método de Berlese-Tullgren para extraer la mesofauna y el índice biológico QBS-ar para determinar la calidad del suelo. Los resultados demostraron una clara disminución en la calidad biológica del suelo conforme aumenta la edad de las plantaciones, con valores QBS-ar que pasaron de 180 en los pastizales altoandinos a solo 61 en las plantaciones de 10 años. Esta reducción estuvo acompañada por una pérdida significativa de diversidad de microartrópodos, particularmente en los grupos más sensibles como los proturos y dipluros principalmente en temporada húmeda. Esto se refuerza aún más con los índices de Shannon-Wiener, Simpson, Margalef y Jaccard, donde las plantaciones de 10 años también exhibieron la menor diversidad de microartrópodos.

Palabras clave

QBS-ar; bioindicadores; mesofauna

TEA BAG INDEX COMO INDICADOR DE SALUD DEL SUELO BAJO PRÁCTICAS DE LABRANZA EN EL CULTIVO DE PAPA

Panduro*¹, O.; Mestanza¹, C.; Ramírez², D.

1. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
2. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: 20211602@lamolina.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0117-4589>

Resumen

La intensificación agrícola mediante la labranza convencional (LC) ha generado impactos negativos en la calidad del suelo, principalmente por la disminución del carbono orgánico y la aceleración de la descomposición de la materia orgánica (MO). En este contexto, la labranza mínima (LM) se plantea como alternativa regenerativa que promueve la conservación de carbono y nutrientes. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del tipo de labranza sobre la descomposición de la MO y su relación con el desarrollo del cultivo de papa en condiciones de La Molina, aplicando el Tea Bag Index (TBI), un método rápido, económico y práctico para medir la tasa de descomposición (TDD). El experimento se desarrolló bajo un diseño de parcelas subdivididas, enterrando las bolsitas de té verde y rooibos durante 90 días. Se registraron los pesos iniciales y finales, y se estimaron las TDD mediante ajuste de curvas en el tiempo. Los resultados evidenciaron pérdida de peso en todos los tratamientos, siendo más marcada en té verde bajo LM (46.48 %), mientras que la LC mostró valores menores (40.46 %). En té rooibos, las pérdidas fueron menores, sin embargo, demostraron que la tasa de descomposición fue semejante en ambos tipos de labranza. El modelo de descomposición presentó un ajuste promedio de $R^2 = 0.8823$, confirmando la confiabilidad del método aplicado. Se concluyó que el tipo de labranza influye en la descomposición de la MO y en el desarrollo del cultivo de papa, siendo la LM la que mostró mayor tasa de descomposición respecto a la LC.

Palabras clave

Té; materia orgánica; descomposición

PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO ASOCIADAS AL DESARROLLO DE *Cedrelinga catenaeformis* EN ALTO AMAZONAS

Arévalo*, L.; Pashanasi, B.; Chujutalli, M.; Murga, H.

Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Loreto, Perú.

*Autor para correspondencia: larevalo@unaaa.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6417-8161>

Resumen

El tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) es una especie maderable amazónica de alto valor, cuya productividad aún se comprende poco en condiciones naturales y agroforestales. Este estudio evaluó cómo las propiedades físicas, químicas y macrofauna del suelo influyen sobre la productividad de Tornillo en diferentes condiciones de manejo y edades. Se recolectaron muestras de suelo a tres profundidades 0–20, 20–40 y 40–60 cm. La caracterización física y química se realizó en la capa superficial, mientras que la macrofauna (lombrices, arácnidos, termitas, hormigas y otros) se evaluó en todas las profundidades. Se midieron variables dendrométricas en individuos de 140 y 180 años en bosques naturales y en sistemas agroforestales de 7, 17 y 37 años asociados con *Centrosema macrocarpum*. Los datos se analizaron mediante el software R. Se encontró variabilidad edáfica asociada al origen del suelo, sin diferencias atribuibles a la edad de los árboles ni al tipo de sistema. La macrofauna presentó mayor diversidad en el sistema agroforestal más antiguo, destacando lombrices (*Rhinodrilus lavellei*, *R. pashanasi*), dípteros y julídeos. El crecimiento mostró patrones sigmoideos, excepto el volumen maderable, con incremento lineal; la altura comercial se estabilizó a los 150 años, la altura total a los 165 años y el diámetro a la altura del pecho (DAP) a los 70 años. La altura total y el DAP se correlacionaron positivamente ($p < 0.05$) con el N y la CIC del suelo en agroforestales de 17 y 37 años. Estos hallazgos contribuyen a optimizar el manejo sostenible del tornillo en la Amazonía peruana.

Palabras clave

Tornillo; agroforestal; macrofauna

DIVERSIDAD DE ÁCAROS EDÁFICOS EN ÁREAS DE EXPANSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN BRASIL, CON ÉNFASIS EN MESOSTIGMATA (ACARI)

Muñoz-Marticorena*¹, J.; De Moraes², G. J.; Cherubin², M. R.; Oliveira³, D. M. S.

1. Universidad Nacional de Cañete. Lima, Perú.
2. Universidad de São Paulo. Piracicaba, Brazil.
3. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, Brazil.

*Autor para correspondencia: jmunoz@undc.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5811-6012>

Resumen

En el siglo veinte, los biomas del Cerrado y Mata Atlántica fueron afectados por los procesos de deforestación en la región centro-sur de Brasil. En la vegetación natural (NV), los ácaros del orden Mesostigmata constituyen un componente fundamental de la mesofauna, actuando como depredadores y contribuyen al equilibrio de las interacciones biológicas. Planteamos la hipótesis que la eliminación de la NV para el establecimiento de cultivos en la década de los setenta deterioró las propiedades edafológicas del suelo, modificando el hábitat de los ácaros edáficos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del cambio de uso del suelo (LUC) en una sucesión cronológica, en la NV del fragmento de bioma Cerrado y Mata Atlántica, pastura (PA) y caña de azúcar (SC), sobre la abundancia, taxones, parámetros ecosistémicos de ácaros edáficos de los órdenes Mesostigmata y Prostigmata. Se recolectaron muestras de hojarasca y capa de suelo adyacente. Los resultados obtenidos del análisis MANOVA factorial ($p < 0.05$) de un año de evaluación mostraron diferencias significativas entre localidades y tipos de uso del suelo siendo mayor la diversidad y abundancia en la NV y en la localidad de Ipausu. Destacaron los géneros *Asca* Von Hayden (Ascidae), *Cheiroseius* Berlese (Blattisociidae), *Protogamasellus* Karg (Ascidae) y *Gaeolaelaps* Evans & Till (Laelapidae) por su gran capacidad de sobrevivencia a los efectos del LUC, siendo buenos bioindicadores de la calidad del suelo. El primer año de evaluación, a diferencia del segundo, infiere que el LUC afecta significativamente la abundancia y la diversidad.

Palabras clave

Biomas; diversidad; taxones

INDICADORES BIOLÓGICOS PARA EVALUAR LA SALUD DEL SUELO DE SISTEMAS AGRÍCOLAS Y FORRAJEROS DEL URUGUAY

Núñez Buzó*, L.; Pravia, V.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Treinta y Tres, Uruguay.

*Autor para correspondencia: lnunez@inia.org.uy; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6990-661X>

Resumen

La salud del suelo se define como la capacidad del suelo de funcionar como un ecosistema vivo y sostener las necesidades de las plantas, animales y humanos. El aumento de la intensificación agrícola asociado a un mal manejo de los agroecosistemas durante décadas ha contribuido a la degradación del suelo con pérdida de materia orgánica y biodiversidad. Mediante indicadores químicos, físicos y biológicos es posible determinar el estado de salud del suelo, siendo aquellos biológicos altamente sensibles a los cambios que ocurren en el sistema. Algunos indicadores son las enzimas del suelo producidas principalmente por microorganismos edáficos que participan en el ciclado de nutrientes como el C, P y N necesarios para el crecimiento de los cultivos. Otro ejemplo es la glomalina, que contribuye a la agregación del suelo, captura del carbono y disponibilidad de nutrientes. Teniendo en cuenta la importancia de los indicadores biológicos, el objetivo del trabajo fue evaluar el impacto sobre la salud del suelo de un sistema de agricultura continua y de un sistema integrado de rotación de cultivo-pasturas ambos con fertilización en un experimento a largo plazo de más de 60 años situado en Colonia, Uruguay. Fueron analizados a lo largo del perfil del suelo la biomasa microbiana de carbono, abundancia de bacterias y hongos, glomalina, β -glucosidasa, fosfatasa y ureasa. A partir de los resultados obtenidos concluimos que los indicadores biológicos muestran que el sistema integrado cultivo-pasturas favorece la conservación de la salud del suelo presentando una mayor actividad biológica con respecto a la agricultura continua.

Palabras clave

Indicadores biológicos; agroecosistemas; salud del suelo

IMPACTO DE SISTEMAS DE LABRANZA EN PROPIEDADES DEL SUELO Y EN EL CULTIVO DE YUCA

Ocaña*¹, J.; Paredes¹, R.; Quispe², A.; Díaz², H.; Ore², Z.; Roiser², H.; Zavala¹, J., Huamaní¹, H.; Egoávil¹, G.; Lao³, C.

1. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
3. Universidad Peruana Unión. San Martín, Perú.

*Autor para correspondencia: jimmy.ocana@unas.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3594-236X>

Resumen

Los suelos son altamente sensibles a las prácticas de labranza, ya que estas influyen en sus propiedades físicas y biológicas, afectando directamente el crecimiento de los cultivos. En la Amazonía peruana, existe poca información sobre estudios que evalúen la producción de yuca bajo diferentes sistemas de labranza. El objetivo de este trabajo fue comparar las propiedades del suelo durante la producción de maíz y yuca, la fisiología y rendimiento de la yuca bajo prácticas de agricultura de conservación (AC) y tradicional (AT), con y sin cobertura vegetal. Se evaluó la humedad del suelo, población de lombrices (Ew), conductancia estomática, índice de área foliar y rendimiento comercial. Bajo la AC, en comparación con AT, se observaron incrementos del 5.26 % en la humedad del suelo ($\sim 105.2 \text{ m}^3/\text{ha}$), 83 % en la Ew, 1.2 veces en la conductancia estomática, 1.14 veces en el índice de área foliar y un aumento de 7.3 t/ha en el rendimiento comercial. La conductividad hidráulica (Ks) fue 2.1 veces mayor en AT que en AC. Sin embargo, los valores de Ks, densidad aparente y Ew mostraron una recuperación gradual bajo AC al final de la producción de los cultivos. Los resultados indican que la AC mejoró las propiedades del suelo, la fisiología y el rendimiento de la yuca en comparación con la AT. Por tanto, la AC es una alternativa viable para mejorar la eficiencia productiva y la sostenibilidad en sistemas agrícolas de la Amazonía peruana.

Palabras clave

Labranza; agricultura de conservación; rendimiento de yuca

ENTOMOFAUNA ASOCIADA AL CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum* L.) “MOQUICHO” EN TINGO MARIA

Ramos, J.*; Anteparra, M.

Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú.

*Autor para correspondencia: jhonnramos353@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0882-2100>

Resumen

El estudio en plantaciones orgánicas de banano (*Musa sapientum* L.), variedad “Moquicho”, en Huamancoto, Pumahuasi en Tingo María, permitió registrar 57 especies de insectos, identificadas a nivel de especie y género, asociadas a diferentes órganos de la planta y al suelo como espacio clave de interacción. Los fitófagos de familias como Acrididae, Curculionidae, Scarabaeidae y Formicidae presentan una estrecha relación con el suelo: varias especies ovipositan en este sustrato y sus larvas se alimentan de raíces, rizomas o material orgánico en descomposición, afectando directamente la dinámica del cultivo. Destaca *Cosmopolites sordidus* “picudo negro del banano” plaga de importancia económica que daña los pseudotallos. También, se identificaron saprófagos como *Passalus* sp., *Blaberus* sp. y *Hermetia illucens*, que aceleran la descomposición de restos vegetales y el reciclaje de nutrientes, contribuyendo a la fertilidad del suelo. Insectos depredadores de Carabidae, Histeridae y Vespidae cumplen un rol de control biológico, regulando poblaciones de plagas en interacción con el microhábitat edáfico. Los formícidos (*Paraponera clavata*, *Camponotus* sp., *Crematogaster* sp.) cumplen un doble papel: algunos participan en la descomposición, mientras otros protegen colonias de hemípteros, estableciendo redes tróficas asociadas al suelo. En conjunto, los insectos registrados representan no solo componentes de la biodiversidad del banano, sino también actores fundamentales en procesos edáficos, desde el reciclaje de nutrientes y la descomposición de materia orgánica hasta la regulación natural de plagas, resaltando la estrecha conexión entre este cultivo y la biota del suelo.

Palabras clave

Insectos; descomposición; control biológico

MACROFAUNA EDÁFICA: INDICADOR DE CALIDAD DEL SUELO EN SISTEMAS GANADEROS Y DE USO AGRÍCOLA EN UCAYALI, PERÚ

Vela-Alvarado¹, J. W.; Panduro-Tenazoa^{*2}, N. M.; Ramírez-Flores^{2,3}, N.; Poquioma¹, E.; Clavo-Peralta⁴, Z. M; Guerra, B.; Wisum, U.

1. Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali, Perú.
2. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Ucayali, Perú.
3. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Ucayali, Perú.
4. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: nmpandurot@unia.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4498-6644>

Resumen

Se evaluó la diversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en diez fundos ganaderos de Ucayali, con el objetivo de establecer una línea base para el manejo sostenible de los suelos amazónicos bajo sistemas ganaderos. Mediante el muestreo estratificado a cuatro profundidades (hojarasca, 0-10, 10-20, 20-30 cm) y dos réplicas (80 muestras), se extrajeron manualmente invertebrados (>2 mm), identificados a nivel de orden/familia/género con claves taxonómicas y estereomicroscopía. Los resultados reportaron un total de 58 órdenes y 78 familias, evidenciando una alta riqueza biológica en los suelos muestreados. La densidad varió desde 192 ind./m² (Flor Mejía) hasta 5120 ind./m² (Félix Inga), y la biomasa osciló entre 3.62 g/m² (Flor Mejía) y 167.11 g/m² (Rubén). Los índices de Shannon (H) fluctuaron entre 0.60 (Rubén) y 1.37 (Félix Inga), confirmando una mayor diversidad en los fundos con menor intervención antrópica. Los grupos de macrofauna dominantes fueron Formicidae (43.5 %), Lumbricidae (22.6 %) e Isoptera (10.7 %), confirmando su relevancia en la dinámica de los ecosistemas edáficos amazónicos. Se evidenció una marcada heterogeneidad entre fundos y usos del suelo. La hojarasca y la capa superficial (0-10 cm) concentran la mayor densidad y diversidad de organismos, confirmando la importancia de la materia orgánica superficial como hábitat y fuente de alimento. Los fundos con mayor cobertura vegetal registraron una abundancia y biomasa superiores de macrofauna edáfica, resaltando su rol en la conservación de la calidad biológica edáfica; reforzando la necesidad de estrategias de conservación de la biodiversidad del suelo en paisajes productivos amazónicos.

Palabras clave

Agroecosistemas amazónicos; biodiversidad edáfica; macroinvertebrados del suelo

LA INOCULACIÓN CON MICORRIZAS NATIVAS MEJORA LA COMPATIBILIDAD Y EL COMPORTAMIENTO DE COBERTURAS VEGETALES EN ULTISOLS

Ramírez*¹, N.; Vásquez², T.; Sánchez², G.; Panduro³, N.

1. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Ucayali, Perú.
2. Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali, Perú.
3. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Ucayali, Perú

*Autor por correspondencia: nramirez@iiap.gob.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6683-728X>

Resumen

Esta investigación evaluó la respuesta a la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares (HMA), tanto nativos como comerciales (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*), en la compatibilidad y el comportamiento de dos coberturas vegetales (*Crotalaria juncea* L. y *Canavalia ensiformis* L.) en un suelo ultisol de Pucallpa, Ucayali. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, seis tratamientos y tres repeticiones. Los resultados mostraron que el inóculo nativo presentó una colonización radical significativamente mayor (intensidad 5: 76-100 %) y una esporulación superior (38.20 esporas/g de suelo) en comparación con el inóculo comercial y el testigo. En cuanto al comportamiento de las plantas, el inóculo nativo favoreció el mayor porcentaje de germinación (T2: 94.67 %, T5: 94.33 %), altura de planta (T2: 137.03 cm, T5: 92.77 cm), diámetro de tallo (T5: 8.43 mm, T2: 7.30 mm), área foliar (T5: 6001.16 cm²/planta, T2: 762.45 cm²/planta), contenido de clorofila (T2: 46.83 SPAD, T5: 44.67 SPAD), retención de humedad (T5: 19.27 %, T2: 16 %) y producción de materia seca (T5: 3.90 t/ha, T2: 2.00 t/ha). Se concluye que el inóculo nativo de HMA demostró una mejor compatibilidad y respuesta simbiótica con ambas coberturas, destacando su potencial como alternativa sostenible para mejorar la productividad y salud del suelo en sistemas agrícolas de la Amazonía peruana.

Palabras clave

Micorrizas nativas; coberturas de vegetales; respuesta simbiótica

ESTIMACIÓN DEL ESTRÉS HÍDRICO EN ÁRBOLES DE PALTO MEDIANTE IMÁGENES TÉRMICAS OBTENIDAS CON DRONES Y RIEGO POR MICROASPERSIÓN EN EL PERÚ

Toledo*¹, J.; Huanuqueño¹, J.; Quispe¹, D.; Galindo¹, M.; Pino², E.; Ramos¹, L.

1. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

2. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.

*Autor de correspondencia: josejesus.toch@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0362-4648>

Resumen

La producción de palta en el Perú se concentra en las regiones costeras central y norte, caracterizadas por ambientes áridos donde la eficiencia del riego resulta fundamental. Esta investigación evaluó el estrés hídrico en paltos de la variedad Hass mediante el uso de termografía aérea, en el contexto ambiental de La Molina, Lima, Perú. El estudio analizó el déficit de presión de vapor (VPD) y el índice de estrés hídrico del cultivo (CWSI) durante el periodo comprendido entre enero y abril de 2023, coincidente con las etapas de cuajado y desarrollo del fruto en dicha zona. Para la recolección de datos se obtuvieron imágenes térmicas y RGB (rojo, verde y azul) empleando una cámara H20T acoplada a un vehículo aéreo no tripulado (UAV) Matrice 300 RTK, las cuales fueron posteriormente procesadas con el software Pix4Dmapper Pro. De forma simultánea, la humedad del suelo se determinó mediante un reflectómetro en el dominio del tiempo (TDR), y la radiación solar incidente se midió con un radiómetro en nueve tipos de superficie: aluminio, hojas secas de palto, hojas verdes de palto, poliestireno expandido y telas de color amarillo, negro, rojo y verde, además de suelo desnudo. Los datos térmicos obtenidos por el UAV y el radiómetro mostraron un coeficiente de correlación de Pearson de 0.978. El análisis reveló un descenso gradual en los umbrales mínimos de $T_c - T_a$ conforme aumentó el VPD, estableciéndose un límite superior de temperatura (UL) de 8 °C. Asimismo, se identificó una correlación lineal inversa entre el CWSI y la humedad gravimétrica (θ), con coeficientes de Pearson de 0.849 en enero y de 0.522 en febrero y marzo. Los resultados también evidenciaron que las plantas de palto responden a la limitada disponibilidad de agua en el suelo mediante el cierre estomático, como mecanismo para evitar la deshidratación.

Palabras clave

CWSI; Hass; termografía

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DEL GEN 16S RIBOSOMAL DE MICROORGANISMOS LIGNOCELULÓSICOS DE LOS CAMPOS DE AGROINDUSTRIAL PARAMONGA S.A.

Romero*^{1,2}, H.; Melgar¹, J.

1. Agro Industrial Paramonga S.A. Lima, Perú.
2. Universidad Nacional Mayor del Santa. Ancash, Perú.

*Autor para correspondencia: hromero@agroparamonga.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0496-0682>

Resumen

El cambio climático y la degradación del suelo son dos problemáticas ambientales interrelacionadas que amenazan la seguridad alimentaria global. En este contexto, los residuos lignocelulósicos representan una fuente potencialmente valiosa de carbono orgánico del suelo (COS), cuya adecuada valorización podría contribuir tanto a la regeneración de suelos como a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El presente estudio propone el uso de bacterias lignocelulolíticas como estrategia biotecnológica para transformar dichos residuos en compuestos aprovechables por los agroecosistemas. Se recolectaron muestras de suelo rizosférico (0-15 cm) en parcelas de cultivo de caña de azúcar de la Empresa Agroindustrial Paramonga S. A., donde a partir de estas, se aislaron ocho cepas bacterianas con actividad lignocelulolítica, mediante el uso de medios selectivos con carboximetilcelulosa (CMC) y lignina Kraft soluble. En esta primera etapa, se llevó a cabo la identificación molecular del gen 16S rRNA, lo que permitió determinar una clasificación taxonómica precisa. Los análisis fenotípicos y moleculares confirmaron la presencia de especies pertenecientes a los géneros *Bacillus*, *Exiguobacterium*, *Flavobacterium* y *Streptomyces*, todos con antecedentes de aplicaciones en degradación de biomasa vegetal y promoción del crecimiento vegetal. Ninguna de las cepas mostró efectos fitotóxicos. Los resultados evidencian el potencial de estas bacterias como bioinoculantes en consorcios microbianos eficientes. Este hallazgo sienta las bases para el desarrollo de inoculantes microbianos multifuncionales, capaces de mitigar emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de incrementar la productividad agrícola en el marco de una agricultura sostenible.

Palabras clave

Caña de azúcar; bacterias lignocelulósicas; agricultura sostenible

CUANDO EL SUELO RESPIRA PLÁSTICO: EVALUACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN CERCANÍAS AL RÍO CHILI - AREQUIPA

Molleapaza*, J.; Monterola, L.; Ortega, G.; Ventura, E.; Pauca, G.

Universidad Católica San Pablo. Arequipa, Perú.

*Autor para correspondencia: josse.molleapaza@ucsp.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1522-3836>

Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar la presencia y distribución de microplásticos en suelos agrícolas de la Asociación Los Frutales, en Vallecito (Arequipa), durante mayo a junio de 2025. Se plantearon tres objetivos: caracterizar las propiedades fisicoquímicas del suelo, identificar y cuantificar microplásticos, y proponer medidas de gestión. El estudio aplicó metodologías como análisis de pH, conductividad eléctrica, textura, materia orgánica, densidad aparente y real, y porosidad, además de técnicas de separación y tamizado para identificar partículas plásticas <5 mm. Se delimitaron 9 puntos de muestreo, organizados en tres estratos, y se realizaron muestreos compuestos en 1 377 m² de suelos agrícolas urbanos. Los resultados confirman la presencia de microplásticos, mayormente polietileno y polipropileno, en concentraciones variables que evidencian una contaminación asociada a actividades agrícolas y urbanas cercanas. Se recomienda establecer estrategias de manejo de residuos plásticos, monitoreo periódico y educación ambiental para agricultores. Este trabajo aporta una línea base sobre la contaminación de suelos agrícolas por microplásticos en la región de Arequipa y refuerza la necesidad de regulación específica.

Palabras clave

Microplásticos; suelos agrícolas; contaminación

COMPORTAMIENTO DE DOS VARIEDADES DE PAPA SHULAY Y PERÚ BICENTENARIO EN TRES ALTITUDES EN JUNÍN - PERÚ

Gabriel*, R.; Toledo, J.; Rojas, Z.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Junín, Perú.

*Autor para correspondencia: jimmytogabriel@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3738-545X>

Resumen

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de gran importancia a nivel mundial, especialmente en Perú, donde sobresale por su diversidad genética, valor nutricional y potencial industrial. A pesar de los avances en producción y exportación, persisten desafíos como la variabilidad en el rendimiento y la escasa evaluación de nuevas variedades en distintos pisos altitudinales. En este contexto, el presente estudio analizó el comportamiento agronómico, sanitario y de calidad de las variedades INIA 326-Shulay e INIA 332-Perú Bicentenario, destinadas al procesamiento, en comparación con Canchan y Yungay (testigos), en tres altitudes del valle del Mantaro (3 345, 3 490 y 3 904 m s. n. m.). Se utilizó un diseño completo aleatorizado (DCA), evaluando rendimiento, contenido de materia seca y tolerancia a enfermedades. Los resultados mostraron diferencias significativas entre variedades y localidades. Yungay obtuvo el mayor rendimiento (42.42 t/ha), seguida por Perú Bicentenario (29.69 t/ha), Shulay (22.81 t/ha) y Canchan (21.33 t/ha). En cuanto a materia seca, destacaron Canchan y Shulay (hasta 23.75 %), mientras que Perú Bicentenario presentó valores inferiores a los esperados. La presión de enfermedades fue menor en la altitud más elevada, donde Shulay y Canchan mostraron mayor tolerancia. En conjunto, Perú Bicentenario demostró buena adaptación en altitudes bajas e intermedias, y Shulay destacó por su estabilidad en zonas altoandinas. Ambos cultivares ofrecen potencial para diversificar la producción y fortalecer el procesamiento industrial en la región central del país.

Palabras clave

Variedades; localidades; materia seca

DESEMPEÑO AGRONÓMICO DE SIETE VARIEDADES DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN TRES NIVELES ALTITUDINALES DE LA REGIÓN JUNÍN, PERÚ

Capcha*¹, P.; Ingar², L.; Ortega¹, K.; Chambergo², K.; Toledo¹, J.; Peña¹, E.; Diaz², L.; Matsusaka², D.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Junín, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: paolaveronica779@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0885-2664>

Resumen

La quinua es un alimento saludable con un alto contenido de proteínas, enriquecido con aminoácidos esenciales para la dieta humana. Este cultivo presenta una gran diversidad genética y una notable capacidad de adaptación a condiciones climáticas variables; pese a su vulnerabilidad frente a plagas y enfermedades, es posible desarrollar nuevas variedades resistentes. El aprovechamiento de esta variabilidad genética es fundamental para los programas de mejoramiento, especialmente con el fin de adaptar la quinua a las cambiantes necesidades de los productores. En este estudio se evaluaron agronómicamente siete variedades de quinua en tres niveles altitudinales de la región Junín, entre 3 266 y 3 751 m s. n. m., en las provincias de Concepción y Huancayo. Se analizaron un total de 14 variables cuantitativas y 2 cualitativas, con 3 repeticiones, una por cada nivel altitudinal. Los datos fueron procesados mediante un modelo mixto en R Studio. El porcentaje de saponina varió entre 0 y 0.43 %, siendo las variedades INIA 415-Pasankalla e INIA 420-Negra Collana las que presentaron los valores más bajos. En cuanto al rendimiento del cultivo, este osciló entre 0.13 y 2.10 t ha⁻¹, destacando las variedades de alto rendimiento INIA 433 Santa Ana/AIQ/FAO, Amarilla Maranganí y Huallhuas. Además, la variedad INIA 438-Acollina mostró la mayor tolerancia al mildiú. Estos resultados son prometedores para el mejoramiento del rendimiento de la quinua y la diversificación de material genético competitivo bajo las condiciones de producción de la región Junín.

Palabras clave

Genotipo/ambiente; rendimiento; saponinas

POTENCIAL PGP DE BACTERIAS NATIVAS AISLADAS DE LA RIZÓSFERA DE MACA (*Lepidium meyenii* Walp.) EN JUNÍN

Carranza-Ramírez^{*1}, A.; Javier-Astete², R.; Agapito³, J.; Vera-Obando¹, N.; Solórzano², R.

1. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
3. Instituto Peruano de Energía Nuclear. Lima, Perú.

*Autor por correspondencia: ana.carranza3@unmsm.edu.pe

Resumen

La maca (*Lepidium meyenii* Walp.) es un cultivo andino de alto valor nutricional y medicinal, originario de la región Junín, donde se dan condiciones agroclimáticas extremas. El uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGP) adaptadas a estas condiciones ofrece una alternativa sostenible para aumentar la producción de maca y reducir la dependencia de agroquímicos. En este estudio se aislaron y caracterizaron bacterias nativas de la rizósfera de la maca. Su capacidad como PGP se evaluó mediante la fijación de nitrógeno, la solubilización de fosfato dicálcico y tricálcico, y la producción de ácido indolacético (AIA) y sideróforos. En total, se obtuvieron 50 cepas bacterianas identificadas por caracterización bioquímica, de las cuales el 80 % fijó nitrógeno, el 48 % solubilizó fosfato dicálcico, el 44 % fosfato tricálcico y el 30 % produjo AIA. Nueve cepas presentaron una marcada actividad siderofórica, manifestada por extensas zonas de decoloración en el medio Chrome Azurol S. La cepa Ps18 presentó una mayor eficiencia relativa de solubilización de fosfato dicálcico (ERS = 975 %), Ps9 la mayor eficiencia en fosfato tricálcico (ERS = 308 %) y Ps10 la mayor producción de AIA (25.68 µg/mL). Las cepas Ps2, Ps9, Ps18 y Ps19 registraron altos valores en todos los parámetros evaluados. Los resultados muestran el alto potencial de estas bacterias nativas como bioinoculantes en ambientes agroclimáticos extremos y constituyen una herramienta biotecnológica para la agricultura sostenible en maca.

Palabras clave

Bioinoculantes; agricultura sostenible; biofertilizantes

DIVERSIDAD MOLECULAR Y FUNCIONAL DE *Trichoderma* NATIVOS DE SUELOS PRÍSTINOS: IDENTIFICACIÓN MULTILOCUS Y MECANISMOS ANTAGÓNICOS CONTRA *Botrytis cinerea*

Rojas*¹, N.; Ormeño², P.; Pedrozo^{3,4}, L.; Oré², B.; Álvarez⁵, L.

1. Universidad Autónoma de Ica. Ica, Perú.
2. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
3. Universidad Nacional de San Juan. San Juan, Argentina.
4. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina.
5. Universidad Nacional de Cañete. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: naysharojas.v@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4716-0098>

Resumen

Los ecosistemas prístinos de la selva central peruana albergan una diversidad microbiana excepcional con potencial biotecnológico inexplorado. Este estudio aisló y caracterizó cepas nativas de *Trichoderma* spp. de suelos de baja antropización en la provincia de Chanchamayo, evaluando su actividad antagónica contra *Botrytis cinerea*, uno de los principales fitopatógenos en la agricultura peruana. Veinte aislados fueron sometidos a ensayos de confrontación dual, inhibición por compuestos orgánicos volátiles (COV) y evaluación de micoparasitismo mediante una adaptación cuantitativa de la escala de Bell. Los diez aislados más efectivos fueron identificados mediante secuenciación multilocus (ITS, TEF1 α , RPB2) y se evaluó su capacidad de colonización endofítica en *Capsicum baccatum*. La actividad antagónica osciló entre 27.15 % y 61.63 % en confrontación dual y 32.13 % a 64.22 % en ensayos de COV. La identificación molecular reveló siete especies: *T. hamatum*, *T. anisohamatum*, *T. inhamatum*, *T. jaklitschii*, *T. koningiopsis*, *T. azadirachtae* y *T. peruvianum*, siendo *T. azadirachtae* y *T. anisohamatum* primeros reportes para Perú. El análisis de componentes principales capturó 72.9 % de la varianza total, revelando que los mecanismos antagónicos representan estrategias independientes de biocontrol. La colonización endofítica varió de 10 a 60 % en raíces. Los resultados demuestran la diversidad funcional y filogenética de cepas de *Trichoderma* de suelos tropicales peruanos, con cepas candidatas superiores al control comercial y evidenciando oportunidades para formulaciones sinérgicas multi-cepa que combinen mecanismos complementarios para un biocontrol sostenible.

Palabras clave

Trichoderma; *Botrytis*; biocontrol

ÁCAROS PREDADORES ASOCIADOS A LAS TURBERAS DE LA RESERVA NACIONAL DE SALINAS Y AGUADA BLANCA EN AREQUIPA, PERÚ

Huanca*¹, J.; Gutierrez-Cuti¹, B. K.; Cordova-Hernandez¹, M. F.; Ochoa², R.

1. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
2. Systematic Entomology Laboratory. Agricultural Research Service. United States Department of Agriculture. Maryland, USA.

*Autor para correspondencia: jhuancamal@unsa.edu.pe

Resumen

Las turberas de los Andes tienen una importancia ecológica especial, son valiosos por su capacidad para almacenar grandes cantidades de carbono en sus suelos. Sin embargo, son vulnerables a las perturbaciones causadas por la actividad humana y consecuentemente a la emergencia de plagas como es el caso de los ácaros fitófagos. Investigamos la diversidad de ácaros predadores como potenciales controladores biológicos en las turberas de la Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca (RNSAB) en la región Arequipa. Se obtuvieron muestras de turba los cuales fueron colocados en embudos de Berlesse para extraer los ácaros, estos fueron conservados en alcohol al 75 % y luego montados en láminas portaobjetos utilizando medio de Hoyer. Los especímenes fueron identificados usando un microscopio con óptica para contraste de fase y con claves taxonómicas especializadas. Analizamos la diversidad de los ácaros predadores que viven en los bofedales a lo largo de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Los resultados muestran una riqueza de 13 especies, que corresponden a cuatro familias del Orden Trombidiformes y seis familias del Orden Mesostigmata. Esta investigación representa una base inicial para comprender la ecología del suelo de los bofedales de la RNSAB y destaca la necesidad de monitorear los ácaros fitófagos y sus potenciales predadores asociados a las turberas.

Palabras clave

Distichia muscoides; control biológico; araña roja



Fotografía: Danna Geler, Rozas Chirinos



· Sede Pucallpa ·
2025

Eje temático 3

Fertilidad del suelo, bioestimulantes y nutrición vegetal





Ph. D. Ing. Agr. Prometeo Sánchez García

Especialidad: Nutrición vegetal y edafología

Perfil Profesional

Phylosophy Doctor in Agriculture por la Universidad Rusa en la Federación Rusa. Es profesor Investigador Titular en el Colegio de Postgraduados desde 1993, y sus trabajos están relacionados con la nutrición vegetal. Fue secretario de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. y presidente de la Sociedad Mexicana de Nutrición Vegetal, A.C. Fue consejero y asesor de más de 360 estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Es autor y coautor de 120 artículos en revistas nacionales e internacionales, además de seis manuales y libros. Impartió más de 500 cursos y talleres sobre nutrición vegetal a técnicos y productores en México, Centro y Sudamérica. Participó como conferencista en más de 200 eventos y organizó tres congresos internacionales y seis nacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores y fue responsable y colaborador de 15 proyectos financiados por organismos nacionales e internacionales. Además, es asesor y consultor de empresas nacionales y extranjeras en el manejo de suelo, agua y nutrición de cultivos hortofrutícolas.

Ponencia magistral

EROSIÓN, ACIDEZ Y BAJA FERTILIDAD: LA CRUDA REALIDAD DE LOS SUELOS AMAZÓNICOS PERUANOS FRENTE A LA AGRICULTURA MIGRATORIA

La inmensa y exuberante vegetación de la Amazonía peruana esconde una paradoja: la mayoría de sus suelos son intrínsecamente pobres y frágiles. Esta cruda realidad choca directamente con la presión ejercida por el sistema de agricultura migratoria, acelerando la degradación del ecosistema y la expansión de la deforestación. La base del problema radica en la pedología de la Amazonía. Gran parte del suelo está compuesto por órdenes como Ultisoles y Oxisoles, que presentan las siguientes características limitantes: acidez elevada, baja fertilidad natural y nutrición superficial. El sistema de roza y quema (agricultura migratoria) se convierte en el principal impulsor de la degradación al interactuar con estos suelos frágiles: pérdida de nutrientes, aceleración de la erosión y ciclos insostenibles. Cuando la parcela se agota, el agricultor tradicionalmente la deja en un período de barbecho (descanso) para que el bosque secundario la regenere. No obstante, la presión demográfica y económica ha acortado dramáticamente estos ciclos. Al no dar tiempo suficiente para la recuperación (que puede tardar décadas), el agricultor se ve obligado a abrir nuevas parcelas en el bosque virgen, expandiendo la deforestación y la degradación irreversible. El sistema de agricultura migratoria, aunque históricamente usado por pueblos indígenas con un manejo más sostenible, se ha convertido en una amenaza para los ecosistemas amazónicos peruanos. La combinación de suelos intrínsecamente pobres con la intensificación del ciclo de roza y quema no solo conduce al abandono de grandes extensiones de tierras erosionadas e improductivas, sino que perpetúa la expansión de la frontera agrícola, siendo una causa fundamental de la deforestación y la pérdida de biodiversidad en la región.

Durante el congreso se abordará la problemática de los suelos en la Amazonia peruana y las posibles soluciones mediante el enfoque de Agricultura Regenerativa.

BIOFORTIFICACIÓN SOSTENIBLE DE VARIEDADES DE ALFALFA MEDIANTE FERTILIZACIÓN FOLIAR CON ZINC Y HIERRO EN RENDIMIENTO Y NUTRICIÓN

Zegarra*¹, J.; Cornejo², F.; Condori², A.; Garcia², S.

1. Universidad Católica de Santa María San José. Arequipa, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: jzegarraf@ucsm.edu.pe

Resumen

La biofortificación agronómica es una estrategia para corregir deficiencias de micronutrientes en poblaciones humanas y fomentar una producción sostenible de alimentos y forrajes. Se evaluó el efecto de la fertilización foliar con zinc (Zn) y hierro (Fe) en la biofortificación de cuatro variedades de alfalfa (*Medicago sativa L.*): Cuf 101, Moapa 69, California 55 y Yaragua, en cinco cortes. El experimento se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, empleando dosis de 0 y 2 kg ha⁻¹ de Zn, 0 y 2 kg ha⁻¹ de Fe, y la combinación de ambos micronutrientes 2 kg ha⁻¹ Zn + 2 kg ha⁻¹ Fe. Se determinaron rendimiento de materia seca (MS), altura de planta, número de tallos y hojas, concentración foliar de Zn y Fe, y eficiencia de recuperación (ER) de ambos micronutrientes en cada corte. Los resultados evidenciaron una variación genética significativa para las variables biométricas, el rendimiento y las concentraciones de Zn y Fe. La aplicación foliar de Zn y Fe promovió la acumulación de ambos micronutrientes sin comprometer el rendimiento ni la calidad del forraje. Las variedades mostraron respuestas similares a la biofortificación, destacando California 55 con la mayor ER de Zn (119.4 %) al aplicar 2 kg ha⁻¹ en el quinto corte, y la mayor ER de Fe (68.0 %) con la combinación de Zn y Fe en el mismo corte. Se concluye que la fertilización foliar con Zn y Fe es una estrategia eficaz para mejorar simultáneamente el valor nutritivo y la productividad de la alfalfa.

Palabras clave

Biofortificación; zinc; hierro

DESCIFRANDO LA FERTILIDAD POTENCIAL DE LOS SUELOS DE LA CUENCA DEL RÍO CAÑETE, PERÚ

Valer*, B. M.; Oscco, C. D.; Mestanza, C. J.

Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: 20200110@lamolina.edu.pe

Resumen

La cuenca del río Cañete, zona clave para la producción agrícola en Lima, presenta suelos con limitaciones de fertilidad debido a condiciones áridas. El objetivo fue elaborar un mapa del potencial de fertilidad del suelo en la cuenca, basado en el inventario de recursos naturales realizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Se digitalizaron y analizaron calicatas y mapas de suelos usando QGIS 3.28.4, clasificando las unidades cartográficas según el sistema Fertility Capability Soil Classification (FCC) en fertilidad baja, media y alta. Se digitalizaron diez unidades y perfiles modales, obteniendo cuatro grupos FCC. Los resultados indican que el 33.56 % (224 432 ha) posee potencial bajo, el 2.99 % (19 982 ha) medio y el 5.99 % (40 078 ha) alto, mientras que el 57.45 % (384 163 ha) corresponde a áreas sin potencial agrícola. Las limitaciones principales son el carbonato de calcio, alta pendiente y sales solubles. Se concluye que los suelos tienen bajo potencial de fertilidad, por lo que es necesaria la implementación de estrategias de manejo que superen estas limitaciones para optimizar la producción. Una limitación del estudio es la antigüedad de los datos, aunque el sistema FCC utiliza variables poco sensibles a cambios temporales para facilitar el monitoreo a largo plazo. Además, se recomienda tomar con cautela los datos de salinidad debido a posibles incrementos recientes por actividades agrícolas, sugiriendo investigaciones futuras para ajustar estos valores y mejorar el conocimiento sobre la fertilidad real de la cuenca.

Palabras clave

FCC; río Cañete; fertilidad

EFFECTO DEL BIOCARBÓN DE ESTIÉRCOL DE CUY COMO ENMIENDA ORGÁNICA EN EL RENDIMIENTO DE CULTIVOS HORTÍCOLAS ALTOANDINOS

CCopi, D.; Requena-Rojas*, E.; Arias, A.; Taípe, M.; Marcelo, J.; Pizarro, S.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Santa Ana, Junín, Perú.

*Autor para correspondencia: edilson.requena@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0653-587X>

Resumen

El biocarbón es un material carbonoso producido mediante pirólisis de biomasa orgánica bajo condiciones limitadas de oxígeno, cuyas características estructurales porosas y alta estabilidad química lo posicionan como una enmienda orgánica innovadora capaz de optimizar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola. Esta investigación evaluó la eficiencia agronómica del biocarbón elaborado a partir de estiércol de cuy sobre el rendimiento productivo de tres especies hortícolas estratégicas: espinaca (*Spinacia oleracea* L.), col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*), todas cultivadas en lugares altoandinos. El diseño experimental incluyó cuatro tratamientos con diferentes dosis de biocarbón: control (0 t/ha), 10 t/ha, 20 t/ha y 30 t/ha. Las variables agronómicas evaluadas incluyeron número de hojas por planta, longitud foliar, biomasa fresca y seca tanto foliar como radicular. Los análisis demostraron que la aplicación de biocarbón produjo resultados positivos y variables. Siendo particularmente la dosis máxima de 30 t/ha la que produjo mayores incrementos en el desarrollo vegetativo y rendimiento final de todos los cultivos evaluados. Los resultados confirman el potencial del biocarbón como enmienda orgánica efectiva, estableciendo su viabilidad como herramienta fundamental para implementar estrategias de manejo sostenible en sistemas de producción hortícola altoandina, contribuyendo tanto a la productividad agrícola como a la sostenibilidad ambiental.

Palabras clave

Biocarbón; enmienda orgánica; agricultura andina

CARACTERIZACIÓN ESPECTROSCÓPICA VIS-NIR DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN ECOSISTEMAS AGRÍCOLAS ANDINOS Y AMAZÓNICOS DEL PERÚ

Pizarro*^{1,2}, S.; Ccopi^{1,3}, D.; Ortega^{1,3}, K.; Contreras¹, D.; Ñaupari⁴, J.; Cano⁵, D.; Apolo-Apolo⁶, O.; Patricio³, S.; Loayza⁷, H.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Santa Ana, Junín, Perú.
2. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Amazonas, Perú.
3. Universidad Nacional del Centro del Perú. Junín, Perú.
4. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
5. Universidad Federal de Rio Grande del Sur. Porto Alegre, Brasil.
6. Universidad Católica de Lovaina. Lovaina, Bélgica.
7. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: samuel.pizarro@untrm.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9345-982X>

Resumen

Este estudio evaluó el uso de espectroscopía visible e infrarroja cercana (VIS-NIR) combinada con algoritmos de aprendizaje automático (ML) para predecir propiedades relacionadas con la fertilidad del suelo en dos regiones contrastantes del Perú: la sierra y la selva central. Se analizaron un total de 297 muestras de suelo utilizando espectrorradiómetros portátiles que cubren un rango espectral (350-2 500 nm), aplicando transformaciones de Savitzky-Golay, primera derivada y profundidad de banda. Los datos espectrales fueron integrados en modelos predictivos utilizando Random Forest, Máquinas de Vectores de Soporte y redes neuronales. Los resultados mostraron alto rendimiento en la estimación de propiedades estables del suelo como pH, materia orgánica y textura ($R^2 > 0.70$ y $RPD > 1.5$). En contraste, los nutrientes móviles como fósforo, potasio y sodio, que exhiben débil expresión espectral, mostraron menor precisión predictiva. Estas diferencias reflejan la actividad espectral inherente de cada propiedad del suelo. La identificación de bandas espectrales sensibles contribuye al desarrollo de bibliotecas espectrales regionales del suelo (SSLs), las cuales apoyan la calibración del modelo y aplicación a través de diversos contextos edafoclimáticos. En este sentido, la integración de la espectroscopía VIS-NIR con ML representa una alternativa rápida y ambientalmente sostenible a los métodos analíticos convencionales. Este enfoque es particularmente útil en áreas rurales con acceso limitado a infraestructura de laboratorio. Sin embargo, la implementación práctica aún requiere calibraciones específicas por tipo de suelo para asegurar un uso operacional confiable.

Palabras clave

Espectroscopía VIS-NIR; aprendizaje automático; fertilidad del suelo.

EFFECTO DEL COMPOST EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN EL DISTRITO DE MATAHUASI

Munive*, R.; Oré, V.; Lapa, A.; Paredes, V.; Vasquez, G.

Universidad Nacional del Centro del Perú. Junín, Perú.

*Autor para correspondencia: rmunive@uncp.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8951-2499>

Resumen

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Matahuasi en la provincia de Concepción-Junín, con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de compost en el rendimiento de la lechuga. Para ello, se midieron los componentes principales de crecimiento y los efectos en las propiedades físicas y químicas del suelo. El diseño experimental utilizado fue bloques completamente randomizado (BCR) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, cuyos tratamientos fueron tres dosis de compost, siendo: T1 (5 t/ha), T2 (10 t/ha) y T3 (15 t/ha) y T4 (testigo). Se evaluó la altura de planta, peso de cabezuela sin extracción de hojas basales, peso de cabezuela compacta, y diámetro de cabezuela compacta. Se realizó el análisis de varianza y la comparación múltiple de Tukey ($p < 0.05$). Los resultados indican que las dosis crecientes de compost influyeron en el rendimiento de la lechuga, encontrando diferencia estadística en los parámetros evaluados. Los resultados indicaron que el T3 (15 t/ha) alcanzó los valores más elevados en altura, obteniendo 8.86, 13.31 y 18.07 cm de alto a los 30, 60 y 90 días después del trasplante. En la cosecha, el T3 alcanzó los pesos más elevados con 1.33 kg, y 0.99 kg de cabeza compacta. En el diámetro de cabeza compacta el mayor valor también fue del T3 con 17.55 cm. Las dosis de compost afectaron favorablemente a las propiedades físicas y químicas del suelo como conductividad eléctrica, pH, materia orgánica, densidad aparente, capacidad de intercambio catiónica, CaCO_3 , y fósforo.

Palabras clave

Dosis; crecimiento; rendimiento

IMPACTO DE LA FERTILIZACIÓN CON POTASIO SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD EN VARIEDADES DE PAPAS PARA INDUSTRIA

Laborde Amador^{*1}, J. C.; Giletto¹, C. M.; Rodriguez¹, S.; Silva¹, S. E.; Cassino¹, M. N.; Sainz Rozas^{1,3}, H.; Lagos³, G.; Ceroli^{1,3}, P.; Reussi Calvo^{1,2}, N.

1. Universidad Nacional de Mar del Plata. Buenos Aires, Argentina
2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Buenos Aires, Argentina.
3. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires, Argentina.

*Autor para correspondencia: labordejuancruz@gmail.com

Resumen

El potasio (K) es el nutriente de mayor requerimiento en papa, y su deficiencia en el suelo puede limitar el rendimiento y la calidad de los tubérculos. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización con K sobre el rendimiento (peso fresco), contenido de materia seca (MS) y de almidón (ALM). Se realizaron cuatro ensayos con la variedad Daisy y cuatro con Innovator, distribuidos entre el 2021 y 2025, en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina), bajo un diseño en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones. Los tratamientos de fertilización fueron 0, 75 y 150 kg de K ha⁻¹. A la cosecha, se estimó el rendimiento y se determinó la MS por gravimetría y el ALM por método polarimétrico. El rango de rendimiento fue de 31 a 68 t ha⁻¹. En la variedad Innovator, se determinó interacción significativa campaña × dosis, y las diferencias en rendimiento entre el testigo y el tratamiento de 150 kg de K ha⁻¹ fue de 18.8 t ha⁻¹ (~+45 %); mientras que, en la variedad Daisy el rendimiento no varió por efecto del tratamiento. Los rangos de MS y ALM fueron 18.1-21.8 g 100 g⁻¹ y 10.9-13.3 g 100 g⁻¹, respectivamente. En Innovator, ambos parámetros no variaron significativamente por efecto del tratamiento. En Daisy, los tratamientos fertilizados presentaron un incremento de 0.7 g 100 g⁻¹ (~+3.5 %) y 1.3 g 100g⁻¹ de ALM (~+9.5 %) respecto al testigo. En conclusión, la respuesta a la fertilización con K sobre la productividad y la calidad de los tubérculos dependió de la variedad.

Palabras clave

Cultivares; *Solanum tuberosum* spp. *tuberosum*; región Pampeana Argentina

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON MAGNESIO EN VARIEDADES DE PAPA

Laborde Amador^{*1}, J. C.; Giletto¹, C. M.; Rodriguez¹, S.; Silva¹, S. E.; Cassino¹, M. N.; Sainz Rozas¹, H.; Reussi Calvo^{1,2}, N.

1. Universidad Nacional de Mar del Plata. Buenos Aires, Argentina.
2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Buenos Aires, Argentina.

*Autor para correspondencia: labordejuancruz@gmail.com

Resumen

La intensificación de los sistemas agrícolas de los últimos años, junto con la escasa o nula reposición de nutrientes mediante fertilización han reducido la disponibilidad de magnesio (Mg) en el suelo. Su deficiencia puede limitar el rendimiento y afectar negativamente la composición nutricional de los tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* spp. *tuberosum*). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización con Mg sobre el rendimiento y el Mg acumulado en los tubérculos (Mgac) en los cultivares Spunta, Daisy e Innovator. Entre 2021 y 2024 se realizaron nueve ensayos de fertilización separados por cultivar, en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Se utilizó un diseño en bloques completo y aleatorizado con tres tratamientos (0, 20 y 40 kg Mg ha⁻¹) y tres repeticiones. A la cosecha se determinaron el rendimiento, el Mgac y la extracción del nutriente (kg Mg t⁻¹). El rendimiento varió de 36.3 a 58.4 t ha⁻¹, dependió del año y no se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos por efecto de la fertilización. El Mgac varió de 6.3 a 13.3 kg ha⁻¹ y aumentó con la dosis de Mg. El tratamiento fertilizado con 40 kg Mg ha⁻¹ presentó mayor ($p < 0.05$) acumulación que el testigo en los cultivares Daisy (+47 %) y Spunta (+38 %). Mientras que, el Mgac no varió por efecto de la fertilización en Innovator. El rango de extracción fue 0.23-0.29 kg Mg t⁻¹. Se concluye que, si bien la fertilización con Mg no afectó al rendimiento, favoreció la composición nutricional de los tubérculos.

Palabras clave

Cultivares; extracción de magnesio; región Pampeana

DENSIDAD DE *Eisenia foetida* EN LA CALIDAD QUÍMICA DEL LOMBRICOMPOST, RENDIMIENTO DE *Brassica oleraceae* L. REPOLLO, LORETO-PERÚ

Chávez*¹, R.; Ávila¹, M.; Guerra¹, A.; Bardales¹, C.; Dominguez¹, O.; Huanca¹, R.; Chu¹, E.; Cabudivo¹, C.; Chávez², W.

1. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Loreto, Perú.
2. Municipalidad Distrital de Ramón Castilla. Loreto, Perú.

*Autor para correspondencia: rafael.chavez@unapiquitos.edu.pe

Resumen

En estas últimas décadas, los residuos sólidos vienen tomando protagonismo e importancia en la ganadería, llamados abonos en la producción de cultivos hortícolas. En lo que se refiere a verduras sanas, llamadas orgánicas, cultivadas con nutrientes que el suelo aporta mediante biotecnología llamada lombricultura. El trabajo se ejecutó en el taller de Vacunos, el objetivo fue evaluar si el número de lombrices rojas californianas tiene repercusión en la calidad del abono, el rendimiento e índices económicos de *Brassica oleraceae* L. (repollo) sobre lechos lombricultores. Se emplearon lechos de 3m², donde primero se sembraron lombrices y luego plántulas de repollo. Se utilizó el Diseño Completo al Azar con cuatro tratamientos: T1 (1 000 lombrices/m²), T2 (2 000 lombrices/m²), T3 (3 000 lombrices/m²) y T4 (4 000 lombrices/m²). Los resultados se evaluaron a los 120 días después de la siembra de las lombrices. También, se empleó la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Levene para homogeneidad de varianzas. Para las variables que no pasaron dichos supuestos, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, con un grado de 5 %. Se concluyó que existe alta significancia para grosor de planta, peso del cultivo entero (g), peso de hojas basales (g), peso del sistema radicular (g), diámetro de la cabeza comercial (cm), peso de la cabeza comercial (g), rendimiento de la planta comercial (kg) y número de lombrices adultas/3m², número de lombrices jóvenes/3m², número de huevos de lombriz/3m², propiedades químicas como nitrógeno 0.37 %, pH (7.66), materia orgánica (7.25 %), fósforo (7.19 ppm), potasio (208.14 ppm), calcio (14.28 meq/100g) y magnesio (0.13 meq/100g).

Palabras clave

Semovientes; estiércol; residuos sólidos

DOSIS DE CENIZA, EFECTO Y RENDIMIENTO DE GRANO DEL CULTIVO *Glycine max* (CULTIVAR 6969) EN ZUNGAROCOCHA IQUITOS

Chávez*¹, R.; Ávila¹, M.; Guerra¹, A.; Bardales¹, C.; Cachique¹, J.; Huanca¹, R.; Chu¹, E.; Chávez², W.

1. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Loreto, Perú.
2. Municipalidad Distrital de Ramón Castilla. Loreto, Perú.

*Autor para correspondencia: rafael.chavez@unapiquitos.edu.pe

Resumen

El trabajo se ejecutó en Zungarococha, en el taller Agrostológico, planteando como problema y objetivo, la influencia de la ceniza y su efecto en el rendimiento del cultivar soya (6969). La hipótesis planteada fue: las dosis de ceniza utilizadas en el rendimiento del grano de soya, son eficientes en las condiciones de campo empleadas en la presente investigación. El ensayo fue experimental, cuantitativo, la población fue 480 plantas, las muestras fueron 4 plantas/m²/tratamiento, como materiales se utilizó el m² de madera, cinta métrica, balanza digital y ceniza de madera. La evaluación se realizó a los 120 días, se empleó el método de la RIEPT para las evaluaciones de especies forrajeras en trópico y los datos de campo se procesaron en el software Infostat. Se obtuvieron los siguientes resultados: referente a la altura, el T3 ostenta una media de 62 cm, el T2 55.3 cm, el T1 46.6 cm y el T0 43.3 cm. Además, se reporta que el número de vainas por planta fue para T3 91 vainas, T2 78 vainas, T1 34 vainas, y el T0 23.6 vainas. Finalmente, respecto al peso de granos por planta T3 presenta una media de 64.3 g/pta., el T2 de 55.3 g/pta., T1 de 47 g/pta. y T0 de 33g/pta.; proyectado a una hectárea el T3 reporta una media de 2 572 kg/ha, el T2 de 2 212 kg/ha, el T1 de 1 880 kg/ha y el T0 de 1 320/ha. En conclusión, las dosis de ceniza de madera tienen efectos significativos en el rendimiento de grano del cultivar (6969) de *Glycine max*.

Palabras clave

Abonamiento; productividad; producción

EVALUACIÓN MORFOFENOTÍPICA DE ALGARROBO (*Neltuma pallida*) PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INDIVIDUOS SUPERIORES EN ECOSISTEMAS DE BOSQUE SECO

Casas-Niño^{*1,2}, S.; Baselly-Villanueva¹, J.; Salazar-Hinostroza¹, E.; Chumbimune-Vivanco¹, S.; Naurai³, W.; Ramirez¹, M.; Lozano-Isla^{1,4}, F.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
3. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Lima, Perú.
4. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Amazonas, Perú.

*Autor para correspondencia: sebastian.casas.96.05@gmail.com

Resumen

Neltuma pallida, especie clave del bosque seco tropical, enfrenta amenazas severas por factores antrópicos y bióticos, lo que hace urgente su conservación y mejoramiento genético. El presente estudio tuvo como objetivo identificar árboles plus de *N. pallida* en 13 localidades de Piura y Tumbes, mediante la caracterización morfológica, fenotípica y análisis edafoclimático. Se utilizó un muestreo aleatorio estratificado, estableciendo parcelas forestales de 0.5 ha y subparcelas de 500 m² para evaluar individuos con diámetro a la altura del pecho ≥ 10 cm. Se registraron variables cualitativas y cuantitativas, complementadas con datos fisiográficos (pendiente, altitud y distancia a cuerpos de agua), climáticos (temperatura y precipitación) y edáficos (N, P, K, MO, pH, CE y CaCO₃), obtenidos mediante muestreo de suelos y sistemas de información geográfica (SIG). Los individuos fueron clasificados como árboles plus si presentaban características sobresalientes y sin rasgos desfavorables. Se evidenció un alto grado de variabilidad morfológica entre poblaciones, con individuos destacados en altura, diámetro, forma del fuste y producción de frutos. Las diferencias en fertilidad del suelo influyeron significativamente en la expresión fenotípica. Se estimaron coeficientes de heredabilidad para rasgos clave, identificando aquellos con mayor control genético y potencial de respuesta a la selección. Como resultado, se seleccionaron árboles superiores que serán incorporados a un banco de germoplasma para programas de mejoramiento genético, orientados a la restauración ecológica y conservación de *N. pallida* en el bosque seco peruano. Este estudio sienta las bases para estrategias de manejo sostenible basadas en la variabilidad genética local y el conocimiento agroecológico del ecosistema.

Palabras clave

Árboles plus; mejoramiento genético; variabilidad fenotípica

ANÁLISIS ESPACIAL DE LA ACIDEZ Y EL FÓSFORO DISPONIBLE EN SUELOS CAFETALEROS DE PICHANAQUI: ENCALADO Y FERTILIZACIÓN SITIO-ESPECÍFICA

Quispe¹, K.; Hermoza¹, N.; Mejía¹, S.; Romero-Chávez*², L. E.; Ottos², E.; Arce³, A.; Solórzano⁴, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pichanaqui, Junín, Perú.
3. Gerencia de Desarrollo. Grupo Silvestre. Lima, Perú.
4. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: lorenae.rome1@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1287-4800>

Resumen

La acidez del suelo es un factor limitante para la producción de café en la selva peruana. Esta investigación tuvo por objetivo predecir la variabilidad espacial de la acidez para recomendar tratamientos de encalado y fertilización fosfatada específicos para cada sitio. Se analizaron variables edafoclimáticas, ocho métodos para dosis de encalado y tres variables geoespaciales de 552 muestras de suelo del distrito de Pichanaqui, Perú. Se utilizaron estadísticas multivariadas, comparación no paramétrica y análisis geoestadístico con interpolación de Kriging Ordinario. El pH, Al³⁺, Ca²⁺ y materia orgánica (MO) fueron las variables con mayor precisión y calidad en la predicción espacial de la acidez del suelo (R² entre 0.77 y 0.85). El método de estimación de requerimientos de encalado, MPM (método de integración de pH y materia orgánica), obtuvo la mayor correlación con las variables moduladoras de la acidez del suelo y tuvo una alta predictibilidad espacial (R²= 0.79), estimando dosis entre 1.50 y 3.01 t ha⁻¹ en suelos con MO>4.00 %. El método MAC (método de acidez potencial) (R² = 0.59) estimó dosis de encalado entre 0.51 y 0.88 t ha⁻¹ en suelos con MO<4.00 % y acidez potencial mayor a 0.71 cmol kg⁻¹. Los resultados mostraron requerimientos altos de fósforo (mediana= 137.21 kg ha⁻¹, RIQ= 8.28 kg ha⁻¹), con alta predictibilidad espacial (R²= 0.74). Esta investigación muestra una variación espacial moderada de la acidez, la necesidad de optimizar la fertilización fosfatada y una predicción óptima de los requerimientos de encalado utilizando los métodos MPM y MAC.

Palabras clave

Suelos ácidos; pH del suelo; mapeo geoestadístico

COMPARACIÓN DE FERTILIZACIÓN MINERAL Y ORGANOMINERAL EN EL RENDIMIENTO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD ÚNICA EN HUANCAYO, JUNÍN

Quispe*¹, M.; Quiñones², A.

1. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
2. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: melissaqd07@gmail.com

Resumen

La hipótesis de este estudio planteó que los fertilizantes organominerales peletizados, al combinar fuentes orgánicas e inorgánicas, mejorarían el rendimiento y la calidad de la papa respecto a planes de fertilización mineral convencionales. El objetivo fue comparar la respuesta de distintos planes de fertilización mineral y organomineral en el desarrollo y rendimiento del cultivo de papa. Se evaluaron diez tratamientos, incluidos prototipos de fertilizantes organominerales y planes convencionales utilizados en Huancayo, Junín, bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, empleando la variedad ÚNICA. La fertilización se aplicó en dos momentos: siembra y aporque. Se evaluaron variables agronómicas como altura de planta, diámetro de tallo, rendimiento total, número y peso de tubérculos por calibre, índice de clorofila, y análisis foliar y de suelo. Los resultados mostraron que el tratamiento con T1 (fertilizante organomineral) produjo un 19 % más de tubérculos de primera y segunda categoría y un 26 % más de rendimiento total en toneladas por hectárea en comparación con los planes minerales tradicionales (T9 y T10). Se concluye que el uso de fertilizantes organominerales, en particular el T1, representa una alternativa viable para mejorar la calidad y rentabilidad del cultivo de papa en la sierra central del Perú.

Palabras clave

Rendimiento; calibre; tubérculos

IMPACTO DEL LIXIVIADO DE VERMICOMPOST Y EL BIOCHAR EN *Zea mays* L. var. *everta* EN CONDICIONES SALINAS

Rivas-Aratoma¹, B.; Pérez*², W. E.; Ortiz-Dongo², F.; Arévalo-Aranda³, Y.; Solórzano-Acosta², R.

1. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huaral, Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: labsafsc_wp@inia.gob.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0755-0502>

Resumen

Las enmiendas orgánicas representan una estrategia sostenible para mejorar la calidad del suelo y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, al favorecer la estructura del suelo, reducir el uso de fertilizantes sintéticos y promover una economía verde. Se compararon los efectos de dos enmiendas orgánicas, lixiviado de vermicompost y biochar, sobre el desempeño del maíz popcorn (*Zea mays* L. var. *everta*) cultivado en condiciones salinas. Se evaluaron cuatro tratamientos: T0 (control), T1 (lixiviado de vermicompost), T2 (biochar) y T3 (lixiviado + biochar), con 10 repeticiones en un diseño completamente al azar (DCA). Los resultados mostraron que varios parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y agronómicos no difirieron significativamente respecto al control. Sin embargo, el biochar mejoró de manera destacada el carbono orgánico total del suelo, la comunidad microbiana (bacterias aerobias mesófilas, mohos y levaduras) y características de la semilla (longitud y diámetro). En contraste, el lixiviado de vermicompost redujo el área foliar, el grosor del tallo y el rendimiento del grano. Este último parámetro disminuyó en un 46 % con el lixiviado solo y en un 31 % al combinarlo con biochar, en comparación con el control. Estos hallazgos evidencian la superioridad del biochar frente al lixiviado como enmienda bajo condiciones salinas y alertan sobre los posibles riesgos de aplicar de forma generalizada tés de compost en suelos estresados. Por tanto, se recomienda realizar evaluaciones sitio-específicas, así como análisis de fitotoxinas y fitopatógenos antes de su aplicación. Además, la combinación de lixiviado y biochar podría no ser aconsejable en suelos con salinidad elevada.

Palabras clave

Economía circular; carbono; comunidad microbiana

INOCULACIÓN DE BACTERIAS ENDÓFITAS EN *Zea mays* L. VARIEDAD INIA 601 EN LA COSTA NORTE DEL PERÚ

Paredes*, J.; Zavaleta, J.; Paredes-Villanueva, J.

Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad, Perú.

*Autor para correspondencia: jcparedesj@unitru.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9001-6389>

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo contribuir a la selección de cepas de bacterias diazotróficas para fomentar una agricultura más sostenible, promoviendo el uso de microorganismos endófitos y revalorizando el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en la zona costera del norte del Perú. Se evaluaron ocho cepas de bacterias endófitas pertenecientes a los géneros *Bacillus* y *Gluconacetobacter*, junto con tres tratamientos testigos (dos con fertilización química y uno sin fertilización). Inicialmente se caracterizó el crecimiento bacteriano con el objetivo de determinar el tiempo ideal y la concentración óptima de inoculación. Posteriormente, el experimento se realizó en una casa malla (seis semanas), empleando arena lavada como sustrato y un diseño completamente aleatorizado con once tratamientos y seis repeticiones. Al realizar las evaluaciones finales: se retiró la arena, se lavaron las raíces, y se midió la biomasa aérea y radicular de la planta. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y a la prueba de Tukey, ambas con un grado de 0.05 de significancia. Las cepas 4 (*Bacillus* sp. LASFB 095) y 8 (*Bacillus subtilis* LASFBP 076) destacaron en el peso fresco radicular, mientras que la cepa 1 (*Gluconacetobacter diazotrophicus* LASFB 1740) en la longitud radicular. Estos hallazgos demuestran que las bacterias diazotróficas promueven el desarrollo del sistema radicular del maíz morado (*Zea mays* L.), alcanzando niveles estadísticamente equivalentes a los tratamientos con fertilización química ($p < 0.05$) durante las primeras seis semanas de crecimiento.

Palabras clave

Biofertilizantes; maíz morado; desarrollo radicular

SINERGIA DE *Bacillus subtilis* Y *Pseudomonas putida* SOBRE EL CRECIMIENTO Y PROPIEDADES DEL SUELO EN ARROZ INIA 515

Palomino*¹, M.; Salazar-Coronel¹, W.; Paredes¹, J. C.; Rivas¹, J.; Muñoz¹, Y. M.; Aldava², U; Solórzano³, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lambayeque, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Ucayali, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: mpalominoarias54@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2372-6038>

Resumen

La salinidad del suelo constituye una limitante crítica del cultivo de arroz en zonas áridas, al afectar negativamente el crecimiento, el rendimiento y la calidad del grano. Este estudio evaluó los efectos de cepas halotolerantes de *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas putida* sobre el desarrollo, la productividad y las propiedades fisicoquímicas del suelo en *Oryza sativa* L. var. Capoteña, bajo estrés salino (4.75 dS/m) en invernadero. Se aplicaron ocho tratamientos (T01-T08): cepas individuales, consorcios bacterianos y un control sin inoculación. Las cepas seleccionadas toleraron NaCl (10 %), destacando *B. subtilis* BacF y *P. putida* P4.T05 (BacF + P4) presentó mejoras consistentes: mayor número de panículas (18.49), biomasa aérea (48.81 g), peso total de planta (66.17 g), y peso de grano (41.89 g). T05 sostuvo valores más altos del índice SPAD durante todo el ciclo, reflejando un aparato fotosintético más eficiente bajo condiciones salinas. A nivel edáfico, T05 incrementó significativamente el pH (7.64 vs. 7.40 en T06) y redujo la CE (475-49.44 mS/m). El N (1.24 mg/kg) y K (578.96 ppm) se mantuvieron adecuados, mientras el P disponible descendió (22.54 mg/kg). La sinergia de cationes (K, Mg y Na), mejoró la fertilidad del suelo. El Mg (coef. = 0.97) y la MO (coef. = 0.40) influyeron (positiva) sobre la biomasa y rendimiento. El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial de consorcios bacterianos como una estrategia biotecnológica sostenible para optimizar el rendimiento del cultivo de arroz y mitigar los efectos de la salinidad en los suelos de la costa norte peruana.

Palabras clave

Estrés salino; rizobacterias

EFFECTO DE TRES DOSIS DE FERTILIZACIÓN MOLI 19 Y COMPOST EN EL RENDIMIENTO DE PAPA NATIVA CHAUCHA, INCAHUASI

Padilla*, A.; Bernilla, R.; Ramos, M.

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.

*Autor para correspondencia: apadillap@unprg.edu.pe/padillaperez1973@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5038-233X>

Resumen

La investigación se realizó en el caserío Marayhuaca, distrito de Incahuasi, provincia de Ferreñafe, región Lambayeque, entre agosto de 2021 y abril de 2022. El objetivo fue evaluar el efecto de tres dosis de fertilización con Moli 19 en comparación con compost sobre el rendimiento de papa nativa variedad Chaucha, así como determinar la rentabilidad económica asociada a cada tratamiento durante la campaña agrícola 2021-2022. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y cuatro tratamientos por repetición. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, destacando Moli 19 a una dosis de 750 kg/ha, con un rendimiento de 23.98 t/ha, valor ampliamente superior al promedio regional reportado por MIDAGRI (2022) de 6.0 t/ha. El compost con una dosis de 2 000 kg/ha alcanzó 16.05 t/ha, rendimiento menor debido a la liberación lenta y progresiva de nutrientes, aunque con la ventaja de mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo la disponibilidad de nutrientes en futuras campañas. El análisis económico mostró que el tratamiento con Moli 19 a 750 kg/ha generó un ingreso neto de S/ 20405.00 y una rentabilidad del 2.3, evidenciando su alta eficiencia productiva y económica, mientras que el compost se presenta como una alternativa sostenible complementaria a mediano y largo plazo.

Palabras clave

Fertilidad del suelo; materia orgánica; productividad

EFFECTO DE FERTILIZACIÓN ORGANOMINERAL EN PRODUCCIÓN DE MAÍZ (*Zea mays* L.) Y FERTILIDAD DEL SUELO EN SAN MARTÍN

Medina*¹, M.; Quiñonez², A.

1. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
2. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: melodycardenas024@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6884-6145>

Resumen

El uso excesivo de fertilizantes químicos ha provocado la degradación del suelo, lo que representa un desafío significativo para la agricultura sostenible. En este contexto, los fertilizantes organominerales peletizados emergen como una alternativa efectiva, optimizando la entrega de nutrientes, maximizando la absorción y mejorando los rendimientos, al tiempo que regeneran la fortaleza natural del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia de los macronutrientes y el impacto en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L. cv. Atlas 777), así como determinar la influencia de los tratamientos sobre el contenido de carbono orgánico del suelo. El ensayo se realizó en Shimbillo, San Martín (Perú), bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones y cuatro tratamientos: control, fertilización mineral (FM), organomineral (OMF) y orgánica peletizada (FO), con aplicaciones en los estadios V3 y V8. El tratamiento OMF presentó el mayor rendimiento y diferencias significativas en la absorción y utilización de nutrientes foliares y en grano, respecto a los demás tratamientos. No se detectaron diferencias significativas en el contenido de carbono orgánico del suelo.

Palabras clave

Macronutrientes; eficiencia; carbono orgánico

ANÁLISIS FISIOLÓGICO DE TRES RAZAS DE MAÍCES AMILÁCEOS PERUANOS CULTIVADAS EN SUELOS CON ALTO CONTENIDO DE BORO

Mamani-Huarcaya*¹, B.; Rexach², J.; Fernández¹, O.

1. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.

2. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla, España.

*Autor para correspondencia: bmamanih@unjbgu.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7389-9617>

Resumen

Tacna es una región árida donde el exceso de boro (B) en agua y suelo provoca, una reducción de la cédula de cultivo y bajos rendimientos de la producción agrícola. Estas condiciones la convierten en un escenario idóneo para estudiar la tolerancia a la toxicidad por B, un problema de gran relevancia para la agricultura del sur del Perú. En este estudio se evaluó el efecto del exceso de B sobre varios parámetros fisiológicos en las razas de maíces peruanos Pachía, Lipe-Coruca y Sama, cultivadas en condiciones naturales de la Cuenca del río Sama, con suelos y aguas de altos contenidos de B de 20.8 y 7.1 ppm, respectivamente, con el fin de investigar los mecanismos implicados en su tolerancia al exceso de B. Sama presentó menores contenidos foliares de B soluble e insoluble y mayores contenidos de antocianinas y fenoles totales que Pachía y Lipe-Coruca en suelos con altos contenidos de boro. Estos resultados sugieren que la Sama sería más tolerante al exceso de B, lo que podría deberse a su capacidad para mantener bajos contenidos de B y a su mayor contenido de antocianinas y fenoles totales que contribuirían a reducir el estrés oxidativo causado por las altas concentraciones de B en el suelo.

Palabras clave

Maíz; toxicidad por boro; tolerancia

EXTRACCIÓN Y CONSUMO DE NUTRIENTES POR GRAMÍNEAS FORRAJERAS NATIVAS Y MEJORADAS EN LA SIERRA ALTOANDINA DE PERÚ

López R.^{*1,2}, M.; Arias² A., A.; Cruz³ L., J.; Solórzano³ A., R.

1. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Pasco, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Santa Ana, Junín, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: mlrodriguez1472@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0746-8773>

Resumen

La investigación comparó cuatro especies de gramíneas forrajeras: *Festuca dolichophylla* y *Calamagrostis chrysantha* (nativas), y *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata* (mejoradas). El estudio se llevó a cabo en la sierra altoandina de Perú, específicamente en la región de Pasco a 4 200 m s. n. m. Se evaluó la concentración de nutrientes, la producción de biomasa forrajera y la cantidad de nutrientes extraídos y consumidos por cada especie. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas en la concentración de nutrientes, con *Dactylis glomerata* presentando los mayores niveles de P, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn. En cuanto a la producción de biomasa, *Lolium perenne* y *Festuca dolichophylla* obtuvieron la mayor producción de materia verde, mientras que *Festuca dolichophylla* también tuvo la mayor producción de materia seca. No obstante, *Dactylis glomerata* mostró la mayor extracción de Fe, lo que indica un alto consumo de este micronutriente. El consumo de nutrientes para producir 10 t ha⁻¹ de forraje también varió entre las especies, con *Dactylis glomerata* consumiendo la mayor cantidad de P₂O₅, CaO, MgO, Cu, Fe y Zn. Estas diferencias sugieren que las especies mejoradas como *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne* tienen una alta capacidad de extracción de nutrientes para la producción de biomasa, lo cual es relevante para la gestión de suelos en sistemas de producción para pastoreo de ganadería altoandina.

Palabras clave

Suelos; macronutrientes; pastos

LIBERACIÓN DE CALCIO Y MAGNESIO EN FERTILIZANTES MINERALES Y ORGANOMINERALES ENRIQUECIDO CON MICRONIZADOS DE CALCIO Y DOLOMITA

Izaguirre*, P.

Universidad Científica Del Sur. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: 100028419@cientifica.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2014-2252>

Resumen

Las enmiendas con carbonato de calcio y magnesio presentan baja solubilidad, lo que limita su absorción por las plantas y su interacción con los cationes del suelo. Este estudio evaluó la cinética de liberación de Ca^{2+} y Mg^{2+} en un sustrato de arena bajo siete tratamientos: guano (T0), fertilizantes organominerales enriquecidos con micronizado de calcio (T1), dolomita (T2), y su mezcla (T3); y fertilizantes minerales con micronizado de calcio (T4), dolomita (T5) y su mezcla (T6). El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar con 4 repeticiones, en envases con 100 g de arena de sílice, incubados durante 90 días en condiciones controladas. Se recolectaron lixiviados para el análisis de Ca^{2+} y Mg^{2+} utilizando un analizador portátil de nutrientes Imacimus®. A los 90 días, la concentración de Ca^{2+} (mg/L) mostró el siguiente orden: T4 > T1 > T6 > T3 > T5 > T0 > T2, mientras que para Mg^{2+} fue: T4 > T1 > T3 > T6 > T0 > T2 (posible inconsistencia en datos originales). Los fertilizantes minerales mostraron una liberación más rápida de nutrientes en comparación con los organominerales, cuya liberación fue más gradual. Esta diferencia se atribuye al tamaño de partícula del micronizado de calcio (2-2.5 μm), lo que influye en su solubilidad y disponibilidad. Los resultados indican que el tipo de fertilizante y la forma de presentación del calcio y magnesio afectan significativamente la dinámica de liberación de estos elementos en el sustrato.

Palabras clave

Lixiviado; carbonato; solubilidad

EFECTO DE LAS ENMIENDAS ORGÁNICAS EN LA RESPUESTA DEL MAÍZ BAJO ESTRÉS SALINO POR AGUA DE RIEGO

Huayta, Y.; Jara, A.; Quispe, P.; Almeida, A.; Vásquez, J.; Gutiérrez, P.; Mestanza*, C.

Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: cmestanza@lamolina.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7302-3308>

Resumen

La salinización del suelo, agravada por el cambio climático y el uso de aguas de riego salinas, limita gravemente la productividad agrícola en zonas áridas y semiáridas. Entre las estrategias propuestas para mitigar este problema, las enmiendas orgánicas y los bioestimulantes han mostrado potencial para mejorar las propiedades del suelo y la tolerancia a la salinidad de los cultivos. El estudio analizó cómo distintas enmiendas orgánicas y un bioestimulante líquido influyen en el rendimiento, el estado nutricional y el desarrollo del maíz cultivado bajo riego salinizado. El experimento fue establecido en macetas con maíz (*Zea mays* L.) bajo riego salinizado (25.7 mM NaCl), el efecto de compost, vermicompost, biochar (2 %) y un bioestimulante líquido (0.75 %) sobre la biomasa, nutrición mineral (N % y Mg %) y tasa de crecimiento. Se observó que las enmiendas sólidas no generaron mejoras significativas en biomasa ni absorción de nitrógeno y magnesio, mientras que el bioestimulante incrementó la tasa de crecimiento, aunque sin mejoras en biomasa o nutrición. Estos resultados indican que las dosis aplicadas de enmiendas sólidas fueron insuficientes para mitigar el estrés salino y que el efecto del bioestimulante es probablemente transitorio y de base hormonal. A diferencia de estudios previos que reportan beneficios con dosis más altas o combinaciones de enmiendas, nuestros hallazgos resaltan la necesidad de definir umbrales mínimos de aplicación y explorar sinergias entre enmiendas sólidas y bioestimulantes. Este trabajo aporta evidencia para optimizar el manejo de suelos salinos y orientar futuras investigaciones hacia estrategias integradas y de mayor eficacia agronómica.

Palabras clave

Salinización de suelos; manejo de suelos; bioestimulantes

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA LIBERACIÓN DE POTASIO EN FERTILIZANTES MINERALES Y ORGANOMINERALES: EFECTO DEL BIOCHAR EN DISPONIBILIDAD NUTRIMENTAL

Huayama*¹, D.; Chung², F.; Quiñonez¹, A.

1. Abonos Vivos S. A. C. Lima, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria de La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: ricardohuayama@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5081-3381>

Resumen

La rápida pérdida de potasio del suelo representa un desafío significativo en la agricultura. Los fertilizantes organominerales, resultado de la mezcla de enmiendas orgánicas con fertilizantes de origen mineral, contribuyen a mitigar esta pérdida. La incorporación de biochar en la producción de fertilizantes organominerales puede optimizar aún más el control de la liberación de potasio, mejorando su disponibilidad para las plantas y reduciendo su pérdida por lixiviación. Por ende, se llevó a cabo un estudio comparativo entre un fertilizante mineral, un organomineral y un organomineral enriquecido con biochar. La incubación se realizó en un sistema controlado utilizando envases de 100 gramos de arena de sílice. El estudio se diseñó completamente al azar y se analizó en 6 intervalos a lo largo de un período de 28 días. Se recolectó el lixiviado de los envases para su posterior análisis mediante el método de medición directa con un equipo analizador portátil de nutrientes Imacimus®. Se realizó un análisis de varianza con la posterior prueba de comparación de medias de Tukey. Los resultados obtenidos a los 28 días mostraron que el fertilizante mineral, el organomineral y el organomineral con biochar liberaron el 95.42 %, 78.87 % y 73.24 % de K⁺, respectivamente. La liberación más controlada, observada en el organomineral con biochar, se atribuye a la presencia de grupos funcionales con carga negativa, como el carboxilo, que favorecen una mayor retención de cationes como el K⁺. Esto sugiere que el uso de biochar en las formulaciones de fertilizantes puede mantener la disponibilidad de K⁺ en los suelos.

Palabras clave

Enmienda orgánica; Imacimus; lixiviado

BIOFERTILIZANTES Y TECNOLOGÍAS DE RIEGO PARA MAXIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE QUINUA EN DIFERENTES ALTITUDES DEL ALTIPLANO DE PUNO

Choquechambi*, L.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú.

*Autor para correspondencia: luz.choquechambi.18@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0349-2228>

Resumen

La producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano peruano enfrenta limitaciones por sequías, lo que impulsa el uso de microorganismos benéficos (MOBs) combinados con riego tecnificado para mejorar el rendimiento. El estudio se desarrolló en dos localidades: Yaurima (3 870 m s. n. m., con riego por goteo) y Taya Taya (3 985 m s. n. m., con riego por aspersión) con la variedad Salcedo INIA, bajo un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos de dosis de MOBs: control, T1 (750 mL m⁻¹), T2 (1 250 mL m⁻¹) y T3 (2 500 mL m⁻¹) aplicados en ramificación, floración y grano lechoso, junto a fertilización orgánica. En Yaurima, T3 superó al control en altura (16.10 %), raíz (19.60 %), longitud (32.20 %) y diámetro de panoja (10.2 %), biomasa fresca (61.30 %), biomasa seca (28.10 %) y rendimiento (24.80 %, 4 561 frente a 3 654 kg ha⁻¹) y obtuvo igual poder germinativo (99.67 %). En Taya Taya, T3 logró incrementos en la altura (42.5 %), raíz (19.10 %), longitud de panoja (178.70 %), biomasa fresca (93.50 %), biomasa seca (69.50 %) y rendimiento (101.70 %, 5 363.60 frente a 2 659 kg ha⁻¹). El impacto fue mayor en Taya Taya, probablemente por suelos más fértiles, con altos contenidos de materia orgánica (30.57 g/kg), carbono orgánico (17.08 g/kg), nitrógeno total (3.89 mg/g). Estos resultados evidencian que la aplicación de 2 500 mL m⁻¹ de MOBs combinada con riego tecnificado incrementa significativamente el crecimiento, desarrollo y productividad de la quinua en condiciones altoandinas, siendo más notorio en zonas con mayor fertilidad edáfica.

Palabras clave

Microorganismos; rendimiento; quinua

EFFECTO DE GRANULOMETRÍA DEL BIOCHAR EN PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE UN ENTISOL Y CRECIMIENTO DE MAÍZ

Azabache*, A.; Paredes, V.; Lapa, A.; Lázaro, N.

Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Junín, Perú.

*Autor para correspondencia: aazabache@uncp.edu.pe

Resumen

El manejo y la fertilidad de los suelos requieren de prácticas sostenibles, utilizando insumos que mejoren sus propiedades y el crecimiento de las plantas. La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la granulometría del biochar en las propiedades fisicoquímicas de un entisol y en el crecimiento de maíz. Se instaló el experimento en un cobertor rústico, utilizando 8 tamaños de partículas de biochar: 0.150, 0.212, 0.250, 0.300, 0.425, 0.600, 0.850, 2.000 mm (ASTM), más un control, en un diseño completamente al azar. El suelo de la capa arable de un Troprothents Typic de la serie A de la Estación Experimental El Mantaro se colocó en macetas mezclado con 3 % de biochar según los tratamientos. Después de 30 días de incubación, se sembró maíz San Jerónimo en cada maceta. A los 72 días se evaluó en el suelo el pH, calcáreo, N, P, K, CIC, densidad aparente y capacidad de campo; en la planta se midió la altura, peso fresco, materia seca y clorofila. Los resultados mostraron que, para las características fisicoquímicas del suelo, la granulometría de 0.150 mm presentó los mejores resultados. Además, en la biomasa aérea de maíz, las granulometrías de 0.150 y 0.212 mm los mejores resultados; las granulometrías de 0.150 y 0.300 mm, sugieren un mejor desempeño en altura de planta y mantenimiento de la clorofila, un indicador clave del estado nutricional y fisiológico del cultivo. Se concluyó que la granulometría más fina de biochar mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo y el crecimiento de maíz.

Palabras clave

Enmienda orgánica; propiedades edáficas; fertilidad del suelo

MAPEO DIGITAL DE PROPIEDADES DEL SUELO CON ALTA PREDICTIBILIDAD ESPACIAL EN LA EEA PICHANAKI

Quispe¹, K.; Mejia¹, S.; Chuchon², R.; Arroyo-Isuiza^{*3}, R.; Vicente³, E.; Fernandez¹, A.; Solórzano¹, R.; Cruz¹, J.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. El Porvenir, San Martín, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pichanaki, Junín, Perú

*Autor para correspondencia: arroyo.isuiza@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5369-0308>

Resumen

El mapeo digital de las propiedades del suelo es una herramienta clave para identificar la variabilidad espacial de los atributos edáficos y optimizar las prácticas de manejo agrícola. A fin de conocer la fertilidad y fortalecer la planificación agrícola sostenible en la Estación Experimental Agraria (EEA) Pichanaki, Chanchamayo. Se colectaron muestras de suelo a 30 cm de profundidad, aplicando un diseño de muestreo estratificado y se procesaron en laboratorio bajo protocolos estandarizados. Los datos fueron analizados mediante semivariogramas ajustados y se aplicó la interpolación *Kriging*, validando los modelos con coeficientes de determinación (R^2) y error cuadrático medio (RMSE). Se evaluaron parámetros físicos (textura, conductividad eléctrica, pH, materia orgánica) y químicos (nutrientes disponibles, bases intercambiables y micronutrientes). Los resultados demostraron que cuatro variables presentaron un ajuste perfecto ($R^2 = 1.000$): el cobre (Cu) con alcance espacial de 307.616 m, el magnesio intercambiable (Mg^{2+}) con 306.803 m y las bases y acidez cambiables, ambos con 271.984 m. Estos indicadores evidencian una distribución espacial definida y sin ruido aleatorio, lo que permitió generar mapas de alta precisión capaces de identificar zonas críticas vinculadas a la acidez del suelo y a la disponibilidad de nutrientes. En conclusión, el mapeo digital de Cu, Mg^{2+} , las bases y acidez cambiables representan una herramienta confiable para el manejo edáfico en la EEA Pichanaki, resaltando el valor de la geoestadística como soporte de la agricultura de precisión y la sostenibilidad en ecosistemas tropicales.

Palabras clave

Fertilidad del suelo; geoestadística; interpolación Kriging

EFFECTO DE TRES ESPECIES DE SOMBRA EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL SUELO Y RENDIMIENTO DE CAFÉ (*Coffea arabica*)

Alvarez*¹, A.; Inga², J.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pasco, Perú.
2. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Pasco, Perú.

*Autor para correspondencia: aalvarezd@undac.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1042-6836>

Resumen

El estudio evaluó el efecto de tres especies de sombra (pacaes, pino y plátano) sobre las propiedades del suelo y el rendimiento del café en Oxapampa, Pasco. Para ello, se aplicaron encuestas a agricultores y se realizaron análisis fisicoquímicos de suelos y foliares en cuatro sistemas: café-pacaes, café-pino, café-plátano y café sin sombra. Los resultados revelaron una preferencia por el pacaes como especie de sombra principal (42.9 %). Los suelos bajo sombra presentaron textura franca, pH moderadamente ácido (5.61-5.90), alto contenido de materia orgánica (5.30-6.86 %) y niveles elevados de nitrógeno total (0.21-0.33 %). En cuanto al fósforo, el nivel fue bajo en el sistema sin sombra (4.30 ppm), mientras que en los sistemas con sombra fue considerablemente mayor (21.29-26.29 ppm). El rendimiento más alto se registró en el sistema café-pacaes (2 000-2 053.5 kg/ha), superando ampliamente el promedio nacional. El análisis foliar evidenció deficiencia de calcio en el sistema café-plátano y deficiencia de magnesio en los sistemas con sombra. En conclusión, el cultivo de café bajo sombra, especialmente asociado con pacaes, mejora significativamente la fertilidad del suelo y el rendimiento del cultivo. Esta práctica representa una estrategia de intensificación sostenible viable para cafetales en la provincia, ya que optimiza la interacción entre suelo, planta y clima. Además, promueve una producción más resiliente y ambientalmente amigable, aportando beneficios tanto agronómicos como ecológicos a largo plazo. Por tanto, el manejo agroforestal con especies adecuadas de sombra se presenta como una alternativa válida para el desarrollo sostenible del café en Oxapampa.

Palabras clave

Café; especies de sombra; fertilidad del suelo

RESPUESTA DE MICROORGANISMOS EFICACES Y MELAZA EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)

Solis-Rosas*¹, L.; Vilcacuri¹, A.; Legua¹, J.; Fuentes¹, F.; Bendezú¹, L.; Tejada², J.

1. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, Perú.

2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: luis.solisrosas@unica.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7244-8272>

Resumen

Al usar microorganismos eficaces en la agricultura, su función depende de la zona, tipo de suelo, clima, labores culturales, métodos de riego, etc. La presente investigación se realizó en Paracas-Pisco en abril del 2024. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 10 tratamientos y 3 repeticiones, con diferentes productos de microorganismos eficaces con y sin melaza. El mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento 9 (T9): Bacthon + melaza (*Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus licheniformis* y *Pseudomonas fluorescens*, a $2-5 \times 10^{10}$ UFC/g) con un rendimiento de $147.14 \text{ tn ha}^{-1}$ y el tratamiento 6 (T6): BioFit RTU + melaza (hongos benéficos solubilizadores de fosfatos, mesófilos aerobios, bacterias diazotróficas + compuestos carbonatados) con $133.77 \text{ tn ha}^{-1}$. En cuanto al número de cebollas por m^2 , los tratamientos con mejores resultados fueron el T9, T6 y el tratamiento 7 (T7): Mycorrot (micorrizas) + melaza con 147.14, 133.77 y 125.74, respectivamente. Respecto al peso promedio bulbo en gramos, el testigo, el tratamiento 1 (T1) BioFit RTU y T6 fueron superiores estadísticamente con 370.47, 355.04 y 349.65 g, respectivamente. En cuanto al calibre en ancho (línea ecuatorial del bulbo de cebolla) el mejor tratamiento con diferentes estadísticas lo obtuvo el testigo con 9.63 cm y en segundo lugar lo ocuparon el T7, T1, el tratamiento 8 EcoRoot (*Rhizobium* sp., *Pseudomonas* sp.) + melaza, el tratamiento 2 Mycorroot y T6 con 9.12, 9.10, 8.99, 8.97 y 8.94 cm respectivamente. Por lo tanto, se concluye que el uso de microorganismos eficaces y melaza aumentaron el rendimiento de la cebolla.

Palabras clave

Hongos; bacterias; benéficos

RESPUESTA FENOLÓGICA DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) EN SECANO AL LIXIVIADO DE VERMICOMPOST E HIDROLIZADO DE PESCADO

Cuellar*¹, N.; Padilla², C.; Olivera³, O.; Solórzano^{3,4}, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pucallpa, Ucayali, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
4. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: 20110700@lamolina.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4072-1037>

Resumen

Este estudio evaluó el efecto de bioinsumos líquidos: lixiviado de vermicompost (10 %) e hidrolizado de pescado (1 % y 2 %), sobre el desarrollo fenológico, rendimiento y propiedades del suelo en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo condiciones andinas de secano en Illpa, Puno. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos: T0 (testigo), T1 (2 % hidrolizado de pescado), T2 (1 % hidrolizado de pescado) y T3 (10 % lixiviado de vermicompost), aplicados vía foliar, en cuatro etapas fenológicas clave del cultivo. Las variables evaluadas incluyeron altura de planta, biomasa, componentes de rendimiento y propiedades químicas del suelo. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento del grano entre los tratamientos. Sin embargo, el tratamiento con lixiviado de vermicompost (T3) incrementó significativamente la altura de la planta durante el llenado de grano ($p < 0.05$), mientras que el hidrolizado de pescado al 1 % (T2) favoreció el desarrollo de biomasa aérea. Ambos bioinsumos mejoraron las propiedades del suelo: se observó un aumento en la capacidad de intercambio catiónico (de 17 a 26.13 cmol+/kg) y una tendencia hacia la neutralización del pH, lo que mejora la disponibilidad de nutrientes. No obstante, se registró una reducción en K^+ y Mg^{2+} disponibles y un incremento en Na^+ intercambiable, lo que exige monitoreo. Los resultados indican que estos bioinsumos actúan como bioestimulantes con efectos fisiológicos específicos, pero no sustituyen una fertilización balanceada para maximizar el rendimiento. Su uso estratégico puede contribuir a sistemas agrícolas más sostenibles en zonas altoandinas, mejorando la salud del suelo y la eficiencia nutricional.

Palabras clave

Biofertilizante; Chenopodium quinoa; suelos

ZONIFICACIÓN DE LA FERTILIDAD POTENCIAL DEL SUELO EN CULTIVOS DE BANANO Y MANGO DEL NOROESTE ÁRIDO PERUANO

Mercado*¹, R.; Quispe¹, K.; Mestanza², C.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: ruth.mercado76@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3705-7607>

Resumen

La fertilidad del suelo es un factor determinante en la productividad agrícola. Sin embargo, su variabilidad espacial limita el manejo eficiente de los cultivos. El objetivo de este estudio fue evaluar la fertilidad potencial del suelo en áreas de banano y mango en los distritos de Chulucanas, La Matanza y Buenos Aires, en Piura, mediante la construcción de un índice que permita zonificar áreas con diferente nivel productivo. La investigación se desarrolló bajo un diseño transeccional descriptivo. Se recolectaron 300 muestras de suelo que fueron analizadas en laboratorio para determinar parámetros fisicoquímicos relevantes. La información se complementó con covariables ambientales y con el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), obtenido a partir de percepción remota y Sistemas de Información Geográfica (SIG). El índice de fertilidad se construyó mediante Análisis de Mínimos Cuadrados Parciales (PLS), empleando el NDVI como variable respuesta para asignar pesos a los indicadores de suelo y seleccionando los componentes con base en el menor error cuadrático medio. La variabilidad espacial se evaluó mediante *kriging*, generando mapas de fertilidad potencial que reflejan patrones diferenciados en el territorio. Los resultados permitieron cuantificar la fertilidad del suelo y visualizar su distribución espacial, lo que facilitó la delimitación de zonas homogéneas de manejo edáfico. Este enfoque contribuye a optimizar el uso de recursos, reducir costos y favorecer un manejo agrícola más sostenible y rentable en la región de Piura.

Palabras clave

Índice de fertilidad; NDVI; geoestadística

CONTROL DE CADMIO EN TOMATE (*Solanum lycopersicum*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EMPLEANDO UNA ENMIENDA PREPARADA EN LABORATORIO

Palacios*, R.; Loli, O.

Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: 20160057@lamolina.edu.pe

Resumen

La acumulación de cadmio en suelos agrícolas constituye una amenaza ambiental y productiva, ya que este metal pesado no solo afecta la fisiología de la planta, sino que también se transloca hacia los órganos destinados al consumo, restringiendo su comercialización. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de una enmienda a base algas sobre el contenido de cadmio en el fruto y sus efectos en plantas de tomate a condiciones de laboratorio. Se estableció un diseño completamente al azar que permitió evaluar siete tratamientos de cinco repeticiones por cada uno. Los tratamientos incluyeron un testigo y la combinación de dos dosis (50 g y 200 g) con dos modos de aplicación: fraccionada o única. En el caso de la aplicación única, esta se realizó en dos momentos distintos: trasplante o floración. Se evaluaron variables relacionadas a los principales efectos de estrés por cadmio, y se analizó la concentración de este metal extraído en el fruto. Según los resultados obtenidos, la enmienda tuvo un efecto favorable para mitigar los efectos de toxicidad por cadmio. A medida que se incrementó la dosis aplicada se vieron mejoras a nivel productivo en el fruto. Por otro lado, la enmienda constituyó un gran aporte de nutrientes, ya que el contenido nutricional en fruto y tejidos vegetativos se vio enriquecido por acción de la enmienda. La presencia de cadmio en fruto al final del estudio se vio reducida empleando dosis altas de la enmienda durante floración seguido del tratamiento donde hubo una exposición prolongada a la enmienda.

Palabras clave

Toxicidad; metales; algas

DISTRIBUCIÓN GEOESPACIAL DEL CADMIO EN SUELOS CON CACAO EN EL DEPARTAMENTO DE LORETO

Solórzano¹, R. A.; Cruz¹, J.; Chuchon², J. R.; Gaona-Jimenez³, N.; Vallejos-Torres^{*2,3}, G.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. San Martín, Perú.
3. Universidad Nacional de San Martín. San Martín, Perú.

*Autor para correspondencia: geomarvt@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7084-977X>

Resumen

En los suelos de Loreto existe una correlación positiva débil entre la erosionabilidad, magnesio y calcio con el cadmio, lo cual sugiere que estos cationes pueden estar asociados a la disponibilidad o retención del cadmio en el suelo. En el presente estudio se analizó la distribución geoespacial del cadmio en perfiles edáficos con cacao en el departamento de Loreto, Perú. En este estudio se seleccionaron 10 parcelas de 100 m² cada una en cada distrito. El muestreo de suelo se realizó haciendo calicatas de 1 × 0.8 m. Antes de hacer los hoyos, se limpió el sitio de malezas y hojarasca, y se tomaron muestras con la ayuda de una pala y barra metálica. En total se obtuvieron 60 muestras de suelo entre los dos perfiles para realizar los análisis de cadmio y propiedades fisicoquímicas. Para los análisis estadísticos se empleó el software R versión 4.3.2 con el que se realizaron pruebas de correlación de variables. Los resultados indicaron que el Cd encontrado en suelos de cacao de la localidad de Luz del Oriente (Lhze) 0-30 cm se encuentra en mayor concentración del promedio de todas las localidades, mientras que las localidades de Jeberillo (Jbrllos) y Arhant en perfiles de 0-30 cm reflejan niveles más bajos. Se concluyó que el Cd en los suelos de cacao está estrechamente relacionada con factores edáficos como el pH, la textura, la CICe y la composición catiónica, pero sobre todo con la localidad y profundidad del suelo.

Palabras clave

Fisicoquímico; metal; perfiles

VARIACIÓN ESPACIAL DE PROPIEDADES DE SUELOS CAFETALEROS EN LA SELVA PERUANA: UN ENFOQUE GEOESTADÍSTICO PARA FERTILIZACIÓN DE PRECISIÓN

Díaz¹, H.; Mejía², S.; Rengifo², R.; Mercado², R.; Cuevas³, J.; Solórzano², R.; Vicente^{*4}, E.; Quispe², K.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. San Martín, Perú.
2. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, Perú.
4. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pichanaqui, Perú.

*Autor para correspondencia: ivicente.santalucia@gmail.com

Resumen

La fertilización uniforme en cafetales suele pasar por alto la variabilidad espacial del suelo, especialmente en áreas montañosas con suelos ácidos. Aunque las técnicas geoestadísticas se han utilizado para mapear nutrientes, su integración con análisis multivariados para definir zonas específicas de fertilización es aún limitada. Este estudio evaluó propiedades del suelo en plantaciones de alto rendimiento del oriente peruano, con el fin de optimizar la fertilización de precisión. Se recolectaron setenta muestras a 30 cm de profundidad del suelo en tres distritos de la selva alta (San Martín y Amazonas), considerando variables físicas, químicas, altitud y edad del cultivo. La metodología incluyó: (1) correlación de Spearman para identificar variables relacionadas con la productividad, (2) análisis de componentes principales (ACP) para establecer gradientes de fertilidad, y (3) modelos geoestadísticos validados ($R^2 > 0.30$; $RMSE < 0.11$) mediante Kriging ordinario. El ACP identificó dos gradientes principales: el primero (33 % de la varianza), asociado con la capacidad de intercambio catiónico y la materia orgánica; y el segundo (16 %), relacionado con potasio, fósforo y edad del cultivo. Los mapas derivados mostraron zonas con altos niveles de K y P, asociadas con rendimientos superiores a 1.5 t ha^{-1} . La validación cruzada confirmó una alta precisión ($SPA > 0.90$). En conjunto, la integración de ACP y geoestadística permitió delimitar zonas de manejo diferenciado, reduciendo hasta en un 30 % el uso de fertilizantes en áreas de alta fertilidad, como Alto Saposo, San Martín. Este enfoque resulta aplicable a cafetales con topografía compleja y suelos ácidos.

Palabras clave

Geoestadística; fertilidad; suelo

EFFECTO ASOCIATIVO DE *Azospirillum* Y *Rhizobium* EN LA PRODUCCIÓN DE ARVEJA VERDE (*Pisum sativum* L.)

Alarcón*¹, S.; Bellido², E.; Condori¹, T.; García², G.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huamanga, Perú.
2. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Huamanga, Perú.

*Autor para correspondencia: sumi222015@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5790-3102>

Resumen

La arveja (*Pisum sativum* L.), cultivo estratégico en los sistemas de producción de la sierra, contribuye a la seguridad alimentaria por su elevado contenido proteico, así como por su importancia económica para los agricultores. No obstante, el uso inadecuado de agroquímicos en su manejo puede generar impactos ambientales negativos, comprometiendo la sostenibilidad productiva. Este cultivo, mantiene una relación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium* y asociaciones con otros microorganismos, lo que le permite fijar nitrógeno atmosférico utilizado por la planta. El presente estudio evaluó el efecto de la inoculación microbiana con *Rhizobium leguminosarum* biovar. *viciae* y *Azospirillum brasilense* sobre el crecimiento, el rendimiento y la calidad de grano. El experimento se condujo bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCR) con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, realizándose mediciones en las fases vegetativa y productiva. Los resultados demostraron que la co-inoculación con *Rhizobium* y *Azospirillum* promovió significativamente la altura de planta, la longitud radicular, así como el peso fresco y seco de raíz y parte aérea. En términos de productividad, la co-inoculación alcanzó un rendimiento de 6.7 t/ha de vaina verde, superando ampliamente al testigo (3.8 t/ha). En cuanto a la calidad, tanto la aplicación de urea como la co-inoculación registraron valores equivalentes de 23.75 % de proteína en grano verde. Se concluye que la aplicación de bacterias de especies de *Rhizobium* y *Azospirillum*, constituye una alternativa sostenible en la agricultura, capaz de incrementar los rendimientos, mantener la calidad de los granos y reducir el uso de fertilizante nitrogenado.

Palabras clave

Agricultura; sostenibilidad; PGPR

CAPACIDAD DE CEPAS NATIVAS DE RIZOBIOS SOBRE LA GERMINACIÓN DEL CULTIVO DE ÑUÑA (*Phaseolus vulgaris*)

Chávez*¹, J.; Ureta¹, C.; Hilario¹, O.; Solórzano², R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: jhonchavez.pe@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0616-4514>

Resumen

Los rizobios son bacterias de la rizosfera que promueven el crecimiento vegetal (PGPR) y forman asociaciones simbióticas con las plantas leguminosas. Además, se sabe que las inoculaciones con los rizobios tienen la capacidad de promover la germinación de semillas. Esta investigación tuvo por objetivo seleccionar cepas promisorias de rizobios para promover la germinación de las semillas de ñuña. Se evaluó el porcentaje de germinación de semillas de ñuña INIA PER002041 inoculadas con cepas de rizobios. Se aplicaron 11 tratamientos T0 (control), T1(6R2), T2 (11), T3 (5R2), T4 (8R2), T5 (7R3), T6 (3R3), T7 (6.1R2), T8 (9R3), T9 (1R2) y T10 (2) bajo un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones y en condiciones controladas. En la evaluación se observó la germinación del 100 % de los tratamientos (T0, T2, T3, T4, T5, T7, T8, T9 y T10) y un 90 % de germinación en los tratamientos (T1 y T6). De acuerdo con los resultados preliminares, las cepas 8R2, 6.1R2 y 1R2 fueron las más eficientes en promover la germinación, velocidad de germinación, índice de vigor y mayor tamaño de la radícula de las semillas de ñuña.

Palabras clave

Rhizobium; crecimiento vegetal; bioinoculantes

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGANOMINERAL EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VAR. UNICA EN JUNÍN-JAUJA

Espinoza*¹, J.; Quiñones², A.

1. Universidad Científica Del Sur. Lima, Perú.
2. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: 100067655@cientifica.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5358-0403>

Resumen

La papa es el tercer cultivo más consumido en el país y para su producción se requieren cantidades importantes de fertilizantes. El deterioro del suelo a causa del uso excesivo de fertilizantes químicos es un gran reto para la agricultura sostenible. Sin embargo, los fertilizantes organominerales se presentan como una alternativa efectiva, debido a su liberación gradual de nutrientes, lo que aumenta la absorción y mejora los rendimientos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de dos fertilizantes organominerales y un fertilizante mineral en el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad UNICA. Se establecieron tres tratamientos: T1, con fertilización organomineral (FO1) con NPK equivalente 0 % - 64 % - 24 % superior al tratamiento mineral; T2, con fertilización organomineral (FO2) con NPK al 22 % - 20 % - 17% inferior al tratamiento mineral; T3, fertilización mineral con 220-221-301 kg ha⁻¹ (FM), aplicados durante dos momentos, siembra y aporque. Se evaluó el rendimiento de tubérculos por calibre y el rendimiento total (t ha⁻¹). Los resultados demostraron que el rendimiento promedio t ha⁻¹ en calibre de primera de T1, T2 y T3 fue de 18.1, 16.3 y 19 respectivamente, mientras que en el calibre de segunda fue 17.9, 17.6 y 17, respectivamente. El rendimiento total de semilla en t ha⁻¹ en el tratamiento T1 con organomineral BioC fue 6 % mayor y estadísticamente similar al tratamiento T3 con la fertilización mineral. Estos resultados indican que los fertilizantes organominerales son tan efectivos como la fertilización mineral para mejorar el rendimiento y representan una opción más sostenible.

Palabras clave

Enmienda orgánica; tubérculos; sostenibilidad

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE *Bacillus subtilis* EN EL RENDIMIENTO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN LAMBAYEQUE

García-Herrera*¹, J. F.; Caruajulca², R. L.

1. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lambayeque, Perú

*Autor para correspondencia: fernandogh231297@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7285-0792>

Resumen

El arroz (*Oryza sativa* L. var. Capoteña 515) es uno de los principales cultivos más importantes a nivel mundial; no obstante, su productividad suele verse limitada por factores de estrés abiótico como sequía, salinidad y altas temperaturas. En el Perú, este cultivo representa el 12 % del PBI agropecuario, siendo Lambayeque la tercera región más productiva; bajo este contexto, se requiere optimizar su productividad y una alternativa es el uso de rizobacterias estimuladoras del crecimiento como *Bacillus subtilis* (Bs), que constituye una alternativa sostenible bajo condiciones adversas. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de Bs sobre variables biométricas y rendimiento en el cultivo de arroz en Lambayeque. Para ello, se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones: control (T1), Bs a 4 L ha⁻¹ (T2) y Bs a 6 L ha⁻¹ (T3), evaluándose nueve variables en la etapa de cosecha. Los resultados mostraron que el T2 incrementó significativamente el número de macollos (18 %), longitud de panícula (6.16 %), rendimiento (6.59 %), peso de grano (5.92 %) y ancho de grano (0.98 %). Por otro lado, T3 destacó en el número de granos llenos (12.31 %) y altura de planta (4.70 %). Estos resultados indican que Bs puede mejorar parámetros biométricos asociados al llenado y calidad de grano y, aunque su efecto fue ligeramente alto en el rendimiento, se sugiere ajustar la dosis y considerar las condiciones de manejo de cultivo.

Palabras clave

Rizobacteria; bioestimulante; productividad

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE BORO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE LA FLOR EN CRISANTEMO

Gutiérrez Lesme*, C.; Osorio Vega, N.

Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Medellín, Colombia.

*Autor para correspondencia: cvgutierrezle@unal.edu.co

Resumen

La floricultura es uno de los sectores agrícolas más relevantes a nivel mundial. En Colombia, alcanzó en 2022 exportaciones cercanas a 320 000 toneladas, generando alrededor de 2 000 millones de dólares en divisas. El crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) se posiciona como la tercera especie más cultivada, aportando significativamente al sector. En conjunto, esta actividad representa cerca del 11 % del PIB agropecuario y genera miles de empleos, consolidándose como un eje estratégico de competitividad y proyección internacional. Entre los factores que condicionan la productividad y la calidad del crisantemo, la nutrición desempeña un papel determinante. En particular, el boro (B) es esencial para la división celular, la translocación de carbohidratos y la integridad de la pared celular. No obstante, su deficiencia o exceso generan desórdenes fisiológicos y pérdidas económicas, lo que hace necesario establecer intervalos precisos de aplicación edáfica. El presente estudio evaluó la respuesta del crisantemo a diferentes niveles de fertilización con boro, con el objetivo de identificar un rango óptimo que garantice crecimiento y calidad comercial. El ensayo se desarrolló, bajo un diseño completamente al azar con nueve tratamientos de fertilización (0-400 g/era) aplicados como ácido bórico (H_3BO_3). Los resultados evidenciaron que la dosis (250 g/era) alcanzó el mejor desempeño agronómico en términos de rendimiento y calidad, mientras que niveles superiores (≥ 300 g/era) provocaron toxicidad y reducción productiva. Se concluye que la fertilización edáfica con boro presenta un rango óptimo, constituyéndose en una herramienta clave para mejorar la eficiencia nutricional y la competitividad del cultivo.

Palabras clave

Fertilización; boro; deficiencia

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE CRISANTEMO EN FUNCIÓN DE LA FERTILIZACIÓN FOSFÓRICA Y MICRONUTRIENTES

Gutiérrez Lesme*, C.; Jaramillo Osorio, J.; Osorio Vega, N.

Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Medellín, Colombia.

*Autor para correspondencia: cvgutierrezle@unal.edu.co

Resumen

Colombia es el segundo exportador mundial de flores, y la floricultura aporta alrededor del 7 % del PIB agropecuario nacional. El crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) se destaca entre las especies más representativas, aunque presenta con frecuencia deficiencias de fósforo y micronutrientes que afectan su rendimiento y calidad de exportación. Sin embargo, persiste un vacío de conocimiento sobre los niveles críticos de estos elementos en el suelo para este cultivo. El presente experimento tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de dosis crecientes de fósforo (en forma de ácido fosfórico) y de los micronutrientes catiónicos hierro, manganeso, cobre y zinc (en forma de quelatos), sobre la nutrición, crecimiento, desarrollo y rendimiento del crisantemo. Para ello, se implementó un diseño completamente al azar con siete tratamientos: P₂O₅-H₃PO₄ (0-9.36 kg/era); Fe-EDTA (0-24 g/era); Mn-, Cu- y Zn-EDTA, (0-12 g/era), cada uno con cinco repeticiones. Las variables evaluadas incluyeron altura y diámetro de planta medidos semanalmente, así como masa fresca y seca de la parte aérea y radical al finalizar el ciclo. De manera complementaria, se cuantificó la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Los resultados indicaron que las mejores respuestas se obtuvieron con la aplicación de 4.68 kg/era de P₂O₅-H₃PO₄ y de 12, 6, 6 y 6 g/era de Fe-, Mn-, Cu- y Zn-EDTA, respectivamente. En conclusión, la fertilización fosfórica en conjunto con los micronutrientes quelatados mostró un efecto sinérgico, mejorando la nutrición mineral, el crecimiento y el rendimiento del cultivo de crisantemo.

Palabras clave

Floricultura; nutrición; quelatos

FERTILIZACIÓN DE *Spinacia oleracea* L. CON BACTERIAS ENDÓFITAS Y GALLINAZA EN LA SIERRA NORTE DEL PERÚ

Mendez*, A.; Zavaleta, J.; Paredes-Villanueva, J.

Universidad Nacional de Trujillo. La Libertad, Perú.

*Autor para correspondencia: anmendez@unitru.edu.pe

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inoculación de bacterias endófitas y la aplicación de distintas dosis de gallinaza sobre el crecimiento y rendimiento de *Spinacia oleracea* L. variedad híbrida PV 1367, en condiciones de campo en Otuzco, La Libertad. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo factorial 4×3, considerando 4 tratamientos de inoculación (testigo absoluto, *Bacillus* sp. LASFB 095, *Bacillus subtilis* LASFBP 076 y un consorcio de ambas cepas) y tres dosis de gallinaza (0, 3 y 6 t/ha) y cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que la dosis de gallinaza tuvo un efecto significativo en todas las variables ($p < 0.05$), especialmente en biomasa y rendimiento por unidad experimental con la aplicación de 6 t/ha. En cuanto a las bacterias endófitas, se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el peso fresco y seco aéreo, destacando *Bacillus subtilis* LASFBP 076 y el consorcio de cepas. Sin embargo, no se evidenciaron interacciones significativas ($p > 0.05$) entre bacterias y gallinaza, lo que indica que los efectos fueron independientes. Se concluye así que la fertilización orgánica con gallinaza es determinante para el desarrollo de la espinaca, mientras que la inoculación con bacterias endófitas puede mejorar parámetros de biomasa, aunque su efecto depende de la cepa utilizada.

Palabras clave

Bacterias; espinaca; biofertilización

INFLUENCIA DE LA LABRANZA Y ENCALADO SOBRE EL SUELO Y RENDIMIENTO DE MAÍZ FORRAJERO

Ocaña^{*1,3}, J.; Gutiérrez¹, M.; Paredes¹, R.; Riveros¹, C.; Cárdenas¹, G.; Bravo¹, N.; Quispe¹, A.; Amaringo¹, N.; Ocaña², J. C.; Zavala³, J.; Huamaní³, H.; Cruz⁴, J.; Solórzano⁴, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pucallpa, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
3. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú.
4. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: jimmy.ocana@unas.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3594-236X>

Resumen

La labranza de la agricultura de conservación (AC), tradicional (AT) y la aplicación de encalantes influyen en las propiedades del suelo y el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, es esencial demostrar qué prácticas de labranza y encalantes mejoran dichas variables en la Amazonía peruana. Este estudio comparó las propiedades del suelo y la producción de maíz forrajero con tratamientos combinados de los factores labranza y encalantes (dolomita y cal). La labranza de la AT en los primeros días emitió 64.8 % más CO₂ que en AC, y la conductividad hidráulica y la densidad aparente en AT mostraron mejores respuestas que en el suelo de AC. El suelo de AC tuvo 233 lombrices/m² más que en AT. El rendimiento del maíz forrajero verde en AT fue 6.45 t/ha más que en AC, con contenidos de P, Ca y Mg foliar mayores que en AC, a excepción del N y K. La aplicación de cal aumentó los cationes del suelo (excepto el K) y redujo el contenido de Al en 52 %. Así mismo, aumentó el rendimiento del forraje en 4.85 t/ha de maíz forrajero en comparación con el control. La emisión de CO₂ del suelo fue mucho menor en AC que en AT, con un rendimiento de forraje ligeramente inferior, y mejoró las propiedades del suelo, lo que significa menores costos de preparación del terreno y ahorro de tiempo en comparación con AT. La cal neutralizó la acidez del suelo más eficientemente que la dolomita, produciendo un rendimiento de forraje mayor.

Palabras clave

Acidificación; CO₂; maíz forrajero

MAPEO DE LA FERTILIDAD DE SUELOS EN VALLES ÁRIDOS DEL SUR DE PERÚ USANDO KRIGING DE REGRESIÓN MULTIVARIADO

Poma-Chamana*¹, R.; Vilca-Gamarra¹, C.; Hermoza Ayme², N. A.; Mercado², R.; Mejía², S.; Rengifo², R.; Quispe², K.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Arequipa, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: investigacion_labsaf@inia.gob.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1695-6444>

Resumen

La gestión eficiente de la fertilidad del suelo en ambientes áridos requiere comprender la variabilidad espacial de sus propiedades y su relación con el vigor de los cultivos. El objetivo de este estudio fue elaborar mapas de fertilidad del suelo en el valle del Tambo (Arequipa, Perú), integrando indicadores edáficos y variables geoespaciales mediante kriging de regresión. Se recolectaron 491 muestras de suelo y se analizaron 22 propiedades fisicoquímicas, incluyendo macronutrientes, micronutrientes, pH, textura y densidad aparente, complementadas con datos de NDVI y factores geomorfológicos. La correlación de Spearman mostró asociaciones positivas entre NDVI y la disponibilidad de P, Cu, Zn y Co (0.30-0.45), y negativas con el pH y la arena (-0.35 y -0.31). El análisis de componentes principales (ACP) identificó gradientes de fertilidad relacionados con la disponibilidad de P, alcalinidad y micronutrientes (PC1 = 48.6 %). A partir del ACP se generó un índice de fertilidad ponderado (SFIw), clasificado en tres rangos: bajo (≤ 0.26), medio (0.27-0.50) y alto (> 0.50). Los distritos de Cocachacra y Dean Valdivia presentaron los mayores SFIw, asociados a suelos de origen fluvial y aluvial, mientras que Mejía y Mollendo mostraron índices bajos, vinculados a suelos arenosos y alcalinos. La interpolación por kriging de regresión indicó que el 86.71 % del área agrícola presenta fertilidad baja o media, lo que permite definir zonas de manejo sitio-específico. Estos hallazgos constituyen un punto de partida para implementar estrategias de fertilización de precisión en zonas áridas con limitaciones de recursos.

Palabras clave

Geoestadística; calidad del suelo; manejo específico

EFFECTO DE MOB'S, EM Y BIOL EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE QUINUA VAR. PASANKALLA

Palomino*¹, C.; Yupa², M.; Bautista¹, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huamanga, Perú.
2. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Huamanga, Perú.

*Autor para correspondencia: claudio.pespinoza@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0524-7745>

Resumen

El uso irresponsable de insumos agroquímicos en la agricultura está causando un daño considerable en la salud del suelo, además de tener efectos negativos en la calidad y productividad de los cultivos andinos. Ante esta situación, los biofertilizantes orgánicos se presentan como una alternativa agroecológica prometedora para mejorar la eficiencia productiva sin poner en riesgo el equilibrio del suelo. En este contexto, la Estación Experimental Agraria Canaán, a través de su planta de producción de abonos orgánicos, tanto sólidos como líquidos, está llevando a cabo esta investigación. El objetivo es evaluar el impacto de tres tipos de biofertilizantes: microorganismos benéficos (MOB's), microorganismos eficientes (EM) y biol, en el rendimiento agronómico y la calidad del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de la variedad Pasankalla. El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 8 tratamientos y 3 repeticiones, utilizando un arreglo factorial 3M × 2D, que incluye un testigo y un testigo absoluto. Las variables evaluadas abarcaron parámetros de crecimiento vegetativo, rendimiento del cultivo y calidad del grano. Los resultados obtenidos muestran que, en la mayoría de los tratamientos, el uso de biofertilizantes tuvo efectos significativamente positivos. Estos hallazgos respaldan los múltiples beneficios que esta tecnología aporta tanto al suelo como al cultivo. Además, se fomenta su adopción entre los productores como una estrategia sostenible para mejorar la productividad agrícola.

Palabras clave

Biofertilizantes; microorganismos; sostenible

FERTILIDAD NATURAL EN LA PROFUNDIDAD DE LOS SUELOS ALUVIALES DE LA CUENCA DEL RÍO AMAZONAS

Villacis*¹, J.; Alfaia², S.; Chashnamote³, A.; López⁴, C.; Velasquez¹, H.; Inuma¹, L.

1. Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Yurimaguas, Perú.
2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus, Brasil.
3. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Yurimaguas, Perú.
4. Universidad Federal do Amazonas. Manaus, Brasil.

*Autor para correspondencia: jvillacis@unaaa.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6719-3017>

Resumen

Se llevó a cabo un estudio en suelos de las llanuras aluviales en Amazonas, Brasil, para comparar la fertilidad del suelo y evaluar cómo se distribuyen los atributos químicos en varios sistemas de uso de la tierra. En cinco municipios se recolectaron muestras de suelo de pastizales, bosques secundarios, bosque primario, sistemas agroforestales y campos de cultivo a tres profundidades (0 - 10, 10 - 20 y 20 - 40 cm). Para comparar los sistemas de uso de la tierra, se examinaron 12 nutrientes y se utilizó un diseño factorial experimental. Los análisis mostraron que los suelos de llanura aluvial presentan altas concentraciones de macro y micronutrientes, destacándose los bosques como los de mayor fertilidad y los cultivos con los niveles más bajos de C y N. Hubo diferencias en la disponibilidad de nutrientes entre los sistemas estudiados como los bosques y campos agrícolas. La mayoría de los sistemas de uso de la tierra expuestos mostraron niveles bajos de C y N, lo que confirma que el N es un factor limitante significativo para la producción agrícola en las regiones amazónicas de llanura aluvial. Los hallazgos indican que el mantenimiento de la fertilidad del suelo en las zonas inundables amazónicas depende de la preservación del bosque y los sedimentos del río Amazonas.

Palabras clave

Nutrientes; llanuras; agrosistemas

INTENSIFICACIÓN ECOEFICIENTE DEL CULTIVO DE PAPA CON *Bacillus subtilis* y *Trichoderma viride* BAJO FERTILIZACIÓN NPK REDUCIDA

Tueros¹, M.; Vilcapoma², M.; Pillaca¹, G.; Velásquez¹, J.; Campos¹, H.; Matsusaka^{*3}, D.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Ayacucho, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huancayo, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: dmatsusaka@agro.uba.ar; ORCID: 0009-0008-1766-2744

Resumen

Este estudio en Ayacucho, Perú, evaluó la reducción de fertilizantes sintéticos en papa mediante la inoculación presiembra de tubérculos con los bioinsumos microbianos *Bacillus subtilis* y *Trichoderma viride*. Se probaron tres regímenes de fertilización organomineral (0 %, 50 % y 100 % NPK de la dosis recomendada) en dos cultivares (INIA 303-Canchán y Yungay), utilizando un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas (tres réplicas). Los análisis (ANOVA robusto de dos vías y multivariados) mostraron que la combinación de bioinsumos con 50 % NPK mantuvo respuestas agronómicas comparables al 100 % NPK. Específicamente en Yungay con *T. viride*, la altura de la planta al 50 % NPK ($\approx 96.15 \pm 1.71$ cm) no fue diferente del 100 % NPK ($\approx 98.87 \pm 1.70$ cm). Además, el peso seco de la raíz al 50 % NPK ($\approx 28.50 \pm 0.28$ g) igualó o superó al 100 % NPK ($\approx 16.97 - 22.62$ g). *T. viride* incluso incrementó la biomasa radicular sin fertilizante ($\approx 27.62 \pm 0.29$ g en Yungay). Por su parte, *B. subtilis* mejoró el número de tallos con 100 % NPK ($\approx 4.5 \pm 0.29$ tallos). El cultivar Yungay superó a INIA 303-Canchán en rendimiento general ($\approx 57.5 \pm 2.5$ kg vs. $\approx 42.7 \pm 2.5$ kg por parcela). El rendimiento más alto fue con *B. subtilis* + 100 % NPK ($\approx 62.88 \pm 6.07$ kg por parcela), seguido por *B. subtilis* + 50 % NPK ($\approx 51.7 \pm 6.07$ kg por parcela). La altura de la planta fue el factor más correlacionado con el rendimiento (Spearman $\rho \approx 0.60$).

Palabras clave

Solanum tuberosum L.; *Bacillus subtilis*; *Trichoderma viride*

MEJORAMIENTO SOSTENIBLE DE CARACTERES DEL MAÍZ MORADO CON INOCULANTES DE *Azospirillum brasilense* Y *Glomus iranicum* var. *Tenuihypharum*

Quispe-Medina*¹, E.; Rondinel², B.; García-Blázquez², C.; Quispe-Tenorio², J.; Velásquez¹, J.; Paitalama³, O.; Matsusaka³, D.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Ayacucho, Perú.
2. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú

*Autor para Correspondencia: chiods90@gmail.com, +051 966344501, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3195-8388>

Resumen

El maíz morado (*Zea mays* L.), un cultivo tradicional andino valorado por su alto contenido de antocianinas y su creciente relevancia en la industria nutracéutica, enfrenta desafíos para su producción debido al estrés ambiental y al uso excesivo de fertilizantes químicos en los ecosistemas andinos. Este estudio evaluó los efectos de la co-inoculación con *Azospirillum brasilense* (una rizobacteria promotora del crecimiento vegetal, PGPR) y *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* (un hongo micorrízico arbuscular, AMF) sobre el crecimiento y rendimiento en cinco genotipos de maíz morado en condiciones de campo en las tierras altas de Ayacucho, Perú. Se implementó un diseño de bloques completos al azar con tres réplicas en dos localidades para comparar un control (sin inoculación) con tratamientos microbianos individuales y combinados. Los resultados mostraron que la inoculación combinada mejoró significativamente los parámetros vegetativos, la mazorca y las características relacionadas con el rendimiento en ambas localidades, con aumentos de hasta un 60.8 % en el rendimiento de grano en comparación con el control. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y genotipos (Tukey, $p < 0,05$), siendo la localidad de Canaán la que mostró el mayor rendimiento general entre el control y los tratamientos microbianos combinados. Estos hallazgos respaldan el potencial de los consorcios PGPR-AMF para mejorar de forma sostenible la productividad y la resiliencia del maíz morado, ofreciendo una alternativa viable para reducir los insumos químicos en la agricultura andina.

Palabras clave

Inoculación; PGPR; AMF

CALIDAD DE SUELOS EN OLIVARES DEL SUR PERUANO: LIMITACIONES POR SALINIDAD Y MATERIA ORGÁNICA; PROPUESTAS DE MANEJO SOSTENIBLE

Poma-Chamana¹, R.; Vilca-Gamarra¹, C.; Linares-Escapa¹, S.; Puma-Huacani*¹, K.; Carrillo¹, A.; Villalta-Soto², M.; Quispe³, K.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Arequipa, Perú.
2. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: kpumahuacani@gmail.com

Resumen

La salinización y alcalinización de suelos en zonas áridas del sur peruano representan un desafío para la sostenibilidad agrícola, particularmente en olivares de Bella Unión. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad de suelos mediante el índice de calidad del suelo (SQI_w) y técnicas geoestadísticas, para generar lineamientos de manejo sitio-específico para el cultivo de olivo (*Olea europaea* L.). Se recolectaron 160 muestras de suelo (0 - 30 cm) en 3 872 ha, y se analizaron propiedades físicas y químicas (textura, pH, EC_e, MO, P y K disponible, y CCE). Se aplicaron análisis estadísticos descriptivos, correlaciones de *Spearman*, análisis de componentes principales (PCA) y el método de ponderación inversa de la distancia (IDW) para la interpolación espacial. Los suelos presentaron alta variabilidad en salinidad (EC_e = 1.37 - 25.65 dS m⁻¹; CV = 69.2 %) y materia orgánica (0.50 - 3.10 %; CV = 55.7 %), mientras que el pH fue ligeramente alcalino (7.62 ± 0.22). El PCA seleccionó siete indicadores clave empleados para construir el SQI_w. Los valores oscilaron entre 0.34 y 0.86 (media = 0.59), clasificando el 52.5 % del área como calidad aceptable y el 47.3 % como buena. Los suelos presentaron bajo MO % y elevada EC. En fertilidad, los suelos mostraron moderados y altos valores de P y K disponible. Las recomendaciones se orientan a incrementar la materia orgánica, mediante el uso de compost de baja EC, así como ajustarse a la fertilidad química existente priorizando fuentes de baja EC. El SQI_w se valida como una herramienta útil para orientar la fertilización y de manejo sostenible.

Palabras clave

Geoestadística; fertilidad; SQI_w

OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE BIOFERTILIZANTE DE ESTIÉRCOL DE CUY CON *Bacillus subtilis* PARA SU POTENCIAL APLICACIÓN EN FRESA

Ore*¹, R.; Hermoza¹, N.; Mamani¹, L.; Solorzano², R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: oadelius22@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0847-8488>

Resumen

En la agricultura peruana es crucial encontrar opciones sustentables como alternativa a los fertilizantes químicos. Esta investigación optimizó la obtención de un biofertilizante de estiércol de cuy mediante la fermentación con *Bacillus subtilis* empleando para ello un diseño de *Plackett-Burman*. Se analizaron siete factores clave: fuente de carbono, concentración del inóculo, cantidad de sustrato, tiempo, temperatura, pH y volumen; considerándose las dos últimas variables como *dummy*. Los resultados microbiológicos fueron determinantes, siendo el conteo de UFC/ml del T2 (2.55×10^8 UFC/ml) el más eficaz, superando notablemente al control en caldo nutritivo (2.00×10^8 UFC/ml) y a otros tratamientos como el T8 (1.90×10^8 UFC/ml). El tratamiento T7 no registró datos, indicando una condición de fermentación inviable. Los análisis gravimétricos de biomasa de *Bacillus subtilis* para los tratamientos T3 y T5, tras 24 h de incubación, fueron 0.045 y 0.038 g respectivamente, confirmando la correlación entre una concentración elevada de UFC y una producción más alta de masa microbiana. Se concluye que las condiciones del tratamiento T2 son más óptimas para producir un biofertilizante con alta concentración bacteriana, lo cual valida su capacidad para ser aplicado en el cultivo de fresa.

Palabras clave

Biofertilizante; *Plackett-Burman*; fermentado

VARIACIÓN ESPACIAL DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN LA EEA PUCALLPA

Macahuachi^{*1,2}, K.; Quispe³, R.; Mejía³, S.; Carbajal³, C.; Llerena³, R.; Solórzano³, R.; Cruz³, J.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pucallpa, Perú.
2. Universidad Nacional Intercultural de la amazonia. Pucallpa, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: natorrekiaryhellen@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9155-711X>

Resumen

La degradación de los suelos tropicales constituye una amenaza para la sostenibilidad agrícola, agravada por prácticas como la tumba y quema, así como por la acidez natural ($\text{pH} < 5.5$) que reduce la productividad. El estudio tuvo como objetivo aplicar el análisis geoestadístico de las propiedades fisicoquímicas del suelo en la Estación Experimental Agraria (EEA) Pucallpa y generar mapas de variabilidad espacial que orienten estrategias de manejo diferenciadas. Se evaluaron 28 muestras de suelo georreferenciadas obtenidos mediante muestreo estratificado. La acidez, el aluminio intercambiable, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio y textura fueron analizados según la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000; la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe) con la norma ISO 11265; y el pH con el método 9045D de la EPA. Los datos se procesaron en QGIS y R, aplicando estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, coeficiente de variación) y técnicas geoestadísticas como la interpolación *kriging*. Los resultados mostraron que los suelos presentan textura franco-arenosa, pH fuertemente ácido (4.8 ± 0.3), bajo contenido de materia orgánica (1.9 %), reducida CICe (4.1 cmol kg^{-1}), alta saturación de aluminio intercambiable (53 %) y gran variabilidad del fósforo disponible (5.3 mg kg^{-1} ; $\text{CV} > 140 \%$). El *kriging* evidenció una alta capacidad predictiva para Al^{3+} ($R^2 = 0.81$) y CICe ($R^2 = 0.78$). En conclusión, la fertilidad del suelo en la EEA Pucallpa está limitada por la acidez y la baja disponibilidad de nutrientes, con heterogeneidad espacial que requiere un manejo diferenciado mediante el encalado, enmiendas orgánicas y fertilización sitio-específica.

Palabras clave

Fertilidad; suelos tropicales; análisis geoestadístico

DETERMINANTES DE LA CALIDAD DEL COMPOST EN ZONAS AGROECOLÓGICAS DEL PERÚ: EL ROL DE LOS RESIDUOS Y EL CLIMA

Hermoza*¹, N.; Aldava², U.; Ortíz¹, F.; Reza¹, L.; Altamirano³, S.; Collavino⁴, U.; Palomino⁵, C.; Calle⁶, N.; Peña⁷, Y.; Abensur⁸, G.; Suasaca⁹, A.; Solorzano¹⁰, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. San Martín, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Donoso, Perú.
4. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Arequipa, Perú.
5. Instituto Nacional de Innovación Agraria, Ayacucho, Perú.
6. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, Perú.
7. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lambayeque, Perú.
8. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pucallpa, Perú.
9. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú.
10. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: niltohermoza@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8325-258X>

Resumen

La investigación encontró que la calidad del compost en Perú cambia de manera considerable dependiendo de las condiciones climáticas de cada región y los desechos orgánicos locales. Los compost de áreas altoandinas (Huancayo y Puno), que están hechos con desechos de quinua y estiércol de camélidos, presentan un 35 % más de carbono orgánico que la media nacional. En contraste, en la costa (Lima y Lambayeque) el empleo de estiércol de cuy disminuyó la concentración de plomo en un 22 % en comparación con el estiércol vacuno. Se determinó que factores como la conductividad eléctrica y la temperatura durante las primeras cuatro semanas son cruciales, ya que explican hasta el 64 % de los cambios en el contenido final de fósforo. Pese a que la mayor parte de los compost cumplió con las normas microbiológicas (coliformes fecales < 1000 NMP/g), algunos excedieron el límite de arsénico (As > 40 mg/kg en Lima y Huaral). Los hallazgos indican que la interacción entre el residuo y el clima es esencial; el modelo estadístico (GLMM) corroboró que, al aumentar la temperatura en 5°C durante la segunda semana, el arsénico disminuye en un 18 %. Estos descubrimientos fundamentan científicamente el diseño de protocolos regionales para el compostaje, con la finalidad de emplear los desechos locales de manera más eficiente: los andinos para enriquecer el suelo con carbono y los costeños con cuy para obtener un compost más seguro y nutritivo. De esta forma se fomenta una agricultura sostenible y circular a lo largo del Perú.

Palabras clave

Estiércol; metales; GLMM

EVALUACIÓN DE DOS FUENTES DE ABONAMIENTO ORGÁNICO EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD YUNGAY EN JUNÍN - PERÚ

Gabriel*¹, R.; Toledo¹, J.; Rojas¹, Z.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Junín, Perú.

*Autor para correspondencia: paolaveronica779@gmail.com

Resumen

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo de gran relevancia mundial, especialmente en la región andina del Perú, donde representa un pilar alimentario y económico para comunidades rurales. Sin embargo, su producción afronta desafíos derivados del uso excesivo de fertilizantes químicos, que afectan negativamente la salud del suelo y el entorno. Esta investigación evaluó el efecto de dos fuentes de compost mejorado de gallinaza (T1 y T2), comparadas con fertilización química y un testigo sin abonamiento, sobre el desarrollo agronómico de la papa variedad Yungay en Junín, Perú. Bajo un diseño completamente aleatorizado (DCA), los objetivos fueron analizar variables como rendimiento, contenido de materia seca, tolerancia a enfermedades foliares, floración y maduración. Los resultados mostraron que el compost mejorado (T1) alcanzó rendimientos comparables a los fertilizantes químicos (41.00 t/ha vs. 41.72 t/ha), superando significativamente al testigo (16.65 t/ha). Además, los abonos orgánicos presentaron mejores respuestas en concentración de materia seca y mayor tolerancia frente a *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*. Se concluye que el uso de abonos orgánicos constituye una alternativa sostenible, capaz de igualar el rendimiento químico, mejorar la calidad del tubérculo y fortalecer la resistencia a enfermedades, promoviendo una agricultura más resiliente en la región andina.

Palabras clave

Abonamiento; rendimiento; tolerancia

EFFECTO DE ÁCIDOS HÚMICOS DE LEONARDITA PERUANA EN EL RENDIMIENTO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN MOQUEGUA

Jara¹, F.; Ramos¹, C.; Nina¹, J.; Huacollo², M.; Copa^{*3}, S.; Aguilar³, E.

1. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco, Perú.
2. Instituto para el Desarrollo y la Vida Árbol. Tacna, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Moquegua, Perú.

*Autor para correspondencia: coviwa21@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7556-8334>

Resumen

El presente estudio evaluó el efecto de los ácidos húmicos de leonardita peruana en el rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L. var. Batavia), en condiciones del valle de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua. Se planteó la hipótesis de que su aplicación mejora significativamente el desarrollo morfológico y la productividad del cultivo. El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Agraria Moquegua del INIA entre abril y junio de 2024, empleando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tratamientos basados en aplicaciones de ácidos húmicos y un testigo. Se midieron las variables altura de planta, diámetro de cabeza, peso de cabeza y rendimiento. Los resultados mostraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y el testigo en todas las variables. El tratamiento T1 (AHL Pastor 1) presentó los valores más elevados: altura de planta (26.23 cm), diámetro (39.09 cm), peso (987 g) y rendimiento (58.27 t ha⁻¹). Estos hallazgos confirmaron que el uso de ácidos húmicos de leonardita peruana es una estrategia sostenible para incrementar la productividad de hortalizas en zonas áridas como Moquegua, al mejorar la fertilidad del suelo y la eficiencia de absorción de nutrientes por las plantas. Se concluye que su incorporación puede contribuir al desarrollo de una agricultura más eficiente y ambientalmente sostenible.

Palabras clave

Bioestimulante; hortalizas; productividad

MODELAMIENTO DE LA NUTRICIÓN DE TECA (*Tectona grandis*) CON VARIABLES EDAFOCLIMÁTICAS, IMÁGENES SATELITALES Y MACHINE LEARNING

Arévalo-Hernández*^{1,2,3}, C. O.; Arévalo-Gardini^{2,3}, E.; Fernandes-Filho¹, E. I.;
García-Leite¹, H.; Lima-Neves¹, J. C.

1. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil.
2. Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. Loreto, Perú.
3. Instituto de Cultivos Tropicales. San Martín, Perú.

*Autor para correspondencia: cesar.arevaloh@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1390-3503>

Resumen

La Teca (*Tectona grandis*) es una especie importante que depende de una buena nutrición. Sin embargo, los costos de monitoreo son elevados, por lo que técnicas de teledetección combinadas con algoritmos de *machine learning* pueden ofrecer una mejor alternativa a los métodos actuales de monitoreo. El principal objetivo de este estudio fue modelar la nutrición de teca utilizando datos de campo e imágenes satelitales multiespectrales mediante algoritmos de aprendizaje automático. La investigación se llevó a cabo en Mato Grosso, Brasil, con plantaciones de teca de diferentes edades y bajo distintas condiciones de clima, suelo y topografía. Se emplearon datos climáticos (variables de precipitación), variables de suelo (pH, M.O., P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn y Zn) y datos de topografía. Asimismo, se usaron las concentraciones de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn y Zn) para el modelamiento. Finalmente, los algoritmos usados fueron *Cubist*, *Random Forest*, KNN, SVM y GLM, y se seleccionó el mejor modelo mediante las estadísticas RMSE, R² y MAE. En cuanto a la predicción de la nutrición de la teca, *Random Forest* tuvo el mejor desempeño en relación con los demás modelos en todas las variables, mostrando bajo RMSE y MAE, y un alto R². Los nutrientes con mejor predicción fueron P y Mg. En términos de importancia de variables, el azufre disponible (S), la edad, los días sin lluvia y el déficit hídrico fueron los factores más relevantes para la predicción de macro y micronutrientes en esta especie.

Palabras clave

Random forest; especies forestales; machine learning

SUSTRATOS ORGÁNICOS: SU EFECTO EN LA BIOMETRÍA DE LA ESPINACA VARIEDAD FLAMINGO BAJO MODELOS DE AGRICULTURA URBANA

Alvarez Benaute*¹, L. M.; Vega Jara¹, L.; Cabrera Cano¹, M. A.

1. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco, Perú.

*Autor para correspondencia: lalvarez@unheval.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6961-9870>

Resumen

La creciente demanda de alimentos orgánicos y la limitación de espacios para la producción agrícola en áreas urbanas nos conllevan a buscar nuevas alternativas de producción. La agricultura urbana es un negocio beneficioso que produce alimentos saludables, genera empleo familiar y aprovecha el espacio disponible. El objetivo fue evaluar las técnicas de producción de hortalizas orgánicas en el contexto de una agricultura urbana en el CIFO-UNHEVAL. Se usaron tres sustratos (biochar, compost y humus) bajo dos formas de disposición de macetas (vertical y horizontal), y se evaluó su efecto en las características biométricas de la espinaca (*Spinacia oleracea*) variedad Flamingo. El diseño fue DCA con un arreglo factorial 2 x 4, el factor principal fue la disposición (vertical y horizontal) y el factor secundario fue el tipo de sustrato. Se puso un testigo control para cada tipo de disposición. Los resultados indican que al momento de la cosecha (45 días después de la siembra) el área foliar y número de hojas por planta fue superior con la disposición vertical, destacando sobre la disposición horizontal. Los indicadores de biometría aérea (peso fresco de hojas, altura de planta, área foliar y número de hojas por planta) fueron iguales con los tres sustratos superando al control. En cuanto a biometría radical se vio mayor peso de raíz y mayor longitud de raíz principal cuando se aplicó humus. Este estudio contribuye al desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles en espacios urbanos, promoviendo la seguridad alimentaria y el uso eficiente de recursos.

Palabras clave

Producción orgánica; espinaca; sustratos orgánicos

BIOFORTIFICACIÓN AGRONÓMICA Y GENÉTICA: EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN FOLIAR CON ZINC EN CLONES SELECTOS DE PAPA

Zevallos*^{1,2}, S.; Salas², E.; Gutierrez¹, P.; Burgos², G.; De Boeck², B.; Campos², H.; Mendes², T.; Lindqvist-Kreuze², H.

1. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
2. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: shirley.zevallos@cgiar.org; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6937-3303>

Resumen

La deficiencia de zinc en poblaciones vulnerables constituye un problema de salud pública. Como estrategia se propone la biofortificación de cultivos, combinando mejoramiento genético y biofortificación agronómica para incrementar la concentración de nutrientes. El estudio evaluó el efecto de la fertilización foliar con zinc (FF-Zn) en clones de papa biofortificados. Se utilizaron cuatro clones con distintos niveles de Zn (alto, medio, bajo y uno alto en Fe y Zn) y la variedad comercial Yungay, cultivados en invernadero sobre suelo alcalino con CaCO₃. Se aplicaron dos tratamientos foliares (0 % y 0.10 % p/v de ZnSO₄·7H₂O) en diseño factorial (5A×2B) con parcelas divididas, cuatro repeticiones y cinco plantas por parcela. En la cosecha se evaluaron componentes de rendimiento y tubérculos para determinar micronutrientes. El análisis se realizó con modelo mixto, considerando genotipo, tratamiento e interacción como efectos fijos y error de parcela como aleatorio. Los resultados mostraron que para el rendimiento no existieron efectos significativos de la interacción genotipo × tratamiento (G×T), aunque sí diferencias altamente significativas entre genotipos. En contraste, la concentración de Zn en tubérculos presentó interacción G×T altamente significativa. El análisis de efectos simples reveló que los clones biofortificados respondieron positivamente a la FF-Zn, incrementando en promedio 43 % su concentración de Zn (rango 28 - 61 %), mientras que la variedad Yungay solo aumentó 6 %. En conclusión, los clones biofortificados responden mejor a la fertilización foliar con Zn que la variedad comercial, confirmando que la biofortificación agronómica y genética son estrategias sinérgicas para aumentar Zn en tubérculos.

Palabras clave

Micronutrientes; Solanum tuberosum

RESPUESTA DE LA APLICACIÓN COMBINADA DE ARCILLA BENTONITA Y MATERIA ORGÁNICA EN CEBOLLA (*Allium cepa* L.)

Bendezú-Diaz*, L.; Magallanes-Magallanes, J.; Solís-Rosas, L.; Quispe-Pineda, F.

Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, Perú.

*Autor para correspondencia: luis.bendezu@unica.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7244-8272>

Resumen

En el presente trabajo de investigación, realizado en el cultivo de cebolla blanca variedad Century en el sector de Santa Cruz - Pisco, se evaluó el efecto de aplicaciones combinadas de materia orgánica y arcilla bentonita con el objetivo de identificar la mejor combinación para mejorar el rendimiento y la calidad de bulbos destinados a la exportación. Se aplicaron ocho tratamientos que incluyeron guano de isla, gallinaza, compost y vermicompost (humus de lombriz), combinados con dos niveles de arcilla bentonita (10 y 15 t/ha), además de un testigo manejado por la empresa con gallinaza sola. El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar en arreglo factorial $4F \times 2B$. Se evaluaron variables como altura de planta, número y ancho de hojas, peso promedio de bulbos, diámetros ecuatorial y polar de bulbos, peso fresco de raíz y rendimiento total. Los resultados mostraron diferencias estadísticas significativas en el número de hojas por planta, peso promedio de bulbos, diámetros ecuatorial y polar, peso fresco de raíz y rendimiento total. El tratamiento 6, consistente en gallinaza a 30 t/ha, alcanzó el mayor rendimiento con 113 843 kg/ha, superando ampliamente a los demás tratamientos evaluados a nivel experimental.

Palabras clave

Vermicompost; compost; gallinaza

ANTOCIANINAS, NUTRIENTES, DENSIDAD ESTOMÁTICA Y RENDIMIENTO DE LECHUGA MORADA (*Lactuca sativa* L.) FERTILIZADA CON COMPOST DE TIERRA DECOLORANTE.

Cruz¹, D.; Muguruza¹, N.; Castañeda¹, E.; Romero¹, J.; Martínez¹, M.; Álvarez¹, C.; Cabanillas¹, J.; Osso¹, O.; Luperdi¹, F.; Quispe², P.; Bautista², M.; Reaño³, J.; Pesantes³, G.; Caira Mamani^{*4}, C.; Morales⁵, M.; Chiclla⁶, A.

1. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú.
2. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.
3. Universidad Nacional del Callao. Callao, Perú.
4. Universidad Nacional de Jaén. Jaén, Perú.
5. Universidad Nacional de Cañete. Cañete, Perú.
6. Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: Ccairamario7@gmail.com; ORCID: 0000-0001-5391-9035

Resumen

En Perú, el auge gastronómico ha impulsado la producción de aceites comestibles, generando un exceso de tierra blanqueada en las industrias oleaginosas. Este estudio evaluó la relación entre antocianinas, nutrientes, densidad estomática y rendimiento en lechuga morada (*Lactuca sativa* L.) fertilizada con compost elaborado a base de tierra blanqueada. Se aplicó un enfoque experimental utilizando un diseño de bloques completamente aleatorizados con tres bloques y cinco tratamientos: T1 (0), T2 (6), T3 (8), T4 (10) y T5 (12 t/ha). Las dosis se aplicaron 15 días después del trasplante. Se evaluaron variables agronómicas como longitud total, altura, peso y rendimiento comercial de la planta, así como diámetro. También se analizaron la concentración de nutrientes foliares (N, P, K, Ca, Mg, S, Mo, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Cl y Na), antocianinas, densidad estomática y rentabilidad. El tratamiento T5 mostró los mejores resultados: longitud de planta (32 cm), altura (27 cm), peso (200.27 g), rendimiento (23.57 t/ha) y diámetro (16.17 cm), con un aporte total de 255.1 kg/ha de nitrógeno. La densidad estomática fue de 118 estomas/mm² y la rentabilidad alcanzó el 129 %. Aunque la mayor concentración de antocianinas se observó en T2 (89.25 mg/100 g), T5 presentó una concentración adecuada (62.86 mg/100 g), asociada a mejor absorción de nutrientes y tolerancia al estrés.

Palabras clave

Dosis; nutrición; lechuga

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE (*Physalis peruviana* L.) BAJO FERTILIZACIÓN ORGANOMINERAL EN LAS CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE CHACHAPOYAS-AMAZONAS

Chavez-Jalk*¹, A.; Silva¹, G.; Santos¹, J.; Roman¹, A.; Medrano², S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Chachapoyas, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: tonyjalkc@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8406-0059>

Resumen

El estudio evaluó el efecto de distintos esquemas de fertilización en el cultivo de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) bajo condiciones altoandinas de Chachapoyas, Amazonas, partiendo de la premisa de que una nutrición equilibrada con insumos orgánicos y minerales puede superar el desempeño de manejos convencionales. El ensayo se condujo en un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos: orgánico, organomineral, químico y un testigo sin aplicación, considerando variables de crecimiento (altura de planta, número de ramas, índice de clorofila) y producción (número y peso de frutos, peso sin cáscara, grados Brix y dimensiones del fruto). Los análisis estadísticos confirmaron diferencias significativas entre tratamientos, las plantas con fertilización organomineral y química mostraron mayor vigor, ramificación y eficiencia fotosintética, mientras que en la fase productiva alcanzaron mayores rendimientos en cantidad y peso de frutos, con promedios cercanos a 7 g por unidad. Asimismo, estos manejos favorecieron un buen tamaño y forma del fruto, manteniendo estable el dulzor característico alrededor de 15° Brix. El tratamiento sin fertilización resultó claramente limitado en todas las variables observadas. En conjunto, los hallazgos evidencian que el manejo organomineral y el químico balanceado son alternativas viables para potenciar la productividad y asegurar frutos de buena calidad comercial, contribuyendo a un cultivo más competitivo en las condiciones altoandinas.

Palabras clave

Nutrición; bioinsumos; sostenibilidad; productividad; fotosíntesis

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE CEBOLLA AMARILLA (*Allium cepa* L.) CON DOS PROGRAMAS DE FERTIRRIEGO EN SUELO SALINO SÓDICO DE ICA, PERÚ

Alaluna-Gutierrez*¹, E.; Agüero-Aguilar², S.

1. MOLINOS & CIA. S.A. Lima, Perú.
2. Instituto de Biología del Suelo. Lima, Perú

Autor para correspondencia: edgardoag@molicom.com.pe

Resumen

La salinización del suelo agrícola constituye una de las principales amenazas para la seguridad alimentaria, debido a que deteriora la estructura del suelo y limita el desarrollo de los cultivos. En este contexto, se evaluó la producción y calidad de bulbos de cebolla amarilla (*Allium cepa* L.) variedad Century bajo la aplicación de dos programas de fertirriego en la campaña 2023, en el C.P. Las Antillas, Paracas (13°49'54" LS y 76°10'45" LO), a 71 m s.n.m. El suelo presentó textura arena franca, pH 7.82, conductividad eléctrica de 31.3 dS·m⁻¹, 0.52 % de materia orgánica, fósforo 26.5 ppm, potasio 421.2 ppm, carbonatos de calcio 9.26 %, PSI 52.59 % y CIC 6.96 meq.100g⁻¹. El agua de riego tuvo pH 7.99, CE 2.02 dS·m⁻¹, RAS 5.29 y B 0.56 ppm.

La parcela experimental abarcó una hectárea con densidad de siembra de 400 000 plantas ha⁻¹. Se aplicaron dos tratamientos: a) programa técnico (PT), con dosis balanceadas de N-P₂O₅-K₂O (120-75-140) más CaO y MgO, y b) Programa del productor (PP), con dosis elevadas de N-P₂O₅-K₂O (700-152-319). Se empleó un diseño con análisis de varianza (ANOVA).

Los resultados mostraron que la categoría colosal alcanzó rendimientos de 97.01 t ha⁻¹ con PT y 82.10 t ha⁻¹ con PP, mientras que la categoría jumbo registró 30.40 y 34.14 t ha⁻¹, respectivamente. El PT incrementó en 18.16 % la producción de bulbos colosales respecto al PP (p<0.05). La producción total (colosal + jumbo) con PT fue de 127.49 t ha⁻¹, un 9.68 % superior al PP, aunque sin diferencias estadísticas significativas. Se recomienda fortalecer programas de fertirriego técnicamente dirigidos para mejorar la rentabilidad de los agricultores en suelos salinos.

Palabras clave

Estrés hídrico; degradación de suelos; fertilizantes nitrogenados

RECUPERACIÓN APARENTE DE ZINC EN LA APLICACIÓN FOLIAR EN PAPA, EN LA MOLINA-PERÚ

Valencia*¹, M.; Zevallos¹, S.; Vega¹, R.; Salas², E.; Casas¹, A.; Guilherme³, L.; Gutierrez^{1,3}, P.

1. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
2. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.
3. Universidad Federal de Lavras. Lavras, Brasil.

*Autor para correspondencia: 20190104@lamolina.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3327-900X>

Resumen

La disponibilidad de zinc (Zn) para la planta está limitada por factores como la roca madre, meteorización, pH, materia orgánica y textura del suelo. El pH alcalino que caracteriza a los suelos de la costa peruana desencadena la deficiencia aparente de micronutrientes, como es el caso del Zn, reduciendo los rendimientos de los cultivos. Frente a ello, la fertilización foliar con Zn en el cultivo de papa representa una alternativa factible para incrementar la eficiencia de uso del fertilizante. El estudio se realizó en un campo experimental de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) en Lima, Perú, con el objetivo de evaluar la recuperación aparente de zinc aplicado foliarmente en los tubérculos de papa. Los tratamientos fueron distribuidos en bloques completamente al azar, con arreglo factorial 4 x 4, empleando 4 variedades de papa (Puka yawri, Kallpa yawri, Serranita y Yungay) y 4 dosis foliares de sulfato de zinc heptahidratado (0, 0.2, 0.4 y 0.8 % p/v) aplicadas en dos momentos durante la floración. En la cosecha se cuantificaron el peso fresco y seco de los tubérculos, se determinó su contenido de Zn y se calculó la recuperación aparente de Zn (RAZn). El contenido de Zn en el tubérculo varió entre 25.7 y 40.5 mg kg⁻¹; en promedio se obtuvieron 37.5 mg kg⁻¹ para Puka yawri, 31.9 mg kg⁻¹ para Kallpa yawri, 37.2 mg kg⁻¹ para Serranita y 27.2 mg kg⁻¹ para Yungay. La RAZn en los tubérculos de papa varió entre 0 y 9.5 %, destacando los tratamientos con una dosis foliar de 0.2 % p/v como los que mostraron la mayor recuperación del Zn aportado por el fertilizante, dado que a mayores dosis disminuye. La RAZn fue superior en Puka yawri (9.5 %), seguida por Serranita (1.9 %) y Yungay (2.0 %). Los datos obtenidos demuestran que la aplicación foliar con Zn permite que el tubérculo recupere hasta un 9.5 % del Zn aportado por el fertilizante, lo que representa una estrategia para incrementar la eficiencia de uso del fertilizante y optimizar los insumos en la producción de papa en suelos alcalinos.

Palabras clave

Deficiencia aparente; suelos alcalinos; eficiencia de fertilizantes

FERTILIZACIÓN CON SELENIO PARA BIOFORTIFICAR E INCREMENTAR LA RESILIENCIA EN CULTIVOS DE GRANOS BAJO DÉFICIT HÍDRICO EN BRASIL

Vega¹, R.; Canuto², L. C.; Silva², G. S. M.; Santos², F. R.; Correia², D. V. P.; Santos², M. D.; Lopes^{*2}, G.

1. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
2. Universidad Federal de Lavras. Lavras, Brazil.

*Autor para correspondencia: guilherme.lopes@ufla.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7898-798X>

Resumen

Los suelos brasileños se caracterizan por un bajo contenido de selenio (Se). En consecuencia, importantes granos para el consumo humano presentan bajas concentraciones de Se, lo que reduce la ingesta de este micronutriente. Además, la escasez de agua representa una amenaza constante para la productividad agrícola a nivel mundial. Este estudio tuvo como objetivo incrementar el contenido de Se en los granos (quinua, trigo y arroz) y comprender los mecanismos por los que el Se mejora la tolerancia de estos cultivos al déficit hídrico. Se aplicó Se al suelo bajo dos condiciones hídricas (riego y déficit hídrico) en dosis de 0.00, 0.125, 0.25, 0.50, 0.75, 1.0 y 2.0 mg kg⁻¹ para la quinua; 0.00, 0.25, 0.50, 1.00 y 2.00 mg kg⁻¹ para el trigo; y 0.00, 0.20, 0.40, 0.60 y 1.00 mg kg⁻¹ para el arroz. Al finalizar el déficit hídrico, se evaluaron el intercambio gaseoso, las actividades enzimáticas de SOD, CAT y APX, y las concentraciones de H₂O₂ y MDA en las hojas. En la cosecha, se cuantificaron el peso seco de los granos y parte aérea, así como el contenido de Se en los granos. El contenido de Se aumentó con el incremento de las dosis aplicadas, en las dos condiciones hídricas. El déficit hídrico redujo el intercambio gaseoso, pero este parámetro mejoró cuando se aplicó Se en dosis de hasta 1 mg kg⁻¹. Bajo déficit hídrico, la aplicación de Se incrementó la actividad de las enzimas antioxidantes y el peso seco de los granos y de la parte aérea, y redujo las concentraciones de H₂O₂ y MDA (en arroz y trigo). La biofortificación con Se constituye una estrategia prometedora, no solo incrementa la acumulación de Se en los granos, sino que también protege a las plantas frente al déficit hídrico al aumentar la actividad de las enzimas antioxidantes.

Palabras clave

Biofortificación con seguridad alimentaria; estrés hídrico; intercambio gaseoso; enzimas antioxidantes

DEGRADACIÓN DE FERTILIDAD DEL SUELO EN LA COSTA ÁRIDA DEL PERÚ: MODELAMIENTO ESPACIAL DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE MOQUEGUA

Mejía*¹, S.; Quispe¹, K.; Mercado¹, R.; Purga¹, R.; Copa², S.; Layme², S.; Carbajal¹, C.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Moquegua, Perú.

*Autor para correspondencia: sharon.mejia.m29@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4385-9566>.

Resumen

La evaluación de la fertilidad del suelo es crucial para la agricultura sostenible en regiones áridas. Este estudio presenta la primera zonificación edáfica del departamento de Moquegua (Perú), basada en 2053 muestras de suelo georreferenciadas. Se construyó un índice de fertilidad del suelo ponderado (SFI_w) mediante la normalización de indicadores clave (CEC, densidad aparente, EC, materia orgánica, K, arcilla y limo), asignando pesos derivados de un análisis de componentes principales. El análisis de correlación reveló asociaciones significativas entre la salud vegetal (NDVI) y atributos edáficos. Los modelos de aprendizaje automático con *Random Forest* mostraron un desempeño robusto ($R^2 = 0.4862$; RMSE = 0.0427; MAE = 0.0322), estimando que sólo el 6.3 % de la superficie agrícola presenta fertilidad alta, el 71 % presenta fertilidad moderada, y el 22.7 % fertilidad baja. Además, el 87.5 % de los suelos cultivados con olivo, el 34.3 % con alfalfa y el 21.1 % con palto presentan baja fertilidad, caracterizados por salinidad, compactación y bajo contenido de materia orgánica. Este manejo subóptimo compromete la productividad agrícola y acelera la degradación del suelo. Los mapas de zonificación generados permiten identificar zonas críticas y priorizar estrategias de manejo diferenciado según cultivo y condición edáfica. En conjunto, nuestro estudio aporta la primera evidencia cuantitativa regional y una herramienta de ciencia de datos para optimizar la planificación agrícola, orientar la rehabilitación de suelos degradados y promover la sostenibilidad productiva en los agroecosistemas áridos.

Palabras clave

Zonificación edáfica; fertilidad; geoestadística

VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE CAÑA DE AZÚCAR COMO BIOINSUMO PARA EL CULTIVO SOSTENIBLE DE *Cucurbita moschata* EN PERÚ

Palomino, M.; Salazar-Coronel, W.; Paredes, J.C.; Rivas*, J.; Calero, E.; Aldava, U.; Solórzano, R.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: johanasleyrivas@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0009-0001-2154-7246>

Resumen

La valorización de residuos agroindustriales es una estrategia clave para promover la sostenibilidad de los sistemas hortícolas en regiones áridas. Este estudio evaluó el potencial del compost derivado de residuos de caña de azúcar como alternativa ecológica a la fertilización mineral en el cultivo de *Cucurbita moschata* (Loche), hortaliza de gran valor cultural y económico en la costa norte del Perú. Se compararon cuatro tratamientos: fertilización mineral convencional (T1), compost de residuos de caña enriquecido con microorganismos eficientes (T2), compost de residuos de caña con enzimas (T3) y guano de islas (T4). Se evaluaron indicadores fisiológicos (vitalidad, elongación, número de brotes e índice SPAD) y productivos (número, longitud, diámetro y °Brix de los frutos) bajo condiciones de clima seco. Los resultados mostraron diferencias significativas en el índice SPAD a los 107 días, con valores más altos en T1 (51.39 ± 5.4). Aunque no se registraron diferencias estadísticas en el rendimiento, T2 presentó un desarrollo vegetativo comparable al de la fertilización mineral, con tendencia favorable en la longitud de las plantas. No se observaron variaciones relevantes en número ni calidad de frutos, lo que indica que los abonos orgánicos evaluados no afectan negativamente la productividad. Estos hallazgos respaldan la utilización de residuos de caña de azúcar como bioinsumo agrícola, reduciendo la dependencia de fertilizantes sintéticos y constituyendo el primer reporte de su aplicación en este cultivo. Su incorporación fortalece prácticas agroecológicas locales, impulsa la economía circular y contribuye a la sostenibilidad agrícola en zonas vulnerables a la degradación del suelo.

Palabras clave

Compost; microorganismos eficientes

EFFECTO DE EXTRACTOS NATURALES COMO BIOESTIMULANTES EN LA BROTAÇÃO Y ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE *Acalypha wilkesiana* EN PIURA

Morocho*^{1,2}, H.; Cuipal¹, C.; Montero¹, S.; Reforme¹, F.; Neyra¹, G.; Carrión¹, F.; Morales¹, A.

1. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Piura, Perú.

*Autor para correspondencia: morochoromerohenryhoseph@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1520-2372>

Resumen

Acalypha wilkesiana es una especie ornamental de alto valor en floricultura por su adaptabilidad y atractivo follaje. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de extractos naturales en la brotación y enraizamiento de esquejes de *A. wilkesiana*. Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y siete repeticiones: T0 (control, agua destilada), T1 (*Aloe vera*), T2 (miel de abeja) y T3 (*Linum usitatissimum*). Los esquejes se sumergieron en los extractos durante una hora y se establecieron en bolsas de polietileno, evaluándose a los 28 y 60 días después de la plantación (DDP). Las variables de brotación incluyeron diámetro (DB) y longitud de brote (LB), número de hojas (NH), número de nudos (NN), peso fresco (PFB) y seco de brote (PSB). Los parámetros de enraizamiento fueron diámetro (DR) y longitud de raíz (LR), peso fresco (PFR) y seco de raíz (PSR). En brotación, la LB presentó diferencias significativas, destacando T3 con $11,43 \pm 0,91$ cm a los 28 DDP y $19,05 \pm 1,51$ cm a los 60 DDP. En enraizamiento, LR, DR, PFR y PSR mostraron diferencias estadísticas, con T3 obteniendo los mayores valores de LR, PFR y PSR en ambas evaluaciones, mientras que T2 registró el mayor DR en ambos periodos. Estos resultados confirman que los extractos naturales, en especial el de *L. usitatissimum*, actúan como bioestimulantes efectivos, potenciando la propagación vegetativa de *A. wilkesiana* mediante la mejora simultánea de parámetros de brotación y enraizamiento.

Palabras clave

Aloe vera; miel de abeja; *Linum usitatissimum*

EFFECTO DE BIOESTIMULANTES NATURALES EN LA GERMINACIÓN Y DESARROLLO INICIAL DE GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) EN PIURA, PERÚ

Morocho*^{1,2}, H.; Valencia¹, A.; Mendoza¹, R.; Infante¹, A.; López¹, A.; Morales¹, A.

1. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Piura, Perú.

*Autor para correspondencia: morochoromerohenryhoseph@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1520-2372>

Resumen

La germinación y el desarrollo inicial de plántulas constituyen etapas críticas para la productividad del girasol (*Helianthus annuus* L.). El presente estudio evaluó el efecto de distintos bioestimulantes sobre estos procesos, empleando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4×2×2 y cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron: tipo de bioestimulante (Aloe vera “AV”, ácido acetilsalicílico “AA”, agua de coco “AC” y *Linum usitatissimum* “LU”), dosis (25 y 50 % para AV, AC y LU; 250 y 500 ppm para AA) y tiempo de imbibición (6 y 12 h), además de dos testigos con agua destilada (6 y 12 h), totalizando 18 tratamientos. Las evaluaciones se desarrollaron en dos fases: *in vitro*, donde se determinó la imbibición de semillas (IS), velocidad de germinación (VG) y porcentaje de germinación (PG); y vivero, donde se midió altura de planta (AP), longitud radicular (LR), peso de parte aérea (PA), peso de raíz (PR) y peso seco (PS). Los resultados mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos en ambas fases. En la fase *in vitro*, AA-500ppm-12h presentó la mayor IS (1.19) y PG (90 %), mientras que AA-25%-12h destacó en VG (4.44 semillas). En la fase de vivero, AV-25%-12h y AV-50%-12h mostraron las mayores AP, LR (2.88 cm) y PA (0.63 g). Para PR y PS, AA-250ppm-12h fue superior con 0.088 g y 0.058 g, respectivamente. Estos resultados confirman que la aplicación de bioestimulantes, particularmente AV y AA en dosis y tiempos específicos, optimiza la germinación y promueve el desarrollo inicial de plántulas de girasol.

Palabras clave

Aloe vera; *Linum usitatissimum*; ácido acetilsalicílico



Fotografía: EEA San Ramón





Fotografía: Cecilia Alvarado Vega



· Sede Pucallpa ·
2025

Eje temático 4

Génesis, clasificación y geografía del suelo





Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga

Especialidad: Conservación y remediación de suelos

Perfil profesional

Ingeniero Zootecnista por la Universidad Nacional Agraria de la Selva - UNAS, Magister Scientiae con mención en Suelos por la Universidad Nacional Agraria la Molina y Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible por la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, Perú. Dedicado por casi 35 años a la investigación científica y docencia universitaria en diversas instituciones públicas como el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, del cual llegó a ser su gerente y miembro del Directorio. Actualmente, es investigador RENACYT Nivel V. Cuenta con publicaciones de artículos científicos en revistas indexadas y textos de su especialidad. Además, se desempeña como docente principal de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) en las áreas de edafología, geología, fertilidad de suelos, suelos forestales, manejo y conservación de suelos, contaminación y remediación de suelos, sistemas agroforestales, recuperación de suelos degradados, entre otros. En la UNU se ha desempeñado como director general de investigación, decano de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, director de la Oficina de Cooperación Técnica, director de la Escuela de Posgrado, rector y actual vicerrector de Investigación.

Ponencia magistral

CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE ALGUNOS SUELOS AMAZÓNICOS DEGRADADOS Y NO DEGRADADOS CON RELACIÓN A LA FISIOGRAFÍA UCAYALI, PERÚ

El presente estudio se realizó en la Provincia de Padre Abad que comprende los distritos de Neshuya, Von Humboldt, Irazola, Curimaná y Padre Abad, del Departamento de Ucayali – Perú, con la finalidad de determinar la morfología, las características físicas y químicas de los suelos degradados y no degradados (bosques primarios) con relación a las unidades fisiográficas predominantes de esta zona.

La metodología empleada comprendió tres fases: de gabinete, de campo y de laboratorio. Los factores más importantes que influyeron en la formación de los suelos fueron el clima, la vegetación y el relieve. Climáticamente, la zona presenta el régimen de temperatura isohyperthermic y el de humedad udic, según Soil Taxonomy (USDA-NRCS, 2010). Se han identificado once unidades fisiográficas que predominan en la provincia: terraza alta moderadamente disectada Ta-md-d, terraza alta de drenaje imperfecto a pobre Ta-w-i-p, lomada Lm, colina baja moderadamente disectada Cb-md-d, colina baja fuertemente disectada Cb-f-d, colina alta moderadamente disectada Ca-md-d, ladera de montaña fuertemente empinada LM-f-e, montaña baja moderadamente empinada Mb-md-e, montaña baja empinada Mb-e, montaña baja muy empinada Mb-my-e y montaña alta muy empinada Ma-my-e.

Morfológicamente se han encontrado perfiles tipo A/C; perfiles tipo A/B/C y perfiles de suelo tipo O/A/B/C; la clase textural predominante tanto en suelos degradados como en suelos con bosques primarios es Franco (Fr), seguido de la clase textural Franco Arenoso (Fr.Ao) y Franco Arcilloso (Fr.Ar); los suelos degradados presentan una alta densidad aparente independientemente de su clase textural con valores que están entre 1.47 y 1.60 g/cm³; en tanto que en los suelos con bosques primarios se ha encontrado bajos valores de densidad aparente que varían entre 1.22 a 1.34 g/cm³. Estos resultados nos permiten afirmar que los suelos degradados están compactados. El porcentaje de porosidad es marcadamente superior en suelos con bosques primarios variando entre 49.1 y 54.0%, valores que permiten una buena circulación del agua y el aire; mientras que, en los suelos degradados por su estado de compactación, la porosidad total es baja con porcentajes entre 39.6 y 46.4%. Se ha encontrado una alta relación, inversamente proporcional ($R^2 = 1$), entre la densidad aparente y el porcentaje de porosidad; es decir a mayor densidad aparente menor porosidad. La conductividad hidráulica es significativamente superior en los suelos de bosques primarios con porcentajes entre 6.7 y 100.46 mm/hora, mientras que en los suelos degradados los valores solo están entre 0.81 y 17.83%. Se ha encontrado una alta relación inversa entre el contenido de arcilla y la conductividad hidráulica ($R^2 = 0.7868$), es decir, que a mayor contenido de arcilla menor conductividad. Para el caso de la relación entre el contenido de arena y la conductividad hidráulica también se ha encontrado una relación directa significativa ($R^2 = 0.4967$), es decir, que a mayor arena mayor conductividad.

Los suelos de bosques primarios (no degradados) poseen el horizonte O, su característica más distintiva, donde se encuentran altos contenidos de materia orgánica entre 8.78 y 14.78 %, en distintos grados de descomposición y constituye la principal fuente de nutrientes mediante el proceso de la recirculación de nutrientes. El contenido de materia orgánica en el suelo mineral, es decir, en el horizonte Ap de los suelos degradados y el horizonte A de los suelos con bosques primarios, no muestra diferencias en todas las unidades fisiográficas. En los suelos degradados el contenido varía de 2.6 a 3.62 % y en los suelos con bosques primarios varía entre 1.95 y 3.47 %, el pH está predominantemente entre extremadamente ácido y muy fuertemente ácido, con valores entre 4.16 y 4.85. En los suelos de bosques primarios los valores de pH son significativamente superiores, predominando los de reacción fuertemente ácida y ligeramente ácida, con valores que fluctúan entre 5.01 y 6.3. Se ha encontrado una alta relación inversa entre el pH del suelo y el porcentaje de saturación de aluminio (PSAI) con $R^2= 0.9089$, es decir, a menores valores de pH mayor saturación de aluminio. Así mismo, existe una relación directa significativa ($R^2= 0.5238$) entre el pH del suelo y el porcentaje de saturación de bases (PSB), es decir, a mayor pH mayor saturación de bases. El contenido de fósforo aprovechable en casi todos los suelos degradados y aquellos de bosques primarios es de nivel bajo y muy bajo, con valores entre 0.31 y 6.34 mg/kg y de 1.14 a 8.25 mg/kg, respectivamente. Se ha encontrado una alta relación directa entre el pH y el contenido de fósforo con un $R^2= 0.6557$, es decir, que conforme el pH aumenta también la disponibilidad del fósforo aprovechable. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es bastante variable tanto en suelos degradados como en suelos de bosques, sin embargo, se ha encontrado que en la mayoría de los suelos de bosques primarios la CIC es mayor, con valores entre 12.12 y 17.63 cmol(+)/kg de suelo. En ambos casos, también se encontraron suelos con CIC extremadamente baja, con valores entre 1.51 y 2.81 cmol(+)/kg de suelo.

CARACTERIZACIÓN DE LA PEDODIVERSIDAD DE LOS SUELOS DE LA CUENCA DEL RÍO CAÑETE, PERÚ

Oscoco*, C. ; Valer, M. ; Mestanza, C.

Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: oscocoospinozac@gmail.com / 20180959@lamolina.edu.pe;

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2413-6352>

Resumen

La cuenca del río Cañete, ubicada en la región Lima, es una de las zonas agropecuarias más productivas del país y clave para el abastecimiento alimentario nacional. Sin embargo, la expansión agrícola y urbana ejerce presión creciente sobre los recursos edáficos, comprometiendo su sostenibilidad. Ante ello, este estudio tuvo como objetivo caracterizar la pedodiversidad de la cuenca mediante un enfoque cuantitativo. Se analizaron 125 perfiles edáficos con 255 horizontes registrados en el inventario de la ONERN (1970). La metodología incluyó la estandarización de profundidades (0-15, 15-30, 30-50, 50-75 y 75-100 cm) y el uso de técnicas multivariadas, aplicando una matriz de disimilitud y el algoritmo de agrupamiento k-medias. Los resultados evidenciaron cuatro clases taxonómicas principales: C1 (70.4 % de los perfiles), C3 (17.6 %), C2 (9.6 %) y C4 (2.4 %). Los índices de diversidad confirmaron estos patrones. El índice de Simpson (0.98) señaló alta dominancia de una clase, mientras que el índice de Shannon (4.69) reflejó una diversidad general considerable. Estos hallazgos muestran que, pese a la heterogeneidad edáfica, predomina un tipo de suelo específico. La caracterización obtenida es fundamental para implementar estrategias de manejo diferenciado que optimicen el uso agrícola, favorezcan la conservación del recurso suelo y contribuyan a la seguridad alimentaria de la cuenca. Además, proporciona una base científica para la gestión territorial y la planificación agropecuaria sostenible, orientando políticas que consideren la diversidad edáfica como un factor esencial en la productividad y sostenibilidad del valle de Cañete.

Palabras clave

Pedodiversidad; índice Simpson-Shannon

MAPEO DIGITAL DE PH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN SUELOS DE ECOSISTEMAS ANDINOS USANDO APRENDIZAJE AUTOMÁTICO POR CONJUNTOS

Carbajal*¹, C.; Barja², A.; Pizarro¹, S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú

*Autor para correspondencia: cmcarbajal@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1638-8076>

Resumen

El pH y la Conductividad Eléctrica (CE) del suelo son propiedades vitales en la agricultura por la influencia en los nutrientes y microorganismos, pero la investigación es limitada en los Andes. El estudio desarrolló un método de aprendizaje por conjuntos con el objetivo de predecir el pH y la CE del suelo en agroecosistemas andinos, utilizando predictores ambientales. Aplicando el aprendizaje por conjuntos ponderados, se combinaron algoritmos de aprendizaje automático como SVM, ANN, RF y XGBoost. La precisión predictiva, fue determinada por R^2 a partir de la validación cruzada espacial, asignando los pesos del modelo en el conjunto ponderado. La elevación fue el predictor más importante en los modelos de aprendizaje automático para ambos parámetros. Los modelos de conjunto mostraron una ventaja significativa frente a los individuales, alcanzando un R^2 superior a 0.93 y disminuyendo el RMSE en alrededor del 72 %. Los mejores modelos independientes fueron RF y XGBoost para pH, y SVM para CE. Las ANN fueron las menos exitosas. El análisis de incertidumbre reveló una alta confianza en las predicciones de pH, pero una incertidumbre moderada a alta en las predicciones de CE. Se demostró que los modelos de conjunto con ponderaciones pueden mapear con precisión las propiedades del suelo como el pH, mientras que las predicciones de CE con menor certeza son útiles para identificar áreas para muestreo e investigación adicional.

Palabras clave

Mapeo digital de suelos; modelos de predicción; propiedades de suelo

EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE FERTILIDAD DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LA SIERRA DEL PERÚ

García*¹, E.; Ccopi¹, D.; Azabache ², A.; Requena¹, E.; Pizarro¹, S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Junín, Perú.
2. Universidad Nacional del Centro del Perú. Junín, Perú.

*Autor para correspondencia: garciaseguiljanina@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7777-7754>

Resumen

El estudio de la variabilidad de fertilidad de los suelos es esencial para la toma de decisiones en el manejo del maíz (*Zea mays*), cultivo de relevancia socioeconómica y alimentaria en el Valle del Mantaro. El objetivo fue caracterizar la variabilidad espacial de las propiedades de fertilidad del suelo en el distrito de Huayucachi. En un área de 776.605 ha se realizó un muestreo de 100 muestras compuestas, distribuidas en una grilla regular y georreferenciadas mediante una aplicación SIG móvil. Las muestras, tomadas a 30 cm de profundidad, fueron analizadas para materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), pH, conductividad eléctrica (CE), fósforo (P) y potasio (K) disponibles, textura, carbonato de calcio (CaCO₃) y capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICe). Los mapas de distribución espacial se elaboraron mediante *krigeado* ordinario en RStudio. En promedio, los suelos presentaron CaCO₃ de 10.04 %, CE <1 dS/m, P de 17.56 ppm, K de 179.85 ppm, pH de 7.75, CICe de 26.6 cmol/kg, MO de 3.75 % y Nt de 0.19 %, con textura dominante franca. La clasificación de fertilidad indicó 584.75 ha con alta fertilidad, 170.51 ha con fertilidad media y 21.35 ha con fertilidad baja. Las áreas de alta fertilidad se caracterizaron por mayores niveles de CaCO₃, CICe, P disponible, textura favorable y pH óptimo; las de fertilidad media, por contenidos moderados de MO y Nt; y las de baja fertilidad, por mayor CE y niveles limitantes de K. Estos resultados constituyen una herramienta técnica para optimizar el manejo nutricional del maíz en la zona de estudio.

Palabras clave

Mapeo del suelo; análisis espacial; cultivos alimenticios

MAPEO DE LA SALINIDAD DEL SUELO EN ZONAS AGRÍCOLAS DEL VALLE CHANCAY - HUARAL

Mattos*¹, C.; Mestanza², C.; Samaniego¹, T.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú

*Autor para correspondencia: E-mail: carlos96mt@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6084-5277>

Resumen

La gestión de suelos agrícolas requiere nuevas herramientas y datos actualizados para identificar problemas como la salinidad, clave en zonas áridas como el valle Chancay-Huaral, ya que estas condiciones climáticas aceleran la acumulación de sales. Investigaciones previas en el área de estudio, han reportado la presencia de suelos salinos. Frente a esta problemática, el presente estudio busca explorar las características espaciales de los suelos salinos de las zonas agrícolas del valle Chancay-Huaral, mapeando la distribución espacial de la salinidad. El área de estudio fue delimitada a partir de un análisis del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), aplicando un umbral > 0.2 . Se recolectaron 174 muestras de suelo y fueron analizadas en el laboratorio LABSAF-INIA-Huaral, evaluando conductividad eléctrica (CE), pH y sodio intercambiable. Usando la geoestadística, se ajustaron variogramas que revelaron lo siguiente: El variograma de la CE muestra una fuerte estructura espacial (dependencia espacial “*Strong*” con una relación *nugget / sill* = 17.86 %). Además, el alcance (*range*) es de 27,150 metros lo cual indica que estos patrones son detectables a escala de toda el área de estudio. Por otro lado, el pH presentó una dependencia espacial moderada (*nugget / sill* = 67 %), con alcance de solo 3.8 km y una baja variabilidad global (*sill* = 0.35), confirmando que el pH es más estable en el espacio. La CE no se distribuye al azar sino en patrones agregados, demostrando que depende de factores a escala de valle. El mapa de *kriging* reveló zonas críticas (>4 dS/m) delimitando zonas con suelo moderadamente salino, ligeramente salino y no salino.

Palabras clave

Distribución espacial; geoestadística; conservación de suelos

DESARROLLO DE LA BIBLIOTECA FÍSICA Y ESPECTRAL DE SUELOS PARA LA SIERRA Y SELVA CENTRAL DEL PERÚ

Flores*¹, I.; Ccopi¹, D.; Requena¹, E.; Barboza², E.; Loayza³, H.; Pizarro^{1,2}, S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huancayo, Perú.
2. Centro de Investigación en Geomática Ambiental. Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Amazonas, Perú.
3. International Potato Center. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: floresitala@gmail.com / iflores@inia.gob.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0999-3531>

Resumen

Se presentan avances del desarrollo de una biblioteca física y espectral de suelos para la región Central del Perú, conformada por 4 000 muestras colectadas en los departamentos de Huánuco, Junín, Pasco y Huancavelica. De ellas, 1 400 corresponden a la Amazonía, principalmente de áreas con cultivos tropicales y frutales, mientras que 2 600 provienen de la sierra, asociadas a cultivos andinos y de valle. Actualmente, 420 de estas muestras cuentan con mediciones espectrales en el rango visible e infrarrojo cercano (VIS-NIR), lo que permite modelar propiedades fisicoquímicas en base a firmas espectrales, cuya ventaja radica en la rapidez de análisis, no destructivo y multiparamétrico. Para cada muestra se implementó un sistema de codificación mediante códigos QR que integra las coordenadas geográficas compatibles con *Google Maps* y los resultados analíticos; asimismo, se validó protocolos para el muestreo, análisis espectral y conservación de las muestras. Este repositorio constituye una referencia para la investigación edáfica en estudios a largo plazo, permitiendo comparaciones temporales y espaciales de propiedades del suelo, facilita el desarrollo de modelos espectrales, respalda el monitoreo de la calidad edáfica y contribuye a la generación de mapas temáticos. La integración de muestras físicas con datos espectrales amplía el potencial para investigaciones interdisciplinarias, fortaleciendo capacidades en gestión sostenible del territorio, agricultura de precisión y adaptación al cambio climático, con impacto directo en la planificación agrícola. Esta biblioteca de suelos será la primera en el país, con la finalidad de ser miembros de *Latin American Soil Laboratory Network*.

Palabras clave

Análisis de suelo; espectroscopía VIS-NIR; andes centrales; amazonía

ELABORACIÓN DE MONOLITOS Y SU CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA EN EL VALLE DE CHANCHAMAYO

Sánchez-Escalante*¹, J. A.; Sánchez-Escalante², J. J.; Ascencio-Moron³, J. B.; Grandez-Chuquiyaui³, J. R.; Lama-Isminio⁴, D. A.

1. Universidad Nacional Daniel Alcides. Carrión. Junín, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
3. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú.
4. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Amazonas, Perú.

*Autor para correspondencia: jasescalante123@hotmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6246-8756>

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo elaborar monolitos de perfiles de suelos representativos y determinar su clasificación taxonómica en el valle de Chanchamayo, una zona de vital importancia agrícola en la selva central del Perú. Se seleccionaron perfiles de suelo en diferentes unidades fisiográficas, considerando el material parental y el uso de la tierra. La elaboración de los monolitos se realizó mediante la técnica de caja con laca pegamento, asegurando la preservación de la estructura y horizontes originales. Se realizó una descripción morfológica detallada en campo y se recolectaron muestras por horizonte y/o capas para su análisis fisicoquímico en laboratorio, determinando (textura, pH, CE, CaCO₃, materia orgánica, N, O, K, CIC y % sat. de bases). La clasificación taxonómica se llevó a cabo utilizando el sistema *Soil Taxonomy* del USDA. Como resultado, se obtuvieron 3 monolitos de alta calidad que evidencian la pedogénesis local. Se identificaron suelos pertenecientes a los órdenes en Perené (Alfisol) Ap/AB/Bt/BC/C, Pichanaki (Inceptisol) A/AB/Bw/BC/C, La Merced (Entisol) Ap/AC/C1/C2, clasificados hasta el nivel de subgrupo como *Typic Hapludalf*, *Typic Dystrudepst* y *Typic Udifluvents*. Los resultados demuestran una clara relación entre la posición en el paisaje y el grado de evolución del suelo. Se concluye que la elaboración de monolitos es una herramienta didáctica y de registro invaluable para visibilizar la diversidad edáfica del valle, y su correcta clasificación taxonómica es fundamental para orientar prácticas de manejo sostenible y la transferencia de conocimiento en la región.

Palabras clave

Entisols; Alfisols; Inceptisols

DISTRIBUCIÓN DE SUELOS A TRAVÉS DE UNA TOPOLITOSECUENCIA DE ROCAS SEDIMENTARIAS EN LA PROVINCIA DE LEONCIO PRADO, HUÁNUCO

Mezarino-Rengifo*¹, B. P.; Lama-Isminio², D. A.; Lama-Isminio², P.; Muñoz-Lino³, M. J.

1. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú.
2. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Amazonas, Perú.
3. Universidad Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil.

*Autor de correspondencia: bherly.mezarino@unas.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2159-8521>

Resumen

Poco se sabe sobre la diferenciación pedogenética de la provincia de Leoncio Prado, cuando son comparados materiales parentales de diferente composición. El propósito de esta investigación fue analizar las propiedades de los suelos a través de una topolitosecuencia de rocas sedimentarias en la provincia de Leoncio Prado, Huánuco. Ante ello, se realizó la caracterización morfológica de 4 perfiles de suelos, complementada con los análisis químico y granulometría. Los resultados indican que estos suelos están fuertemente influenciados por el material parental y posición topográfica, el cual se ve reflejado por el color y condiciones de drenaje. La textura de esos suelos es arcillosa, con valores de pH de extremadamente ácido a neutro, en donde los niveles más altos de Ca^{2+} con una saturación por bases > 50 % fue reportado en el suelo que contiene la presencia de calizas dentro de su composición. Así mismo, suelos originados a partir de arenisca presentan niveles bajos de cationes cambiables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ y Na^+) con valores altos de Al^{3+} , implicando en una saturación por bases < 50 % y una CIC de arcilla < 24 cmolc kg⁻¹ indicando el predominio de arcillas tipo 1:1 como la caolinita. Estos suelos fueron clasificados de acuerdo con la WRB como *Cambisols* y *Gleysols*.

Palabras clave

Material parental; pedogénesis; clasificación de suelos

CHERNOZEMS EN AMBIENTE DE BOSQUE SECO TROPICAL DE LA PROVINCIA DE SAN MARTÍN, PERÚ

Bruno-Ruiz¹, E. L.; Lama-Isminio^{*2}, D. A.; Lama-Isminio², P.; Muñoz-Lino³, M. J.; Mezarino-Rengifo⁴, B. P.

1. Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas. Loreto, Perú
2. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Amazonas, Perú.
3. Universidad Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil
4. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Huánuco, Perú.

*Autor de correspondencia: demetrio.lama@untrm.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1585-1081>

Resumen

Los *Chernozems*, caracterizados por su alta fertilidad, tienen una importancia económica y una estratégica clave en el contexto de la seguridad alimentaria. Además del cambio climático, estos suelos vienen siendo también amenazados por la actividad antrópica, ocasionado por los cultivos a largo plazo y/o expansión de las áreas urbanas. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la génesis de los *Chernozems* dentro de un Bosque Seco Tropical en la Provincia de San Martín. Para ello, se efectuó la caracterización morfológica *in situ* de dos perfiles de suelo, complementada con análisis físico y químico. Los resultados indican que estos suelos varían de textura arcillosa a franco arcillo arenoso, con valores de pH que van desde moderado a fuertemente alcalino, con presencia de carbonatos en forma de manchas y nódulos blandos a duros de color blanco (propiedades protocálcicas), que reaccionan a la adición de HCl al 10 %, con niveles altos de Ca^{2+} , implicando en una saturación por bases $> 80 \%$ en todo el perfil. El horizonte superficial de estos suelos se caracteriza por presentar una coloración oscura de espesura de 20 a 35 cm, bien estructurado y actividad de fauna alta evidenciado por la presencia de canales y lombriz de tierra. Estas características probablemente sean favorecidas por las condiciones climáticas del lugar, en donde la tasa de evapotranspiración es mayor a la precipitación, creando un régimen climático subhúmedo, favoreciendo procesos pedogenéticos como la melanización y calcificación, influyendo en la formación de los *Chernozems*.

Palabras clave

Carbonatos; propiedades protocálcicas; pedogénesis



Fotografía: Veronica Condori Huaman



Fotografía: Yashira Steffani Oliva Alvarez



· Sede Pucallpa ·
2025

Eje temático 5

Recuperación de suelos degradados





Dr. Guilherme Lopez

Especialidad: Biofortificación agronómica

Perfil profesional

Ingeniero Agrónomo, M. Sc. y D. Sc. Licenciado en Ciencias del Suelo en UFLA (Universidad Federal de Lavras, MG, Brasil). Entre 2012 y 2013, fue visiting scholar en el Environmental Soil Chemistry Group en la Universidad de Delaware, DE, Estados Unidos, donde llevó a cabo investigaciones que involucran la especiación de metales (por ejemplo, Zn, Cd y Pb) para comprender la movilidad/disponibilidad de metales en los suelos.

Desde 2014, es profesor en el Departamento de Ciencias del Suelo, UFLA, donde imparte docencia en fertilidad del suelo y temas relacionados con la química ambiental del suelo. En el campo de la investigación, ha trabajado en las áreas de fertilidad del suelo, química del suelo y química ambiental del suelo.

Ha liderado 12 proyectos de investigación y dos de extensión. Es miembro del consejo editorial de la revista "Fronteras en la Ciencia del Suelo" desde 2021 y revisor en más de 17 revistas científicas. En 2023, recibió el Premio Alfredo Scheid Lopes como el trabajo más relevante del IV Simposio de Ciencia del Suelo (NECS/GENP). Cuenta con 56 artículos en revistas científicas, ocho capítulos de libros, y más de 100 trabajos en congresos. Es coinventor de una patente registrada en 2019 sobre tratamiento y reutilización de aguas residuales.

Ponencia magistral

CALIDAD DEL SUELO Y RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS: ESTUDIO DE CASO EN SUELOS AFECTADOS POR ACTIVIDADES DE MINERÍA EN MINAS GERAIS, BRASIL

La presentación abordará inicialmente el tema de la calidad del suelo, presentando algunos indicadores químicos, físicos y biológicos. Existe una relación entre la calidad del suelo y la calidad del agua/aire. En este contexto, un área degradada por actividades mineras, por ejemplo, puede tener una calidad de suelo reducida, lo que consecuentemente afecta la calidad del medio ambiente. Existen diferentes técnicas para la recuperación de áreas degradadas/contaminadas, por ejemplo, por elementos potencialmente tóxicos (PTE). Una técnica de bajo costo que puede ser efectiva es la fitorremediación, utilizando plantas que pueden crecer en estos ambientes contaminados. El uso combinado de enmiendas de suelo puede ser una alternativa interesante para reducir la movilidad y disponibilidad del contaminante en el sistema suelo. Ejemplos de enmiendas de suelo que se pueden utilizar son la piedra caliza, el silicato, el biocarbón y los materiales ricos en óxido, como el lodo rojo (un subproducto de la industria del aluminio). El uso de enmiendas de suelo combinado con la fitorremediación es importante y puede ayudar a reducir la movilidad y la disponibilidad de contaminantes, promoviendo un mayor crecimiento vegetal y, en consecuencia, una mejor calidad del suelo. Por lo tanto, el uso de enmiendas de suelo puede reducir los problemas de fitotoxicidad y contaminación de la cadena alimentaria. Por lo tanto, en cualquier estudio dirigido a remediar/recuperar suelos degradados por actividades mineras y de fundición, un primer paso muy importante es la caracterización detallada del suelo/residuo (además de estudiar el agente mejorador, cuando se utiliza). En este contexto, la presentación abordará estudios de caso de investigaciones realizadas en áreas de minería de zinc (Zn) y oro (Au) en Minas Gerais, Brasil. En el área de minería de oro, donde hay arsénico, se abordarán estudios de fitorremediación utilizando lodo rojo como agente mitigante. En el área de minería de Zn, los estudios tuvieron como objetivo evaluar la movilidad del Zn y otros elementos que ocurren simultáneamente en estas áreas (por ejemplo, Cu, Cd y Pb). Las caracterizaciones mediante extracciones secuenciales y estudios de desorción mostraron que estos PTE presentaron mayor movilidad y disponibilidad en el área de fundición, en comparación con el área minera. Posteriormente, y mediante análisis espectroscópicos basados en radiación sincrotrón (especiación química mediante la técnica de absorción de rayos X - XAS), fue posible comprobar la menor disponibilidad de Zn en el área minera en comparación con el área de fundición, lo que explicó los resultados encontrados en los estudios de desorción. Finalmente, cuando la remediación es necesaria, el uso de mejoradores combinado con el crecimiento vegetal (fitorremediación) se ha considerado una técnica interesante y de bajo costo para restaurar ambientes degradados. Este uso de mejoradores en áreas contaminadas, además de ayudar a reducir la disponibilidad/movilidad de contaminantes, promueve el crecimiento vegetal, aportando más materia orgánica al suelo y restaurando (al menos parcialmente) su calidad y funcionalidad.



Blgo. Jorge Carlos Watanabe Sato

Especialidad: Restauración de ecosistemas y del paisaje

Perfil Profesional

Biólogo con experiencia en elaboración, planificación, gestión y monitoreo de proyectos que impulsan procesos de mitigación y adaptación que favorecen la gestión territorial y el desarrollo rural. Parte de ello, son las iniciativas de restauración de ecosistemas y paisajes que implementa en las regiones amazónicas y andinas, como parte del Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de Ecosistemas y de la Iniciativa 20x20.

Es reconocido por su enfoque innovador para el desarrollo y las inversiones sensibles a las personas, la naturaleza y el clima. Su trabajo se alinea con los objetivos nacionales de desarrollo sostenible, garantizando que las oportunidades relacionadas a la biodiversidad sean eficaces y sostenibles. Su experiencia en políticas y prácticas socio ecológicas ha sido crucial en estos espacios; y siendo el representante nacional para la preparación e implementación de la Meta 2 del Marco Mundial de Biodiversidad, enfatiza la importancia del intercambio de datos y la interoperabilidad, cuyas evidencias son utilizadas por una amplia audiencia, principalmente para la escalabilidad de las prácticas restaurativas a nivel latinoamericano.

El Global Landscape Forum (GLF) lo eligió como Héroe del Paisaje en el 2022. El especialista ambiental emergió como el favorito del público por su iniciativa de restauración en áreas degradadas en la Amazonía peruana.

Ponencia magistral

ESTÁNDARES Y PRINCIPIOS PARA LA APLICACIÓN EFECTIVA DE LA RESTAURACIÓN EN SUELOS DEGRADADOS

Es innegable que las personas dependen de los servicios ecosistémicos proporcionados por los ecosistemas; estos servicios incluyen bienes o materias primas, como plantas medicinales, el agua o los alimentos, servicios de regulación como el control de la erosión del suelo, la polinización, el secuestro de carbono, el control de enfermedades y la protección contra inundaciones, y servicios culturales, como lugares para la recreación. Los cambios en el uso de la tierra y la consiguiente pérdida de biodiversidad son factores importantes que contribuyen a la pérdida de funciones y servicios vitales de los ecosistemas, reduciendo la resiliencia y adaptabilidad, aumentando aún más nuestra vulnerabilidad a los impactos adversos del cambio climático global. Por el papel vital que desempeñan los ecosistemas terrestres en apoyo a nuestros sistemas socioeconómicos y socio-ecológicos, es ineludible restaurar los ecosistemas naturales y los transformados degradados, para mitigar el cambio climático global y sus efectos. Los suelos son la columna vertebral de los ecosistemas terrestres, sustentando su biodiversidad y funcionamiento. También, son clave para la producción agrícola y el desarrollo ecosistémico. Al tener suelos agrícolas degradados, estos no brindan servicios de aprovisionamiento, al tiempo que reciben medidas marginales de conservación y restauración del suelo, lo que ha llevado a niveles alarmantes de degradación del suelo en el país. Esto ha causado una intensa erosión, compactación, contaminación, pérdida de la biodiversidad y materia orgánica del suelo. Por lo tanto, existe una necesidad urgente de desarrollar prácticas de restauración adaptadas a los suelos agrícolas. En ese sentido, el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas ofrece una gran oportunidad para que las comunidades, las empresas y el gobierno unan esfuerzos, protejan y restauren los ecosistemas, transformen los sistemas alimentarios y desarrollen modelos financieros sostenibles. Una clave para crear una visión compartida de la restauración consiste en adoptar principios que fundamenten el conjunto de actividades de restauración de los ecosistemas, incluidos en la Guía de Recursos para la Meta 2 del Marco Global de Biodiversidad de Kunming-Montreal. Debemos allanar el camino para un enfoque más integral de la restauración, que integre y reconozca la multifuncionalidad de los suelos, y ofrezca soluciones y herramientas para revertir la degradación de los suelos en los sistemas agrícolas. Identificamos acciones de restauración e indicadores de éxito que pueden fomentar el uso sostenible de los suelos agrícolas, a la vez que aumentan su multifuncionalidad, es decir, su capacidad para proporcionar simultáneamente múltiples servicios ecosistémicos. Las acciones de restauración deben apuntar a mejorar la calidad y salud del suelo; aprovechar la relación entre la biodiversidad del suelo y su funcionamiento; reconocer la interdependencia de la vegetación y el suelo; y restaurar la salud del suelo a escala del paisaje. Para ello, existen evidencias de éxito en diversas iniciativas de restauración, como soluciones inclusivas, integradas y contextualizadas basadas en la naturaleza que combinan prácticas restaurativas con conocimientos tradicionales, locales y científicos. Es importante señalar que, la restauración de los ecosistemas y otras soluciones basadas en la naturaleza en el contexto de la acción climática son esenciales para lograr la mitigación y adaptación al cambio climático, la protección de la biodiversidad y la neutralización de la degradación de las tierras.

POTENCIAL DE LA GANADERÍA REGENERATIVA SOBRE LA TRADICIONAL Y SU EFECTO EN LOS SUELOS DE IÑAPARI, MADRE DE DIOS

Zehnder*, Lane.

Cabaña La Fortaleza S.A.C. Asociación Peruana de Criadores de Brangus. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: lanestoneechevarria@gmail.com; ORCID: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/7019>

Resumen

La expansión de áreas agrícolas y ganaderas ha provocado deforestación y pérdida de biodiversidad, agravadas por prácticas insostenibles que deterioran la salud del suelo y reducen su capacidad productiva. Esto ha impulsado la búsqueda de suelos más fértiles mediante la expansión de fincas ganaderas. En este contexto, la ganadería regenerativa surge como una alternativa al modelo tradicional, proponiendo un manejo holístico que restaura la salud del suelo y promueve la sostenibilidad de los agroecosistemas. Entre sus prácticas destacan la reducción de insumos químicos, el pastoreo planificado y el uso de pastos perennes diversos, lo que mejora la retención de agua y la resiliencia climática. Para validar esta propuesta, se realizó un estudio en Iñapari, Madre de Dios, comparando cuatro fincas regenerativas con cuatro tradicionales. Se analizaron propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo. Los ganaderos regenerativos mostraron una visión ecológica, aplicando rotación de potreros, cobertura vegetal y diversidad de especies forrajeras y arbóreas. Los resultados revelaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ambos sistemas: mayor carga animal (1.13 vs 0.39 UA/ha), sorptividad (0.1566 vs 0.0959 cm/Vs), fósforo (4.3 vs 3.6 ppm) y mejores indicadores de macrofauna en fincas regenerativas, como densidad total (365.26 vs 124.2 Ind/m²), riqueza taxonómica (4.89 vs 2.0), indicador global (0.28 vs 0.22) y presencia de bosta con agujeros (68 % vs 37 %), reflejando mayor biodiversidad y actividad biológica del suelo.

Palabras clave

Ganadería; regenerativa; sorptividad

EVALUACIÓN DE COBERTURAS VEGETALES PARA OPTIMIZAR RECURSOS HÍDRICOS, GENERAR BIOMASA Y CONTROLAR MALEZAS EN *CAPSICUM PUBESCENS*

Poma-Chamana*¹, R.; Cama-Moreno¹, E.; Quello¹, A.; Flores-Marquez², R.; Solórzano-Acosta^{3,2}, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Arequipa, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
3. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Científica. Lima, Perú.

* Autor para correspondencia: rpomac7@gmail.com

Resumen

La producción de cultivos en regiones áridas enfrenta desafíos de retención de humedad del suelo, bajo contenido de materia orgánica y competencia de malezas. Este estudio evaluó el impacto de diferentes estrategias de cobertura sobre rendimiento del cultivo, conservación de humedad del suelo, aporte de biomasa seca y nitrógeno por coberturas vivas, y control de malezas. El experimento se condujo en Santa Rita de Siguan (Arequipa, Perú) usando diseño de bloques completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y tres réplicas: T1 - cobertura del suelo con *Melilotus albus*; T2 - cobertura del suelo con *Trifolium pratense*; T3 - mulch plástico; y T4 - deshierbe manual (control). Las mediciones incluyeron parámetros biométricos y fisiológicos del rocoto (*Capsicum pubescens*), humedad volumétrica del suelo, biomasa seca y nitrógeno en coberturas vivas, y densidad de malezas. Los resultados indicaron que la mayoría de los tratamientos no afectaron significativamente los parámetros del rocoto. El mulch plástico reduce efectivamente el consumo de agua y proporciona control total de malezas. Entre las coberturas vivas, *Trifolium pratense* fue más efectivo que *Melilotus albus* conservando humedad del suelo, manteniendo niveles hasta 15.86 %. *Melilotus albus* produjo mayor biomasa seca aérea (1.29 kg m^{-2}), aunque ambas leguminosas acumularon cantidades similares de nitrógeno. Ambas coberturas vivas redujeron gradualmente poblaciones de malezas sin erradicación completa. En conclusión, el mulch plástico es efectivo bajo severa limitación de agua, mientras que las coberturas leguminosas ofrecen estrategia complementaria para mejorar materia orgánica del suelo y sostenibilidad del sistema. Los hallazgos apoyan el manejo según objetivos específicos del sistema agrícola.

Palabras clave

Coberturas vivas; retención de humedad; agricultura sostenible

Trichoderma viridae* INMOVILIZADA EN CASCARILLA DE ARROZ PARA REDUCIR FERTILIZACIÓN SINTÉTICA EN *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum

Poma-Chamana^{1*}, R.; Linares-Escapa¹, S.; Quello¹, A.; Flores-Marquez², R.; Solórzano- Acosta^{3,2}, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Arequipa, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
3. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

* Autor para correspondencia: rpomac7@gmail.com

Resumen

El uso intensivo de fertilizantes sintéticos en cultivos hortícolas genera impactos económicos y ambientales, particularmente en suelos degradados. Este estudio evaluó el efecto de una enmienda orgánica con *Trichoderma viride* inmovilizada en cascarilla de arroz como estrategia para reducir la fertilización química en el cultivo de ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*). El experimento se condujo en Santa Rita de Siguan (Arequipa, Perú) usando diseño de bloques completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y tres réplicas: T1 (fertilización completa: 200-150-50 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O), T2 (fertilización reducida: 135-110-25 kg ha⁻¹ sin enmienda), T3 (fertilización reducida más enmienda orgánica a 0.5 kg planta⁻¹) y T4 (solo enmienda). Las variables evaluadas incluyeron altura de planta, contenido de clorofila, biomasa, número de frutos, rendimiento y carbono orgánico del suelo. Los tratamientos T1, T2 y T3 lograron rendimientos totales estadísticamente similares (56.57, 51.40 y 44.52 t ha⁻¹, respectivamente), demostrando que la fertilización sintética puede reducirse sin comprometer la productividad. T3 mostró acumulación superior de materia seca en tallos y raíces (24.09 % y 34.26 %, respectivamente) comparado con otros tratamientos. T4 registró un rendimiento total significativamente menor (31.60 t ha⁻¹) comparado con T1, pero exhibió el mayor contenido de materia seca en frutos (15.04 %). Los resultados demuestran que la fertilización sintética puede reducirse en 32.5 % de N, 26.7 % de P₂O₅ y 50 % de K₂O sin pérdidas de rendimiento, mientras que la enmienda con *T. viride* proporciona beneficios adicionales al incrementar la acumulación de materia seca en tallos y raíces.

Palabras clave

Enmienda orgánica; inmovilización microbiana; residuo agroindustrial

MEJORA DE SUELOS ÁCIDOS Y RENDIMIENTO DE PASTOS ALTOANDINOS CON BIOCARBÓN DE CUY INOCULADO CON MICROORGANISMOS

Arias*¹, A.; Cruz², J.; Lopez³ M.; Requena¹, E.; Solórzano², R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huancayo, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
3. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Pasco, Perú.

*Autor para correspondencia: albertogilmer@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6055-8722>

Resumen

En los ecosistemas altoandinos de Perú, caracterizados por suelos ácidos y de baja fertilidad, la implementación de estrategias sostenibles para la recuperación de pastizales es de vital importancia. Entonces el presente estudio evaluó el efecto sinérgico del biocarbón de estiércol de cuy, inoculado con microorganismos benéficos como *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida* y *Trichoderma* sp., como una solución para la remediación de suelos ácidos y el aumento de la producción de pastos. El estudio se llevó a cabo a 4 125 m s. n. m. en la comunidad de Vicco, Pasco, sobre un suelo franco arenoso con un pH de 5.3. Se aplicó un diseño bifactorial (4x2) en el que se combinaron cuatro especies de pastos con biocarbón aplicado a una dosis de 20 t ha⁻¹, con y sin la inoculación de microorganismos. Los inoculantes se aplicaron en cuatro momentos a lo largo del estudio. Los resultados demostraron que la combinación de diferentes tipos de pastos nativos y mejorados con el biocarbón junto a la inoculación de microorganismos genera un efecto significativamente positivo. Específicamente, en el tratamiento con biocarbón inoculado con *Trichoderma* sp. (TSB2) fue el más eficaz, logrando las mayores mejoras en la disponibilidad de fósforo (P), potasio (K), materia orgánica y la corrección del pH del suelo. En conclusión, la aplicación conjunta de biocarbón y microorganismos benéficos representa una estrategia efectiva para la recuperación de suelos degradados y la optimización de la productividad de los pastos en ambientes de zona altoandina.

Palabras clave

Suelos; pastos nativos y mejorados; características edáficas

INFLUENCIA DE LAS BACTERIAS HALÓFILAS PARA LA RECUPERACIÓN DE SUELOS SALINOS

Beltrán, M.; Zavaleta, A.; Castro*, R.; Luján, J.; Calvanapón, F.

Universidad Privada del Norte. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: raul89.15@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0869-5073>

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar la influencia de las bacterias halófilas para la recuperación de suelos salinos, aplicando el modelo estadístico de ANOVA con contraste múltiple de medias. La investigación se dividió en dos fases, en la fase uno se realizaron pruebas de aislamiento, selección y replique de bacterias halófilas, además de crecimiento bacteriano y viabilidad en medio líquido con distintas dosis de cloruro de sodio al (3 %, 6 %, 9 % y 12 %); por otro lado, la fase 2 de análisis de laboratorio consistió en la determinación de variables edáficas puntuales (pH y conductividad eléctrica) en la siembra de las 7 muestras tratadas. Los resultados mostraron que un efecto directo de las bacterias halófilas en la disminución de la CE del suelo, pasando de 5.3 ds/m a 2.8 ds/m (A1), 2.2 ds/m (C2), 3.2 ds/m (E3), valores que corresponden a salinidad muy ligera (< 2 ds/m). En relación con las variables, se evidenciaron mejoras en las características evaluadas, de acuerdo con esto, se evidencia que las bacterias halófilas utilizadas en esta investigación tienen potencial para la rehabilitación de suelos salinizados.

Palabras clave

Suelos salinos; bacterias; conductividad

USO DE COBERTURAS VEGETALES PARA REDUCIR LA EROSIÓN Y MEJORAR EL RENDIMIENTO DEL MAÍZ AMILÁCEO (*Zea mays* L.)

Sanabria*¹, S.; Mendoza¹, K.; Palomino¹, L.; Figueroa¹, D.; Pocomucha², V.; Cosme¹, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Huánuco, Perú.

*Autor para correspondencia: sanabriasamu099@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5329-1778>

Resumen

La erosión hídrica es uno de los principales procesos de degradación en sistemas agrícolas altoandinos, afectando la fertilidad del suelo y la seguridad alimentaria. Este estudio evaluó el efecto de distintas coberturas vegetales sobre la pérdida de suelo y el rendimiento de maíz amiláceo en laderas. El ensayo se realizó en tres localidades de Huanta, Ayacucho (Perú), entre 3 033 y 3 335 m s. n. m., con pendientes del 5 % al 40 %, durante la campaña 2018-2019. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos: testigo sin cobertura, trébol, vicia, mezcla vicia-avena y mulch, con cuatro repeticiones por localidad. El maíz (var. INIA 607) recibió 100 - 100 - 85 kg ha⁻¹ de N - P₂O₅ - K₂O, y las coberturas se establecieron a los 60 días de la siembra. Se evaluaron biomasa foliar, humedad del suelo, actividad microbiana, erosión y rendimiento de grano. Los resultados mostraron reducciones significativas de la erosión (P<0.001), especialmente con vicia-avena (-53 %) y trébol (-36 %) respecto al testigo. Estas coberturas también generaron las mayores biomásas (vicia-avena: 6 131 kg ha⁻¹; trébol: 6 052 kg ha⁻¹), correlacionadas positivamente con la reducción de erosión. El trébol obtuvo el mayor rendimiento de maíz (3 749 kg ha⁻¹; +78 % frente al testigo), mientras que vicia-avena no superó al control, posiblemente por competencia de agua y nutrientes. Se concluye que el trébol es la opción más equilibrada para conservar el suelo y mantener la productividad del maíz en zonas altoandinas, recomendándose su uso ajustado a la pendiente y al régimen hídrico local.

Palabras clave

Agricultura de conservación; erosión del suelo; maíz amiláceo

FITORREMEDIACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS CONTAMINADOS CON CADMIO MEDIANTE *Zea mays* L., MICROORGANISMOS EFICACES Y SILICIO

Azabache*, A.; Muñoz, J.

Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Agronomía. Huancayo, Perú.

*Autor para correspondencia: aazabache@uncp.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1128-3678>

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de los microorganismos eficientes (EM) y el silicio en suelos agrícolas contaminados con cadmio, utilizando a *Zea mays* L. como bioindicador. Se recolectaron muestras de suelo en la Estación Experimental Agrícola El Mantaro, en Jauja, Perú, y los experimentos se realizaron en macetas bajo cobertor, empleando un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3×3 , más un tratamiento adicional. Los EM se aplicaron en concentraciones de 2 %, 4 % y 6 %, combinados con silicio en formas líquida, hidratada y orgánica. Se determinó el contenido de cadmio (Cd) tanto en hojas como en raíces de maíz, así como en el suelo después del tratamiento, y se evaluaron además la altura de la planta, el área foliar y la longitud de la raíz. Los resultados mostraron una mayor presencia de Cd en las raíces (3.5 - 5 mg/kg) que en las hojas (0.2 - 0.45 mg/kg), mientras que en el suelo los valores mínimos alcanzaron hasta 2.3 mg/kg. La aplicación de EM al 2 % y 4 % produjo los mayores valores de absorción de Cd en la raíz y las menores concentraciones en el suelo, mientras que el silicio orgánico permitió la mayor acumulación de Cd en la raíz. Los hallazgos evidencian una sinergia entre el maíz, los EM y el Si, que favorece la extracción de Cd del suelo hacia las raíces, limitando la translocación de este elemento hacia las partes aéreas de la planta.

Palabras clave

Enmiendas; maíz; microbios

ÁCIDOS HÚMICOS, ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA OPTIMIZAR RENDIMIENTO DE *Avena sativa* Y MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO ALTOANDINO

Olivera*, L.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú.

*Autor para correspondencia: crisludwin98@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0265-9899>

Resumen

La compactación del suelo en cultivos altoandinos limita la infiltración de agua, el desarrollo radicular y la productividad, favoreciendo el uso intensivo de insumos químicos con riesgos ambientales y económicos, especialmente en la producción de avena (*Avena sativa* L.). El presente estudio evaluó el efecto de ácidos húmicos en la calidad y rendimiento de avena en la comunidad campesina de San Martín, Azángaro-Puno, bajo la hipótesis de que estos compuestos incrementan la biomasa radicular y la producción. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con diferentes dosis de ácidos húmicos y un control sin aplicación, con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura de planta, longitud y profundidad radicular, peso fresco foliar, porosidad del suelo y rendimiento. Los resultados evidenciaron incrementos significativos en todos los parámetros con la aplicación de ácidos húmicos. La dosis óptima alcanzó un rendimiento de 64.9 t ha⁻¹, frente a 25 t ha⁻¹ en el control; la altura máxima fue de 145.6 cm (control: 76 cm), y la longitud radicular se incrementó a 16.3 cm respecto a 9.1 cm del testigo, favoreciendo una mayor absorción hídrica y de nutrientes. La porosidad del suelo mejoró de 5.3 % a 28.7 %, indicando una recuperación parcial de la estructura edáfica. Estos hallazgos demuestran que los ácidos húmicos constituyen una alternativa ecológica y eficiente para optimizar la productividad y la salud del suelo en sistemas agrícolas altoandinos, contribuyendo a la sostenibilidad y resiliencia frente a condiciones climáticas adversas.

Palabras clave

Altoandinos; ecológica; productividad

BIODEGRADACIÓN ACELERADA DE *Jarava ichu* MEDIANTE INOCULANTES MICROBIANOS

Ureta¹, C.; Goicochea², P.; Chávez-Collantes¹, A.; Velarde-Apaza³, L.; Campos-Ruiz¹, J.; Ramírez⁴, A.; Solórzano^{*4}, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cajamarca, Perú.
2. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Piura, Perú.
4. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor de correspondencia: investigacion_labsaf@inia.gob.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3248-046X>

Resumen

Jarava ichu es una gramínea abundante en ecosistemas altoandinos y representa un recurso subutilizado debido a su lenta degradación natural, limitando su potencial como enmienda orgánica. Además, su acumulación puede favorecer la retención de metales pesados en suelos, afectando la calidad agrícola. Este estudio evaluó el impacto de inoculantes microbianos (*Beauveria bassiana*, *Trichoderma viride* y EM-Compost) en la degradación del ichu, analizando su efecto en su composición mineral, propiedades físicas y químicas, y la reducción de contaminantes. Se implementó un diseño factorial completo con bloques 2×2×2 con ocho tratamientos, incluyendo un testigo, y se midieron pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO) macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) y metales pesados (Ni, Cr y Pb) tras 60 días de incubación. Los resultados mostraron que *T. viride* y EM-Compost incrementa la conductividad eléctrica (53.57 y 56.83 mS/m, $p < 0.01$) y los macronutrientes, en especial el P (4 455.24 y 4 462.6 mg/kg, $p < 0.05$) y Mg (3 630.33 y 3 706.39 mg/kg, $p < 0.05$), mientras que *T. viride* redujo el Cr (16.46 mg/kg, $p < 0.05$) y EM-Compost el cromo (mg/kg, $p < 0.01$). En cuanto a las interacciones sinérgicas destacó *B. bassiana* × EM-Compost en favorecer el contenido de K (2 659.45 mg/kg, $p < 0.05$). Se concluye que los inoculantes microbianos aceleran la degradación del ichu y mejoran la fertilidad de la biomasa, destacando *T. viride* y EM-Compost para la liberación de nutrientes y biorremediación. Estas estrategias ofrecen una solución sostenible para el manejo de residuos vegetales y la rehabilitación de suelos en regiones altoandinas.

Palabras clave

Bioinoculantes; macronutriente; metales

REVISIÓN DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE HIDROCARBUROS MEDIANTE LA TÉCNICA DE LAVADO DE SUELOS CON SURFACTANTES

Morales*, L.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.

*Autor para correspondencia: lolapatriciamorales@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7040-9740>

Resumen

La contaminación del suelo por derrames de hidrocarburos es un problema grave en Perú con más de 2 000 incidentes registrados por el OSINERGMIN entre 1998 y 2025, que causa degradación y toxicidad ambiental. El lavado con surfactantes es una tecnología prometedora para la remediación de suelos contaminados. Sin embargo, para que sea efectiva es crucial elegir el tipo de surfactante y las condiciones operativas adecuadas. El objetivo de este trabajo es analizar los factores que influyen en la eficiencia de remoción y la efectividad de diversos surfactantes. Una revisión de la literatura mostró que la eficiencia depende de la proporción de líquido-sólido, el pH, el tiempo de lavado y las propiedades del suelo. Los hallazgos indican que los surfactantes no iónicos como Tween 80 son muy efectivos (80 % - 90 %) para remover diésel. Los surfactantes aniónicos como SDS alcanzaron hasta un 72 % de remoción de petróleo crudo, mientras que los biosurfactantes lograron entre 70 % y 85 % de remoción de gasolina. Las formulaciones mixtas y los surfactantes gemini mostraron eficiencias superiores al 90 %. Se concluye que los surfactantes no iónicos son menos tóxicos y más eficientes. El futuro de la investigación se centra en desarrollar formulaciones biodegradables, menos tóxicas y económicamente viables.

Palabras clave

Lavado con surfactante; remediación; derrame de hidrocarburos

RECARBONIZACIÓN DE SUELOS AMAZÓNICOS DEGRADADOS POR MINERÍA AURÍFERA ALUVIAL

Moya*¹, M. F.; García², S.; Corvera¹, R.; Del Castillo¹, D.

1. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Madre de Dios, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: mmoya@iiap.gob.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6001-5149>

Resumen

Los suelos amazónicos desempeñan un papel fundamental en el ciclo del carbono debido a su gran capacidad de absorber las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono. En Madre de Dios están altamente alterados debido a la actividad minera lo que ha provocado su involución reduciendo su capacidad de almacenar carbono. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia del uso de coberturas de leguminosas sobre la recarbonización de suelos amazónicos en áreas degradadas por la minería aurífera aluvial en la comunidad nativa de San Jacinto, Tambopata. Se clasificó el área de estudio en base al uso y cobertura de la tierra: bosque de referencia (BR), pastizal (P), regeneración natural (RN), suelo incipiente desnudo (SI) y suelo incipiente con coberturas de leguminosas (SIL). Se evaluó el almacenamiento de carbono orgánico del suelo, sus fracciones y variables físicas y ambientales. Luego de 4 años, el stock de carbono en SIL en 15 cm de profundidad fue de $1.09 \pm 1.33 \text{ kg m}^{-2}$, aproximadamente el doble de lo obtenido para las áreas con RN, 1/4 y 1/5 de lo obtenido para P y BR respectivamente. La variación en las reservas de carbono orgánico del suelo está claramente diferenciada por al menos el aporte de biomasa vegetal, el clima y el manejo. Este estudio evidencia que el uso de coberturas de leguminosas favorece la recarbonización de suelos amazónicos en áreas degradadas por la minería aurífera aluvial. Sin embargo, es importante mencionar que el potencial del secuestro de carbono está influenciado por la presencia de arcillas.

Palabras clave

Carbono; áreas degradadas; leguminosas

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE ALPERUJO E INOCULACIÓN CON *Bacillus subtilis* EN LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL COMPOST

Cahui*, F.

Instituto Nacional de Innovación Agraria; Tacna, Perú.

*Autor para correspondencia: fcahuiazorza@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8395-1965>

Resumen

El compostaje de alperujo, subproducto de la extracción de aceite de oliva, constituye una alternativa sostenible para su valorización agroindustrial. Sin embargo, su elevado contenido de compuestos fenólicos puede inhibir la actividad microbiana y retrasar la descomposición de la materia orgánica. El presente estudio evaluó el efecto de cuatro concentraciones de alperujo (30, 40, 50 y 60 %) y de la inoculación microbiana con *Bacillus subtilis* (5 ml L⁻¹) sobre la calidad fisicoquímica, el rendimiento y la madurez del compost. El diseño experimental correspondió a un arreglo factorial 4 × 2 con tres repeticiones por tratamiento. Los resultados mostraron que la inoculación incrementó de manera consistente el rendimiento en materia seca en todas las concentraciones de alperujo, con aumentos relativos que oscilaron entre 11.6 % y 21.0 % en comparación con los tratamientos no inoculados. El efecto más destacado se observó en la combinación 50 % alperujo + *B. subtilis*, que alcanzó el mayor rendimiento absoluto (84.17 kg) y relativo (60.8 %), superando significativamente al tratamiento sin inoculación (69.55 kg; 50.2 %). En términos generales, los tratamientos inoculados presentaron menor variabilidad y mayor eficiencia en la conversión de biomasa inicial a materia seca estabilizada. Estos hallazgos sugieren que la inoculación con *B. subtilis* mejora la degradación del alperujo, optimiza el aprovechamiento del sustrato y acelera la estabilización del compost. En consecuencia, se establecen bases técnicas para la producción de compost de alta calidad a partir de residuos agroindustriales, con potencial aplicación en sistemas agrícolas sostenibles.

Palabras clave

Compostaje; sostenibilidad; valorización

RIESGOS ECOLÓGICOS POR METALES PESADOS EN SUELOS DE ÁREAS DEGRADADAS POR LA MINERÍA AURÍFERA, MADRE DE DIOS

Becerra, E*¹; Corvera, R¹; Muñoz, A¹; Cusi, E; Del Castillo, D²; Velásquez, M^{1,3}

1. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Puerto Maldonado, Perú.
2. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.
3. Department of Chemistry and Biochemistry. University of Lisbon. Portugal.

*Autor para correspondencia: ebecerra@iiap.gob.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4996-2270>

Resumen

La investigación se realizó en áreas degradadas por minería artesanal de oro en la concesión minera Los Rebelde y la comunidad nativa San Jacinto, en Madre de Dios, Perú. El objetivo fue evaluar la contaminación por metales pesados en suelos superficiales (0-20 cm). Se aplicó un enfoque exploratorio-descriptivo de corte transversal. Se recolectaron 45 muestras distribuidas aleatoriamente en tres tipos de suelo: degradados por minería (15), agrícolas (15) y de bosque de referencia (15). Se analizaron propiedades fisicoquímicas y concentraciones de metales pesados como As, Ba, Cd, Cr, Co, Pb, Hg, Cu, Ni, Zn y V. Los suelos degradados mostraron baja fertilidad, textura arenosa, acidez fuerte y ligera salinidad; los agrícolas presentaron alta fertilidad, textura franco-limosa y acidez moderada. En general, los niveles de metales pesados estuvieron por debajo de los límites de calidad ambiental de Perú y Canadá. No obstante, los niveles de cromo (Cr) y cadmio (Cd) superaron los valores permitidos en suelos degradados y agrícolas. Según los índices de contaminación, los suelos degradados se clasificaron como no contaminados, con bajo riesgo ecológico, mientras que los suelos agrícolas mostraron contaminación y riesgo moderado. Aunque Cr y Cd parecen tener origen geogénico, representan un riesgo considerable, especialmente en zonas agrícolas destinadas a alimentos. Sorprendentemente, no se detectaron niveles significativos de mercurio (Hg), lo que podría indicar su dispersión al ambiente tras el uso. Se recomienda aplicar estrategias de restauración del suelo enfocadas en reducir Cr y Cd, así como monitorear la posible dispersión de Hg en otros compartimentos ambientales.

Palabras clave

Contaminación; riesgo; ecosistema

INFLUENCIA DE MODELOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA SOBRE LA FERTILIDAD DEL SUELO

Fernandez*, M.; Batista, A.; Bomfim, P.; Bonetti, J.; Podadera, D.

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Sao Paulo, Brasil.

*Autor para correspondencia: mari.fernandez@email.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7542-0199>

Resumen

La restauración ecológica es esencial para recuperar funciones ecosistémicas en biomas degradados como la Mata Atlántica. La fertilidad del suelo, vinculada al ciclo de nutrientes, es clave en este proceso, con énfasis en la materia orgánica (MO), suma de bases (SB), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y pH. Este estudio evaluó los efectos de diferentes modelos de restauración sobre estos atributos. La investigación se realizó en Botucatu (SP), en un sitio experimental establecido entre 1997 y 1998, previamente ocupado por pastizales degradados, con suelo clasificado como Nitisol Rojo (Nitossolo Vermelho, SiBCS). Se evaluaron dos sistemas de plantación para restauración: siembra directa (SEM) y plantación con alta diversidad (DIV), además de un testigo sin intervención (CON), en un diseño en bloques con tres repeticiones. Se recolectaron muestras en seis profundidades (0 - 5, 5 - 10, 10 - 20, 20 - 40, 40 - 60 y 60 - 100 cm) y se analizaron para MO, SB, CIC y pH. Los datos se sometieron a ANOVA y prueba de Tukey ($p < 0,05$). El sistema DIV presentó mayores contenidos de MO y SB en las capas superficiales (0 - 5 y 5 - 10 cm). El pH no mostró diferencias entre modelos, pero sí entre profundidades, con tendencia a acidificación en las capas más profundas (~ 4.0). La CIC y la SB variaron entre modelos, con valores más altos en DIV. En conclusión, modelos más diversos favorecen la fertilidad del suelo, incrementando la MO y la capacidad de intercambio de nutrientes, aspectos fundamentales para la sostenibilidad de ecosistemas restaurados.

palabras clave

Materia orgánica; recuperación; ecosistemas restaurados

METABARCODING, UNA HERRAMIENTA CLAVE PARA REVELAR MICROORGANISMOS CON POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO PARA RESTAURAR SUELOS DEGRADADOS

Arce-Inga^{*1}, M.; Tarrillo¹, E.; Torres-Herrera¹, P.; Taboada-Mitma¹, V. H.; Cruz-Luis², J.; Goñas¹, M.; Tineo¹, D.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Jaén, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor de correspondencia: arceingamari@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2916-0089

Resumen

La degradación de suelo constituye una de las principales limitantes en el sector agropecuario, ya que afecta la estructura, el ciclo de nutrientes y la capacidad de captura de carbono, contribuyendo de esta manera a la disminución de la fertilidad del suelo; en este contexto, los microorganismos del suelo cumplen un rol fundamental en la recuperación de los suelos degradados. Es por ello, en la presente investigación se caracterizó la diversidad bacteriana y fúngica bajo diferentes niveles de degradación (alto, moderado, bajo y un suelo fértil), dentro de la provincia de Jaén y San Ignacio, utilizando la técnica de *metabarcoding*. El análisis fisicoquímico mostró diferencias significativas en el contenido de nitrógeno, materia orgánica y carbono, siendo los suelos fértiles los que presentaron mayor estabilidad de nutrientes; los índices de diversidad alfa evidenciaron una disminución progresiva en la riqueza y equitatividad microbiana a medida que aumentó el nivel de degradación, mientras que la diversidad beta reveló una clara diferenciación de comunidades en función de la calidad del suelo. La composición taxonómica mostró la presencia de *Acidothermus*, un género bacteriano termófilo y acidófilo con potencial PGPR (promotora del crecimiento vegetal), y la relevancia de *Parasarocladium* entre los hongos, por su capacidad antagonista frente a patógenos como *Fusarium*. Estos hallazgos revelan que la degradación del suelo altera significativamente la diversidad y estructura microbiana destacando el potencial de aislar y aprovechar estos grupos como posibles agentes biotecnológicos que pueden contribuir a la restauración de suelos degradados generando una agricultura más resiliente y sostenible.

Palabras claves

Sostenibilidad; restauración; metagenómica

EVALUACIÓN DE RIESGO DE LOS METALES EN SUELOS CONTAMINADOS

Neaman*, A.

Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.

*Autor por correspondencia: alexander.neaman@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1819-0872>

Resumen

En primer lugar, es preciso definir el criterio para llamar a un suelo como “contaminado”. Se propone considerar como “contaminado” cualquier suelo cuyas concentraciones de metales superen la línea base, es decir, las concentraciones naturales (o *background* en inglés). Para tal efecto, será importante realizar estudios en cada cuenca hidrográfica del país, debido a la variabilidad en las concentraciones naturales de metales presentes en los suelos. En segundo lugar, es importante reconocer que actualmente la ciencia no logra predecir correctamente la biodisponibilidad de los metales en el suelo. Es decir, no se logra pronosticar, de manera robusta, la ocurrencia o no de efectos tóxicos sobre los organismos. Respecto a los riesgos de metales en suelos para las plantas, se pueden realizar ensayos de toxicidad (bioensayos), en condiciones de laboratorio o de terreno, basándose en los protocolos internacionales. Se ha demostrado que sólo una fracción del total del metal presente en un suelo se encuentra biodisponible. Respecto a los riesgos de los metales en suelos para la salud humana, se puede llevar a cabo una evaluación sitio-específica utilizando por ejemplo hortalizas. Si los contenidos de metales en las partes comestibles de las hortalizas están por debajo de los valores umbrales, no hay riesgo para la salud humana. Sin embargo, la tasa de consumo de hortalizas y otras vías de exposición (por ejemplo, ingestión accidental del suelo) también deben considerarse en esta evaluación. En particular, en los suelos ácidos contaminados por metales, cal agrícola (carbonato de calcio y/o magnesio) puede ser útil para disminuir la biodisponibilidad de metales para los cultivos agrícolas. La aplicación de la cal a suelos ácidos aumenta el pH, permitiendo el crecimiento adecuado de las plantas. Adicionalmente, los metales son más biodisponibles en suelos ácidos, en comparación con los neutros, ya que los metales se encuentran más soluble a pH bajo. Los efectos del encalado se basan en la formación de nuevas partículas (precipitación) o en la unión de los metales a la superficie de las partículas existentes (adsorción). No obstante, la eficiencia de la cal en disminución de la biodisponibilidad de metales para cultivos agrícolas debe ser evaluada en cada sitio específico.

Palabras clave

Metales; remediación de suelos; evaluación de riesgo

COBERTORES VEGETALES: UNA ALTERNATIVA SOSTENIBLE PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD Y RESILIENCIA DEL CULTIVO DE PAPAYA (*Carica papaya* L.)

Torres-Herrera*¹, P.; Arce-Inga¹, M.; Tarrillo¹, E.; Atalaya-Marin¹, N.; Sánchez-Fuentes¹, T.; Taboada-Mitma¹, V.; Cruz-Luis², J.; Tineo¹, D.; Goñas¹, M.; Gómez-Fernández¹, D.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Jaén, Perú.

2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: path201098@gmail.com; ORCID: 0009-0004-3837-5681

Resumen

El presente estudio evaluó el efecto de cinco cobertores vegetales (área limpia, vegetación espontánea, *Arachis pintoi*, *Canavalia ensiformis* y *Centrosema macrocarpum*) en el rendimiento y la resiliencia del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) bajo condiciones tropicales. El objetivo fue determinar la influencia de los cobertores vegetales sobre las variables agronómicas, propiedades fisicoquímicas del suelo y estimación predictiva del rendimiento. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones, evaluando 135 plantas en seis fases fenológicas mediante monitoreo agronómico, análisis de suelo, índices de vegetación y variables meteorológicas. Los modelos predictivos incluyeron Random Forest, KNN y XGBoost. Los resultados mostraron que *Centrosema macrocarpum* alcanzó el mayor rendimiento con 102.22 t/ha, mientras que la vegetación espontánea registró el menor con 74.50 t/ha. A nivel de suelo, los cobertores generaron cambios significativos en pH, arena, limo y arcilla, mejorando la estructura edáfica. En cuanto a predicciones, el modelo XGBoost combinado con *Arachis pintoi* presentó la mayor precisión ($R^2 = 0.85$, RMSE = 11.56). En conclusión, los cobertores vegetales constituyen una estrategia eficaz para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo de papaya, y la integración de teledetección con algoritmos de aprendizaje automático ofrece un marco sólido para optimizar el manejo de sistemas agrícolas tropicales.

Palabras clave

Suelo; teledetección; monitoreo



Fotografía: Ashly Lloclla Chirinos



Fotografía: Teodoro Bill Yalli Huamani



· Sede Pucallpa ·
2025

Eje temático 6

Servicios ecosistémicos del suelo y el agua





Dr. John Christopher Clunes Muñoz

Especialidad: Suministro y disponibilidad de nitrógeno en el suelo

Perfil Profesional

Actualmente es Profesor e Investigador adjunto del Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos (IIAS) de la Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias de la Universidad Austral de Chile (UACH). Realizó sus estudios de Ingeniero Agrónomo en la Universidad Austral de Chile. Posteriormente, se especializó en suministro y disponibilidad de nitrógeno en suelos volcánicos en la Universidad Austral de Chile, obteniendo el grado de Doctor de Ciencias Agrarias. Es docente colaborador de las asignaturas recursos naturales, física de suelos, laboratorio de suelos y aguas, manejo ambiental de agroecosistemas, evaluación de suelos y fertilidad de suelos.

Sus líneas de investigación son: i) fertilidad del suelo, dinámica de nutrientes y almacenamiento de C, ii) disponibilidad de nutrientes almacenados físicamente en el volumen poroso, y iii) fragilidad/calidad del suelo en agroecosistemas y sistemas naturales. Como investigador, es autor o coautor de más de 20 publicaciones, que incluyen artículos en revistas WoS y capítulos de libros. Ha dirigido proyectos científicos (e.g., Fondecyt 11221038) y participado como investigador asociado en otros proyectos nacionales como FONDEF. Es miembro de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo y del Centro de Investigación en Suelos Volcánicos (CISVo).

Ponencia magistral

CALIDAD Y FRAGILIDAD DE SUELOS: CONCEPTOS, ÍNDICES E IMPLEMENTACIÓN EN AGROECOSISTEMAS Y SISTEMAS NATURALES DEL SUR AUSTRAL DE CHILE

El suelo es un recurso natural no renovable a escala humana, el cual se encuentra sometido permanentemente a presiones externas que generan cambios en sus propiedades. Las propiedades del suelo varían espacial y temporalmente, por lo tanto, su uso sin considerar su variabilidad intrínseca y condición es insostenible en el tiempo. El uso indiscriminado del suelo provoca su degradación, afectando funciones ecosistémicas críticas como la producción de biomasa, el almacenamiento de carbono y retención de agua. Esta degradación se manifiesta a través de la pérdida de calidad física, química y biológica, limitando su capacidad de proveer servicios ecosistémicos. A diferencia de recursos como el aire y el agua, el suelo responde de manera más lenta a los cambios en su uso y manejo, por ello, es crucial identificar las propiedades del suelo que son sensibles a estos cambios, ya que pueden actuar como indicadores eficaces tanto de su calidad y su fragilidad. En ese contexto, tanto la i) calidad del suelo, referida como su capacidad para cumplir funciones clave dentro de los ecosistemas y su impacto en la salud humana, y la ii) fragilidad del suelo, definida como el umbral en el cual la resiliencia del suelo no es posible y cualquier intervención antrópica genera una disminución significativa de una o varias funciones del suelo, lo que resulta en un “punto de no retorno”, son determinadas por propiedades estables (inherentes al suelo) y dinámicas (dependientes del manejo y uso) del suelo. De esta manera, ambos términos (calidad y fragilidad) pueden ser evaluados mediante indicadores que permiten el desarrollo de índices y, a su vez, identificar los umbrales de fragilidad más allá de los cuales el suelo comienza a perder funciones críticas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el desarrollo de índices a partir de indicadores específicos adaptados a las características de cada tipo de suelo y ecosistema (productivo y natural) presente en la Macrozona Sur-Austral de Chile. Estos índices fueron desarrollados considerando las funciones: i) producción de biomasa, ii) almacenamiento de carbono y iii) retención de agua. Para ello se colectaron 637 muestras de 0-20 cm de profundidad de distintos tipos de suelos y uso en diversos ecosistemas productivos y naturales de la Macrozona Sur-Austral de Chile. Los suelos fueron agrupados de acuerdo con sus niveles de reactividad. Para ello, se seleccionó el indicador Al extractable (mg kg^{-1}), el cual permite agrupar los suelos en 4 categorías según su reactividad: baja ($0-200 \text{ mg kg}^{-1}$), media ($200-500 \text{ mg kg}^{-1}$), alta ($500-1500 \text{ mg kg}^{-1}$) y muy alta ($> 1500 \text{ mg kg}^{-1}$). Con los resultados de carbono orgánico del suelo (SOC) y densidad aparente (Bd) se creó un indicador denominado dC/dB, el cual permitió separar los suelos por frágiles y no frágiles. Un 38.3 % de los suelos de la región de Aysén se consideran frágiles, mientras que un 61.7 % puede ser considerado dentro del rango de calidad. Para la región de Los Ríos, un 13.8 % de los suelos es frágil, mientras que un 86.2 % se considera en el rango de calidad. De esta manera, la evaluación y optimización del uso del suelo mediante índices de calidad y fragilidad son esenciales para delinear estrategias de manejo sostenible y asegurar que los suelos continúen cumpliendo sus funciones esenciales, incluso bajo condiciones adversas o de alto estrés ambiental.

RIESGO ECOLÓGICO Y CARCINOGENICO DE ELEMENTOS TÓXICOS EN SUELOS DEL LAGO JUNÍN MEDIANTE TELEDETECCIÓN Y APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Pizarro^{1,2}, S.; Requena¹, E.; Barboza², E.; Peña¹, E.; Arias¹, A.; Ccopi ^{*1}, D.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Santa Ana, Huancayo, Junín, Perú.
2. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.

*Autor para correspondencia: Denniscopit@gmail.com; ORCID: 0000-0002-4026-4874

Resumen

La cuenca del lago Junín, un ecosistema altoandino crítico del centro del Perú, presenta una severa contaminación por elementos potencialmente tóxicos (EPT) asociada a actividades mineras, agrícolas y urbanas. El objetivo de este estudio fue evaluar la distribución espacial, el riesgo ecológico y las implicancias para la salud humana de metales pesados, metaloides y elementos traza en suelos superficiales alrededor del lago, bajo la hipótesis de que las zonas agrícolas presentan los mayores niveles de contaminación y riesgo debido a su proximidad a fuentes emisoras y características de uso del suelo. Se recolectaron 211 muestras de suelo y se integraron datos de teledetección, clasificación de coberturas y modelos *Random Forest* con covariables espectrales, edáficas, topográficas y de proximidad, para predecir patrones de contaminación y estimar riesgos. Los resultados evidenciaron concentraciones extremas de As, Pb, Cd y Zn, que en zonas agrícolas superaron los umbrales ecológicos en más de 100 veces. El riesgo ecológico evaluado con el grado de contaminación (mCD), el índice de carga de contaminación (PLI) y el índice de riesgo (RI), mostró que más del 99 % del área presenta niveles muy altos a ultra altos. El riesgo para la salud humana indicó valores carcinogénicos inaceptables por As, Pb y Cr en adultos y niños, con el As como principal elemento de preocupación. La combinación de herramientas geoespaciales y aprendizaje automático permitió identificar con precisión focos y coberturas vulnerables, aportando insumos clave para la gestión ambiental, la remediación focalizada y el monitoreo comunitario, orientados a proteger la salud pública y conservar los ecosistemas andinos.

Palabras clave

Humedales; riesgo ecológico; suelos; metales pesados

APLICACIÓN DE GEOTEXILES PARA EL CONTROL DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN PILAS DE DESMONTE: UNA SOLUCIÓN PRÁCTICA PARA LA REHABILITACIÓN DE SUELOS MINEROS

Barriga*¹, C.; Lucas², E.; Mota², H.

1. Universidad Nacional de Moquegua. Moquegua, Perú.
2. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, Brasil.

*Autor para correspondencia: cbarrigap@unam.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7130-9297>

Resumen

La gestión adecuada del drenaje superficial en estructuras mineras es fundamental para garantizar la estabilidad física y la rehabilitación sostenible del suelo afectado. Este estudio presenta la aplicación de geotextiles como una solución eficaz y de bajo impacto para el control de la escorrentía superficial en pilas de desmonte, contribuyendo a la resiliencia del suelo en zonas de alta pendiente. Se realizó un análisis hidrológico detallado basado en datos de precipitación pluvial estacional (21 - 177 mm) y características topográficas de las pilas, permitiendo dimensionar canales de desviación que controlen los flujos generados por eventos de lluvia intensa. Se optó por la construcción de canales sobre el talud, revestidos con una capa de arcilla impermeable protegida por geotextil. Esta configuración redujo significativamente los procesos erosivos asociados a flujos turbulentos, característicos de estas estructuras. El monitoreo continuo durante siete años evidenció que los geotextiles, además de facilitar el establecimiento inicial de la estructura de drenaje, se degradan naturalmente sin comprometer la estabilidad del canal, dejando una superficie resistente a la erosión. Los resultados confirman que los geosintéticos no solo mejoran la eficiencia hidráulica, sino que también promueven la estabilidad del suelo a largo plazo, constituyéndose en una herramienta clave para el cierre progresivo y la recuperación de zonas impactadas por la actividad minera. Este enfoque puede ser replicado en otras infraestructuras con pendientes suaves o sometidas a erosión continua, consolidando su aporte al manejo sostenible del suelo y a la resiliencia de ecosistemas alterados.

Palabras clave

Geotextil; eficiencia hidráulica; erosión

CONSTRUCCIÓN DE MAPAS PARLANTES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN SISTEMAS DE COSECHA DE AGUA DE LLUVIA

Flores-Marquez*¹, R.; Puga-Calderón¹, R. J.; Condori-Ataupillco², T.; Madrigal-Martínez³, S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huamanga, Ayacucho, Perú.
3. Universitat Politècnica de València. Valencia, España.

*Autor para correspondencia: ricardo.floresm29@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3244-6467>

Resumen

El cambio climático y de los patrones de manejo del territorio afectan la gestión de recursos hídricos. El uso de técnicas basadas en el conocimiento ecológico tradicional (TEK) permite intervenciones sostenibles a nivel técnico, económico, ambiental y cultural. Un ejemplo son los sistemas de cosecha de agua de lluvia mediante qochas artesanales en comunidades altoandinas, como la comunidad de Huanupampa, distrito de Totos, Ayacucho. Nuestra investigación buscó documentar mediante mapas parlantes los beneficios percibidos por el funcionamiento de estos ecosistemas construidos. Tras una visita de campo, se identificaron los actores claves asociados. Se construyó un guión metodológico para la generación de mapas parlantes basados en los servicios culturales y de provisionamiento según la Clasificación Internacional Común de Servicios Ecosistémicos. Se contó con el involucramiento participativo de actores claves locales, actores académicos y de gestión del territorio, y la comunidad de Huanupampa (validación de la información previamente colectada). Los servicios identificados incluyeron el uso de agua superficial y subterránea para actividades antrópicas, incluidas el consumo humano; la crianza de animales, y el aprovechamiento de plantas cultivadas y silvestres con fines nutricionales y medicinales; y el aprovechamiento de los sistemas vivos para el disfrute estético y educación. Además, la celebración de ceremonias ligadas a la conservación de la qocha permitió identificar la relevancia espiritual y religiosa asociada al manejo del agua. Esto refuerza la importancia de identificar los beneficios culturales intergeneracionales asociados a intervenciones TEK a fin de incluirlos en procesos de planificación del territorio y evaluación de los beneficios alcanzados.

Palabras clave

Conocimiento ecológico tradicional; qocha; comunidades altoandinas

ESTRÉS HÍDRICO MODERADO DURANTE LA FLORACIÓN MEJORA EL RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Gavino*¹, E.; Garcia¹, E.; Ccopi¹, D.; Requena¹, E.; Pizarro¹, S.; Betega², S.; Yaranga³, R.; Azabache⁴, L.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Santa Ana, Huancayo, Junín, Perú.
2. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Ministerio del Ambiente, Lima, Perú.
3. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Zootecnia. Grupo de investigación Andean Ecosystem. Huancayo, Junín, Perú.
4. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Agronomía. Huancayo, Junín, Perú.

*Autor para correspondencia: esthefanygavino27@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9071-6389>

Resumen

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) se ha consolidado como un cultivo estratégico por su alta adaptabilidad a condiciones climáticas extremas, sustentada en su amplia diversidad genética. No obstante, la floración es la etapa más vulnerable al déficit hídrico, lo que puede afectar significativamente el rendimiento y la calidad del grano. Se evaluó el efecto de tres regímenes hídricos aplicados durante la floración sobre rasgos agronómicos y fisiológicos en la EEA Santa Ana, mediante lisímetros y parcelas de campo: riego completo ($K_s = 1.0$; 7.9 L/planta), estrés moderado ($K_s = 0.66$; 5.2 L/planta) y estrés alto ($K_s = 0.59$; 4.7 L/planta). El estrés moderado alcanzó el mayor rendimiento (25.2 g/planta), superando al riego completo (13.2 g) y al estrés alto (10.7 g). La fenología del cultivo se modificó, con cosechas más tardías bajo estrés alto (19.1 ± 1.5 días) y más tempranas en riego completo (7.9 ± 1.1 días). Los valores SPAD fueron máximos en $K_s = 0.66$ (54.7), reflejando mayor contenido de clorofila. La altura de planta disminuyó con el incremento del estrés, registrando 110.6 cm en $K_s = 1$ y 93.2 cm en $K_s = 0.59$ en madurez. El número de hojas fue mayor en $K_s = 0.66$ (150 hojas), con un tamaño de panoja fue óptimo (55.5 cm), con reducciones significativas en $K_s = 0.59$ en fases tempranas. El potencial hídrico foliar no mostró diferencias significativas entre tratamientos. Entonces un estrés hídrico moderado en floración optimiza productividad y eficiencia hídrica, preservando el desempeño agronómico de la quinua.

Palabras clave

Quinua; estrés hídrico; floración

ESTIMACIÓN DE BIOMASA AÉREA EN PASTURAS ALTOANDINAS USANDO LIDAR E IMÁGENES MULTIESPECTRALES EN AMAZONAS, PERÚ

Medina*, A.; Pizarro, S.; Tuesta, K.; Zavaleta, A.; Rivera, A.; Oliva, M.; Cotrina, A.

Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Chachapoyas, Amazonas, Perú.

*Autor para correspondencia: angel.medina@unrtm.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0460-9617>

Resumen

Las pasturas altoandinas son esenciales para la provisión de servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, la conservación del suelo y el soporte a la ganadería local, pero enfrentan degradación por sobrepastoreo y manejo inadecuado. La estimación precisa de biomasa aérea (AGB) es importante para implementar estrategias de gestión sostenible y monitoreo de productividad. Este estudio desarrolló una metodología no destructiva para estimar AGB en pastos introducidos de *Lolium multiflorum* (ryegrass) en sistemas silvopastoriles altoandinos en Amazonas, Perú. Se integraron datos de alta resolución espacial (0.2 m) obtenidos mediante dron (UAV) equipado con cámara multiespectral y sensor LiDAR. Se evaluaron múltiples índices de vegetación y métricas LiDAR (altura del pasto, densidad estructural e intensidad de retorno). La validación se realizó durante períodos de pastoreo rotativo, mediante muestreo destructivo en 60 parcelas de 1 × 1 m con subcuadrantes de 0.2 × 0.2 m, en sectores de Atuen y Molinopampa (Chachapoyas). Se emplearon algoritmos de aprendizaje automático como *Random Forest*, *Support Vector Machine*, *Gradient Boosting* y *Elastic Net* para modelar AGB. *Random Forest* presentó el mejor desempeño ($R^2 = 0.85$), estimando biomasa seca en un rango aproximado de 3.5 a 6.2 t MS/ha. Índices espectrales de pigmentos y vigor (p. ej., CCCI, NDVI, ARI) y métricas LiDAR estructurales dominaron la estimación de AGB. Estos resultados evidencian el potencial de integrar datos LiDAR y multiespectrales para un monitoreo no destructivo de AGB en pasturas, ofreciendo una herramienta escalable para optimizar el manejo ganadero sostenible y preservar la funcionalidad de ecosistemas altoandinos.

Palabras clave

AGB; UAV; *Random Forest*; sistemas silvopastoriles

DETERMINACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE BASADO EN SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO QUIROZ, AYABACA, PERÚ

Puga-Calderón*¹, R.; Madrigal-Martínez², S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Universitat Politècnica de València. Valencia, España.

*Autor para correspondencia: rodrigopuga17@gmail.com; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3931-2223>

Resumen

La gestión sostenible del territorio es, actualmente, una meta en la cual se busca establecer un equilibrio entre el medio ambiente y la actividad antrópica. Por tal motivo, se ha realizado la presente investigación, dando un enfoque a la infraestructura verde, que es de suma importancia para el desarrollo sustentable. La investigación tuvo como objetivo principal la localización y cuantificación de la infraestructura verde en la subcuenca del río Quiroz. Se consideraron como requisito dos criterios: su importancia en el aporte de los servicios ecosistémicos y en el valor bioecológico del territorio. Se analizaron tres variables fundamentales: los servicios ecosistémicos de mitigación de inundaciones y control de la erosión, ambos por cobertura vegetal; y la importancia bioecológica. Dichas variables fueron normalizadas e integradas para fines del estudio. Para la localización y cuantificación de los servicios ecosistémicos, se aplicó la metodología propuesta por ECOSER, que se basa en el procesamiento de la información, tanto en el campo de la hidrología como de los Sistema de Información Geográfica (SIG). Los datos de entrada utilizados, fueron obtenidos a través del procesamiento de la información recopilada, principalmente, de la ZEE Piura, imágenes satelitales e información meteorológica. Se clasificó el área de estudio en tres zonas: infraestructura verde fundamental, infraestructura verde subsidiaria y sin infraestructura verde. Como principal resultado se estimó que la infraestructura verde fundamental es de 3.21 por ciento de la subcuenca del río Quiroz (100.62 km²).

Palabras clave

Erosión hídrica; mitigación de inundaciones; GIS

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO: UN ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ENFOQUES DE PCA Y OPINIÓN DE EXPERTOS

Samaniego*¹, T.; Sales¹, B.; Solórzano^{2,3}, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huaral, Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
3. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: td.samaniego@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0897-4814>

Resumen

La degradación del suelo constituye una amenaza para la sostenibilidad de los agroecosistemas, especialmente en regiones montañosas donde las condiciones ambientales son variables y las prácticas de manejo suelen ser limitadas. En este contexto, la evaluación de la calidad del suelo es una herramienta clave para orientar el uso sostenible de la tierra y apoyar la toma de decisiones. El presente estudio desarrolló y evaluó espacialmente un Índice de Calidad del Suelo (SQI) de los suelos al noreste del distrito de Jangas, Áncash, Perú. Inicialmente se consideraron 24 indicadores, que fueron reducidos mediante correlación de *Spearman* para evitar multicolinealidad. Según la estrategia de ponderación aplicada, las configuraciones finales del SQI incluyeron entre 14 y 15 indicadores. Se emplearon dos métodos de ponderación - Análisis de Componentes Principales (PCA) y Opinión de Expertos (EO) - combinados con funciones de *scoring* lineales y no lineales, generando cuatro configuraciones distintas. El desempeño espacial de cada índice se evaluó mediante *Geographically Weighted Regression Kriging* (GWRK), incorporando covariables como NDMI, elevación, pendiente y exposición. El SQI basado en PCA con *scoring* no lineal presentó el mejor desempeño, al reducir la asimetría y lograr la mayor precisión predictiva. En contraste, el índice basado en EO con *scoring* lineal mostró una robustez estadística aceptable, pero menor capacidad predictiva espacial. Los SQI propuestos ofrecen un marco práctico para identificar y priorizar áreas de intervención, traduciendo información compleja en mapas accesibles y útiles para orientar prácticas como la aplicación focalizada de enmiendas, la rotación de cultivos y la conservación de suelos.

Palabras clave

Degradación de suelos; agroecosistemas; spatial modeling

INFILTRACIÓN DEL AGUA EN ECOSISTEMAS ALTOANDINOS DEL PERÚ: ROL DEL SUELO Y LA COBERTURA VEGETAL

Chávez-Collantes*¹, A.; Vásquez¹, D.; Velarde-Apaza², L.; Cuevas¹, J.; Solórzano³, R.; Florez-Márquez³, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Baños del Inca, Cajamarca, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Sullana, Piura, Perú
3. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: achavezc22@gmail.com

Resumen

La infiltración de agua en el suelo es un proceso fundamental para la regulación del ciclo hidrológico y los servicios ecosistémicos en ambientes altoandinos. Sin embargo, existe información limitada sobre su dinámica. Este estudio evaluó la influencia de tres tipos de cobertura vegetal y propiedades del suelo sobre la infiltración de agua en un ambiente altoandino, mediante un infiltrómetro de doble anillo, el método de Tiempo de Penetración de la Gota de Agua (WDPT) y análisis fisicoquímicos de laboratorio. Los suelos bajo cubierta forestal mostraron tasas de infiltración cuasi-estacionaria significativamente más altas ($0.248 \pm 0.028 \text{ cm min}^{-1}$) que los de pastoreo ($0,051 \pm 0,016 \text{ cm min}^{-1}$) y agrícolas ($0,032 \pm 0,013 \text{ cm min}^{-1}$). El contenido de materia orgánica se correlacionó positivamente con la infiltración. El modelo de *Kostiakov* modificado presentó el mejor ajuste general, mientras que el de *Horton* describió mejor las tasas cercanas a la condición estacionaria. Las fracciones de arena y arcilla, junto con el K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , fueron significativas en etapas húmedas, mientras que en condiciones más secas el aumento de Na^+ y la reducción de limo se asociaron con mayor repelencia al agua. Según WDPT, los suelos agrícolas mantuvieron un comportamiento hidrófilo, mientras que los forestales y de pastoreo transitaron hacia una hidrofobicidad débil o moderada. Los resultados evidencian que los bosques andinos nativos poseen mayor capacidad de infiltración que los suelos manejados, subrayando la importancia de conservar y restaurar la cobertura vegetal para fortalecer la resiliencia hídrica y mitigar los efectos del cambio de uso del suelo.

Palabras clave

Bosques; pastizales; agrícolas; hidrofobicidad

GESTIÓN DEL AGUA EN EL CULTIVO DE LA QUINUA: CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA Y PROYECCIONES CLIMÁTICAS

Flores*¹, F.; Condori¹, T.; Flores², R.; Solórzano^{3,2}, R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huamanga, Ayacucho, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
3. Facultad de Ciencias Ambientales. Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: floresgalindofredy@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2258-8273>

Resumen

La gestión eficiente del agua en la agricultura es clave para la sostenibilidad de los cultivos en valles interandinos, donde la disponibilidad hídrica está en riesgo debido al cambio climático. La quinua, como cultivo estratégico en estos ecosistemas, requiere un análisis detallado del uso del agua para optimizar su producción sin comprometer los recursos hídricos. Este estudio cuantificó la huella hídrica (verde, azul y gris) de tres variedades de quinua (INIA 415 Pasankalla, INIA 420-Negra Collana e INIA 441-Señor del Huerto) cultivadas en un suelo franco arenoso de un valle interandino del Perú. Además, se evaluó la tendencia de la huella hídrica en 12 campañas agrícolas y se proyectaron escenarios climáticos futuros (SSP1-2.6, SSP3-7.0 y SSP5-8.5) para estimar el impacto del cambio climático en la demanda hídrica del cultivo hacia 2090-2100. Los resultados mostraron diferencias significativas en la eficiencia del uso del agua entre variedades. Señor del Huerto presentó la mayor eficiencia hídrica, alcanzando un rendimiento de hasta 3.20 t ha⁻¹ y una menor huella hídrica total, lo que la hace más sostenible en condiciones de variabilidad climática. En contraste, Negra Collana tuvo una mayor demanda hídrica, haciéndola menos viable en escenarios de estrés hídrico. Las proyecciones climáticas indicaron un incremento en la demanda hídrica de la quinua en escenarios de mayor forzamiento radiativo. Estos hallazgos subrayan la importancia de seleccionar variedades más eficientes en el uso del agua y adoptar prácticas de manejo sostenible que mitiguen los efectos del cambio climático en la producción de quinua en los valles interandinos.

Palabras clave

Cambio climático; sostenibilidad agrícola; escenarios climáticos

POTENCIAL DE *Eucalyptus globulus* Y *Pinus radiata* COMO SUMIDEROS DE CARBONO EN EL ENTORNO DEL PARQUE NACIONAL HUASCARÁN-PERÚ

Cárdenas¹, R.; Gallardo¹, J.; Loli², O.

1. Universidad de Salamanca. Salamanca, España.
2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: reggi_car@usal.es; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8661-2961>

Resumen

El cambio climático y el efecto invernadero tienen efectos negativos en los ecosistemas frágiles de alta montaña, como el Parque Nacional Huascarán. Se evaluó la capacidad de los bosques de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* en el secuestro de carbono y su repercusión en los ecosistemas forestales. Se demostró que el piso altitudinal es un factor determinante en la productividad de biomasa vegetal y contenido de carbono orgánico en el suelo. Se evaluaron los bosques en tres escenarios territoriales distintos. Se empleó un DCA, conformado por cuatro tratamientos (bosques), dieciséis transectos, cada transecto con ocho repeticiones. Se determinó la relación existente entre la biomasa forestal producida y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), para cuatro categorías de vegetación. Las mayores cantidades de carbono almacenado en biomasa total y carbono orgánico fijado en el suelo se encuentran en los bosques de *Pinus radiata* en Huaraz y *Eucalyptus globulus* en Catac, respectivamente. Los contenidos de carbono en la biomasa total fueron 95.31, 94.79, 124.18 y 97.28 Mg C ha⁻¹ para los bosques de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* en Catac, *Pinus radiata* en Huaraz y *Eucalyptus globulus* en Marcará, respectivamente; no obstante, el contenido de carbono orgánico en el suelo fijado a una profundidad de 0.50 metros fue 155.77, 105.60, 109.28 y 63.86 Mg C ha⁻¹ en idéntica correspondencia con las especies forestales y lugares que el parámetro anterior. Los valores de NDVI ≥ 0.4 no generan correspondencia con la baja vigorosidad de la biomasa forestal como consecuencia del estrés abiótico.

Palabras clave

Eucalyptus globulus; *Pinus radiata*; sumideros de carbono

EFFECTO DE TRES LÁMINAS DE RIEGO POR GOTEO EN EL CULTIVO DE QUINUA EN AYACUCHO (*Chenopodium quinoa* W.)

Reginaldo*, R.; Condori, L.; Alarcón, S.; Flores, F.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Huamanga, Ayacucho, Perú.

*Autor para correspondencia: rickyreginaldo2016@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3160-9815>

Resumen

La producción de quinua en las zonas altoandinas del Perú, como Ayacucho, enfrenta un declive significativo debido a la escasez hídrica y el cambio climático. Ante esta situación, este estudio evaluó el efecto de tres láminas de riego por goteo (100 %, 75 % y 50 % de la demanda de agua) en el crecimiento, desarrollo, rendimiento y contenido de saponina de la quinua variedad "INIA 441-Señor del Huerto". Para ello, se implementó un diseño de bloques completos al azar, midiendo variables biométricas y de rendimiento para comprender la respuesta de la planta. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos. El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento L2 (75 %), alcanzando 4.443 t/ha, superando a L3 (100 %) con 4.438 t/ha, mientras que L1 (50 %) presentó el menor valor con 3.500 t/ha. Aunque L3 produjo plantas más altas, L2 logró un óptimo balance entre crecimiento y producción, demostrando mayor eficiencia hídrica. El contenido de saponina no se vio afectado por los niveles de riego. Se concluye que una reducción del riego al 75 % puede incrementar el rendimiento en un 26.9 % respecto al riego completo, y que el 50 % es una alternativa viable en condiciones de extrema escasez. Estos hallazgos son clave para optimizar la producción de quinua en los Andes y enfrentar los desafíos del cambio climático de manera sostenible.

Palabras clave

Eficiencia; rendimiento; adaptación

CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN PRIVADA TILACANCHA BASADO EN LOS FACTORES DE FORMACIÓN DEL SUELO

Moya*¹, M. F.; García², S.; Zorogastúa², P.; Mestanza², C.

1. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Madre de Dios, Perú.

2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: mmoya@iiap.gob.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6001-5149>

Resumen

Los suelos capturan y conservan la mayor parte del carbono de la tierra. La estimación de las reservas y de las fracciones del carbono orgánico del suelo es clave para planificar el manejo adecuado del recurso suelo. La presente investigación propuso evaluar el potencial de reserva del carbono orgánico del suelo estimada a partir de los factores de formación del suelo (modelo SCORPAN) en el área de conservación privada Tilacancha en la región Amazonas. Se colectó 87 muestras a una profundidad de 30 cm. Las reservas de carbono orgánico total del suelo y de sus fracciones carbono orgánico total (COT), carbono oxidable en permanganato de potasio (COXP) y carbono orgánico particulado (COP) se obtuvieron mediante la aplicación de modelos lineales generalizados. La predicción de las reservas de carbono orgánico del suelo, de sus fracciones y del índice de la materia orgánica (IMO) se realizó en base a una regresión kriging (RK). Su distribución espacial se representó mediante un mapa digital construido a partir del modelo del variograma. La estabilidad de la reserva de COT se determinó a partir del IMO. La reserva de COT estimada para el ACP Tilacancha a 30 cm de profundidad fue 2324542 Mg. La insolación difusa, el modelo digital de elevaciones y la posición media de la pendiente fueron los mejores predictores para estimar las reservas. El IMO sugiere un menor valor del COT estable en las zonas altas asociado a los humedales, y un mayor valor en zonas ribereñas.

Palabras clave

Mapeo digital; SCORPAN; Kriging

COMPARACIÓN DEL MANEJO Y DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO EN DOS JARDINES VERTICALES, CON DIFERENTES SUSTRATOS

Gonzales-Aguilar*, K.; Pastor-Jáuregui, R.

Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: karinarocio16@hotmail.com

Resumen

El estudio tuvo como objetivo comparar el manejo y crecimiento vegetativo en jardines verticales con sustratos turba-perlita y orgánico, durante 34 semanas en el Centro de Investigación y Extensión en Riego (CIER) de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se evaluaron propiedades físicas de los sustratos, calidad del agua de riego, desempeño agronómico de *Carpobrotus edulis*, acumulación de sedimentos, eficiencia hídrica y requerimientos de mantenimiento. Se realizó riego automatizado y recirculante, asimismo, fueron realizadas mediciones semanales de crecimiento, floración, cobertura, peso fresco y materia seca. Las medias de los tratamientos se compararon por medio de la prueba t de Student. Ambos tratamientos recibieron fertilización foliar, poda y control fitosanitario. El sustrato turba-perlita alcanzó mayor cobertura vegetal (93,3 % vs 90,6 %), altura promedio de planta (20,5 cm vs 18,9 cm), mejor desarrollo radicular y foliar, y eficiencia hídrica superior (67,6 % vs 66,5 %), con menor producción de sedimentos (462,64 g vs 635,37 g) y menor frecuencia de mantenimiento; sin embargo, su costo es más alto, demostró mayor eficiencia, estabilidad y sostenibilidad en sistemas con recirculación de agua, cumpliendo exigencias técnicas de normativas municipales. Se concluye que la elección del sustrato influye en rendimiento, sostenibilidad y costos operativos, recomendándole la turba-perlita para proyectos de alto desempeño y bajo mantenimiento.

Palabras clave

Perlita; turba; material orgánico; cobertura; mantas verticales

EFFECTO DE LA HUELLA HÍDRICA DE LA QUINUA SEGÚN FECHA DE SIEMBRA EN LA CUENCA DEL RÍO HUATATAS

Condori*¹, L.; Flores², R.; Solórzano², R.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Ayacucho, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: tatiana.condori1423@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2373-2055>

Resumen

La situación del agua en el mundo es alarmante, y se proyecta que para el 2050 afectará al 75 % de la población mundial, tal como lo señala la ONU. El Perú no es ajeno a esta situación, siendo el principal problema la notable descompensación demográfica. Aproximadamente el 76 % de la huella hídrica nacional de la producción total se asocia con el sector agropecuario. En ese contexto es necesario incrementar la eficiencia y mejorar la racionalización del recurso hídrico para el riego, mejorando así la productividad hídrica. Cabe resaltar que el análisis de huella hídrica debe realizarse considerando las características climáticas, edáficas y culturales de cada región. Esta investigación estudia cómo influye la fecha de siembra en diferentes láminas de riego (50%, 75% y 100%) en la huella hídrica del cultivo de quinua en la cuenca del Río Huatatas de la región de Ayacucho, desde el punto de vista del uso eficiente del agua, es decir, cuándo se puede sembrar para reducir el consumo de agua (verde, azul y gris) sin impactar el rendimiento del cultivo de quinua. Los resultados demostraron que la segunda fecha de siembra alcanzó mejores rendimientos cuando se aplicó una lámina del riego de 75%; seguidamente, se ubicó la tercera fecha de siembra con el mismo nivel de riego, aunque con una ligera disminución del rendimiento respecto a la segunda. Estos resultados evidencian que la época de siembra, combinada con un manejo eficiente de riego influye significativamente en el rendimiento del cultivo de quinua.

Palabras clave

Cambio climático; impacto hídrico; cultivo andino

CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE CAMPO, EDAD Y GENÉTICA DE *Theobroma cacao* L. EN AYACUCHO

Mendez*¹, Y.; Vera¹, J.; Medrano², S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pichari, Cusco, Perú.

2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: jhanethagroforestal22mr.vraem@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0567-9941>

Resumen

El cacao (*Theobroma cacao* L.) constituye uno de los cultivos estratégicos del Perú por su diversidad genética, importancia económica y potencial como sumidero de carbono. No obstante, enfrenta desafíos vinculados al cambio climático que afectan su rendimiento, calidad y sostenibilidad. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo determinar los niveles de almacenamiento de carbono orgánico del suelo (COS) en parcelas de cacao de las provincias de La Mar y Huanta, región Ayacucho, considerando la influencia de las condiciones de campo, la edad y la genética del cultivo. La metodología consistió en el muestreo y caracterización fisicoquímica de los suelos, registro de la edad, genética y manejo de los cultivares predominantes. Los resultados evidenciaron que el contenido promedio de COS fue de 17 457.82 mg/kg en el cultivar CCN-51 y de 16 373.55 mg/kg en VRAE-99. Asimismo, se observaron diferencias significativas asociadas a la textura del suelo, con valores mayores en suelos franco-arcillosos (18 619.48 mg/kg) frente a los francos arenosos (14 385.15 mg/kg). La correlación entre el COS, cultivar y textura indicó que la textura es el factor más influyente en la acumulación de COS, dado que ambos cultivares presentaron valores similares dentro de cada tipo de suelo. Se concluye que la influencia del cultivar es secundaria frente a las propiedades texturales, lo que subraya la importancia de considerar la textura como criterio prioritario para optimizar la fertilidad, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de cacao y facilitar el acceso a mercados de créditos de carbono.

Palabras clave

almacenamiento; textura; clon



Fotografía: Mercy Gudelia Ricra Luis



Fotografía: Jhoni Teodoro Ramos González



· Sede Pucallpa ·
2025

Eje temático 7

Educación y extensión en la ciencia del suelo





Dra. Fabiane Machado Vezzani

Especialidad: Gestión ecológica y educación del suelo

Perfil Profesional

Es licenciada en Agronomía, con maestría y doctorado en Ciencias del Suelo por la Universidad Federal de Rio Grande do Sul. Fue profesora del Departamento de Suelos e Ingeniería Agrícola de la Universidad Federal de Paraná. Actualmente es profesora del Departamento de Suelos de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul. Actúa en las áreas de Gestión Ecológica de Suelos y Educación del Suelo. Desarrolla investigaciones en los temas de calidad del suelo, servicios ecosistémicos y metodologías educativas para la educación del suelo.

Cuenta con una destacada producción científica que incluye 46 artículos científicos publicados, 2 libros de autoría, 19 capítulos de libros y la asesoría de 8 libros, entre ellos “Educação em Solos no Brasil”, publicado por la Sociedad Brasileña de Ciencia del Suelo. En el ámbito de la formación académica, ha dirigido 25 tesis de maestría y 9 tesis de doctorado, contribuyendo activamente a la formación de recursos humanos en el área de Ciencias del Suelo.

Ponencia magistral

EDUCACIÓN Y EXTENSIÓN EN SUELOS: PROCESOS FORMATIVOS Y TRANSFORMADORES

La educación y la extensión en suelos son procesos formativos que tienen como foco el estudio del suelo, sus características, propiedades, funciones socioecológicas y la importancia de actitudes humanas positivas para garantizar la continuidad del pleno desempeño de dichas funciones.

La formación de las personas implica el aprendizaje de determinados temas, y ese aprendizaje no ocurre solamente a través de la escucha o la búsqueda de significados, sino mediante la vivencia concreta de esos temas en contextos reales históricos, sociales y culturales, articulados con las necesidades e intereses de los sujetos del proceso formativo.

El objetivo central de las acciones educativas y de extensión en suelos es promover la reflexión crítica, la capacidad de análisis, la responsabilidad ética y el desarrollo del hábito de evaluar productos intelectuales, como razones, argumentos, ejemplos y principios. Estas acciones buscan superar la pasividad intelectual y fomentar una participación activa en la transformación de la realidad de las personas involucradas con la temática del suelo. La simple transmisión de contenidos de la ciencia del suelo, por sí sola, no es capaz de transformar a las personas ni sus realidades.

Por ello, la educación y la extensión en suelos deben ir más allá de la enseñanza de los conceptos básicos de la ciencia del suelo: es necesario articular el conocimiento técnico con las dimensiones culturales, territoriales y sociales de las comunidades involucradas. De este modo, el aprendizaje sobre los suelos se convierte también en un proceso de reconocimiento de la relación de las personas con el suelo, lo que permite identificar y valorar sus funciones socioecológicas, así como las convenciones culturales que estructuran la vida de los sujetos en sociedad.

La verdadera formación ocurre cuando las personas reflexionan sobre su práctica, comprenden su realidad y actúan para transformarla, en un movimiento continuo de toma de conciencia y humanización. Más que transmitir información, la educación y la extensión en suelos deben promover el intercambio de experiencias, la escucha mutua y la construcción compartida de saberes, elementos esenciales para la producción crítica del conocimiento. Desde esta perspectiva, los procesos educativos y de extensión en suelos deben basarse en una relación dialógica y horizontal entre educadores, extensionistas y participantes, reconociendo a todos como sujetos del conocimiento.

Dado que la realidad siempre está vinculada a las personas y a los contextos en los que viven, las acciones educativas deben partir de la visión del mundo de los participantes, integrando sus experiencias, lenguajes y saberes. El método educativo, coherente con esta concepción, debe acoger la complejidad humana y valorar tanto las dimensiones objetivas como subjetivas del aprendizaje, en un enfoque dialógico y reflexivo. Los profesionales que trabajan en educación y extensión en suelos deben reconocerse como sujetos en constante aprendizaje y desarrollar habilidades como la escucha sensible, la observación y la entrega, actitudes que se contraponen al ritmo acelerado y al uso excesivo de tecnologías que, en la actualidad, con frecuencia median las relaciones y los procesos de aprendizaje.

Estos procesos formativos deben conducir a una transformación en la actitud hacia el suelo, permitiendo que educadores, extensionistas y participantes reconozcan en el suelo un elemento fundamental para sus vidas, presente en sí mismos, en sus prácticas y en sus relaciones con los demás. La invitación es a humanizar la relación con el suelo y con los otros, entendiendo que nuestra propia transformación es condición necesaria para construir prácticas educativas y de extensión más éticas, integradoras y comprometidas con la calidad de vida de todos los seres del planeta.



Dra. Laura Bertha Reyes-Sánchez

Especialidad: Educación en la ciencia del suelo

Perfil profesional

Destacada científica mexicana con formación en Química en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con estudios de doctorado en Ciencias Biológicas con orientación en Edafología (UNAM), Maestría en Ciencias de la Educación y Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo Sostenible. Es profesora de carrera en la FES-Cuautitlán de la UNAM.

Ha sido coautora de publicaciones clave como el “Atlas de Suelos de América Latina y el Caribe” (FAO, 2014), los planes de acción del Pilar 2 de la Alianza Mundial por el Suelo (FAO, 2015–2016), y el libro “Química Verde”. Además, ha contribuido con más de diez capítulos en libros especializados en química verde y ciencias del suelo. Es pionera en la divulgación científica infantil, ha publicado tres libros sobre ciencia del suelo para niños en colaboración con la FAO (2021, 2022 y 2023). Ha sido autora y coeditora de obras influyentes en educación y sostenibilidad del suelo a nivel internacional entre 2016 y 2024.

En 2018, hizo historia al convertirse en la primera mujer elegida como presidenta de la Unión Internacional de Ciencias del Suelo (IUSS), cargo que desempeñó entre 2019 y 2024.

Su labor ha sido ampliamente reconocida con distinciones internacionales como el Premio Latinoamericano de la Ciencia del Suelo (2014), la Medalla Álvaro Barseillos Fagundes (Brasil, 2018), el Fellowship Award de la Sociedad China de la Ciencia del Suelo (2022), y la Medalla de Servicio Distinguido de la IUSS (2022). Es miembro de honor de las Sociedades de Ciencias del Suelo de Costa Rica, España, Polonia, Guatemala y Chile.

Ponencia magistral

EL SUELO: LA IMPORTANCIA DE APRENDER A CUIDAR LO QUE NO PERTENECE A NADIE Y ES DE TODOS

Los proyectos educativos y la educación en sí dependen tanto de las políticas públicas que los gobiernos generan, como de la inversión que los gobiernos y sociedades destinan para educar. No obstante, la posibilidad real de contar con políticas públicas e inversión para la preservación de los recursos naturales de la tierra y de la vida en el planeta, no depende de los gobiernos, sino de una educación que permita a los ciudadanos comprender la necesidad de construir, impulsar y exigir a sus gobiernos la creación de políticas de preservación e invertir en ello, pues es igualmente la educación que posee una sociedad la que define su capacidad para conseguir, aportar, dirigir y administrar los financiamientos, inversiones y recursos.

Educación y ambiente, son problemas absolutamente relacionados, e igualmente complejos; tanto, que no pueden ser abordados en toda su dimensión desde las visiones y perspectivas parciales de las divisiones disciplinares de la ciencia. Se requiere, por el contrario, ampliar visiones y construir, desde el ámbito educativo, pensamientos, procedimientos y acciones inter y transdisciplinares que aborden el cómo resolver la problemática ambiental, a efecto de alcanzar un verdadero desarrollo.

Por eso, una educación cuyo valor primordial es la acumulación de conocimientos, no engendra gobiernos capaces de generar políticas de preservación, tampoco ciudadanos capaces de impulsarlas o exigir las, ni de invertir en ello; por lo que la educación que se ofrece es, y seguirá siendo parte fundamental del problema si no se cambia la cosmovisión, la forma, y el sentido con que se educa (Reyes- Sánchez, 2009, 2022 y 2024), pero también es parte de la solución en la medida que seamos capaces de construir, desde el ámbito educativo, nuevos marcos conceptuales, éticos y culturales en los ciudadanos del futuro (Novo, 1995).

De ahí la gran importancia de replantearnos hoy, el cómo educar para preservar los recursos naturales de La Tierra, pues una educación que propugna exclusiva o preponderantemente por los aspectos utilitarios del saber, el esfuerzo individual, las destrezas, las competencias individuales, y la competitividad, confiere al acto educativo un carácter reproductor a través del cual se refuerza el dominio de las clases, de los gobiernos hacia sus ciudadanos, de unos gobiernos sobre otros, y desde el mercado. Requerimos por tanto cuestionarnos el cómo a través de una educación incluyente, equitativa y justa, construir una cultura de preservación que sea garantía de desarrollo y vida en el planeta.

La educación ES, por ello, la política pública clave para preservar todos los recursos naturales y por ende la vida en el planeta. El cómo se plantea educar para ello y mediante qué estrategias, será el objetivo por abordar como parte del Eje Temático 7: “Educación y extensión en la ciencia del suelo”, durante la III Convención Internacional de Suelos y XX Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo.

INTEGRACIÓN DE DATOS ÓPTICOS Y RADAR DE SENTINEL PARA EL MAPEO MULTITEMPORAL DE SISTEMAS CAFETALEROS EN PERÚ

Medina-Medina¹, A.; Salas¹, R.; Zabaleta-Santisteban¹, J.; Tuesta-Trauco¹, K.; Rivera-Fernández¹, A.; Sánchez-Vega¹, J.; Silva-Melendez¹, T.; Grandez-Alberca¹, M.; Portocarrero¹, C.; Veneros¹, J.; Oliva-Cruz¹, M.; Barboza*¹, E.; Silva-López¹, J.; Rojas-Briceño², N.

1. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Chachapoyas, Amazonas, Perú.

2. Universidad Nacional de Moquegua, Pacocha, Perú.

* Autor para correspondencia: elgar.barboza@untrm.edu.pe

Resumen

El café constituye un producto estratégico de exportación y una fuente esencial de sustento económico para pequeños productores en países como Perú. Sin embargo, persisten vacíos críticos de información geoespacial sobre áreas de cultivo, productividad y sostenibilidad, lo que adquiere mayor relevancia ante la entrada en vigor del Reglamento de la Unión Europea sobre Productos Libres de Deforestación (EUDR). En este estudio se integraron datos ópticos y radar de *Sentinel* procesados en *Google Earth Engine* (GEE) para elaborar mapas de cobertura y uso de suelo (LULC), con especial énfasis en sistemas cafetaleros bajo sombra en la provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas (Perú). La metodología comprendió el preprocesamiento de imágenes *Sentinel*, el cálculo de índices espectrales y la generación de variables topográficas, seguidos de la clasificación mediante el algoritmo *Random Forest*. Se obtuvieron seis mapas multitemporales de LULC entre 2019 y 2024, alcanzando una precisión global del 94 % y un índice de Kappa del 89 %. Los resultados muestran un incremento de la superficie cafetalera de 7 111.07 ha en 2019 a 9 443.05 ha en 2024, junto con cambios en otras coberturas como la reducción de áreas forestales y el aumento de pasturas, arbustales, suelos desnudos y zonas urbanas. Estos hallazgos evidencian el potencial de GEE para el monitoreo multianual de cultivos permanentes, aportando insumos técnicos para el cumplimiento del EUDR y respaldando la gestión sostenible del sector cafetalero.

Palabras clave

Google Earth Engine; paisajes cafetaleros; EUDR

FORTALECIENDO CAPACIDADES PARA LA INNOVACIÓN: ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PRODUCTORES DE AVENA FORRAJERA DE SAN MARTÍN PUNO

Olivera*, L.; Choquechambi, L.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Puno, Perú.

*Autor para correspondencia: crisludwin98@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0265-9899>

Resumen

La limitada disponibilidad de forraje en sistemas ganaderos altoandinos, asociada a suelos poco profundos, variabilidad climática y esquemas de capacitación tradicional, restringe la productividad y sostenibilidad agropecuaria. Este estudio evaluó el efecto de un modelo de capacitación modular, desarrollado en parcelas demostrativas, sobre la adopción de tecnologías agrícolas sostenibles y el rendimiento de *Avena sativa* L. en la comunidad campesina San Martín (3 911 m s. n. m.) del distrito y provincia de Azángaro, región Puno, durante la campaña 2023 - 2024. La intervención incluyó prácticas agrícolas como el análisis de suelos, siembra en surcos, uso de semilla certificada, labores culturales y elaboración de abonos orgánicos (compost, humus, biol y microorganismos benéficos). Se realizó el estudio con 21 productores capacitados y un grupo control no capacitado. Los beneficiarios alcanzaron un puntaje de 16/20 en conocimientos, frente a 1.4/20 del grupo control, registrando tasas de adopción del 95 % en análisis de suelos, 57 % en siembra en surcos, 52% en uso de semilla certificada y 90 % en producción de abonos orgánicos. En general, la mayoría de los capacitados manifestaron un aumento en el rendimiento forrajero, no obstante, este aumento varió según las prácticas adoptadas entre otros factores, asimismo, todos pudieron almacenar forraje para la sequía. Los resultados demuestran que la capacitación basada en metodologías prácticas y demostración en campo constituye una estrategia efectiva para mejorar el manejo agrícola, incrementar la productividad, garantizar la seguridad alimentaria y promover el desarrollo económico rural en zonas altoandinas vulnerables al cambio climático.

Palabras clave

Capacitación; productividad; parcelas

EFFECTO DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN LA ADOPCIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN PRODUCTORES DE PALTO EN MOQUEGUA

Aguilar*¹, E.; Copa¹, S.; García-Herrera², J. F.; Medrano², S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Moquegua, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: eyneraguilar.11@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9899-6940>

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la transferencia de tecnología en la adopción de enmiendas orgánicas por parte de los productores de palto en el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, región Moquegua. El inadecuado manejo del suelo ha provocado su degradación progresiva, lo que ha generado una creciente necesidad de adoptar prácticas agrícolas sostenibles. En este contexto, el uso de enmiendas orgánicas como el compost, microorganismos benéficos y ácidos húmicos, para la recuperación de suelos degradados, surge como una alternativa viable y ecológica. Sin embargo, la adopción de estas prácticas depende en gran medida del nivel de conocimiento y de la actitud de los productores. Para este estudio se encuestó a 60 productores de palto, divididos en dos grupos: 30 capacitados por INIA y 30 no capacitados (grupo control). Se utilizó una metodología cualitativa, evaluando las acciones de transferencia tecnológica, especialmente capacitaciones a través de cursos presenciales modulares y participativos. Se observa una mejora significativa en el nivel de conocimiento, alcanzando un 80 % en los productores con capacitación y un 30 % en aquellos sin capacitación. En cuanto a la aplicación de la tecnología, el 60 % de los productores capacitados la implementa, frente al 20 % de los no capacitados. En conclusión, la transferencia de tecnología adecuada facilita el cambio hacia una agricultura sostenible y eficiente, que representa una oportunidad para mejorar la competitividad de la cadena productiva del palto en Moquegua.

Palabras clave

Suelo; capacitaciones; agricultor

INNOVACIÓN Y APRENDIZAJE DE PRODUCTORES EN EL MANEJO DE ABONOS ORGÁNICOS A TRAVÉS DE METODOLOGÍAS PARTICIPATIVAS

Aguirre*, S.; Apaza, E.; Machaca, A.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Arequipa, Perú.

*Autor para correspondencia: saguirrem91@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7461-2986>

Resumen

Entre marzo y agosto de 2024 se desarrolló en La Joya, Arequipa, una escuela de campo de agricultores (ECA) dirigida a 15 productores de palta de exportación, con el objetivo de fortalecer capacidades en la producción y uso de abonos orgánicos como alternativa sostenible a la fertilización química. A lo largo de 7 sesiones teórico-prácticas, los agricultores participaron en actividades de elaboración de biol, compost y microorganismos benéficos. Los resultados muestran una sólida apropiación de conocimientos y prácticas; 47 % de los participantes (7 de 15) elaboraron 1 000 litros de biol cada uno; 73 % (11 de 15) participaron en la producción grupal de 40 toneladas de compost; y 13 % (2 de 15) lograron reproducir microorganismos benéficos para uso personal. En conjunto, el 100 % replicó al menos una práctica en sus predios, confirmando la efectividad del enfoque “aprender haciendo” característico de las ECA’s. El impacto cualitativo se refleja en la confianza en el uso de insumos locales, la reducción en la dependencia de fertilizantes externos y el fortalecimiento del trabajo grupal. Asimismo, la incorporación del análisis de suelos permitió que los participantes comprendieran mejor las necesidades nutricionales de sus cultivos y planificaran prácticas de fertilización más sostenibles. En conclusión, esta experiencia evidencia que las escuelas de campo son una estrategia eficaz de extensión agraria, que potencia la sostenibilidad económica y ambiental en la producción de palta de exportación en La Joya.

Palabras clave

Biofertilizantes; capacitación; ECA

LA LUFFA: ESTRATEGIA EDUCATIVA DESDE EL SUELO PARA VALORAR LA TIERRA Y SUSTITUIR PLÁSTICOS EN MOYOBAMBA

Fustamante*, J.

Institución Educativa Particular Señor Del Perdón. San Martín, Perú.

*Autor para correspondencia: proyectoluffa.oficial@gmail.com

Resumen

En la Institución Educativa Señor Del Perdón, en Moyobamba, al presentar por primera vez el uso de la luffa (*Luffa aegyptiaca*) como alternativa sostenible a las esponjas sintéticas, se identificó un desconocimiento generalizado - incluso entre docentes y estudiantes - sobre esta planta. A pesar de haber formado parte del entorno cotidiano en el pasado.

Este proyecto transforma ese vacío de conocimiento en una oportunidad educativa: posiciona el cultivo de la luffa como herramienta didáctica para la enseñanza de la ciencia del suelo, integrando educación ambiental, prácticas regenerativas y reducción de plásticos. Mediante talleres escolares y comunitarios, se guía a participantes en todo el proceso —desde la preparación del suelo hasta la cosecha y transformación del fruto en esponja biodegradable—, vinculando teoría con práctica. El cultivo de esta especie “olvidada” permite redescubrir el suelo como un sistema vivo y generador de soluciones sostenibles. La experiencia fortalece la conciencia sobre la salud del suelo, reduce la dependencia del plástico y recupera conocimientos agrícolas locales. La luffa, al ser poco conocida, despierta curiosidad, motiva la observación, y su ciclo de vida enseña que del suelo nacen soluciones a problemas ambientales. Este modelo demuestra cómo la extensión y la transferencia del conocimiento de la salud del suelo pueden revitalizar prácticas locales y generar impacto ambiental medible, cumpliendo cabalmente con los objetivos del Eje 7.

Palabras clave

Educación ambiental; ciencia del suelo; Luffa aegyptiaca

ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PRODUCTORES DE CAFÉ EN LA PRODUCCIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS EN PICHANAQUI

Granados*¹, N.; Ramos¹, J.; Cunyas¹, J.; Medrano², S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pichanaqui, Junín, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: nehemias.gd.94@gmail; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9609-6655>

Resumen

Las malas prácticas de manejo de los suelos están ocasionando pérdidas en su fertilidad, provocando baja productividad y pérdidas económicas en el sector cafetalero. Por ello, se optó realizar un programa de escuelas de campo para agricultores (ECA) con el objetivo de fortalecer capacidades en el manejo sostenible de suelos. La aplicación metodológica consistió en talleres participativos y parcelas demostrativas donde se impartió conocimientos técnicos e innovadores. En 2024 se realizaron 6 sesiones dirigidas a los socios de la Cooperativa Agraria de Mujeres de Café, con la participación de 18 productores, donde se abordaron temas relacionados a la producción de bioinsumos, importancia de análisis de suelo, muestreo de suelos, interpretación y plan de fertilización (setiembre), manejo de suelos degradados y producción de microorganismos benéficos (MOB's). Los resultados reflejan mejoras significativas en la adopción de prácticas sostenibles frente al control, donde se observa mejor adopción en productores que participaron en las ECA's. Los productores que son capacitados mediante esta metodología mejoraron sus conocimientos y generaron conciencia en las aplicaciones de prácticas sostenibles. Además, cuentan con análisis de suelos y trabajan con un plan de fertilización para una mejor nutrición y perspectiva revolucionaria de la agricultura. En conclusión, las ECA's son herramientas de extensión que ayudan a mejorar los conocimientos con base científica, y promueve eficiencia en la aplicación de prácticas sostenibles; se recomienda aplicar esta metodología en otros sectores, con temas innovadores con demostraciones prácticas en sus propias fincas.

Palabras clave

Sostenibilidad; conservación; ECA

ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS SOSTENIBLES Y MÉTODOS INNOVADORES EN EL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL DISTRITO DE PICHANAQUI

Ramos*¹, J.; Granados¹, N.; Cunyas¹, J.; Medrano², S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pichanaqui, Junín, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor de correspondencia: jhonramos353@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0882-2100>

Resumen

El presente trabajo tuvo como finalidad identificar, analizar y evaluar la adopción de prácticas sostenibles y métodos innovadores en el uso de abonos orgánicos en el distrito de Pichanaki, mediante la implementación de la escuela de campo (ECA's) con la Asociación de Mujeres en Acción con la Piña y Transformación de Frutos Tropicales – Fruit Organic Selva Central en la EEA Pichanaki–INIA. La metodología consistió en un proceso participativo con 15 productores, abordando un tema mensual a lo largo de seis sesiones: producción de microorganismos eficientes y de montaña (marzo), elaboración de compost con residuos locales (abril), manejo y producción de vermicompost (mayo), elaboración de abonos líquidos o bioles (junio), producción de biofertilizantes (julio) y, finalmente, estrategias de aplicación en campo definitivo (agosto). Cada módulo incluyó sesiones teóricas y prácticas, con evaluaciones individuales al cierre de cada encuentro. Al término del ciclo, se aplicó la encuesta “Conocimientos y experiencias de los productores de Pichanaki en la producción de abonos orgánicos en una Escuela de Campo”, con el propósito de medir la apropiación de saberes y experiencias. Los resultados evidenciaron una elevada adopción de prácticas sostenibles e innovadoras, reflejada en la mejora del conocimiento técnico, la apropiación de metodologías de producción de abonos orgánicos y la disposición de los productores para replicar dichas técnicas en sus parcelas. Este trabajo demuestra el potencial de las escuelas de campo como estrategia de capacitación rural que integra saberes locales e innovación, fortaleciendo la sostenibilidad agrícola y el empoderamiento comunitario.

Palabras clave

conocimientos; ECA's; bioinsumos

PERCEPCIÓN SOBRE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO POR SOBREPASTOREO Y ESTRATEGIAS DE MANEJO SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD GANADERA DE VICCO, PASCO

Yalli*¹, T. B.; Ayala², H., Ricra², M.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Pasco, Perú.

*Autor para correspondencia: byalli022021@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5734-1605>

Resumen

Este artículo con un enfoque cualitativo determina la percepción de los productores respecto a la degradación del suelo por el sobrepastoreo en las Unidades Productivas Ganaderas (UPG) en la comunidad ganadera del distrito de Vicco. La investigación se llevó a cabo en el período comprendido entre abril y agosto del 2025. Se aplicaron 120 entrevistas semi-estructuradas y la información obtenida fue sistematizada para su análisis en función a las familias intervenidas y no intervenidas por el INIA. No obstante, las percepciones de los productores sobre la degradación de sus potreros son como un aspecto intrínseco a la práctica del sistema ganadero con impactos diversos. La baja frecuencia de capacitaciones a los productores sobre el manejo y recuperación de sus pastizales influyen sobre el conocimiento del productor, requeridas para establecer y mantener buenas prácticas ganaderas. Los productores conocen de los beneficios, limitantes y prácticas necesarias para mejorar la producción ganadera local; sin embargo, demandan apoyo para mejorar la adopción de tecnologías para un sistema de pastoreo adecuado, mejorando la rentabilidad y provisión de servicios ecosistémicos en la región. Se concluye que, en los ganaderos intervenidos por el INIA, se encuentran diferencias en cuanto a las percepciones sobre la degradación, pero básicamente desde la perspectiva productiva. La experiencia individual en el manejo del ganado, el ingreso familiar, la disposición de los recursos económicos para invertir y el nivel de conciencia ambiental son las causas de la variación en las percepciones de la degradación de los potreros.

Palabras clave

pastizales; pastoreo; UPG

DETERMINANTES DE CONTINUIDAD EN LA AGRICULTURA AGROECOLÓGICA TRADICIONAL EN APURÍMAC: APRENDIZAJES PARA LA EXTENSIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS

Sánchez*, C.; Juarez, L. V.; Medina, J. R.; Camacho, L. M.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. Apurímac, Perú.

*Autor para correspondencia: csanchez@inia.gob.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7987-5074>

Resumen

La extensión agropecuaria enfrenta el reto de generar conocimiento aplicable que fortalezca la sostenibilidad productiva y la conservación de suelos en contextos de agrobiodiversidad. Comprender los factores que determinan la continuidad de la agricultura agroecológica tradicional es clave para diseñar intervenciones que reconozcan la relación entre prácticas locales y servicios ecosistémicos como: la fertilidad, la regulación hídrica y el mantenimiento de biodiversidad. Se aplicaron 96 encuestas en la zona de Paymakis, analizadas mediante análisis factorial confirmatorio, pruebas t apareadas y modelos de regresión. Los resultados identificaron cuatro dimensiones principales: económico-salud, tradicional-ambiental, social-comunitario e identidad-continuidad. Aunque los agricultores valoran de manera equilibrada los beneficios económicos, sociales, culturales y ambientales, se evidenciaron tensiones entre los objetivos de mercado y la preservación cultural y ambiental. Estos hallazgos, coinciden con la literatura que destaca el carácter multidimensional de la agroecología, cuya sostenibilidad depende no solo de los rendimientos productivos, sino también de factores sociales, culturales y ecológicos que fortalecen la resiliencia y continuidad de los sistemas agrarios. En este marco, la extensión agropecuaria resulta fundamental para articular las motivaciones diversas de los productores con estrategias de manejo sostenible del suelo, incorporando el conocimiento local y su transmisión intergeneracional, asegurando la provisión de servicios ecosistémicos esenciales que contribuyen a la sostenibilidad productiva de los territorios altoandinos.

Palabras clave

agroecología; extensión; conservación

ESTRATEGIA DE FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES Y EXTENSIÓN DEL CONOCIMIENTO EN CIENCIAS DEL SUELO APLICADO EN FISCALIZACIÓN AMBIENTAL (2018-2025)

Vivanco*¹, J.; Peña², P.

1. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

* Autor para correspondencia: jlivanco@pucp.edu.pe; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4482-7726>

Resumen

La afectación de los suelos producto del inadecuado manejo de residuos sólidos, vertimientos, o productos y subproductos de actividades extractivas, ha conllevado a la necesidad de fortalecer las capacidades técnicas de fiscalizadores ambientales y de estudiantes universitarios de ingeniería y biología. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental del Perú, implementó actividades de fortalecimiento de capacidades relacionadas a la ciencia del suelo entre el 2018 y 2025, abordando aspectos técnicos para el desarrollo de acciones de fiscalización ambiental de la calidad del suelo en procesos de contaminación. El trabajo sistematiza estas experiencias y evalúa la efectividad de las estrategias de extensión de conocimientos en la transferencia de conocimientos y el cambio de prácticas. La metodología combinó cursos especializados para supervisores, cursos de extensión universitaria y uso de plataformas digitales, aplicando un diseño longitudinal con evaluaciones pre-post test que midieron el porcentaje de mejora de conocimientos (% MC) en 636 participantes. Los resultados cuantitativos muestran una efectividad promedio del 62.24 % en la adquisición de conocimientos, con picos de excelencia en el curso “Calidad de Suelos” (56.97 % MC) y el Curso de Extensión Universitaria en 2024 (72.63 % MC). Cualitativamente, se evidenció la aplicación de aprendizajes validando el modelo de alianzas con academia, instituciones públicas y sociedad civil. Se concluye que la virtualidad es una estrategia viable para la extensión en ciencia del suelo, recomendándose la diversificación de públicos, la integración de metodologías participativas y el fortalecimiento de componentes prácticos con mayor énfasis en la experiencia en campo para futuras intervenciones.

Palabras clave

Fortalecimiento de capacidades; fiscalización ambiental; ciencia del suelo

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA HORTÍCOLA MEDIANTE ESCUELAS DE CAMPO PARA EL FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES DE MUJERES RURALES - CHACHAPOYAS, PERÚ

Silva*¹, G.; Chavez¹, A.; Santos¹, J.; Roman¹, A.; Medrano², S.

1. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Chachapoyas, Amazonas, Perú.
2. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: gelsilvalqui28@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1471-1810>

Resumen

El presente trabajo evaluó la eficacia de la transferencia de tecnología hortícola mediante escuelas de campo (ECAs) en un grupo de mujeres rurales de Chachapoyas, Perú. La experiencia se desarrolló con dieciséis integrantes del A.H. Santa Rosa bajo un diseño cuasi-experimental pre-post, empleando el enfoque participativo de “aprender haciendo” en parcela de aprendizaje. La intervención abarcó módulos de manejo de suelo, establecimiento de almácigos, producción de bioinsumos, prácticas de cultivo, control cultural/MIP, así como procedimientos de cosecha y postcosecha. Se examinaron indicadores de conocimiento, adopción de prácticas, origen de abastecimiento, gasto, frecuencia y diversidad de consumo, además de percepciones de beneficio y empoderamiento. Los hallazgos revelan incrementos estadísticamente significativos: el consumo de hortalizas ≥ 3 días/semana pasó de 25 % a 100 % y el consumo ≥ 3 tipos/día de 18.8 % a 100 % (Wilcoxon y McNemar, $p < 0.001$). La provisión de alimentos se desplazó totalmente hacia producción propia (0 % \rightarrow 100 %), validado por Bowker ($p \approx 0.001$). Asimismo, el porcentaje de hogares con gasto $\leq S/ 2$ o sin compra ascendió de 0 % a 62.5 %, en línea con la consolidación del autoconsumo. Todas las participantes mejoraron sus puntajes de conocimiento (ganancia media ≈ 10 puntos en escala 0 - 20), observándose mayor progreso en quienes presentaban niveles iniciales más bajos ($r = -0.60$; $p = 0.015$). Los beneficios percibidos —mejor alimentación, ahorro económico y mayor autonomía en la toma de decisiones productivas— se incrementaron significativamente ($p < 0.001$ en la mayoría de los ítems).

Palabras clave

Escuelas de campo; horticultura; transferencia tecnológica

EL ROL DE LA CONEXIÓN EMOCIONAL DE LOS AGRICULTORES CON EL SUELO PARA POTENCIAR SUS PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE ESTE RECURSO

Neaman*, A.

Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.

*Autor por correspondencia: alexander.neaman@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1819-0872>

Resumen

A pesar del rol fundamental de los suelos en la agricultura, sigue siendo limitada la comprensión de los factores psicológicos que motiven a los agricultores adoptar las prácticas de conservación de este recurso. El presente trabajo resume dos estudios realizados en Perú. El objetivo del primer estudio fue explorar la influencia del conocimiento de la ciencia del suelo y la conexión emocional de los agricultores con la tierra sobre su comportamiento de conservación de este recurso. Este estudio involucró a 321 agricultores peruanos, los cuales eran responsables de tomar decisiones de manejo del suelo en sus predios. El comportamiento de conservación del suelo por parte de los agricultores fue determinado en mayor grado por su conexión emocional con la tierra ($r = 0.43, p < 0.01$), en comparación con su conocimiento de la ciencia del suelo ($r = 0.28, p < 0.01$). El segundo estudio con 81 agricultores peruanos demostró que la dedicación a la conservación del suelo surge de la misma motivación que un compromiso más amplio con la protección del medio ambiente. Sin embargo, la conexión emocional con la tierra es necesaria para que esta tendencia proambiental general se traduzca en prácticas específicas de conservación del suelo. En psicología, la “mediación” representa una vía a través de la cual una variable independiente influye sobre una variable dependiente. Se identificó un efecto indirecto de la motivación proambiental general sobre el comportamiento de conservación del suelo, mediado por la conexión emocional de los agricultores con la tierra ($ab = 0.26, p < 0.001$).

Los dos estudios representan una contribución significativa al desarrollo de una teoría integral respecto al comportamiento de conservación del suelo. Se enfatiza la necesidad de un enfoque holístico que reconozca la conexión emocional de los agricultores con la tierra y no solamente su conocimiento de la ciencia del suelo.

Palabras clave

Conexión con el suelo; comportamiento de conservación del suelo; educación en la ciencia del suelo

Red de 16 Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliareos al servicio de la agricultura peruana

Ver nuestro alcance de acreditación



Ver nuestros servicios



- 1 EEA Vista Florida - Lambayeque
- 2 EEA Baños del Inca - Cajamarca
- 3 EEA Donoso - Lima Provincia
- 4 CE La Molina - Lima
- 5 EEA Santa Ana - Junín
- 6 EEA Canaán - Ayacucho
- 7 EEA Arequipa - Arequipa
- 8 EEA Illpa - Puno
- 9 EEA El Porvenir - San Martín
- 10 EEA Pucallpa - Ucayali
- 11 EEA Pichanaki - Junín
- 12 EEA Perla del VRAEM - Cusco
- 13 EEA Moquegua - Moquegua
- 14 CE Yanayacu - Cajamarca
- 15 EEA El Chira - Piura
- 16 EEA Chíncha - Ica





Instituto Nacional de Innovación Agraria





D. : Av. La Molina 1981, La Molina
T. : (511) 240-2400
www.gob.pe/inia

ISBN: 978-9972-44-206-3



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

