



INIA
Instituto Nacional
de Investigaciones
Agrícolas



2015

Año Internacional
de los Suelos

Suelos

Edición Especial



Depósito legal: **PP2002-02 AR 1406**
ISSN: **1690-33-66**

Mónica González
Editor Jefe

Nelly Mejías
Editora Asistente

Sonia Piña
Diseño gráfico y digitalización

Reportajes
Coordinación de Comunicación
e Información

COMITÉ EDITORIAL

Mónica González
Coordinador

Hiliana Pazos
Secretaria de actas

Carlos Hidalgo
Diego Diamont
Liraima Ríos

Unidad de Distribución y Ventas
de Publicaciones del INIA.
Apartado postal 2103-A, Maracay 2101
Aragua, Venezuela
E-mail: pvventas@inia.gob.ve

Editado por la Gerencia de Investigación
e Innovación Tecnológica
e impreso en el Taller
de Artes Gráficas del INIA
2.500 ejemplares

E-mail: inia_divulga@inia.gob.ve
inia.divulga@gmail.com

La revista INIA Divulga está disponible
en la red de bibliotecas INIA, bibliotecas
públicas e instituciones de educación
agrícola en todo el país.

De igual manera, se puede acceder a
la versión digital por internet a través de
nuestro sitio web <http://www.inia.gob.ve>
área publicaciones.

Contenido

- 1** Editorial.
Rodolfo Delgado.

Agroecología

- 2** El suelo un recurso vital para el crecimiento y desarrollo del ecosistema.
María Alejandra González. Reportaje.

- 5** Almacenaje de carbono en el suelo y su relación con el cambio climático.
Yusmary Espinoza y Lesly Malpica.

Conservación, fertilidad y enmiendas de suelos

- Acompañamiento técnico en los programas de conservación de suelos.
11 Caso parroquia San Juan, Mérida.
Deyanira Lobo L., Fernando Delgado, Daisy Dávila, Alberto Angulo, Roberto López y Donald Gabriels.

- 21** Uso de la Azolla-Anabaena en la agricultura como fertilizante.
Lesly Malpica, Yusmary Espinoza y Manuel de Jesús Mujica.

- 25** Experiencia en compactación de suelos en el Campo Experimental INIA-CENIAP.
Gerardo Medina, Wilfredo Urbano, Ada Rauseo, Betsaida Ortega y Ana Cecilia Pico.

- 29** Importancia de la muestra control en los análisis de suelo.
Janeth Portilla, Keyla Heredia y Miguel Beloso.

- 32** Análisis de suelo con fines de fertilidad: utilidad e importancia.
Maryuri Mireles.

Uso de Bioinsumos Agrícolas

- 36** Diseño de un módulo para el compostaje de pequeñas cantidades
de residuos orgánicos.
Raúl Jesús Jiménez Solórzano.

Extensión rural

- 41** Gira técnica colectiva: manejo sostenible de la tierra en territorios
rurales indígenas Kari'ña.
Barlin Orlando Olivares, Adriana Cortez, María Fernanda Rodríguez y Deyanira Lobo.

Información y documentación agrícola

- 47** Suelos sanos para un mundo sin hambre.
Benjamin Kiersch.

- 48** Nota divulgativa. Acción del Laboratorio de Biofertilizantes del INIA-CENIAP como apoyo
en la investigación agrícola.
Claudia Agurto, Neyde Lovera, Amelia Alba, Rammar Dávila, Ricardo Armas y Yuraima Acevedo.

- 51** Importancia de la alianza del sistema de información geográfica
y suelo en la planificación de una agricultura sustentable.
María Rodríguez, Juan Rey y Adriana Cortez.

- 56** Estrategia para la evaluación de tierras utilizada en la Unidad de Recursos
Agroecológicos del INIA-CENIAP.
Jairo Nogales y Manuel González.

- 61** Limitaciones y potencialidades de los suelos de Venezuela.
Juan Carlos Rey.

- 67** Experiencias en educación a distancia en ciencia del suelo.
Zenaida Lozano, Magaly Ruiz y Rosalinda Lozano.

- 73** Instrucciones a los autores

Editorial

La importancia o bondad del suelo en el desarrollo de una agricultura sostenible, y por ende el mejoramiento del bienestar humano y mantenimiento de un ambiente hospitalario y sano para las generaciones actuales y futuras es conocido. Es necesario, entonces, hacer énfasis y esfuerzos en difundir el conocimiento sobre los diferentes procesos en el cual el suelo está involucrado, y las prácticas agrícolas o tecnologías que en mayor o menor grado afectan estos procesos, y las acciones que se realizan a nivel de laboratorio, campo, y comunidades agrícolas para conocer, promover, y mejorar.

En este volumen especial de INIA Divulga y siendo el 2015 decretado por las Naciones Unidas como Año Internacional del Suelo, se presenta algunos trabajos en diferentes áreas de estudio que destacan la importancia del suelo en el desarrollo de una agricultura sustentable, y del impacto negativo de algunas prácticas, como ejemplo el inadecuado uso o abuso de prácticas de labranza en la compactación del suelo. Así, en el área de evaluación, y planificación de uso de tierras se presentan trabajos sobre las limitaciones y potencialidades de los suelos de Venezuela, la planificación de una agricultura sustentable mediante la integración de avances tecnológicos como el sistema de información geográfica (SIG) y de información de suelos, y aspectos metodológicos para la evaluación de tierras.

En el área de capacidad del suelo en la suplencia de nutrimentos se hace énfasis en el uso de biofertilizantes como alternativas biológicas. Así, como el empleo de la asociación de microorganismos *Azolla-Anabaena* para la suplencia de nitrógeno, y otras alternativas como Micorrizas, u otros microorganismos de vida libre en el suelo. Más aún, en esta área se presentan una alternativa tecnológica para el compostaje de pequeñas cantidades de residuos orgánicos.

Con el tema relacionado con la importancia de los análisis de suelo para la recomendación de dosis apropiada de fertilizantes, se resalta el aspecto de calidad de los análisis de laboratorio mediante el uso de muestras control como garantía del análisis y confiabilidad de los resultados.

Otro rol e importancia del suelo en el marco de sustentabilidad global o del planeta son los aspectos de manejo sostenible de sistemas agrícolas, el análisis de la relación entre el carbono almacenado en el suelo y el cambio climático, como ejemplo en territorios rurales. Así mismo la transferencia de tecnologías en conservación de suelos, la enseñanza y/o educación; pilares importante para el adecuado manejo del recurso del suelo.

Finalmente todo lo que se muestra en esta edición especial, no es más que la vinculación de Instituciones de investigación como el INIA, educación como la Universidad Central de Venezuela y La Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo (SVCS) quienes tienen una finalidad común en los aspectos de desarrollo de la Ciencia del Suelo y sus aplicaciones.

Rodolfo Delgado
Investigador INIA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

INIA

JUNTA DIRECTIVA

Margaret Gutiérrez **Presidenta**
Judith Hernández **Secretaria Ejecutiva**
Miembro Principal

GERENCIA CORPORATIVA

Judith Hernández **Gerenta General**
Delis Pérez **Gerenta de Investigación
e Innovación Tecnológica**
Jonathan Coello **Gerente de Producción Social**
Gino Campos **Gerente Participación
y Desarrollo Comunitario**
Miguel Mora **Decano Escuela Socialista
de Agricultura Tropical**
Josseth Jaimes **Oficina de Planificación
y Presupuesto**
Patricia Cabrera **Oficina de Recursos
Humanos**
Minerva Guedez **Oficina de Administración
y Finanzas**
Víctor Artigas **Oficina Consultoría Jurídica**
Héctor Polanco **Oficina Contraloría Interna**
María E. Calderon **Oficina de Cooperación
e Integración Nacional
e Internacional**
Carla Reinoso **Oficina de Atención
al Ciudadano**

UNIDADES EJECUTORAS

DIRECTORES

Gildardo Martínez **Amazonas**
Iraida Rodríguez **Anzoátegui**
Levis Araque **Alto Apure**
Roberto Rivas **Apure**
Iris Silva **Barinas**
Ernesto Martínez **Bolívar**
Ramón Rea **Cenepa**
Vicente Cacabale **Delta Amacuro**
Silvestre Alfonso **Falcón**
William Castrillo **Guárico**
Omar Andrade **Lara**
Tania Zambrano **Mérida**
Euval Solórzano **Miranda**
Dennys Herrera **Monagas**
Gustavo Rojas **Portuguesa**
Ángel Centeno **Sucre**
Freddy Galvis **Táchira**
Edilma Castellano **Trujillo**
Bernardino Arias **Yaracuy**
Juan Vergara **Zulia**
Ricardo Carranza **CNS**

El suelo

un recurso vital para el crecimiento y desarrollo del ecosistema



El 2015, decretado Año Internacional de los Suelos, en el marco de la lucha por crear conciencia ante la degradación del ecosistema

*Licenciada: María Alejandra González.
Fotografía: Marisabel Solano.*

Prensa-INIA. (Aragua). El suelo es un recurso natural que corresponde a la capa superior de la corteza terrestre. Contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan para la producción de alimentos, crianza de animales, plantación de árboles, obtención de agua y de algunos recursos minerales, entre otras cosas. Es vital, ya que el ser humano depende de él, y en este se apoyan con la nutrición de las plantas en su crecimiento y condiciona, por lo tanto, todo el desarrollo del ecosistema.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), declaró este 2015 como el Año Internacional de los Suelos, en el marco de su lucha por crear conciencia ante la degradación del ecosistema.

En función a esto, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA), ente adscrito al Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra (MPPAT), viene desarrollando una serie de actividades conjuntamente con La Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo (SVCS), encabezada por Juan Carlos Rey, presidente de la misma, quien es el responsable del Museo de Suelos en la Unidad de Recursos Agroecológicos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), ubicado en Maracay, estado Aragua.

Con respecto a esto, han realizado una planificación y acción por medio de la Alianza Mundial por

el Suelo (AMS), que busca enfatizar la importancia del mismo a través de 5 pilares, que son:

- 1. Promoción del manejo sostenible del recurso suelo para promover su protección, conservación y productividad sostenible.**
 - Proyecto para el estado Guárico de recomendaciones de mezclas de fertilizantes.
- 2. Fomento de la inversión, la cooperación técnica, políticas, concientización, educación, capacitación y extensión sobre los suelos.**
 - Participación activa en la formulación de una Ley de Suelos.
 - Apoyo en la formación de personal INTI.
 - Actividades a nivel educación primaria titulada: Los Niños y el Suelo.
 - Promoción del Curso de descripción de perfiles de suelo para profesionales de las ciencias naturales vía internet; dirigido por profesionales formados en el área de la Ciencia del Suelo.
- 3. Promoción de la investigación y el desarrollo edafológico focalizado y centrado en las brechas y prioridades que se hayan identificado y las sinergias con acciones relacionadas con la producción, desarrollo ambiental y social.**
 - Fomentar ambientes donde las instituciones nacionales de investigación (públicas y privadas) muestren la realidad de los suelos venezolanos. Por lo que se avocará a la organización del XXI Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo,

en la Ciudad de San Cristóbal, UNET, del 24 al 27 de noviembre 2015.

4. Mejoramiento de la cantidad y la calidad de los datos e información edafológica: recolección de datos (generación), análisis, validación, presentación de informes, monitoreo y su integración con otras disciplinas.

- (Sistema de Información de Suelos de Latinoamérica y el Caribe).
- Proyecto digitalización de Mapas de Suelos de Venezuela.
- Desarrollar para el estado Guárico la Base de Datos de Suelos (BADESUG) integrando los laboratorios de suelo, con la finalidad de establecer la fertilidad actual de los suelos agrícolas y mejorar la eficiencia del uso de los fertilizante en cultivos prioritarios para las diferentes regiones geográficas y administrativas del estado Guárico, y evitar así la contaminación de los suelos además de fertilizar regularmente los suelos agrícolas para mantener la capacidad de suministro de nutriente, garantizando una producción sustentable; propuesta que está vinculada con las políticas nacionales Plan de la Patria 2014 y el Plan Simón Bolívar.

5. Armonización de los métodos, medidas y los indicadores para el manejo sostenible y la protección del recurso suelo.

- Red de laboratorios Grupo Interinstitucional para Uniformar metodologías analíticas GIUMA.

Al respecto el Ingeniero Rey, también profesional de investigación del INIA, mencionó que Venezuela posee una gran variabilidad de suelos representados por 11 de 12 tipos de suelo que existen en el mundo y dentro del museo de suelos del Ceniap se encuentran 10 de ellos, asimismo, 600 micromonolitos y 11 macromonolitos de 20 estados del país.

En este sentido, la sociedad promovió la propuesta de una Ley de Suelos para establecer los lineamientos de la conservación, protección, defensa y mejoramiento del recurso suelo, así como regular su uso, manejo, aprovechamiento y restauración, elementos indispensables para el desarrollo sustentable del país, la misma está siendo discutida y analizada en Talleres de trabajo. El I Taller lo impulsó el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y se llevó a cabo el 6 de mayo del presente año. Esta actividad contó con la participación de expertos provenientes de la Universidad Central de Venezuela (UCV), Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra (MPPAT), Instituto Nacional de Tierras (INTI), INIA y el Observatorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (ONCTI).

Seguidamente, se llevó a cabo el II Taller de discusión sobre la Ley de Suelos el cual fue impulsado por el Colegio de Ingenieros del estado Zulia (CIDEZ), el 23 de julio del presente año.



Año Internacional de los Suelos

En el marco de la celebración del Año Internacional de los Suelos se busca concientizar a la comunidad en general sobre la importancia del suelo como recurso natural para la vida humana, y para ello en el marco del proyecto: “Establecimiento de áreas homogéneas de manejo específico para cacao, mediante el análisis de la variabilidad suelo-clima-cultivo, en la localidad de Cuyagua del estado Aragua”. Asimismo, efectuaron el Taller llamado: “El Suelo va a la Escuela”, con los niños y niñas de la Escuela Básica Estadal Concentrada Cuyagua, municipio Ocumare de la Costa de Oro, en el estado Aragua, donde compartieron un intercambio de saberes sobre los recursos naturales, el suelo como recurso natural, tipos de suelos, textura, función, demostraciones sobre la penetración y retención de agua e importancia de la materia orgánica, actividad enmarcada dentro del proyecto.

También se realizó la Celebración del Día Mundial del Suelo en una actividad con niños el 5 de diciembre de 2014, con el propósito de explicar

las funciones del suelo y crear conciencia de su importancia para la vida, además de intercambiar opiniones sobre la percepción que tienen los niños acerca del recurso suelo.

Además, se realizan jornadas de concientización hacia las escuelas garantizando la creación de un manual educativo y formativo para los docentes sobre la importancia de cuidar el suelo. En este mismo orden de ideas, se realizaran cursos dirigidos a profesionales, donde podrán conocer la descripción del suelo y análisis estadístico, buscando la conservación de esta superficie.

La conciencia ambiental y del cuidado del suelo, no solo le compete a los adultos, por el contrario cada día es más importante desarrollar el respeto por parte de los niños a la naturaleza mediante pequeñas acciones que puedan convertirse en hábitos con los que crecerán y sean mucho más amables con el planeta de lo que han sido hasta ahora. De este modo garantizar a las futuras generaciones un planeta limpio, conservado y apto para la vida.



Almacenaje de carbono en el suelo y su relación con el cambio climático

Yusmary Espinoza^{1*}
Lesly Malpica²

¹Investigadora y ²Técnica Asociada a la Investigación. INIA-CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuaria, Unidad de Recursos Agroecológicos, Laboratorio de Biología de Suelo. Maracay, Estado Aragua.
*Correo electrónico: yespinoza@inia.gov.ve

La reserva del carbono (C) del suelo es el componente básico de su fertilidad y es considerado como un indicador al momento de evaluar la sustentabilidad de los sistemas de cultivo. La fertilidad de un suelo y almacenaje de carbono están íntimamente ligados y no deberían ser considerados aisladamente. Los efectos directos sobre el incremento del carbono orgánico del suelo (COS) incluyen, la productividad de los cultivos, mejoramiento del suelo, agua y calidad del aire. Además, las prácticas de manejo que incrementan el COS también tienden a reducir la erosión y mejoran los recursos del suelo. Figura 1.

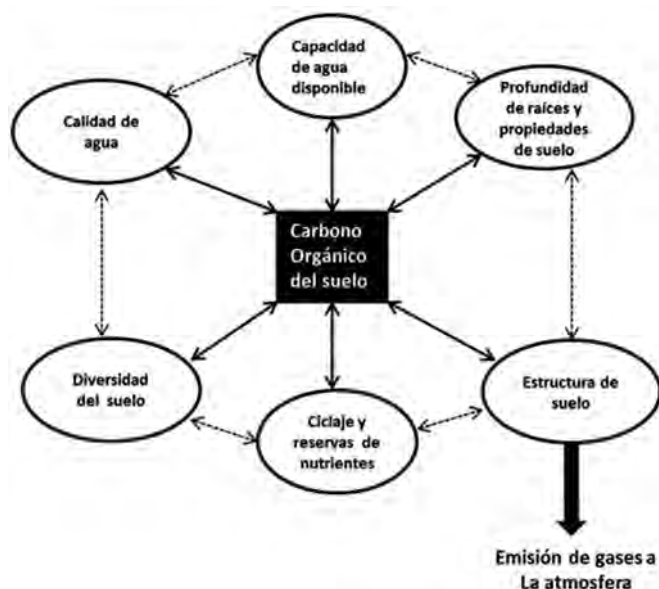


Figura 1. Interacción del carbono en el suelo.

En las últimas décadas la actividad humana ha cambiado el flujo del C entre la Tierra y la atmósfera. Este cambio se ha reflejado en la composición de gases que integran la atmósfera, los cuales aumentan por grandes cantidades de dióxido de carbono (CO_2), pasando de 280 partes por millón en volumen (ppmv) en la era preindustrial a los 383 ppmv actuales. Se ha determinado que la quema de combustible es una de las actividades humanas que está generando más incremento de este gas;

sin embargo, las emisiones por el cambio de uso de la tierra, han crecido progresivamente en el último siglo, aproximándose a la tasa de 2 PgC por año (1 PgC = 1 Petagramo de Carbono = 1000 millones de toneladas), especialmente por la deforestación tropical (Houghton, 2003).

Conjuntamente con el CO_2 también han aumentado marcadamente otros gases como el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) debido a la actividad antropogénica, estos gases son conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), ellos en la atmósfera retienen el calor emitido por la Tierra. La radiación que entra al planeta es de onda corta, al chocar contra la superficie de este y los océanos, una parte es absorbida y otra reflejada a la atmósfera, donde se encuentra con las nubes y estos gases que absorben la radiación infrarroja del sol y la transforman en energía calórica (Figura 2). Esto ocasiona que se caliente la superficie de la Tierra y la parte inferior de la atmósfera.

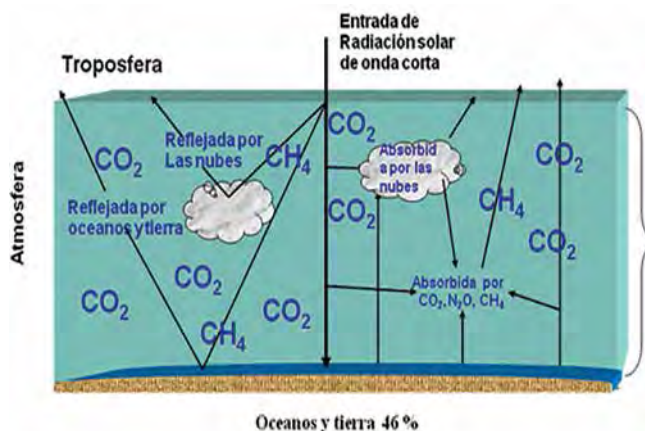


Figura 2. Distribución de la radiación solar de onda corta que entra a la Tierra. (Modificación de MacCracken, 1985).

Mientras más GEI haya en la atmósfera más calor se producirá. Desde principios de siglo hasta hoy, la temperatura ya se ha incrementado en $0,5\text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 3). Lo que se considera actualmente un efecto directo del cambio climático.

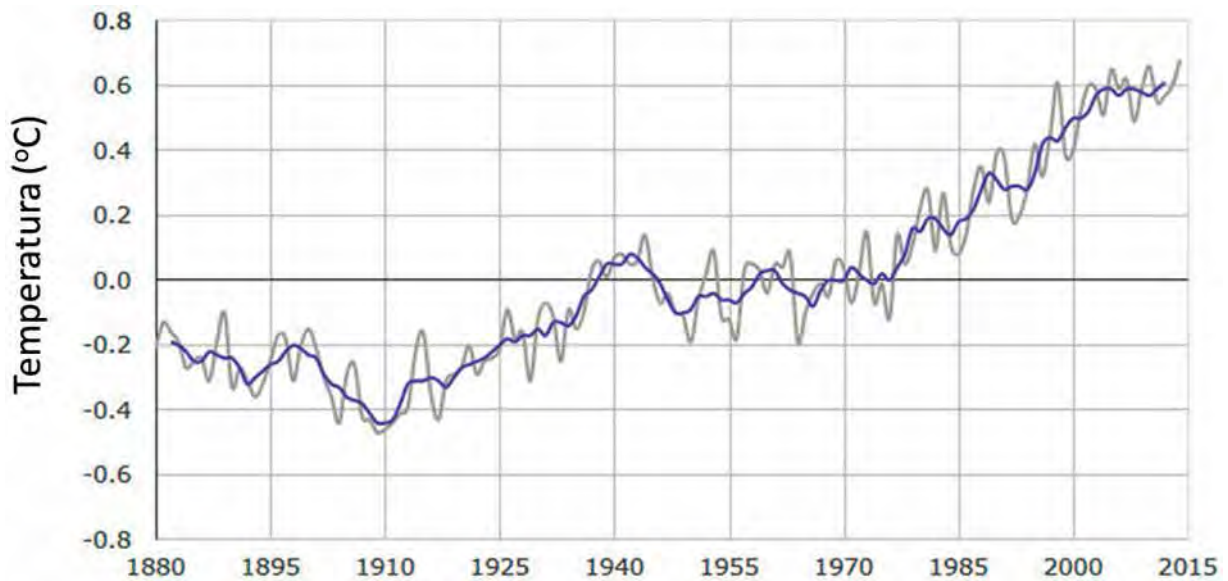


Figura 3. Variación de temperatura global desde 1915 a 2014. Fuente NASA-GISS.

El incremento en las concentraciones de CO_2 atmosférico puede traer como consecuencia que las fuentes del mismo excedan los sumideros. Según Lal *et al.* (1997) el ciclo moderno del C tiene dos principales flujos: uno entre la atmósfera y la vegetación terrestre (120 Pg/año) y otro entre la atmósfera y el océano (105 a 107 Pg/año). Los suelos juegan un papel importante, ya que pueden constituirse en una fuente o un sumidero de C, e influenciar las concentraciones de CO_2 atmosférico (Figura 4).

En los últimos años se ha incrementado la percepción de que la agricultura es uno de las principales contribuyentes a las emisiones de GEI y que controlan el potencial de calentamiento global (Snyder *et al.*, 2007). Sin embargo, la agricultura no es la responsable principal de este fenómeno. A nivel global, se estima que la agricultura y el cambio de uso de la tierra aportan el 31% de las emisiones totales, siendo mayores las provenientes de los usos de la energía fósil y la actividad industrial.

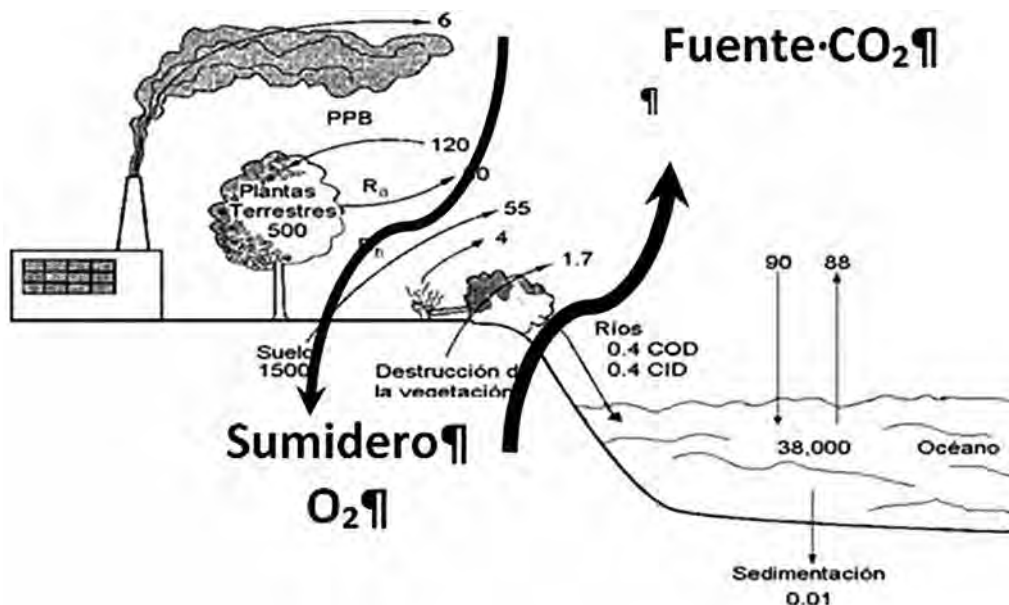


Figura 4. El flujo de C, en sus diferentes fracciones y retroalimentaciones. Esquema modificado de Schlesinger, 1997.

Actualmente en Venezuela, la agricultura, cambio de uso de tierra y silvicultura emiten el 23% del total de los GEI. El resto lo conforman el uso de la energía (70%), procesos industriales (6%) y desechos (1%).

Estrategias que pueden seguir los productores agrícolas para reducir las concentraciones de CO₂

Para comprender las estrategias a seguir por parte de los productores agrícolas para la reducción de las fuentes o aumento del almacenamiento o sumideros es necesario definir algunos términos:

Sumideros de C: son depósitos naturales o artificiales de C, que lo absorben de la atmósfera y contribuyen a reducir la cantidad de CO₂ del aire. La fotosíntesis es el principal mecanismo de sumidero de C.

Fotosíntesis: es un proceso que se produce en las hojas de las plantas y en las células de organismos microscópicos que viven en la Tierra y cerca de la superficie de mares y océanos. El proceso utiliza energía de la radiación solar (luz del sol) para convertir el CO₂ y el agua en azúcares como la glucosa.

En el ciclo natural del C, una vez que ha sido fijado en la planta, este es incorporado al suelo a través de la hojarasca y raíces muertas, entre otros, las cuales pasan a formar parte de lo que se conoce como materia orgánica (Figura 5). Este material que entra al suelo puede seguir varias vías (Figura 6). Mientras más lento los residuos orgánicos sean convertidos en CO₂, menos gas de efecto invernadero irá a la atmósfera, por lo tanto, las prácticas de manejo de suelo deberían ir dirigidas hacia la menor perturbación de la materia orgánica.

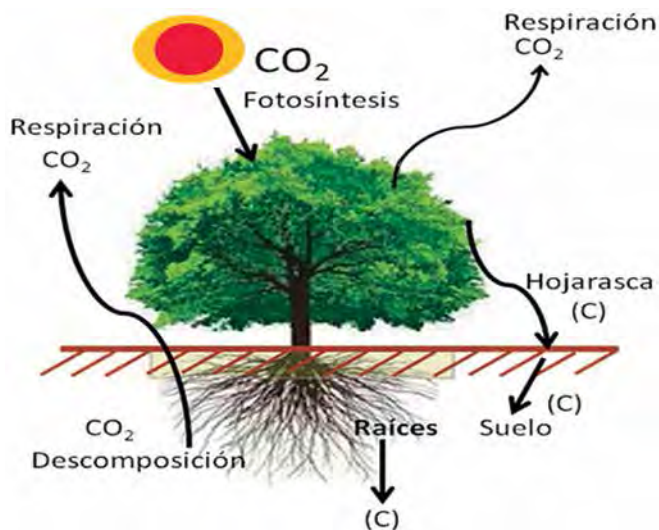


Figura 5. Ciclo natural del carbono.

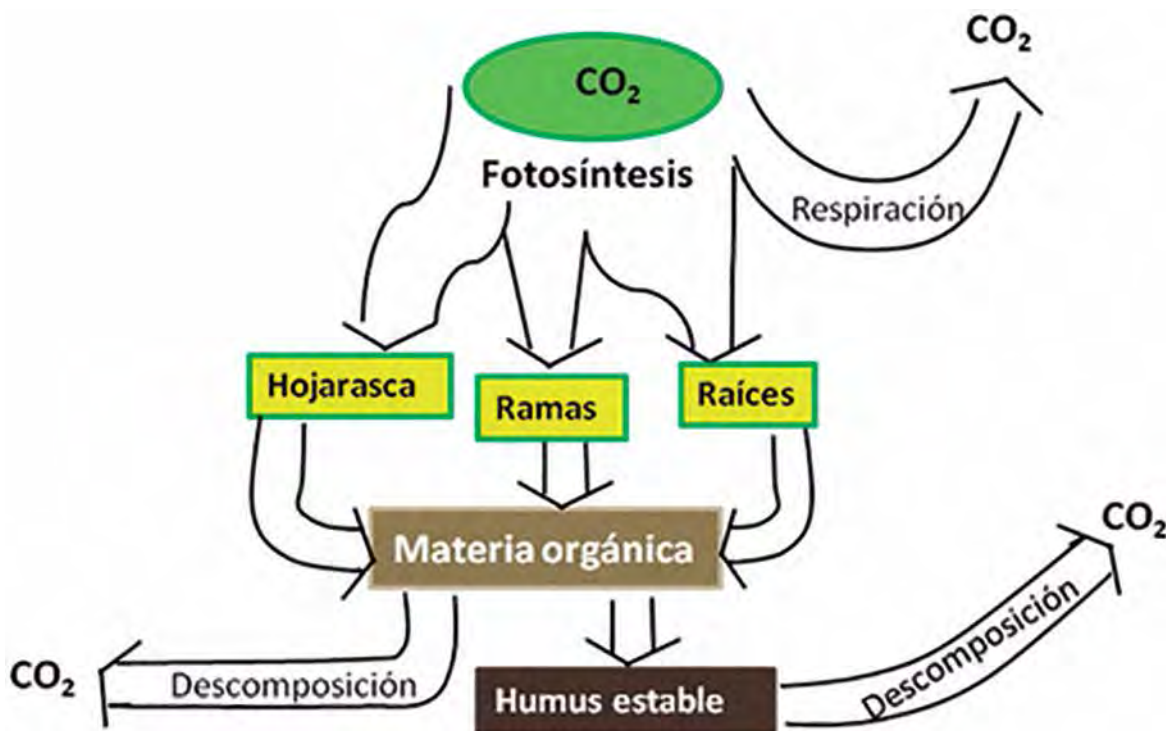


Figura 6. Transformación de la materia orgánica del suelo (Modificado de Nabuurs y Morhem, 1993).

Manejo de suelo y su influencia en la reducción de las emisiones o aumento de los sumideros de C

El agricultor puede contribuir a reducir el CO_2 en la atmósfera, mejorar la capacidad de recuperación del suelo e impulsar el rendimiento agrícola, a través del proceso del mantenimiento de mayores cantidades de C en el suelo, lo que se conoce como “fijación de C en el suelo”. Esto se puede lograr mediante la práctica de una agricultura conservacionista, cuyo principio es el no laboreo y mantenimiento de una cobertura vegetal sobre el suelo.

La labranza convencional cambia el perfil del suelo como una consecuencia de mezclar el suelo, residuos y fertilizantes, esto tiende a estimular la descomposición de la materia orgánica, además de la erosión. Esta descomposición ocasiona las pérdidas del C y incrementa la emisión del CO_2 (Figura 6). La labranza rompe los agregados del suelo y ocasiona que la materia orgánica que estaba atrapada dentro de estos agregados se descomponga debido a que queda desprotegida de los microorganismos, el CO_2 producido consecuencia de la descomposición es emitido a la atmósfera; proceso contrario ocurre con la siembra directa, tal como se muestra en la Figura 7 (Espinoza, 2012).

De acuerdo a Reicosky y Archer, (2007), las técnicas como la siembra directa o las cubiertas vegetales eliminan el laboreo del suelo y consiguen reducir hasta 3,8 veces las emisiones cuantificadas con una labor más superficial (10 centímetros) y hasta en 10,3 veces las emisiones en labores más profundas (28 centímetros). Además, la siembra directa (Fotos a y b) permite obtener determinados beneficios como disminución de la temperatura máxima del suelo y controlar la mineralización del C (Espinoza, 2012); mejora la eficiencia del uso del agua asociada a las pérdidas por evaporación (Bravo *et al.*, 2004), erosión y salinización superficial del suelo.

¿Sólo es posible almacenar C en los suelos usando siembra directa?

No, la siembra directa con rotaciones de cultivos y manejo de nutrientes, cultivos de cobertura e integración ganadería – agricultura, son manejos que también incrementan el C del suelo; otra opción es el uso de los abonos orgánicos, algo usual en la agricultura familiar e intensiva, la clave es la cobertura del suelo. Ejemplo de esto se puede observar en los cultivos arbóreos, donde el empleo de cubiertas vegetales en las calles, aumenta el C en el suelo.

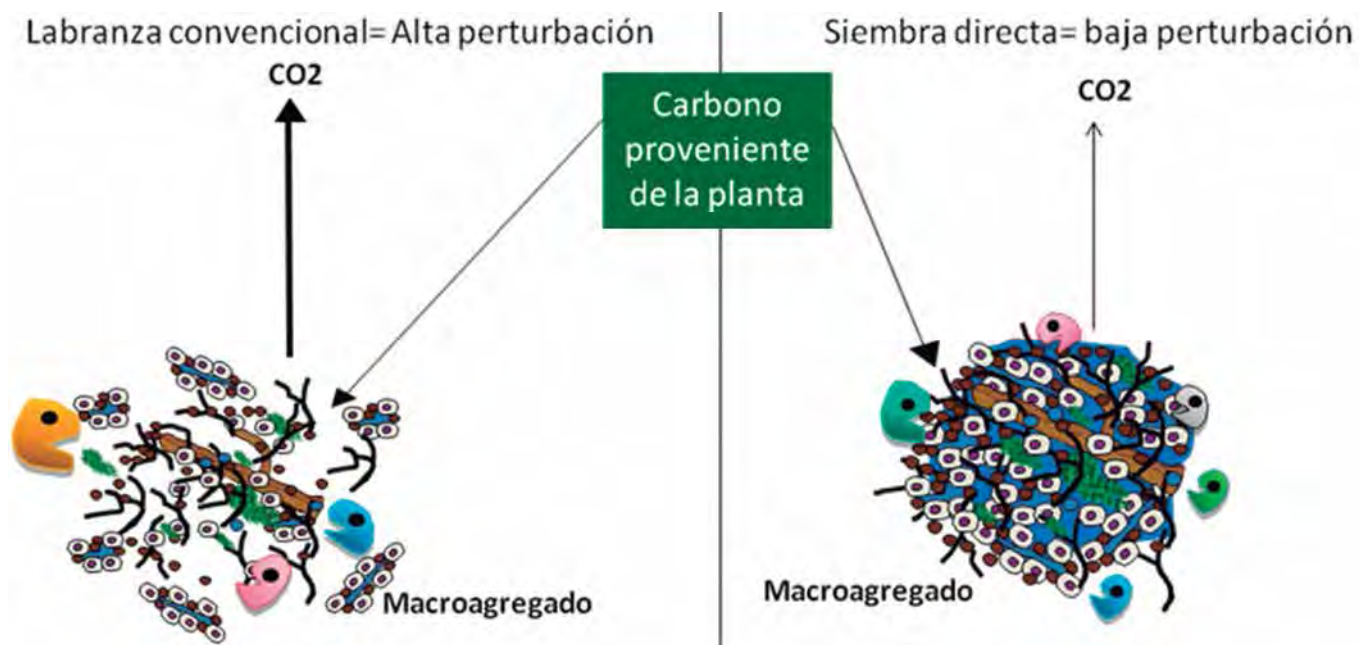


Figura 7. Efecto de la labranza sobre los agregados de suelo.

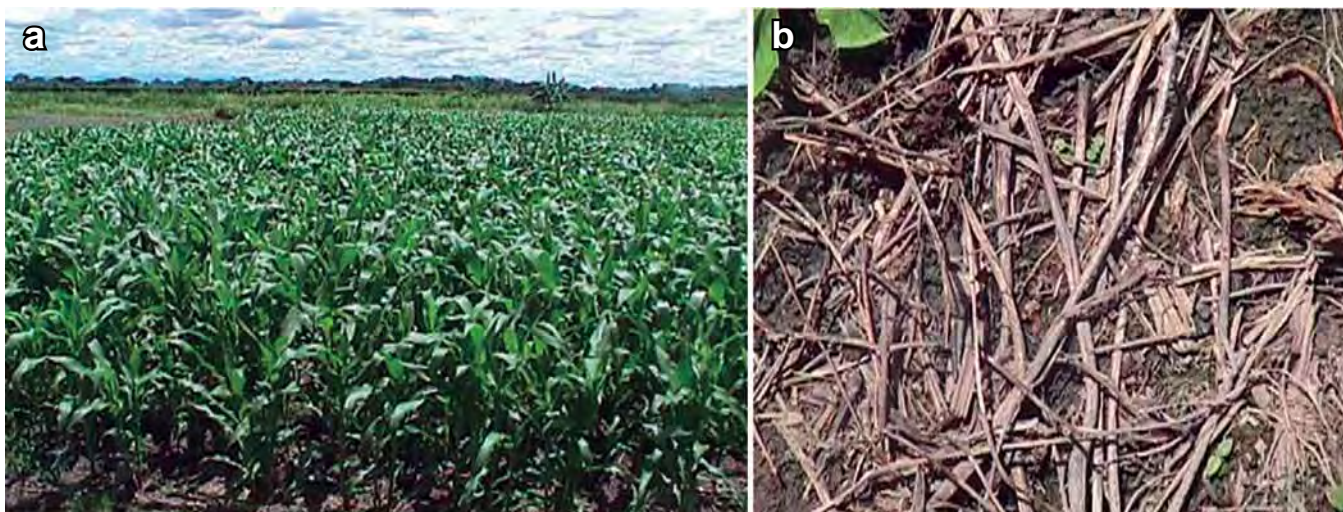


Foto a y b. La implantación de cultivos bajo siembra directa, potencia el efecto sumidero del C del suelo y reduce las emisiones de CO₂ al no alterarse el suelo con labores.

El C vegetal también se puede almacenar de forma significativa en los sistemas agroforestales, plantaciones perennes en tierras agrícolas o mediante cultivos con raíces profundas, que contribuyan a fijar el C a mayor profundidad, de manera que se dificulte su liberación a la atmósfera (Albrecht y Kandji 2003).

Cualquier práctica agrícola que aumente la entrada de C a través de la fotosíntesis o disminuya el retorno de C a la atmósfera producido por la respi-

ración o los incendios, aumentará el C almacenado (Figura 8).

En resumen, el aumento del contenido de C en los suelos ofrece beneficios adicionales para la fertilidad del suelo, biodiversidad, productividad y mejora de la capacidad de almacenamiento de agua. Estos esfuerzos ayudan a estabilizar y aumentar la producción y a optimizar el uso de insumos y revertir la degradación del suelo, restaurando la salud ecológica de los mismos.



Figura 8. Destino del C en el suelo en sistemas agrícolas.

Consideraciones finales

Un agroecosistema se convertirá en sumidero o fuente de C dependiendo de la decisión que tome cada productor agrícola. Las prácticas de manejo afectan la estructura de suelo y esta a su vez, la dinámica de la materia orgánica. La adopción del cultivar bajo sistemas conservacionistas resulta en prácticas que no solo minimizan la pérdida de C desde el suelo, sino que también aumentan la captura de C en los árboles.

Bibliografía consultada

- Albrecht, A. y S. Kandji. 2003. Carbon Sequestration in Tropical Agroforestry Systems: Opportunities and Trade-Offs. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 99(1-3):15-27.
- Bravo, C., Z. Lozano, R. M. Hernández, L. Piñango y B. Moreno. 2004. Efecto de diferentes especies de coberturas sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana con siembra directa de maíz. *Bioagro*. 16(3):163-172.
- Espinoza, Y. 2012. Efecto de la labranza sobre la materia orgánica y tamaño de agregados en un suelo cultivado con maíz en condiciones tropicales. *Bioagro*. 22(3):177-184.
- Houghton, R. A. 2003. Why are estimates of the terrestrial carbon balances so different? *Global Change Biol*. 9, 500-509.
- MacCracken, M. C. 1985. Carbon dioxide and climate change: Background and overview. pp.1-23. In M.C. MacCracken and F.M. Luther (eds). *Projecting the climatic effect of increasing carbon dioxide*. U.S. Department of Energy, Er-0237, Washington, D.C.
- Nabuurs G. J. y G. M. J. Morhem. 1993. Report IBN 93/4. Institute for Forestry and Research, Forests Nature Absorbing Carbon Dioxide Emission. Holanda . 206 p.
- NASA-GISS. 2014. Surface Temperature (GISTEMP) Analyses. In trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Tenn, USA doi:10.3334/CDIAC/cli.001.
- Lal, R., J. Kimble, and R.F. Follett. 1997. Pedospheric processes and the carbon cycle. pp.1-8. In R. Lal, J. Kimble, R. Follett, and B.A. Stewart (eds.) *Soil processes and the carbon cycle*. CRC Press. Boca Raton.
- Reicosky, D. C. y D. W. Archer. 2007. Moldboard plow tillage depth and short-term carbon dioxide release. *Soil and Tillage Research* 94:109-121.
- Schlesinger, W. H. 1997. *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change*. New York: National Academic Press.
- Snyder, C. S., T. W. Bruulsema y T. L. Jensen. 2007. Best management practices to minimize greenhouse gas emissions associated with fertilizer use. *Better Crops with Plant Food* 91(4):16-18.

Serie de Manuales Prácticos

Adquiera la versión impresa en
Distribución y Ventas de Publicaciones INIA
Ubicado en la avenida Universidad vía El Limón
Sede Administrativa. Maracay estado Aragua.
o descargue la versión digital del portal Web
www.inia.gob.ve

Acompañamiento técnico en los programas de conservación de suelos.

Caso parroquia San Juan, Mérida

Deyanira Lobo L.^{1*}
Fernando Delgado²
Daisy Dávila³
Alberto Angulo³
Roberto López²
Donald Gabriels⁴

¹Profesora. UCV. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía.

²Profesores. ULA. Universidad de Los Andes – CIDIAT;

³Ingenieros. Ministerio para el Poder Popular del Ambiente;

⁴Profesor. Universidad de Gante, Bélgica.

*Correo electrónico: deyanira.lobo@ucv.ve

Los procesos productivos suponen la aplicación de un conjunto de conocimientos eficientes y eficaces para la producción de bienes y servicios. Tales conocimientos se denominan tecnología, entendiéndose como tal al conjunto ordenado de conocimientos utilizados en la producción y comercialización de productos y servicios. Está integrado no solo por conocimientos científicos (conocimiento codificado) provenientes de las ciencias exactas, naturales, sociales, humanas, entre otros, sino también por conocimientos empíricos (conocimiento tácito) como los que se generan de observaciones, ensayos, tradición escrita u oral, o se desarrollan gracias a alguna aptitud específica (intuición, destreza manual, sentido común, entre otros). De esta manera, la innovación - en forma de tecnología avanzada - es el resultado de combinar dos tipos de conocimiento: codificado o formal y no codificado o tácito (Fisher, 2001), por lo que no toda tecnología es producto de la investigación científico-técnica.

Históricamente los procesos de planificación para el desarrollo agrícola han menospreciado la participación del sujeto social local. Hoy en día, las reflexiones, autocrítica, fortalecimiento de la plurinacionalidad y multiculturalidad van definiendo procesos de desarrollos más locales y sobre todo participativos. Bajo este enfoque, lo que protagoniza el proceso de diagnóstico participativo es el esfuerzo por generar en los actores sociales la capacidad de adquirir control sobre su propia situación, traducándose como “empoderamiento” (Salazar, 1992). Por estos planteamientos, la generación de conocimientos en un determinado contexto cultural, económico, agroecológico y sociopolítico, constituye la base de los diagnósticos participativos, en cuya base está la revalorización de los recursos y conocimientos locales, o “la localidad” (Sevilla Guzmán y González de Molina, 1993).

Con respecto a la participación comunitaria para el desarrollo sostenible, González *et al.*, 2004, recomiendan, dentro de los lineamientos estratégicos para el fortalecimiento de la organización comunitaria, consolidación de los servicios públicos y capacitación integral, como medidas relevantes que permitirán enfrentar y solventar la problemática existente de insostenibilidad

El objetivo fundamental de los proyectos involucrados en el presente estudio es utilizar el enfoque participativo para construir capacidades en los agricultores y su familia, así como en técnicos y trabajadores, además de transferir conocimientos y tecnología apropiada para la conservación de suelos y agua en el sector La Sabanota – El Quebradón, parroquia San Juan del estado Mérida, contribuyendo a la eficiencia, competitividad, sostenibilidad agrícola, minimizando el deterioro de los recursos naturales. Asimismo, hacer énfasis en la participación de la comunidad en el diagnóstico de los problemas y en el diseño de soluciones; y en que se revitalice el potencial de experimentación que los propios agricultores han tenido siempre, así como las soluciones que han encontrado históricamente.

Ubicación y características de la zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Subcuenca “La Maruchi”, en la comunidad La Sabanota-El Quebradón, Parroquia San Juan, municipio Sucre, estado Mérida, la cual está constituida por 27 familias y 2 escuelas.

La comunidad está ubicada por encima de 1700 metros sobre el nivel del mar (latitud 8.4786111N longitud -71.370), en una zona de bosque húmedo subtropical con precipitaciones superiores a 1.000

milímetros anuales (en la cabecera de la puede llegar a 1.600 milímetros) y temperaturas entre 15 y 19 °C. Los suelos son principalmente inceptisoles con moderado a alto contenido de materia orgánica, con materiales parentales originarios del Grupo Mucuchachi.

El principal cultivo es el hinojo y en menor proporción se cultiva: hortalizas, maíz, café con sombra, caña de azúcar. En algunos casos se presenta la cría de ganado bovino. Los agricultores practican a menudo 'mano de vuelta' en la realización de sus jornadas.

Actividades de transferencia

Se contó con el apoyo de un Proyecto sobre "Manejo y Conservación de Suelos y Aguas en Laderas Andinas de Venezuela" que impulsa el Ministerio para el Poder Popular del Ambiente con la comunidad, bajo la metodología de "Infraestructura Social Conservacionista" la cual toma en cuenta la participación comunitaria, perspectiva de género e incorporación de los jóvenes al trabajo productivo, a los fines de integrarlos de manera activa y dinámica en los procesos de desarrollo del país, que respondan a los valores, costumbres, usos y preferencias de los habitantes de la localidad, asentada en la subcuenca.

Los objetivos fundamentales de este proyecto son: mejorar la calidad de vida de las familias de la zona, conservar la subcuenca La Maruchí y prevenir y luchar contra la desertificación. Tales objetivos fueron complementados con los del Proyecto "Conservación de suelos y agua en países andinos", COSWAND por su siglas en inglés (Conservation of Soil and Water in Andean Countries), cuyo principal objetivo es construir capacidades en comunidades, escuelas, agricultores y sus familias sobre conservación de suelos y agua en países andinos, como una actividad del Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC) con el financiamiento del PHI/UNESCO Flanders Trust Funds.

Se busca que tales actividades estimulen la capacidad auto-formativa y que respondan a una concepción de la enseñanza dinámica, participativa, creadora, e integradora a través de la experimentación y el desarrollo de habilidades manuales.

Para la definición de los objetivos y actividades a desarrollar se partió de la realización de una eva-

luación participativa, la cual incluyó los siguientes aspectos: 1) Caracterización básica de la comunidad y su organización social, incluyendo los servicios existentes, medios de comunicación, trabajos comunitarios y división familiar del trabajo; 2) Elaboración de un mapa de la comunidad, destacando la ubicación de la infraestructura y recursos existentes, los límites y algunos datos topográficos básicos importantes; 3) Preparación de un diagrama que señala la presencia de agentes e instituciones externas y su forma de relación con la comunidad; 4) Descripción de los diferentes sistemas productivos como el agrícola, pecuario, forestal, tipos de riego, servicios, comercialización y como se interrelacionan estos sistemas dentro y fuera de la comunidad; 5) Identificación, agrupación y ordenamiento de los problemas de acuerdo a su importancia.

Dentro de los principales problemas prioritarios de la comunidad, relacionados con el uso sostenible de la tierra, se identificaron:

Alta dedicación a la actividad agrícola en condiciones agroclimáticas poco favorables (Foto 1): suelos con moderada a alta pedregosidad y baja retención de agua, terrenos con altas pendientes, exceso de precipitación en períodos del año, entre otras.

Uso de cultivos que proporcionan poca protección al suelo, sin prácticas de conservación de suelos y agua (Foto 2).

Alta producción de residuos orgánicos, especialmente de origen animal (Foto 3).

Manejo inadecuado de plagas y del agua de riego (Foto 4).



Foto 1. Características de los terrenos.



Foto 2. Principales cultivos en la comunidad.



Foto 3. Residuos orgánico en los establos.



Foto 4. Manejo del agua de riego.

Falta de motivación en la población para trabajar por la comunidad de manera integral, especialmente la generación de relevo (niños y jóvenes) y baja participación de la mujer.

Planteamiento de los objetivos

En virtud de lo antes mencionado se establecieron los siguientes objetivos:

Producción y plantación de material vegetativo para la diversificación de la producción en las parcelas de los agricultores, de manera que no dependan de un solo rubro.

Promover la utilización eficiente de los recursos locales (suelos, mano de obra, subproductos agrícolas, entre otros).

Implementar técnicas de riego que permitan el uso adecuado del agua

Extensión agroconservacionista con énfasis en la construcción de capacidades para la implementación de prácticas conservacionistas de uso de la tierra y protección de nacientes de agua, con lo cual se pretende disminuir los pasivos ambientales en zonas en las que, por sus características agroecológicas, las prácticas agrícolas pueden provocar impacto ambiental.

Los procesos de capacitación, demostraciones y acompañamiento fue realizado como se describe a continuación:

Demostraciones:

a. Dinámica hídrica en suelos de diferente textura, e influencia de la materia orgánica sobre estos procesos: los participantes lograron hacer observaciones sobre los procesos penetración, retención y movimiento de agua, así como el efecto de la materia orgánica y sacar conclusiones sobre su influencia en la producción de cultivos y posibilidades de contaminación aguas abajo, y entender el significado de 1 milímetros de lámina de agua (lluvia o riego). Fotos 5 y 6.

b. Causas y consecuencias del deterioro de los suelos sobre la agricultura de zonas montañosas: se mostró el efecto de la erosión hídrica sobre la productividad mediante ensayo que permite ob-

servar el desarrollo del cultivo de maíz en la capa superficial del suelo (Foto 7) en comparación con el desarrollo del cultivo en la capa subsuperficial del suelo (Foto 8), la cual presenta condiciones físicas, químicas y biológicas desfavorables; indicando de esta manera lo que ocurriría con la productividad de los cultivos si la capa superficial del suelo se pierde por erosión hídrica.



Figura 5. Procesos de penetración, retención y movimiento de agua en el suelo.



Figura 6. Significado de 1 milímetro de lámina de agua.



Foto 7. Cultivo de maíz creciendo en la capa superficial del suelo.



Foto 8. Cultivo de maíz creciendo en la capa subsuperficial del suelo.

c. Proceso de erosión hídrica: en bandejas de erosión se colocó muestras del suelo simulando las pendientes de la zona (Foto 9). Además se representaron diferentes prácticas de conservación de suelos y agua (barreras vivas con pastos, barreras muertas con fragmentos de roca, platabandas, cobertura de residuos) y cotejaron las pérdidas de agua y sedimentos con el suelo desnudo. En la Foto 10 se muestra la comparación de los dos tratamientos extremos, donde se puede observar la alta efectividad de la cobertura, especialmente con relación a las pérdidas de suelo.



Foto 9. Bandejas de erosión con las diferentes prácticas de conservación de suelos y agua.

Capacitación y acompañamiento:

a. Importancia de la fertilidad de los suelos para la producción de los cultivos, manejo de recursos para la fertilización de suelos y métodos de riego y fertirrigación para zonas montañosas: se discutió sobre la fertilidad integral de los suelos, haciendo énfasis en las limitaciones y la manera, de solventarlas, especialmente en condiciones de ladera (Foto 11). De igual manera, se debatió sobre la importancia del riego en la producción de los cultivos y en la conservación de los suelos y las aguas, así como los métodos de riego y fertirrigación para zonas montañosas (Foto 12).



Foto 11. Presentación sobre la fertilidad integral del suelo y aplicación de fertilizantes y enmiendas.



Foto 10. Comparación de los tratamientos suelo desnudo y cobertura total.



Foto 12. Implementación de riego por goteo en frutales. Uso de goteros artesanales.

b. Elaboración de compost y otros productos alternativos para el aprovechamiento de residuo: se realizó la capacitación y acompañamiento en los siguientes aspectos: materiales que se pueden usar para la producción de compost y lombricompost, y

los que se deben evitar, así como todas las consideraciones para el establecimiento, condiciones y controles del compostaje (Fotos 13, 14 y 15). Además se realizó un intercambio de saberes con el maestro y niños de la escuela, quienes mostraron su producto y como lo están utilizando en la producción de plantas ornamentales y arbóreas que son vendidas en

la comunidad o fuera de esta, o a instituciones que trabajan en proyectos de reforestación (Fotos 16, 17 y 18). De igual manera, se reforzaron los aspectos relacionados con la importancia de los árboles y los diferentes servicios que pueden prestar (sombra, protección, madera, alimento, producción de agua, entre otros).



Foto 13. Explicación teórica sobre el proceso de compostaje.



Foto 14. Material compostado en la parcela del productor.



Foto 15. Material compostado mostrando las lombrices.



Foto 16. Compostera en la escuela.



Foto 17. Preparación de bolsas con sustrato que contiene el compost.



Foto 18. Plantas ornamentales y arbóreas producidas en la escuela.

c. Principios de agricultura orgánica, discusión y demostraciones sobre el manejo integrado de plagas:

no solo se discutieron los principios de la agricultura orgánica o ecológica, sino que se hizo énfasis acerca de sus beneficios sobre: la conservación de suelos, mantenimiento de su calidad y productividad; menos riesgos de contaminación de las aguas (agua subterránea, ríos, lagunas, lagos); protección de fauna silvestre (aves, ranas, insectos, entre otros); menos residuos de pesticida (venenos) en la comida; mayor biodiversidad, paisajes más diversos; menos utilización de insumos externos no renovables y de energía. En este ámbito se realizaron demostraciones y acompañamiento en el manejo integrado de plagas (MIP; Fotos 19, 20 y 21)

el trazado de las curvas a nivel o a desnivel. Estas curvas sirven de referencia para la implementación de otras prácticas en condiciones de ladera. En este sentido se acompañó a los participantes en la construcción del nivel en "A" (Foto 22) y del nivel de cuerda (Foto 23), así como la manera de utilizarlos.



Foto 19. Explicación sobre MIP.



Foto 21. Productos que pueden ser usados en MIP.



Foto 20. Manejo de diferentes trampas en MIP.



Foto 22. Construcción de Nivel en 'A'.

d. Construcción de herramientas para el trazado de prácticas de conservación de suelos y agua:

cuando se diseñan prácticas de conservación de suelos y agua en terrenos inclinados o de laderas es necesario hacer uso del nivel, con el cual se diseña



Foto 23. Forma de utilización del nivel de cuerda.

e. Métodos e implementos alternativos de labranza del suelo para zonas montañosas: los métodos e implementos de labranza en condiciones montañosas no solo deben estar en función del cultivo, tipo de suelo y características climáticas, sino que debe tomarse en consideración las condiciones del terreno. Bajo las particularidades del sitio, de altas pendientes, se considera conveniente el uso de tracción animal para la preparación de tierras,

surcado (si es pertinente), siembra en contorno, implementación de prácticas como el establecimiento de barreras vivas, acequias de ladera, canales de desviación y otros. Para ello se propone el uso de arados de madera (Figura 24) o metálicos (Foto 25), los cuales se acoplan a la yunta de animales para los fines mencionados (Foto 26) o para la fase inicial para la construcción de las acequias, canales, entre otros. (Foto 27).



Foto 24. Arado de madera.



Foto 25. Arado metálico.



Foto 26. Surcado.



Foto 27. Construcción de zanjas iniciada con el arado metálico.

f. Implementación de prácticas de conservación de suelos y agua para la agricultura de laderas: se realizaron discusiones sobre la importancia y efectividad de los variados métodos, técnicas y prácticas de manejo y conservación de suelos de ladera que han sido comprobados en diversas condiciones ambientales del trópico. No obstante, es fundamental establecer criterios claros para la selección, diseño y ejecución de distintas alternativas, la mayoría de ellas disponibles para ser aplicadas solas o combinadas en diversos sistemas de agri-

cultura sostenible de montaña. Entre las principales prácticas que se han implementado en la zona, se destaca: utilización de barreras vegetativas de pastos, no solo para dividir los campos de cultivo (en este caso hinojo y maíz), sino para reducir los impactos de la escorrentía en laderas (Foto 28); utilización de barreras muertas de residuos de vegetación arbustiva (Foto 29); construcción de acequias de ladera (Foto 30 y 31); fabricación de muros de piedra (Foto 32) y elaboración de zanjas de infiltración (Foto 33).



Foto 28. Barrera vegetativa de pasto.



Foto 29. Barrera muerta de residuos de vegetación arbustiva.



Foto 30. Inicio de la construcción de una acequia de ladera por tres generaciones de una familia.



Foto 31. Construcción de la acequia con herramientas manuales.



Foto 32. Muro de piedra.



Foto 33. Zanjas de infiltración.

g. Intercambio de saberes entre la comunidad y las instituciones: en los encuentros con la comunidad se procuraba la participación de todos los grupos etarios, procurando siempre que se diera una comunicación efectiva entre todos (Foto 34 a, b, c, d, e y f).



Foto 34 a, b, c, d, e y f. Intercambio de saberes entre la comunidad y las instituciones.

Facilitadores: en la capacitación y acompañamiento participaron: Fernando Delgado, Roberto López, Miguel Cabeza, Daisy Dávila, Armando Briceño, José Gregorio Rosales, Nelson Benavides, Leonardo Gil, Alberto Ángulo, Frank Tovar, Donald Gabriels, Deyanira Lobo.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de las siguientes instituciones: Ministerio para el Poder Popular del Ambiente; Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial-CIDIAT, Universidad de Los Andes; Universidad de Gante, Bélgica; Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela; Gobierno de Flandes, Bélgica; PHI-UNESCO; Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZA-

LAC); Ministerio para el Poder Popular de Agricultura y Tierras; Alcaldía del municipio Sucre, Mérida.

Bibliografías consultada

Fisher, M. 2001. 'Innovation, knowledge creation and systems of innovation', *The Annals of Regional Science* 35(2): 199-216.

González, B., M. Peña, N. Rincón, L. Bustillo y F. Urdaneta. 2004. Formulación de lineamientos estratégicos para el desarrollo rural, basado en una metodología participativa. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 21:388-414

Salazar, M. C. (Ed.), 1992. *La investigación-acción participativa. Inicios y desarrollos*. Editorial Popular. O.E.I. 230p.

Sevilla Guzmán, E. y M. González de Molina (Eds). 1993. *Ecología, campesinado e historia*, pp. 197- 218. La Piqueta. Madrid

Uso de la *Azolla-Anabaena* en la agricultura como fertilizante

Lesly Malpica¹
Yusmary Espinoza^{2*}
Manuel de Jesús Mujica¹

¹Técnicos Asociados a la Investigación e ²Investigadora. INIA-CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuaria, Unidad de Recursos Agroecológicos, Laboratorio de Biología de suelo. Maracay, estado Aragua. *Correo electrónico: yespinoza@inia.gov.ve

El complejo *Azolla-Anabaena* es una asociación simbiótica entre un helecho (*Azolla*; Foto 1) y una bacteria (*Anabaena*; Figura 1), capaz de fijar nitrógeno atmosférico aprovechable por las plantas a su alrededor. Este es una alternativa para sustituir las fuentes tradicionales de nitrógeno en los cultivos con sistema de siembra bajo inundación como es el caso del arroz. De ahí la importancia que el productor conozca cuáles son las condiciones ambientales que afectan su crecimiento y método para cultivarla.

Empleo agrícola de la *Azolla-Anabaena*

El principal uso de la *Azolla* es como abono verde para los cultivos de arroz u otros rubros. En la siembra de arroz, los campos se pueden inundar hasta una profundidad de 3-4 centímetros y sembrados con *Azolla*, a razón de 7.500 kilogramos ha⁻¹ de material recién recolectadas en los viveros. Cuando la superficie está cubierta de una capa de este helecho (≈20 t ha⁻¹), lo que tarda de 10 a 15 días, se vacía el agua y la *Azolla* se entierra con el arado, seguidamente el arroz se trasplanta 2 ó 3 días después.

La *Azolla*, al incorporarse al suelo, se descompone rápidamente, debido a su baja relación Carbono/Nitrógeno (C/N), este nitrógeno se hace disponible rápidamente para los cultivos. Luego de la descomposición ocurre un aumento del humus en el suelo, lo que trae como consecuencia un incremento de la capacidad de retención del agua, promoviendo la aireación, drenaje y agregación del suelo. Además de su influencia sobre las propiedades físicas del suelo, *Azolla* es importante en el ciclaje de nutrientes, ya que este helecho, puede absorber otros nutrientes del agua y liberarlos durante la descomposición.

Otra técnica es cuando la *Azolla* se asocia con el cultivo. En este caso, crece cubriendo toda la superficie del agua entre las plantas. De igual manera, puede ser utilizada en siembra de arroz, cultivos hidropónicos y acuapónicos. Esta especie libera el amonio (NH₄-N) al medio donde está creciendo y de esta forma puede ser empleada como fertilizante nitrogenado.



Foto 1. Helecho *Azolla*.
Fuente: Azolla Biosystems Ltd.



Figura 1. Cianobacteria, *Anabaena azollae*.
1. Células vegetativas; 2. heterocistos.

La asociación también tiene gran importancia como sumidero potencial de carbono (C), dado que, al poseer una alta tasa relativa de crecimiento (TRC)

y un bajo tiempo de duplicación (TD), aumenta el proceso biológico natural de fotosíntesis, donde se realiza la conversión dióxido de carbono CO₂ (gas de efecto invernadero) directamente en biomasa de *Azolla*, lo que en cierta forma contribuye a mitigar el calentamiento global.

También es usada como alimentación animal, principalmente en Asia y parte de África, resultando un excelente suplemento proteico para porcinos, aves (patos, pollos de engorde y gallinas de posturas), en peces herbívoros y como sustituto del forraje verde en los bovinos.

Condiciones óptimas donde se puede desarrollar la *Azolla Anabaena*

Azolla tiene un amplio intervalo de distribución altitudinal que se extiende cerca del nivel del mar hasta 5.000 metros. En general, prefiere condiciones frías y semisombreadas y se desarrolla mejor en altos contenidos de fósforo, tanto en el agua como en el suelo (Espinoza, 2004). En el trópico, se ha encontrado que la distribución de esta planta está representada mayormente por la especie *A. filiculoides*, la cual se caracteriza por desarrollarse, igualmente, en climas templados.

En Venezuela, Espinoza y Gutiérrez (2006), encontraron *A. filiculoides* distribuidas en la región centro occidental (Aragua, Barinas, Guárico y Portuguesa), además de otras especies de esta pero en menor proporción. La fijación simbiótica de Nitrógeno (TFN), TRC, y el TD de *Azolla* en Venezuela fue evaluada por estos mismos autores observándose rangos de valores que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Niveles de la tasa de fijación simbiótica de nitrógeno (TFN), tasa relativa de crecimiento (TRC) y tiempo de duplicación (TD) de especies de *Azolla*, colectadas en Venezuela.

NIVEL	TFN (mg/ g/ día)	TRC (g/ g/ día)	TD (días)
Alto	>13,8	>0,23	>4,8
Medio	13,7-11,7	0,23-0,17	4,7-3,6
Bajo	11,6-10,3	0,16-0,13	3,5-3,6
Muy bajo	<10,1	<0,14	<2,8

Esta información es importante a la hora de escoger el helecho de *Azolla* que más se adapte a las necesidades de los productores. Cuando se está planificando su uso como fertilizante asociado al cultivo, se debería escoger la *Azolla* que fije mas nitrógeno. Si se desee usarla como abono verde y cultivo asociado, deberá considerarse la TFN, TRC y TD; y si sólo se plantea utilizarla como abono verde se estima la tasa TRC y TD.

Pasos para conservar *Azolla-Anabaena*

La fisiología de la reproducción sexual del helecho es poco conocida, su forma de reproducción es principalmente vegetativa. Por lo general, la planta se puede conservar en viveros pequeños o bancos de germoplasma.

Para la conservación de *Azolla*, los envases de semilleros deben ser pequeños, de 20 centímetros por 10 centímetros de alto, manteniendo una profundidad del agua de 3 a 6 centímetros. Se estima el material reproductor de 1 kilogramo por metro cuadrado.

El INIA cuenta con un banco de germoplasma de *Azolla*, cuya colección data desde el año 1992, con 40 accesiones del helecho, de las cuales se han identificado a nivel de especies el 50%. Dicho banco está ubicado en el umbráculo localizado en la Unidad de Recursos Agroecológicos del INIA-CENIAP, Maracay (Foto 2 a y b).

Producción de *Azolla-Anabaena*

Para la producción de *Azolla* se utilizan lagunas o tanques artificiales (Fotos 3 a, b, c, d, e y f), tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Escoger un área cercana a árboles o donde haya algo de sombra sin pendientes pronunciadas.
- El subsuelo debe contener arcilla para retener el agua, en caso contrario se deberá utilizar cobertura plástica al fondo del estanque.
- El lugar que se escoja deberá estar cercano a una fuente segura y suficiente de agua.
- Construir el estanque de aproximadamente 30-40 centímetros de profundidad.
- La cantidad necesaria para la siembra de *Azolla* por m² es de 200-500 gramos.



Foto 2 a y b. Umbráculo donde se mantiene el Banco de Germoplasma de *Azolla-Anabaena* de Venezuela.



Foto 3 a, b, c, d, e y f. Tipos de estanques donde se puede desarrollar *Azolla* en grandes cantidades.

El crecimiento de la asociación ***Azolla-Anabaena***, se ve influenciada también por factores medioambientales que a continuación se presentan. Cuadro 2.

Cuadro 2. Factores del medio ambiente que afectan el crecimiento de *Azolla-Anabaena*.

Temperatura	Azolla crece en condiciones variadas, mejor rendimiento es a 25°C. Sin embargo a temperaturas de 43°C deja de crecer y a 45°C muere (Espinoza y Gutiérrez, 2006).
pH	El crecimiento de <i>Azolla</i> puede variar con pH 4,5 a 9,0. Aunque sobrevive en una gama que va de 3,5 hasta 10.
Luz	La energía solar óptima para el crecimiento de <i>Azolla</i> oscila en el rango de 20.000 a 50.000 lux.
Humedad	La humedad relativa (HR) óptima está entre 85-90%. Si la HR es menor de 60% o superior a 100%, no hay crecimiento.
Salinidad	El contenido de sal en el agua debe ser inferior a 0,1%.
Nutrientes	El fósforo es el elemento más limitante para la producción de <i>Azolla</i> . Sin embargo, el hierro, potasio, molibdeno y cobalto también son nutrientes que limitan el crecimiento del helecho (Lumpkin y Plucknett (1980). Ensayos realizados en Venezuela, demostraron que la materia seca incrementó con el aporte de fósforo (P) hasta 4 mg h ⁻¹ (Espinoza y Gutiérrez, 2006).

Consideraciones finales

La *Azolla-Anabaena* por su alta capacidad de fijación de nitrógeno, se presenta como una alternativa de fertilización nitrogenada en la agricultura y fuente proteica para la alimentación animal. Además, la asociación también tiene gran importancia como sumidero potencial de carbono lo que en cierta forma contribuye a mitigar el calentamiento global.

Bibliografía consultada

- AZOLLA BIOSYSTEMS LTD: <https://ve.linkedin.com/company/azolla-biosystems-ltd>
- Espinoza, Y. 2004. Potencialidad de *Azolla anabaena* como biofertilizante para cultivos de arroz. 2004. Ceniap HOY. Número 6.
- Espinoza, Y. y R. Gutiérrez. 2006. Caracterización agronómica de accesiones de *Azolla* de Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 23:135-150.
- Lumpkin, T. A. y D. L. Plucknett. 1980. *Azolla*: Botany, physiology and use as a green manure. Econ. Bot. 34: 111-153.

Serie de Manuales

MANUAL PRÁCTICO PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA ARTESANAL
Tomate

MANUAL PRÁCTICO PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA ARTESANAL
Ají & Pimentón

MANUAL PRÁCTICO PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA ARTESANAL
Chimbombó

MANUAL PRÁCTICO PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA ARTESANAL
Auyama

MANUAL PRÁCTICO PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA ARTESANAL
Pepino

El Cultivo de Hortalizas en Venezuela

El Cultivo del Arroz en Venezuela

El Cultivo del Mercey en el Oriente de Venezuela

Distribución y venta: Edificio Gerencia General INIA, Avenida Universidad vía El Limón, Maracay estado Aragua
 Teléfono: (58) 243 2404779
 Visitenos en la página: <http://www.inia.gob.ve>

Experiencia en compactación de suelos en el Campo Experimental INIA-CENIAP

Gerardo Medina^{1*}
Wilfredo Urbano¹
Ada Rauseo¹
Betsaida Ortega¹
Ana Cecilia Pico²

¹Técnicos Asociados a la Investigación y ²Auxiliar de laboratorio. INIA-CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Maracay, Estado Aragua.
 * Correo electrónico: gmedina@inia.gob.ve

Con la finalidad de evaluar el grado de compactación del suelo de algunos lotes en el Campo Experimental CENIAP, se realizó una experiencia basada en determinaciones tales como: densidad aparente, módulo de ruptura, macroporosidad, permeabilidad y plasticidad, textura y algunos análisis físico-químico. Dicha evaluación proporciona información necesaria en el aspecto de porosidad, en lo particular va indicar la reducción de los macroporos donde se encuentra el oxígeno y de los microporos donde se aloja el agua, lo que pudiera ocasionar un detrimento en el crecimiento de los cultivos. Por otro lado la disminución de la velocidad de infiltración aumenta los caudales de escorrentía agudizando los problemas erosivos. La cual se conoce como el aumento en la densidad aparente de un suelo como resultado de cargas aplicadas o de presión, lo que implica que el suelo tiene cierta densidad o estado de compactación ante de la aplicación de la fuerza (Baver y Gardner, 1973).

La compactación de los suelos puede estar influenciada tanto por factores internos como externos. Los factores internos más importantes son: mineralogía, textura, materia orgánica y contenido de agua durante el proceso de compactación y dentro de los factores externo, destaca, la energía aplicada sobre la masa del suelo, que puede ser natural (impactos de las gotas de lluvias), causada por animales (pisoteo del ganado) o por el hombre (uso de equipos y maquinaria en la actividad agrícola; Nhantumbo y Cambule, 2006).

La evaluación de la compactación de los suelos es importante porque le permite al productor conocer el grado de deterioro presente y el potencial de los suelos, logrando así establecer estrategias adecuada de manejo. En tal sentido, en los últimos años en el INIA- CENIAP se han realizado estudios para determinar los problemas relacionados a la compactación y penetración de agua en el suelo.

Consecuencias de la compactación del suelo

Dentro de las principales consecuencia de la compactación del suelo se pueden mencionar:

- Modificación en la porosidad (relación que existe entre los poros y el volumen total del suelo).
- Mal drenaje.
- Paralización del desarrollo radicular lo que incide en la emergencia de las plántulas, debido al aumento de densidad del suelo, dado que se requiere por parte de la planta un gasto de energía mayor para la penetración.
- Disminución la infiltración de agua en el suelo (flujo de agua en el perfil del suelo).
- Reducción de la aireación y aumento de la resistencia mecánica en el suelo.
- Pérdida de nutrientes la cual puede ser de manera directa; eliminados por las aguas que se infiltran en el suelo o por erosión.
- Modificación de las propiedades fisicoquímicas. (Foto 1).



Foto 1. Compactacion de suelo.

Síntomas característicos de suelos compactados

- Formación de costras.
- Presencia de huellas de llantas de tractor.
- Zonas endurecidas debajo de la superficie.
- Poca agua disponible.
- Erosión excesiva.
- Necesidad de mayor potencia en las máquinas.
- Presencia de residuos vegetales parcialmente descompuestos.

Descripción de la experiencia

El trabajo se realizó en el Campo Experimental CENIAP, estado Aragua a 10° 18' LN, 67° 37' LO, a una Altitud de 460 metros sobre el nivel de mar; fueron seleccionados 3 lotes de suelo identificados C-2, H-3 y F-2, de cada lote se tomaron tres muestras de suelo no disturbado con él Toma muestra UHLAND de cilindro grande en forma equidistante a dos profundidades: 0-30 y 30-60 centímetros por triplicado. En general en cada lote se obtuvo 18 muestras, para un total de 54 muestras (Foto 2). En cada lote se midió la conductividad hidráulica, densidad aparente, módulo de ruptura, macroporosidad, permeabilidad y plasticidad conjuntamente se le realizaron análisis de textura, calcio, pH, y materia orgánica, los mismos proporcionaron los elementos necesarios para enfrentar los problemas de compactación.



Foto 2. Lote F-2 del Campo Experimental del INIA - CENIAP.

Resultado de la experiencia

Los resultados se abordaron en dos etapas:

- Primera etapa: Análisis de las características físico - químico (Cuadro 1).
- Segunda etapa: Análisis de los valores de macroporosidad, permeabilidad, densidad aparente, módulo de ruptura e índice de plasticidad en cada uno de los lotes (Cuadro 2).

Con respecto a la permeabilidad se observa que los valores de los lotes C-2, H-3, están comprendidos entre 0,05 y 0,09 cm/hr. Para el F-2 esta resultando entre 0,05 y 0,79 cm/hr. De acuerdo a Grassi (1976) la permeabilidad es muy lenta, para los lotes C-2 y H-3 y moderada lenta para F-2. Estos resultados indican que son suelos afectados por compactación, lo que infiere que la circulación del agua en el perfil del suelo sea limitada.

Cuadro 1. Características físicas y químicas consideradas para la evaluación de la compactación del suelo, en tres lotes del campo experimental del Ceniap - INIA.

Lote	Cultivo	Prof. (Cms)	Arcilla + Limo (%)	Arcilla (%)	Text.	Calcio (mg/kg)	LIP	Ph (1:2,5)	M.O (%)
C-2	Frijol, maíz y caraota	0 - 20	59,2	16,4	Franco	632	17,37	6,44	2,72
		20 - 40	59,2	16,4	Franco	550	19,95	6,52	1,85
F-2	Caña de azúcar, frijol y caraota	0 - 20	59,2	16,4	Franco	670	18,23	6,22	3,11
		20 - 40	59,2	16,4	Franco	782	16,06	6,45	2,53
H-3	Musáceas algodón y maíz	0 - 30	55,3	25,7	Franco	618	20,87	6,7	3,24
		30 - 70	56,3	26,7	Franco	570	18,94	6,4	2,7

Cuadro 2. Propiedades físicas de suelos lotes C-2, F-2 y H-3 del campo experimental del CENIAP, estado Aragua.

Lote	Prof cms	Perm cm/hr.	Macro porosidad %	Dens. Aparent. Grs/cm ³	M.r kg/cm ²	Ind. Plast. %
C-2	0 – 30	0,15	6,73	1,69	4,17	11,01
	30 – 60	0,05	3,84	1,58	1,99	11,03
F-2	0 – 30	0,05	6,20	1,68	2,50	7,64
	30 – 60	0,79	7,93	1,66	1,36	8,08
H-3	0 – 30	0,08	5,20	1,51	2,43	12,45
	30 – 60	0,09	6,49	1,57	1,60	8,72

Fuente: Medina G. y U. Urbano. (2010).

En cuanto a la macroporosidad relacionando el lote y la profundidad, resultó que los valores de los lotes F-2 y H-3 están entre 5 y 10% reflejando que el desarrollo radical de las plantas están en rango moderado y para el lote C-2, se evidenciaron valores críticos, ya que una de las profundidades está por debajo del 5% de acuerdo a Trousé (1961). Estos resultados afectan el desarrollo de las raíces.

Para el análisis de la densidad aparente relacionando el lote y la profundidad, se evidenció que para los lotes C-2, H-3 y F-2 los valores están por encima de los indicadores para la textura franco arcilloso de 1,3gr/cm³ significando una densidad aparente alta. Según Pla (1977), los valores obtenidos para la condición de textura franco con una alta densidad aparente, incide directamente en la compactación.

Del análisis del módulo de ruptura relacionando el lote y la profundidad, resultó que los valores de los lotes H-3 y F-2 en promedio fueron de 1,97 kg/cm², mediana cohesión y los críticos se presentan para el lote C-2 con resultados por encima de 3 (Kg/cm²). Según Pla (1977), los valores entre mediana y alta compactación están relacionado con la resistencia a la ruptura del suelo, formación de terrones duros, costra y resistencia mecánica al desarrollo radical de las plantas.

Para el análisis de la plasticidad relacionando el lote y la profundidad, se obtuvo que los valores para los lotes F-2 y H-3 fluctúan entre 7 y 12% indicando una moderada plasticidad y los críticos (altas plasticidad) se registraron en el lote C-2 >10%. Según Pla (1977), estos valores de moderado a alta plasticidad indican problemas de difícil manejo y uso de maquinaria.

Consideraciones finales

- Realizar a corto, mediano y largo plazo, prácticas de manejo y conservación de suelo, orientadas a reducir la compactación, además de evaluar programas de rotación de cultivos para mejorar la estructura del suelo, con: forrajes, leguminosas, gramíneas, a fin de mejorar el grado de porosidad de este.
- Evitar traficar por terrenos agrícolas saturados de agua.
- Realizar estudios detallados, a fin de conocer el comportamiento en cuanto a proporción y distribución de las partículas finas del suelo (arcillas, limos, arenas finas y muy finas), para definir estrategias de manejo.

Glosario

Compactación: es la reducción de los espacios porosos que hay en el suelo.

Densidad aparente: es el peso seco de una unidad de volumen de suelo.

Forrajes: es cualquier comestible vegetal (gramíneo y/o leguminoso) para la nutrición del ganado de manera seca.

Macroporosidad: está formada por huecos grandes o en forma de grietas en el suelo que están ocupados por aire.

Módulo de ruptura: resistencia máxima determinada en un ensayo de flexión o torsión del suelo.

Permeabilidad: es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y aire.

Plasticidad: es una medida de espacios referido a la textura y estructura del suelo.

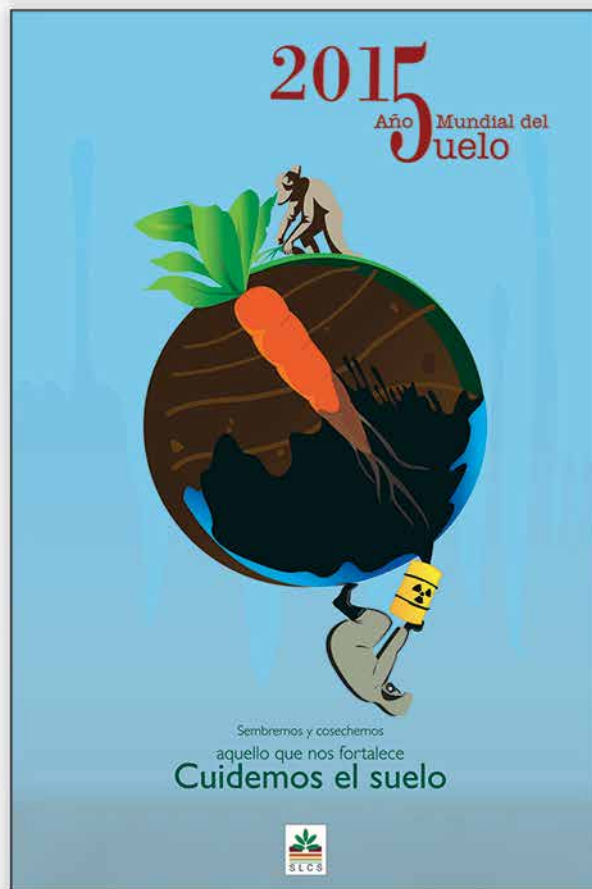
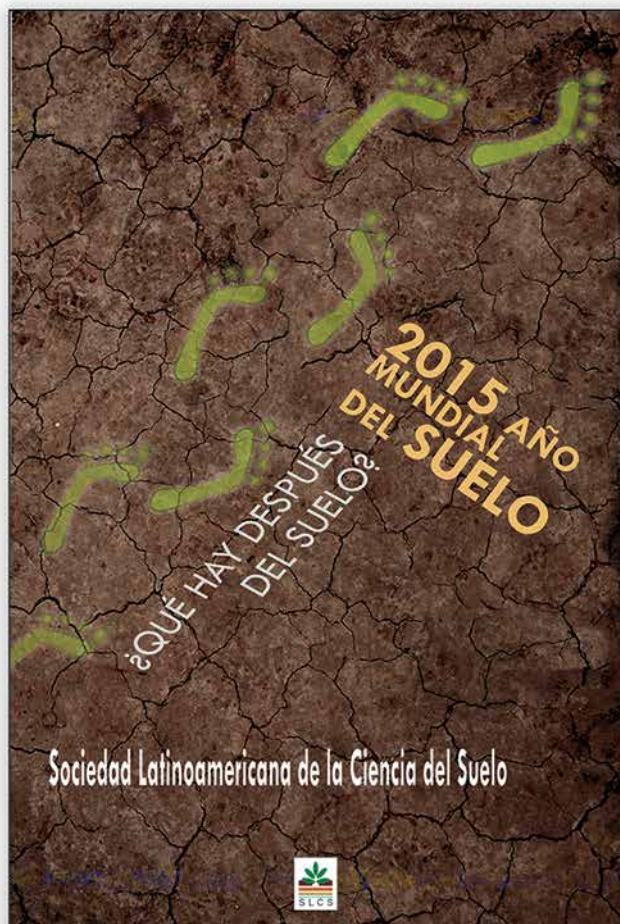
Porosidad: es una medida de espacios referido a la textura y estructura del suelo.

Rotación de cultivos: es una técnica agrícola que consiste en cultivar distintas plantas cada año con el fin de mejorar las condiciones del suelo y evitar se prolongue la vida de plagas, enfermedades y metamorfosis en un mismo cultivar.

No disturbados: suelo no alterado, es decir en su estado natural.

Bibliografía consultada

- Baver, L y W. Gargner, 1973. Física de Suelo. México, editorial hispanoamericano. 113 pp
- Grassi, C. 1976 Manual de Drenaje Agrícola. Mérida, Ed. Centro Interamericano de Desarrollo de Agua y Tierras (Venezuela) 197 p.
- Nhantumbo, A. B. J. C, Cambule and A. H. 2006. Bulk density by Proctor test as a function of textura for agricultural soil in Maputo province of Mozambique. Soil & Tillage Research 87:231-239
- Pla, I. 1977. Metodología para la caracterización físicas con fines de diagnostico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Facultad de agronomía U.C.V. Maracay, 112 p.
- Trouse, A.B.R. Humbert. 1961. Sone effects of soil compaction on the development of sugar cane roots-soil science. 91 (3). 208-217. pp



Dirección de Arte: Blanca Miriam Granados Acosta
Elaborado por: Erika Véldez

Importancia de la muestra control en los análisis de suelo

Janeth Portilla*
Keyla Heredia
Miguel Belloso

*Técnicos Asociados a la Investigación. INIA-CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
Correo electrónico: jportilla@inia.gob.ve

Los Laboratorios de Suelo del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas aplican metodologías específicas y estandarizadas que consideran la inclusión de un control en cada lote de muestras que se analiza, para detectar a tiempo las irregularidades que puedan presentarse durante el procesamiento y ofrecerle al productor un servicio de calidad. Esta muestra no es más que un suelo utilizado como control interno, del cual se le conocen todos los parámetros de interés del laboratorio. Sobre cada resultado que el laboratorio produce, subyace la vasta experiencia científica de más de 50 años que posee la institución en el área de suelo y el compromiso de asegurar el mejoramiento permanente de todos los procesos a través de un enfoque de calidad que mantenga la confiabilidad de los productores que usan el servicio de laboratorio de análisis suelo-planta-agua y enmiendas.

La confianza en el servicio, por parte de los productores, dependerá de varios factores: en primer lugar, del conocimiento que tenga el personal de laboratorio y el investigador acerca de la aplicación de metodologías acordes con la naturaleza química, física y biológica del suelo que respondan ciertamente a las necesidades de fertilización y manejo del cultivo que tiene el usuario mediante resultados de calidad, y en segundo lugar, de la disponibilidad de instalaciones adecuadas provistas de los recursos y materiales básicos para la ejecución de los análisis equipados con instrumentos de medición verificados y calibrados constantemente (Valcárcel, 2002).

Todos estos elementos deben estar sujetos a un engranaje efectivo que permita el control y seguimiento de los ensayos que se desarrollan en el laboratorio. Dentro de las distintas herramientas de monitoreo y trazabilidad analítica que se establecen en los protocolos de calidad del INIA, se destaca la aplicación de la muestra control, la cual se define como el material de referencia utilizado internamente en uno o varios laboratorios, para la consecución

de actividades relacionadas al aseguramiento de la calidad de los resultados (INIA 2005). Esta muestra control de suelo debe ser:

- De uso exclusivo del laboratorio y no aportada por el productor o usuario.
- Analizada varias veces en tiempos diferentes.
- Estable por tiempo prolongado.
- Analizada de la misma manera que las muestras problema (usuarios).
- De concentración conocida para el analista.
- Una referencia en la que confía el analista al realizar las determinaciones.

Al conocer los rangos de concentración de nutrientes de la muestra control a través de un análisis estadístico descriptivo, se tienen los argumentos de juicio cuantitativo para aceptar o rechazar los resultados de la muestra de un productor. Esto quiere decir, que si los resultados de la muestra control analizada simultáneamente con las muestras de los usuarios, están dentro de los límites de confianza ya establecidos, la credibilidad de los datos del productor está garantizada, de lo contrario, habría que revisar el proceso completo o en su defecto repetir el análisis.

Dada las características inherentes al servicio y la imposibilidad de realizar varias determinaciones a cada muestra problema que ingresa al laboratorio cuya recolección es realizada por el propio productor, la aplicación del control en la rutina analítica, representa la alternativa más práctica y eficaz para llevar a cabo el seguimiento de la calidad de los resultados.

Preparación de la muestra control

La preparación de la muestra control demanda un proceso sistemático de varias fases tal como se resume en el procedimiento descrito en la Figura,

que consiste en el muestreo, secado y homogenización física. Pero antes de esto, los especialistas del área de fertilidad y perfiles de suelo ya han revisado datos de muestreos previos, además de evaluar la accesibilidad a la zona.

La homogeneidad de la muestra control debe ser comprobada estadísticamente, para ello se le determina el fósforo disponible a un grupo de 10 submuestras por duplicado, por considerarse éste uno de los analitos más susceptible a la falta de homogeneidad. Los datos obtenidos son some-

tidos a un análisis de comparación de varianzas simples para mostrar que la dispersión entre las medias de las submuestras no sea significativa, indicando que la muestra es homogénea. Ahora bien, si la dispersión entre las medias de las submuestras es alta, lo que equivale a que la muestra no es homogénea, la preparación debe repetirse desde el mezclado o secado si es necesario, hasta que la prueba sea aceptada. Una vez que se cumpla con el requisito de la homogeneidad, la muestra de suelo ya estaría preparada para ser caracterizada.

Fase 1

Muestreo

La muestra de suelo debe ser representativa del área circundante y suficiente para ser utilizada por el laboratorio durante un lapso largo de tiempo. Se requiere de aproximadamente 100 kilogramos de la misma.



Fase 2

Secado

Se realiza extendiendo el suelo sobre una manta plástica protegida de la lluvia y corrientes de aire excesivas, durante 48 a 72 horas.

La humedad remanente no debe exceder del 10%.



Fase 3

Homogenización física

Es obtenida mediante la disgregación o trituración manual de los terrones con descarte de los residuos vegetales, el mezclado por la técnica de cuarteo y el tamizado a través de un cedazo de 2 milímetros.

Esta fase termina con la distribución del suelo en envase de 1 kilogramo con tapa.



Figura. Esquema de la preparación de la muestra control según protocolos del INIA.

Caracterización de la muestra control

Este proceso puede realizarse mediante dos vías, la primera es enviar la muestra a laboratorios externos o foráneos acreditados para emitir certificados de muestras controles bajo la norma ISO:17025:2000 con métodos estandarizados. La segunda modalidad de caracterización se refiere al interlaboratorio o participación conjunta y simultánea de los laboratorios de suelo del INIA y otras instituciones nacionales análogas de trayectoria confiable, la cual resulta ser la más económica y viable a la hora de su aplicación. Los datos, producto de los análisis del interlaboratorio, luego de ser procesados estadísticamente, servirán para otorgarle a la muestra de suelo el carácter de muestra control para la

consecución de la calidad de los resultados de los distintos usuarios. En el Cuadro, se muestran los datos de la caracterización de la muestra control que utiliza el laboratorio de suelo del INIA-CENIAP con un intervalo de aceptación igual a 2 ó 3 veces la desviación estándar (2s o 3s) dependiendo del analito.

Dado que el INIA-CENIAP no dispone actualmente de un esquema de calidad de alcance nacional, sino que se ha mantenido encapsulado en cada unidad ejecutora como una buena práctica a seguir, la caracterización de la muestra control ha sido realizada en forma individual por cada laboratorio, mostrando el compromiso de mantener la confiabilidad en el servicio de laboratorio de los usuarios.

Cuadro. Parámetros de calidad de la muestra control para los análisis con fines de fertilidad.

	pH	CE	P OLSEN µg g-1	K OLSEN µg g-1	% MO	Ca Morgan µg g-1	Mg Morga µg g-1	%Arcilla	%Arena
Promedio	6,00	0,0496	38,28	60,00	3,89	697,08	142,48	15,20	46,80
s	0,05	0,0043	4,54	3,40	0,23	41,04	6,86	1,88	1,20
Limite inferior	5,85	0,0366	29,20	53,19	3,20	573,95	121,89	9,56	43,21
Limite superior	6,15	0,0626	47,36	66,81	4,57	820,21	163,07	20,84	50,39
% CV	0,84	8,74	11,86	5,67	5,88	5,89	4,82	12,37	2,56
% CV método	2	10	20	11	7	15	19	20	20
Intervalo de aceptación	3s	3s	2s	2s	3s	3s	3s	2s	2s
n	25	25	25	25	26	25	25	20	20

CE= Conductividad eléctrica; MO= Materia Orgánica; s= Desviación estándar; CV= Coeficiente de Variación; n= repeticiones.

Consideraciones finales

El empleo de muestras controles constituye la opción más simple para detectar fácilmente fuentes de errores sistemáticos y estimar la exactitud de un método analítico. Los análisis de suelo cotejados con la muestra control en su procesamiento junto con el aval e interpretación de los especialistas del INIA, en las áreas de suelo, le confieren a los distintos usuarios la confianza necesaria para desarrollar y aplicar un manejo agroecológico de bajos insumos, que redundaría en la conservación del suelo y la sostenibilidad de la producción agrícola en el tiempo.

Bibliografía consultada

- INIA. 2005. SGCL MAN-078. Manual de Área de Ensayo. Manejo de Muestras de Suelo ISO 17500:2000. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración. (COVENIN 2434:2000).
- Válcarcel M, y A. Ríos. 2002. La calidad de los laboratorios analíticos. Editorial Reverté S.A. Disponible en línea: https://books.google.co.ve/books?id=ZMiaCfjwassC&hl=es&source=gb_s_navlinks_s [Consultada 15-08-2015].

Análisis de suelo con fines de fertilidad: utilidad e importancia

Maryuri Mireles

Investigadora. INIA-CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Recursos Agroecológicos, Maracay estado Aragua. Correo electrónico: mamireles@inia.gob.ve

Concientizar a los agricultores sobre la importancia de realizar buenas prácticas de manejo es un reto del Estado y de todo aquel que conozca sobre la materia. Aunque el suelo se considere un recurso vivo y renovable con una cantidad determinada de nutrientes, toma muchos años para que los microorganismos que lo habitan puedan transformarlos a un modo disponible o asimilable para los cultivos; aunado a esto, existen pérdidas de nutrientes que dependen del clima o práctica agrícola utilizada. Por lo tanto, el desbalance nutricional puede ser dado por fijación propia, característica inherente de los terrenos fertilizados como sin fertilizar, además de la capacidad de absorción de las plantas.

Al respecto, Díaz (2014), en su artículo importancia del análisis de suelo, expone como plantas de maíz en la misma etapa fenológica, se ven afectadas por el uso de fertilizantes; realizando una comparación entre plantas con 30 días después de la siembra sin aplicación de fertilizante, con otras donde se fertilizó hasta llegar a la dosis para obtener 20 t/ha de grano de maíz (Figura 1).

Importancia y utilidad de los análisis con fines de fertilidad

El análisis periódico de los nutrimentos de suelos con fines de fertilidad permite diagnosticar y evidenciar las deficiencias nutricionales, para abordarlas a tiempo con buenas prácticas de manejo y una adecuada fertilización. Es necesario mencionar que estas deficiencias son responsables hasta de un 50% de los bajos rendimientos. Por tanto una óptima aplicación de fertilizantes basados en el resultado del análisis de suelo incrementa la probabilidad de obtener una mayor respuesta adicional por parte del cultivo.

A pesar de ser una herramienta de gran importancia, son muy pocos los productores agrícolas que solicitan este recurso, al igual que son escasos los planes agrícolas que se fundamentan en las condiciones de suelo.



Figura 1. Plantas de maíz con 30 días después de la siembra, sin aplicación de fertilizante hasta una dosis máxima.

Estadísticas recientes de los laboratorios a nivel nacional, demuestran una disminución en la demanda de análisis con fines de fertilidad en los últimos años (Memorias del XX Congreso Venezolano de la Ciencia del suelo, 2013), la cual, ha disminuido progresivamente hasta en un 60% en el año 2013 en comparación con el 2009 (Figura 2).

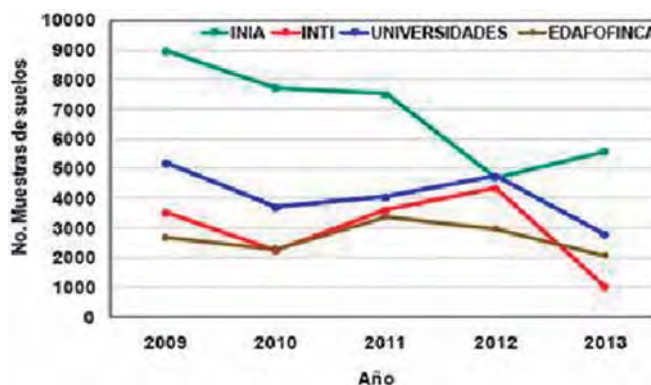


Figura 2.- Tendencia del número de muestras para análisis de suelos con fines de fertilidad recibidas por los laboratorios de las distintas instituciones durante el periodo 2009-2013.

Según las estadísticas divulgadas por la Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios (FEDEAGRO), en el 2013 la superficie total cosechada era de 2.297.058 hectáreas; partiendo del hecho de que una muestra compuesta para realizar

el análisis con fines de fertilidad puede representar hasta 10 hectáreas cuando el terreno es virgen, hipotéticamente la demanda del análisis debería de oscilar entre 229.706 – 2.297.058 muestras analizadas para ese año (Cuadro 1).

Si observamos la relación en los últimos años de estas dos variables: superficie cosechada hectáreas y el número de análisis con fines de fertilidad, es muy evidente que no se alcanza el 1% del total de muestras a analizar hipotéticamente, lo que deja claro, la poca utilidad que se le da a los diagnóstico de condiciones de suelos para fines agrícolas (Figura 3).

En cualquier tipo de agricultura, sea orgánica o convencional, el uso eficiente y responsable de fertilizantes orgánicos y/o comerciales no daña al medio ambiente. Si las dosis de fertilizantes no cubren las necesidades del cultivo bajan los rendimientos; si estos se exceden pueden acidificar el suelo y/o contaminar las aguas, por esta razón es importante realizar los estudios con fines agrícolas en particular el análisis físico y químico de suelo.

Iniciando con un análisis de suelo se puede calcular los nutrientes que son necesarios aplicar con los fertilizantes. De igual forma, permite controlar la cantidad requerida y la proporción correcta de nutrientes, de acuerdo al cultivo y tipo de suelo. También pueden orientar la forma y momento más adecuado para realizar la aplicación de los fertilizantes.

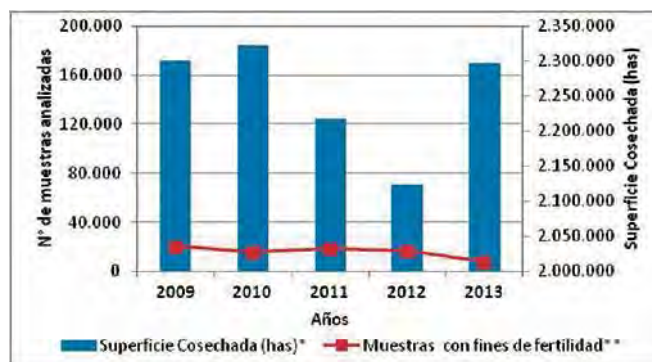


Figura 3. Número de muestras analizadas Vs Superficie cosechada por hectárea durante el periodo 2009-2013.

La agricultura convencional contempla cuatro elementos fundamentales en el ciclo de la siembra: Siembra, Riego, Abono y Cosecha. Sin embargo, es recomendable sincronizar la etapa de aplicación del abono con la realización del análisis agrícolas (Figura 4). Esto permitirá hacer un uso eficiente del fertilizante, obtener una mejor respuesta del cultivo y lograr un mayor rendimiento.

No es suficiente con medir lo que hay en el suelo, también es importante complementar la información con el desarrollo del cultivo, su capacidad de absorción de nutrientes o si tiene deficiencia de alguno, lo cual se obtiene a través de un análisis foliar. De igual forma, antes de comenzar algún programa de riego se debe realizar un análisis de agua, a fin de evaluar balance iónico y la composición de los fertilizantes que serán aplicados.

Cuadro 1. Superficie cosechada en hectáreas por grupo durante el periodo 2009-2013.

Cosechas por Grupo	2009	2010	2011	2012	2013
Cereales	1.239.794	1.204.100	1.023.905	967.503	1.082.754
Leguminosas	62.130	58.377	98.743	62.793	65.062
Textiles y Oleaginosas	177.751	229.918	242.886	269.016	269.547
Raíces y Tuberculos	93.408	105.443	136.862	105.955	116.027
Frutales	262.802	242.254	239.088	238.332	256.749
Hortalizas	93.853	98.337	105.659	101.414	108.210
Cultivos Tropicales Tradicionales	370.178	383.487	370.536	379.821	398.709
Superficie Cosechada (has)*	2.299.916	2.321.916	2.217.679	2.124.834	2.297.058

Fuente: FEDEAGRO

*Memoria y Cuenta Ministerio de Agricultura y Tierras 2010-2013

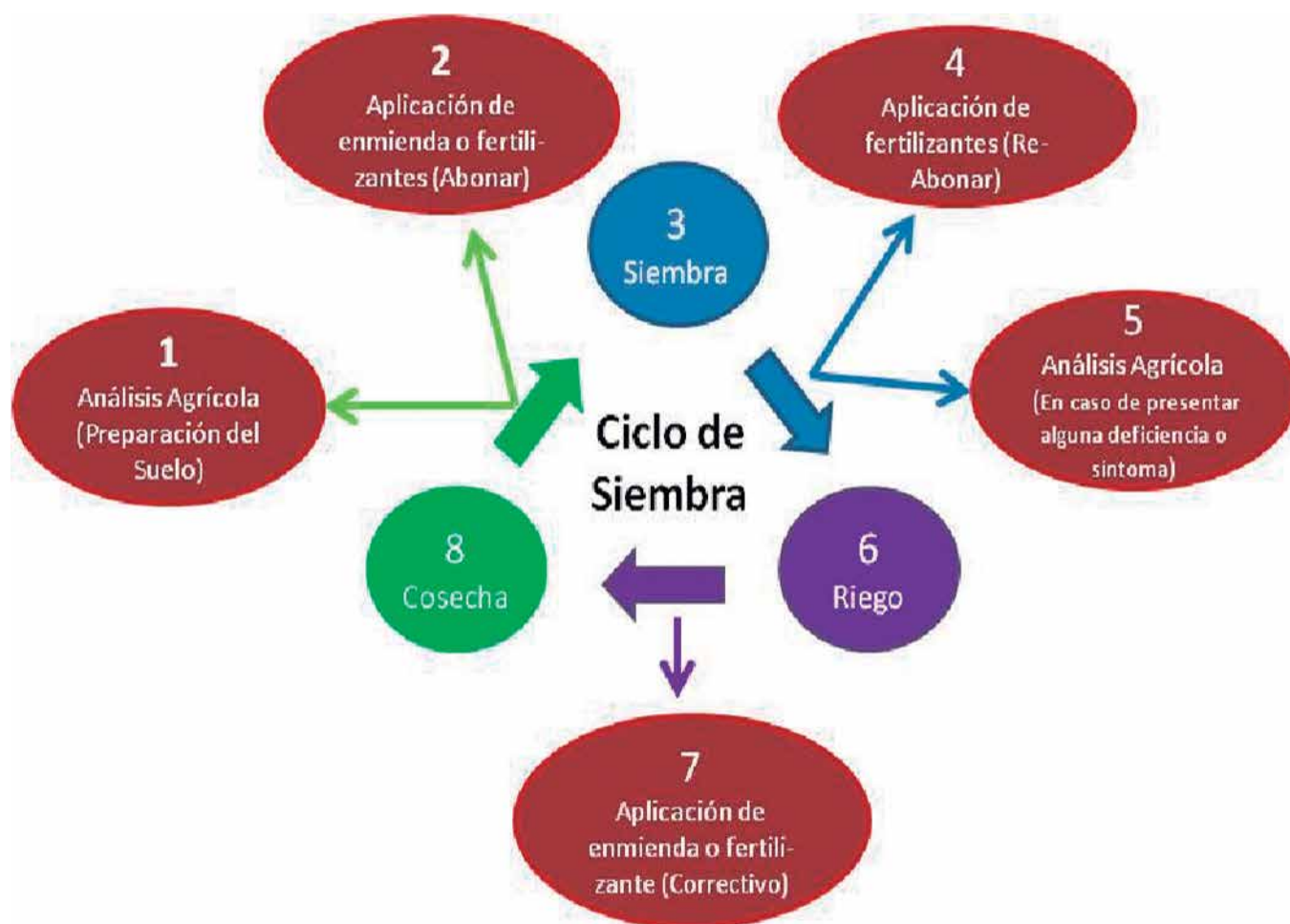


Figura 4. Representación del ciclo de siembra relacionando la etapa de abono con los análisis agrícolas, para optimizar el aprovechamiento de los nutrientes.

Con la democratización de la información y los servicios que presta el Estado, son muchos los usuarios que pueden acceder y disponer de esta herramienta, tanto las unidades de producción (UPA) como aquellas no consideradas en esta categoría. La utilidad de esta herramienta va a depender del tipo de usuario, como por ejemplo:

Fincas, fundos y hatos: el dueño o responsables de cualquier unidad de producción, requiere del conocimiento de cada lote, esto le evitará fertilizaciones innecesarias en algunos lugares y escasas en otros. Al mismo tiempo le ayudará a colocar ajustadamente el fertilizante en el lugar en que sea realmente requerido.

Invernaderos: se debe controlar el valor de los nutrientes del suelo y corregirse adecuadamente para evitar costosas pérdidas en plantaciones de invernadero.

Escuelas y Universidades: estudiantes deben conocer la naturaleza química del suelo y su influencia en el crecimiento y salud de las plantas.

Parcelas y conucos: para obtener mejores resultados y mayor productividad, se debe establecer un esquema regular de análisis de suelo.

Ambiente: el conocimiento de las características químicas de los suelos permitirá establecer un juicio sobre condiciones no aceptables y corregirlas.

Viveros: con el análisis de suelo se puede descubrir causas del pobre crecimiento de las plantas e invertir inmediatamente para solucionarlo.

En cultivos hidropónicos: es de importancia conocer la proporción definida de cada elemento nutritivo en la solución hidropónica y/o para estudiar la conducta alimentaria del cultivo.

En investigaciones agrícolas: los análisis con fines agrícolas es fundamental para el desarrollo de ensayos donde se evalúan variables de respuesta en diversas condiciones edáficas, tipos de fertilizantes, así como, efectos en plantas y ambiente, entre otros.

Consideraciones finales

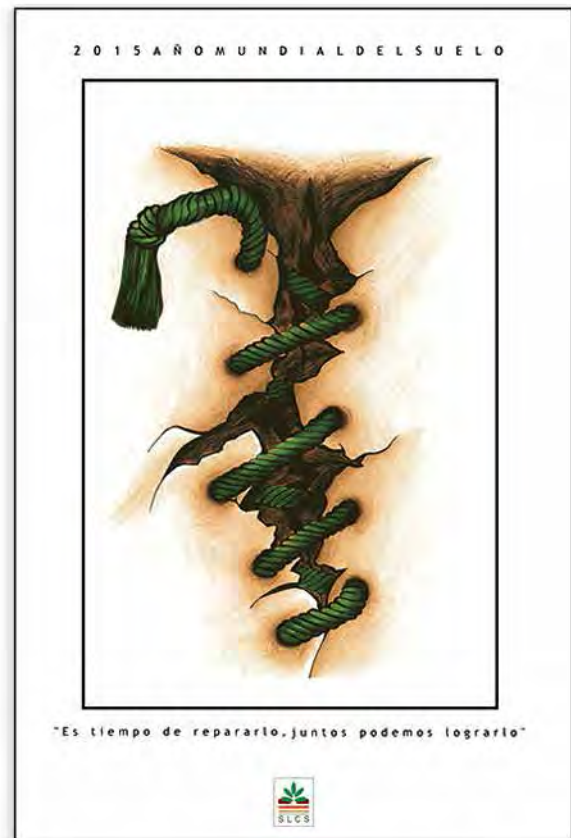
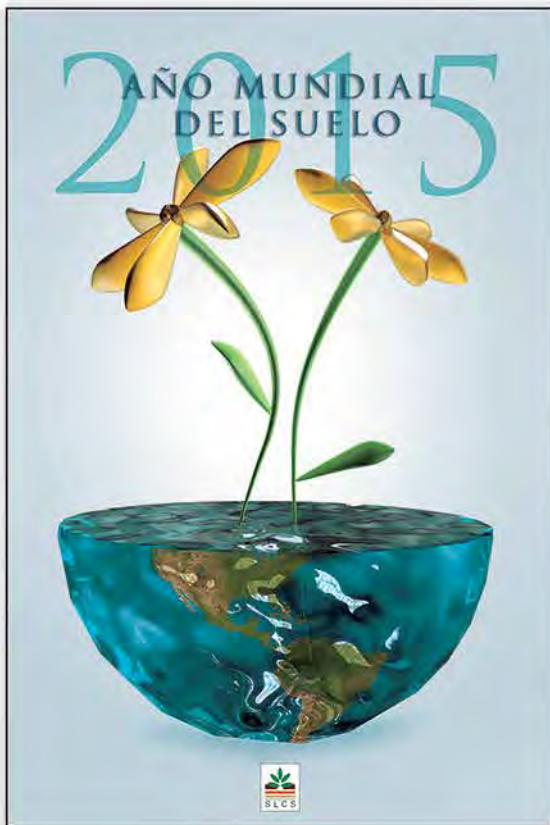
Las características físicas y químicas del suelo, deben ser conocidas por los productores agrícolas, ya que el desarrollo de los cultivos, así como, la cantidad y calidad de las cosechas, están relacionadas directamente con los nutrimentos y las características de los suelos.

El análisis químico del suelo, es una excelente guía para el uso racional de fertilizantes, como fuente de información que permite clasificar los suelos en grupos afines, predecir respuestas positivas a la aplicación de nutrimentos, evaluar la fertilidad y determinar las condiciones específicas que pueden ser mejoradas.

Se debe iniciar con un análisis de suelos para calcular los nutrientes que realmente se necesitan aplicar con los fertilizantes, esto permite: controlar la cantidad requerida, la proporción correcta de nutrientes según el cultivo y/o tipo de suelo, y controlar la forma, así como, el momento más adecuado para realizar la fertilización.

Bibliografía consultada

- Comisión para unificar metodologías analíticas en laboratorios de suelos, plantas, aguas, fertilizantes y enmiendas. Autoría colectiva. 2013. Situación actual en la red venezolana de laboratorios de suelos, plantas, aguas, fertilizantes y enmiendas. Memorias del XX Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo.
- Díaz D. 2014. Importancia del análisis de suelos. Guanajuato, México. FERTILAB <http://www.engormix.com/MA-agricultura/articulos/importancia-analisis-suelo-t5585/p0.htm> Consultado 18-06-2014
- FEDEAGRO. 2015. Memoria y Cuenta Ministerio de Agricultura y Tierras 2010-2013. Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios.



Dirección de Arte: Blanca Miriam Granados Acosta
Elaborado por: Daniel López Cabrera • Teresita de Jesús Velázquez Jiménez

Dirección de Arte: Blanca Miriam Granados Acosta
Elaborado por: Mary Carmen Aragón Vázquez • Rosa Eréndira Gallegos Meza
• Ruth Paredes Salgado • Daniel Elliot Quintana Granada

Diseño de un módulo para el compostaje de pequeñas cantidades de residuos orgánicos

Raúl Jesús Jiménez Solórzano

Investigador. INIA - CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Unidad de Recursos Agroecológicos.
Edificio 1. Campus Universitario. Vía El Limón. Maracay estado Aragua. Venezuela.
Correo electrónico: rjimenez@inia.gob.ve

El compostaje es un proceso dinámico llevado a cabo por la actividad combinada de una gran variedad de poblaciones microbianas (Gray y Biddlestone, 1973). Estas poblaciones actúan en un medio ambiente de duración relativamente limitado, donde cada una interviene activamente en la descomposición de los materiales orgánicos requiriendo principalmente carbono y nitrógeno para su desarrollo. Cegarra (1998) señala que bajos valores de la relación carbono/nitrógeno (C/N) retrasan el proceso de compostaje e incrementan la pérdida de

nitrógeno. Por el contrario, valores iniciales mayores de 35 propician numerosos ciclos de actividad de los microorganismos con mayor demora del proceso. Por consiguiente, se estima que es necesario para la actividad microbiana 25 veces más carbono que nitrógeno, considerándose valores óptimos de C/N en torno a 25 en los materiales originales. El compostaje es completado cuando la relación C/N se reduce por esta acción microbiana a 10/1, aproximadamente; lo cual equivale a la relación C/N del humus del suelo.



Pila aireada con volteo para el compostaje de diferentes tipos de residuos orgánicos (estiércol de bovino, hojas de árbol de mango, y restos de comida) de diversos tamaños, en una proporción determinada. Por lo general, por cada parte del material que se va a compostar se deben utilizar dos o tres partes del material de relleno. Es decir, por cada porción de estiércol de bovino (si fuera el caso), se deben utilizar 2 o 3 de residuos con altos contenidos en carbono bien repicados.

Los microorganismos generan calor mientras trabajan. Es por ello, que la temperatura es un buen indicador del proceso de compostaje. Se consideran temperaturas óptimas de 35 a 55°C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas (Emison, 2015). Con temperaturas muy altas, microorganismos importantes para el proceso pueden desaparecer. Mientras que otros por el contrario no actúan. Millner (2003) señala que el compostaje puede reducir en un 99,9%, los patógenos y parásitos (*Escherichia coli*, *Salmonellae* y *Listeria*) comúnmente encontrados en el estiércol. Su criterio de reducción de patógenos asegura que para una efectiva higienización del compost, es ne-

cesaria una temperatura de 55°C por 3 días consecutivos en una pila aireada; o 55°C por 2 semanas en las zonas de calor de una pila aireada con volteo.

Este proceso puede matar casi todos los microorganismos patógenos y todavía mantener poblaciones de algunos benéficos. De esta manera, se puede obtener un compost que pueda ser utilizado de forma segura en la agricultura; es decir, que no presente compuestos fitotóxicos y microorganismos patógenos. Para lograr estas condiciones de temperatura, se requiere acumular grandes cantidades de residuos de forma adecuada. Sin embargo, con pequeñas cantidades de residuos orgánicos, se

puede inducir este ambiente de forma controlada a través de un sistema de compostaje que permita completar el proceso; donde se pueda evaluar las bondades de la combinación de diferentes tipos de materiales para la producción de compost o el compostaje de pequeñas cantidades de desechos orgánicos semeando las condiciones que se generan en las pilas aireadas con volteo con grandes cantidades de residuos.

Funcionamiento del módulo de compostaje

El módulo de compostaje está conformado por una caja de vidrio de 250 litros, revestida con láminas de anime de 3 centímetros de espesor (disminuyen el intercambio de calor entre el ambiente y el interior de la caja), que contiene 12 recipientes de 3,5 litros del mismo material, Figura 1. Un flujo de agua caliente a 80°C procedente de un calentador pasa al interior del módulo cuando abre una electroválvula normalmente cerrada que está conectada a un termostato fijado en 55°C en el interior del mismo, Figura 2.

Simultáneamente, el agua fría dentro del módulo descarga por una manguera conectada en su parte posterior (sirve también de respiradero) colocada a la misma altura del material a compostar dentro de cada recipiente. Cuando alcanza la temperatura fijada en el termostato (55°C) se produce de manera inmediata el cierre de la electroválvula. La mezcla de residuos orgánicos se puede mantener

a 55°C durante 21 días consecutivos en el interior del módulo. Las condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno necesaria para la actividad microbiana y condición obligatoria propia de un proceso de compostaje) se puede favorecer con el movimiento diario del material dentro de cada recipiente. Culminado los 21 días, el módulo puede permanecer abierto para continuar semeando las condiciones en una pila de compostaje aireada con volteo (dejando los residuos en una fase de maduración).

Muestra en compostaje: detalles de la mezcla y proporción

Se evaluó una mezcla conformada por un residuo orgánico a compostar (lodo residual seco proveniente de una planta de digestión anaeróbica), y diferentes materiales de relleno (MR) para probar la eficiencia del módulo utilizando las siguientes proporciones:

C_1 = Lodo residual seco (LRS) + MR (hojas secas y paja común) en una proporción en volumen 1:2.

C_2 = LRS + MR (virutas de madera) en una proporción en volumen 1:2.

Se determinó el contenido de carbono y nitrógeno para estimar su grado de madurez. Igualmente, se midió los efectos en el desarrollo del cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativum* L.) como una prueba agronómica para valorar las cualidades de los mismos para ser usados como enmiendas de suelo no contaminantes.

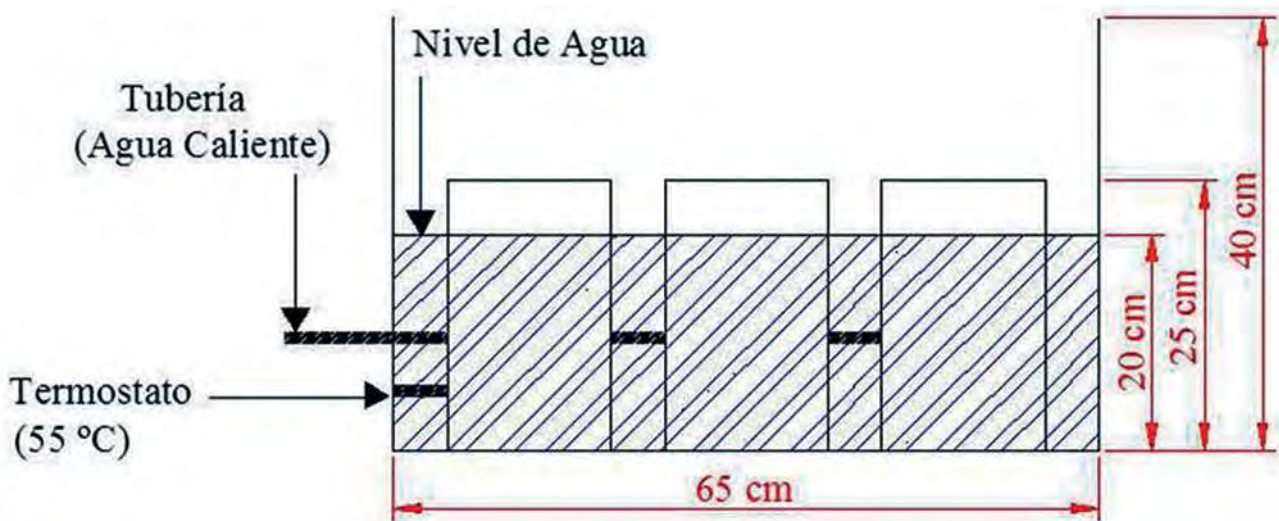
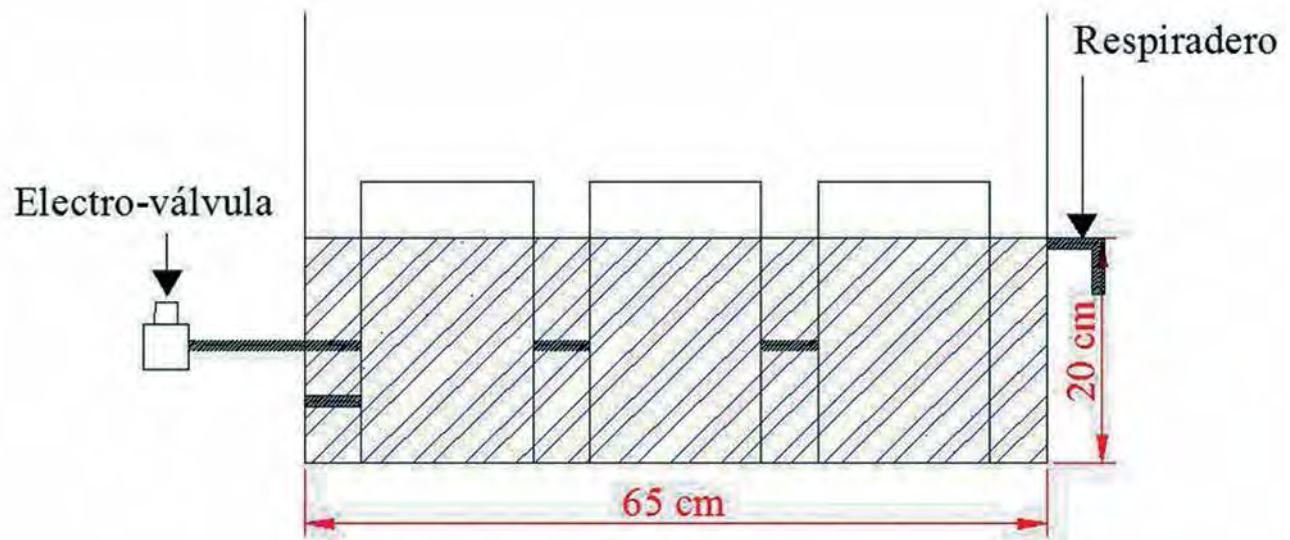


Figura 1. Vista lateral del módulo de compostaje en donde se muestran los recipientes de vidrio y las dimensiones del módulo.

El módulo de compostaje es una caja de vidrio 250 litros de capacidad (se puede construir de otro material más resistente, siempre y cuando no afecte las condiciones del compost).



Nota: Tapa no mostrada.

Figura 2. Vista lateral del módulo de compostaje donde se muestran los recipientes de vidrio y la ubicación de la electro válvula, y del respiradero que funciona también como aliviadero para la descarga de agua.

Revestida con láminas de anime de 3 centímetros de espesor que disminuyen el intercambio de calor entre el ambiente y el interior de la caja.



Relación C/N adecuada para un compost

Los microorganismos necesitan carbono como fuente esencial de energía y nitrógeno para la síntesis de proteínas (junto con otros elementos como el fósforo o el azufre). Es decir, que una relación C/N adecuada permite el crecimiento de la población microbiana y su actividad por un período prolongado de tiempo. Por esta razón, generalmente, el carbono orgánico disminuye según avanza el proceso de compostaje. En el compost, Paul y Clark (1996) indican que la relación C/N debe ser menor de 20 para que este sea comercialmente aceptable.

Los composts elaborados presentaron una relación C/N de 12,19 y 11,17 para C₁ y C₂, respectivamente. Si se considera que la relación C/N de la materia orgánica estable es de aproximadamente 10/1, tales valores pueden ser considerados aceptables. Por otra parte, Bernal *et al.* (1998) y Tiquia *et al.* (1998) refieren que la relación C/N en los residuos orgánicos compostados debe encontrarse alrededor de 12 para poder ser considerados materiales completamente maduros.

Efectos de los compost elaborados al ser usados como enmiendas de suelo sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativum* L.)

Un buen compost debe ser tolerado por los cultivos y no comprometer el crecimiento y desarrollo de las raíces. Midiendo los efectos sobre algunas características biométricas de una planta indicadora, en un ensayo en invernadero con el uso diferentes dosis de los materiales, se puede evaluar las consecuencias (positivas o negativas) que significaría su adición sobre cualquier tipo de suelo.

El rábano rojo es una planta de rápido crecimiento (5 semanas) y presenta un contacto directo entre el sustrato y la parte comestible (Ramírez y Pérez,

2006; Gómez y Pérez, 2008). En este trabajo, se midió la longitud total de la planta (centímetros) y el rendimiento en peso fresco (gramos); sembrado el rábano en potes plásticos de 2 Litros de capacidad (5 semillas por envase), en los que se colocó 1,5 kilogramos de un suelo de la serie Maracay (Ostos, 1993) perteneciente al Campo Experimental de Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela (Cuadro).

Los composts elaborados (C₁ y C₂) y el LRS sin compostar, se utilizaron como enmiendas de suelo en dosis de 20 Ton/ha; con un tratamiento sin ningún tipo de enmienda como control (solamente Suelo). Los valores del tratamiento en los que no se utilizó ningún tipo de enmienda, se encontraron por debajo de los otros tratamientos en los que se emplearon las enmiendas de compost, que a su vez resultaron mayores a los valores registrados donde se usó LRS sin compostar. Ramírez y Pérez (2006) observaron un comportamiento similar en las mismas características biométricas medidas presentando resultados con *Raphanus sativum* L.

Bondades del sistema de compostaje propuesto

El módulo diseñado resultó ser efectivo y eficiente para el compostaje de pequeñas cantidades de residuos orgánicos estabilizando la materia orgánica contenida en los lodos residuales. El uso del lodo residual seco (sin ningún tipo de tratamiento) como material de enmienda afectó negativamente las características biométricas medidas en el cultivo de rábano rojo. Los equipos y materiales utilizados hicieron que su funcionamiento sea efectivo, ya que se logró compostar pequeñas cantidades de residuos orgánicos, y también eficiente, en razón de que su funcionamiento representa un gasto mínimo de energía (condición que se logra reduciendo pérdida de calor dentro del módulo).

Cuadro. Características biométricas medidas en el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativum* L.) sembrado en condiciones de invernadero.

Parámetro	Materiales			
	Suelo	C ₁	C ₂	LRS sin compostar
Longitud de la planta (cm)	20	25	27,56	14,06
Peso fresco de la planta (g)	0,59	1,22	1,22	0,35

Bibliografías consultadas

- Bernal, M.; C. Paredes; M. Sánchez-Monedero and J. Cegarra. 1998. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. *Bioresource Technology*. 63: 91-99.
- Cegarra, J. 1998. Residuos Orgánicos. Aprovechamiento agrícola como abono y sustrato. 2^{da} edición ampliada y corregida. Editores: Nelson Walter Osorio V. Y Francisco Hernando Orozco P. Medellín, 1571 p.
- Emison 2015. Compostaje. Disponible en línea: <http://www.emison.com/511.htm> [01 de noviembre de 2015].
- Gómez, J. y S. Pérez. 2008. Efectos sobre el cultivo de rabanitos rojo (*Raphanus sativum* L.) de tres fertilizantes orgánicos. Disponible en línea: http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2009/eventos-seae/cds/congresos/actas-bullas/seae_bullas/verd/posters/9%20P.%20FER/fer6.pdf [01 de noviembre de 2015]
- Gray, K. and A. Biddlestone. 1973. Composting. *Process Parameters*. *The Chemical Engineer*. 15: 71-76.
- Millner, P. 2003. Composting: Improving On a Time-Tested Technique, Disponible en línea: <http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/aug03/time0803.htm> [10 de diciembre de 2003].
- Ostos, A. 1993. Diagnóstico de la propiedades del suelo que afectan el desarrollo de plantas de cítricas en el lote E sector este del campo experimental de la Facultad de Agronomía de la UCV. Tesis de grado. Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 87 p.
- Paul, E. and F. Clark. 1996. *Soil Microbiology and Biochemistry*. 2 ed. Academic Press. 340 p.
- Ramírez, R. y M. Pérez. 2006. Evaluación del potencial de los biosólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rabanitos rojo *Raphanus sativum* L.). *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*. Colombia, Medellín. 59 (2): 3543-3556.
- Tiquia, S.; N. Tam and I. Hodgkiss. 1998. Changes in chemical properties during composting of spent pig litter at different moisture contents. *Bioresource Technology*. 67: 79-89.



Dirección de Arte: Verónica Piña Morales
 Elaborado por: Daniel García Esqueda • Luis Ángel Martínez Ramírez
 • Diego Alejandro Rivera de la Rosa • Karla Elizabeth Tinoco Segoviano



Dirección de Arte: Blanca Miriam Granados Acosta
 Elaborado por: Carla Guadalupe Anulco Meléndez • Niyelli Berenice García Ariano

Gira técnica colectiva: manejo sostenible de la tierra en territorios rurales indígenas Kariña

Barlin Orlando Olivares^{1*}

Adriana Cortez²

María Fernanda Rodríguez²

Deyanira Lobo³

¹Investigador. Becario de Fundación Carolina para el Master Oficial en Tecnología Ambiental de la Universidad Internacional de Andalucía UNIA, España.

²Investigadoras. INIA – CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Recursos Agroecológicos, Aragua, Venezuela.

³Profesora. UCV. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Departamento de Edafología, Aragua, Venezuela.

*Correo electrónico: barlinolivares@gmail.com

El manejo sostenible de tierras se define como un modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico, que permite el uso de los recursos disponibles en función de un desarrollo socioeconómico que garantice la satisfacción de las necesidades crecientes de la sociedad, mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas y su resiliencia. Urquiza *et al.* (2011).

En el caso de la comunidad agrícola indígena de Kashaama, este es un sector perteneciente a la etnia Kariña en el estado Anzoátegui, donde las necesidades crecientes de tierras para desarrollos urbanos e industriales se cubren muchas veces a costa de pérdidas de suelos de alta capacidad agrícola. Esto ha sucedido con la mayoría de los terrenos de la Mesa de Guanipa, en los llanos orientales venezolanos, donde debido a las operaciones de extracción de crudos pesados de las empresas petroleras en la zona, se han desafectado una cantidad considerable de hectáreas, originando diferentes daños o perjuicios serios al medio ambiente y sus habitantes.

En atención a la problemática expuesta, el hecho de conocer y describir con certeza, todos y cada uno de los elementos del sistema ambiental de una comunidad o sector, se ha convertido en una necesidad en los últimos tiempos, como parte de obtener la información para promover el aprovechamiento racional de los recursos naturales. En este sentido, la caracterización de los elementos físico-naturales, facilita el análisis de sus complejas interacciones y permite luego de diversos análisis, plantear propuestas para lograr un mejor aprovechamiento, en procura de obtener un uso armónico y sostenido de los recursos, sin detrimento de su calidad.

Los objetivos principales de esta gira técnica fueron: a) Caracterizar el entorno físico natural de la

comunidad indígena de Kashaama, b) Establecer la importancia del recurso suelo en la agricultura de subsistencia, con fines de manejo sostenible de la tierra y c) Socializar acerca de las tradiciones y prácticas culturales desarrolladas por los productores indígenas de la comunidad de Kashaama. Este tipo de evento representaría el primer paso para el establecimiento de medidas o acciones que permitan la obtención de una nueva manera de pensar y actuar respecto al uso de las tierras y con ello, detener los procesos de degradación, recuperar y rehabilitar las tierras afectadas así como mitigar los efectos de la sequía, cambio climático y vulnerabilidad climática.

Fases de la gira técnica

La actividad se desarrolló a través de dos fases, la primera relacionada con las visitas a los terrenos ubicados en las comunidades agrícolas de Kashaama y Tascabaña, municipio Pedro María Freites de Anzoátegui, con la finalidad de describir las características físico naturales del entorno, hacer el muestreo de suelos, descripción de propiedades físicas del suelo y alternativas de manejo de suelos en sabanas orientales. Posteriormente, la segunda fase, estuvo asociada a la socialización de las tradiciones y prácticas culturales desarrolladas por los productores indígenas de la comunidad de Kashaama.

El evento contó con la participación de 17 productores y productoras indígenas del cultivo de yuca, batata, miembros del Consejo Comunal, docentes de la Escuela Técnica Agropecuaria de Kashaama, estudiantes de agronomía de la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional Bolivariana (UNEFA) y los investigadores de INIA Anzoátegui.

Descripción de la gira técnica

a. Caracterización el entorno físico natural de la comunidad indígena de Kashaama

La comunidad indígena Kariña de Kashaama está ubicada a una distancia de 165 kilómetros de la capital del estado Anzoátegui (Barcelona), en la parroquia Cantaura del municipio Pedro María Freites, perteneciente a la región de los llanos orientales venezolanos. Sus coordenadas son 9°04'14.0"N y 64°19'44.0"W. El entorno natural de las comunidades Kariña que habitan en esta región se caracteriza principalmente por ser un territorio de profundas planicies, denominado la Mesa de Guanipa

El ámbito geográfico está representado por el Norte: la comunidad indígena Mare Mare, al Sur: la comunidad indígena Bajo Hondo, por el Este: la comunidad indígena Las Potocas y al Oeste: la comunidad indígena Tascabaña. Posee una extensión territorial de 5.272 hectáreas y actualmente cuenta

con una población de 1.392 habitantes (Figura). La denominación de Kashaama (en español: Cachama) se deriva de la cantidad de peces Cachama, *Colossoma macropomum*, que existían anteriormente en los ríos de la zona, debido a que es un pez originario de la cuenca del Río Orinoco en los Llanos orientales venezolanos. En cuanto a la población que habita en la comunidad, esta fue producto de la inmigración de familiares Kariña al momento del desalojo en el pueblo de Cantaura, generado por los terratenientes de la época.

La comunidad se ubica dentro de la zona de vida conocida como bosque seco tropical, se presentan altos promedios de lluvia en los meses de julio y agosto, con una dispersión asociada a la variabilidad de la lluvia, estableciendo cierta incertidumbre en la planificación agrícola de la zona. De acuerdo a los registros climáticos se reciben alrededor de 1119 milímetros en promedio anual de lluvias, con una temperatura media anual de 26,8 °C y la humedad relativa media anual de 71%. Cuadro 1.

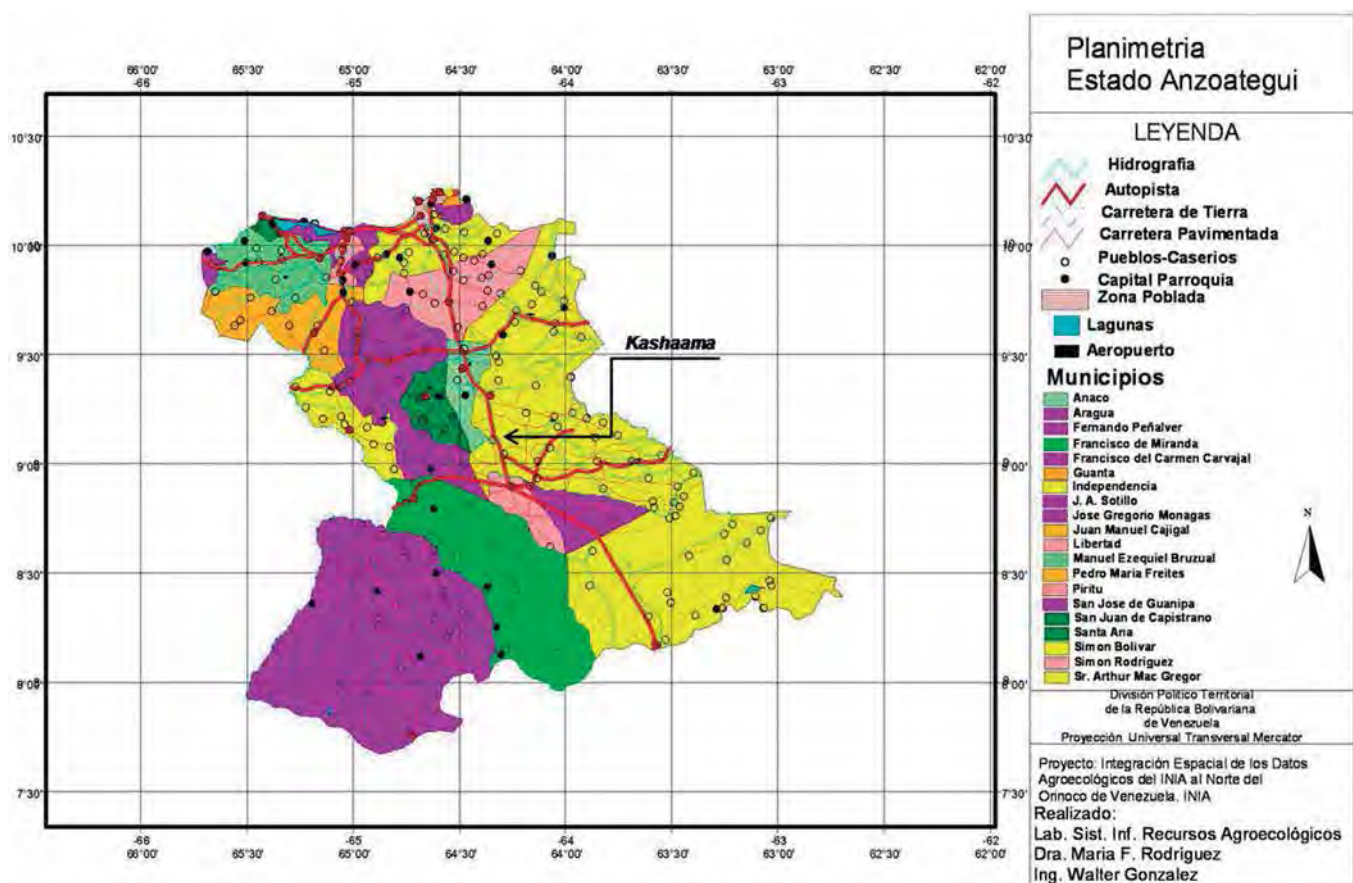


Figura 1. Ubicación de la comunidad indígena de Kashaama, municipio Pedro María Freites, Anzoátegui, Venezuela (Fuente: Rodríguez y Rey, 2004).

Cuadro 1. Comportamiento promedio (1970-2000) de los elementos climáticos en El Tigre, Anzoátegui.

Elemento	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	anual
Precipitación (mm)	10,0	5,9	9,5	37,3	107,2	174,0	194,1	217,0	164,0	109,5	59,7	30,6	1119
Evaporación (mm)	188,7	200,8	259,4	244,2	223,4	161,2	157,1	165,7	171,8	177,6	164,1	163,7	2277,7
T.max (°C)	31,5	32,2	33,4	33,8	33,2	31,4	31,0	31,8	32,4	32,5	32,1	31,3	32,2
T. media (°C)	25,8	26,4	27,3	27,9	27,6	26,6	26,3	26,7	27,1	27,0	27,0	26,0	26,8
T. min (°C)	20,2	20,7	21,1	21,9	22,3	21,9	21,6	21,7	21,9	22,0	22,0	20,9	21,5
HR (%)	69,7	67,0	63,8	64,6	69,8	76,9	77,3	75,5	73,3	71,6	72,1	71,4	71,1
Rg (Cal/cm ² /día)	390,8	483,3	481,7	489,9	447,7	424,0	450,5	477,7	456,7	461,5	396,9	377,7	444,9
Vel. del Viento a 0.65 m (Km/h)	6,0	6,8	7,2	6,9	6,2	5,1	3,9	3,4	3,4	3,8	4,6	5,4	5,2
Eto (mm)	124	137,2	161,2	156	142,6	120	127,1	136,4	129	136,4	117	117,8	1604,7

Fuente: Portal de la Red Agrometeorológica del INIA, 2014.

La distribución del déficit hídrico abarca el período desde octubre hasta junio, con un máximo de en marzo, generalmente los cultivos que se siembran después en julio corren el riesgo de sufrir déficit hídrico en la fase de floración. Solo durante la época lluviosa existe almacenamiento de agua en el suelo disponible para la planta. De acuerdo a las características físicas de los suelos en la Mesa de Guanipa y al régimen de precipitación en la zona, no se presentan láminas de excesos durante todo el año.

El relieve se caracteriza por la presencia de grandes extensiones planas, interrumpidas en la zona central por los bordes mesa, algunos de estos mantienen su perpendicularidad, a pesar de estar sometidos a intensos procesos erosivos que han ido suavizando esta forma de relieve.

La vegetación típica de las sabanas, está representada por gramíneas y algunas especies arbustivas. Esta vegetación es bastante pobre en cuanto a densidad, pero su composición es variada. Primeramente es de notar la escasez de vegetación alta; dentro de los géneros más importantes de gramíneas que predominan en esta zona se encuentran: *Trachypogon*, *Sporobolus*, *Aristida* y *Andropogon*. La vegetación se ve ocasionalmente interrumpida por bosques de galería y morichales asociados a los cursos de agua. Así mismo, es de notar que el

grupo de los mamíferos (Cachicamo, Rata de monte, Lapa y Conejo) representan un aspecto clave en la religión indígena y son considerados la parte activa en la subsistencia de los cazadores en la comunidad según el contexto mágico de la etnia.

b. Establecer la importancia del recurso suelo en la agricultura de subsistencia

En la gira técnica se hizo hincapié en la importancia de los suelos, los cuales constituyen la base para el desarrollo sostenible de la agricultura, las funciones esenciales de los ecosistemas, y la seguridad alimentaria, por lo tanto son la clave para sostener la vida en la Tierra. En este sentido, la degradación del suelo es una amenaza real y creciente causada por usos insostenibles de los suelos y prácticas de gestión y extremos climáticos resultantes de diversos factores sociales, económicos y de gobernanza.

Bajo los lineamientos del Plan de la Patria (2013-2019), se establece en esta nueva etapa, las bases sólidas para la evaluación de los ecosistemas de sabana, y la generación de tecnologías para su aprovechamiento, teniendo como fundamento la preservación del medio ambiente y el uso racional de recursos naturales donde el suelo juega un papel fundamental. Es precisamente por esta razón que el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Anzoátegui se proyecta a las comunidades

rurales ubicadas en las sabanas del Oriente del país para promover la el manejo sostenible del suelo, el cual es clave para el desenvolvimiento de prácticas adecuadas en los sistemas agrícolas.

En el evento se fomentó el debate orientado a propiciar el desarrollo de sistemas nacionales de información de suelos para apoyar la toma de decisiones sobre el uso sostenible de la tierra y los recursos naturales, además de aumentar la inversión en la gestión sostenible del suelo superando obstáculos, incluyendo la seguridad de la tenencia y los derechos de los usuarios, así como el acceso al conocimiento, asesoramiento técnico, servicios financieros e innovación.

En función a lo anterior, se desarrolló una ilustración del problema de degradación de suelos en la zona y las características para el Manejo Sostenible de Tierras, definidas por la presión (fuerza causante del problema), estado (condición resultante del problema), respuesta (acción mitigante) y por último, el impacto (efecto transformador). Cuadro 2.

En función a lo anterior y para establecer la importancia del manejo de suelos, se hizo énfasis en las principales ventajas para su uso agrícola las cuales son: extensas áreas planas que no requieren de costosas inversiones en adecuación de tierras; suelos livianos y profundos, de fácil mecanización, lo cual permite el cultivo de grandes áreas; suelos bien drenados, facilitando el ingreso de maquinarias al terreno poco tiempo después de ocurrir las lluvias; agua subterránea abundante y de buena calidad (Foto 1).

Posteriormente, se realizó el muestreo de suelos (Foto 2), que desde el punto de vista agronómico, uno de los principales motivos para realizar este análisis es determinar el contenido de nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas, con el firme objetivo de poder recomendar un correcto y económico consejo de abonado consiguiendo además el menor impacto ambiental, derivado a la aplicación de fertilizante únicamente cuando sea necesario y con la cantidad exacta de producto y así lograr ser más sostenibles.



Foto 1. Desarrollo de la gira técnica. Breve explicación sobre el manejo sostenible del suelo en las sabanas orientales.

De acuerdo a los análisis, los suelos representativos de la zona en estudio presentan un pH moderadamente ácido de 5,8; con contenidos de fósforo cercanos a los (6 µg/g), calcio (35 µg/g), magnesio (37 µg/g), potasio (10-30 µg/g), hierro (0,5-30 µg/g),

Cuadro 2. Aplicación del componente de degradación de suelos.

Nivel	Problema ambiental	Tipo de Indicador	Característica
Local	Suelos degradados	Presión (fuerza causante)	Monocultivo y sobreexplotación.
		Estado (condición resultante)	Degradación química y física; disminución de la fertilidad, descenso de los rendimientos.
		Respuesta (acción mitigante)	Cambio de uso de tierra hacia policultivos; aplicación de materia orgánica, agricultura de conservación.
		Impacto (Efecto transformador).	Disminución del proceso de degradación; incremento de los rendimientos en un 5% anual e incrementada la disponibilidad y diversidad de productos agrícolas.

Fuente: adaptado de Urquiza *et al.*, 2011.

manganeso (0,5-12 µg/g), cinc (0,1-1 µg/g), bajo contenido de materia orgánica (0,51 %), aluminio intercambiable de (0,44 meq/100 g d suelo) y conductividad eléctrica de 0,28 ds/m. Los suelos de esta zona corresponden a los órdenes Entisoles, Ultisoles y Oxisoles (grandes grupos Quartzipsamments, Kandistuits y Haplustox).



Foto 2. Muestreo de suelos.

Socializar acerca de las tradiciones y prácticas culturales desarrolladas por los productores indígenas de la comunidad de Kashaama, Anzoátegui

La agricultura indígena de Kashaama se caracteriza por la producción de cultivos locales a pequeña escala, los cuales son productos alimenticios tradicionales de los llanos orientales venezolanos, orientados básicamente al consumo familiar; sin embargo, existe una notoria producción de raíces y tubérculos al igual que ciertas leguminosas y frutales que responden a demandas de mercado.

También los productores agrícolas de esta comunidad utilizan semillas criollas o de la región, cultivos asociados, diversidad de productos, uso de plantas y frutas silvestres, control manual y mecánico de plagas y enfermedades, fertilización natural orgánica, baja inversión energética en cosecha y almacenamiento, poco interés en la innovación tecnológica, uso de herramientas e instrumentos sencillos, decisiones sobre calendarios agrícolas, fenotipos, métodos de siembra y cultivo en función de fenómenos climáticos y mano de obra familiar.

La geografía característica de los Llanos Orientales, es la principal estrategia de la producción campesina para mantener la actividad agrícola en la zona. El productor indígena mantiene y reproduce su sistema productivo, manipulando el paisaje natural, y de esa manera mantiene y favorece la heterogeneidad y diversidad biológica.

Generalmente, la agricultura constituye la principal fuente de subsistencia de los Kari'ña. Particularmente, en la zona de Anzoátegui es muy común observar las diferentes técnicas de cultivo, con ciertas adaptaciones al ecosistema de los llanos orientales (sabana). Sin embargo, es conveniente indicar la investigación desarrollada por Denevan y Schwerin (1978), quienes establecen que aunque la agricultura constituya la principal fuente de subsistencia de los Kari'ña, esto no implica que su agricultura sea de subsistencia o que forme parte de una práctica productiva incipiente, como en forma peyorativa e inexacta se suele afirmar con respecto a las sociedades indígenas.

Según el testimonio de Bartolo Abaduca miembro del Consejo Comunal de Kashaama, en esta comunidad, la agricultura practicada anteriormente era el resultado del desarrollo de diversas estrategias adaptativas y de la práctica tradicional basada en criterios de conservación de los recursos naturales (ríos, tierra, vegetación natural, fauna y aire). Estos saberes según explica, constituían el conocimiento del medio natural de importante valoración por los indígenas a lo largo del tiempo.

La diversidad de los cultivos practicados por los Kari'ña han sido ampliamente referenciados en estudios, los cuales establecen un abanico de plantas comúnmente utilizados por la etnia Kari'ña, tales como: Yuca amarga (*Manihot esculenta* Crantz; Foto 3a), Yuca dulce (*Manihot aipi* Pohl; Foto 3b), Batata (*Ipomoea batatas* L; Foto 3c) junto con el plátano (*Musa paradisiaca* L; Foto 3d), donde solo las raíces y tubérculos son considerados como básicos en su alimentación.

Es común observar en la comunidad, la distancia considerable que existe entre los conucos cercanos al río Cachama y las viviendas de los productores indígenas. Debido a esto, una estrategia que han desarrollado varias familias en el sector es el establecimiento de huertos familiares o patios productivos en el terreno de las viviendas.

En este sentido, los huertos familiares eran considerados para la década de los 70 como uno de los sistemas más desarrollados del continente en cuanto tamaño, cuidado y diversidad de plantas cultivadas. Es de notar que aun y cuando las raíces y tubérculos representan los cultivos de mayor proporción, existen huertos familiares constituidos por árboles frutales, algodón, onoto, algunos granos, y ciertas plantas medicinales utilizadas para las enfermedades comunes en la comunidad.



Foto 3 a, b, c y d. Cultivos desarrollados en la comunidad indígena de Kashaama. a) Semillas de yuca amarga (*Manihot esculenta* Crantz); b) Plátano (*Musa paradisiaca* L) en patio productivo; c) Siembra de semillas de batata (*Ipomoea batatas* L) en parcela; d) Cultivo de yuca dulce (*Manihot aipi* Pohl).

Reflexiones finales

Este evento surgió precisamente bajo la iniciativa de los productores (as) agrícolas indígenas quienes preocupados por el manejo adecuado de los recursos naturales acudieron al encuentro. Conjuntamente en esta gira técnica se hizo énfasis en la excelencia en el tratamiento de las tierras con el propósito de obtener bienes y servicios de los ecosistemas sin comprometer el estado de sus recursos naturales renovables.

En los aspectos agroecológicos ha merecido importante consideración los ecosistemas de sabana por su parcial estado de degradación y factibilidad de recuperación, potencial para el desarrollo agrícola pecuario y forestal cuya interacción ofrece grandes oportunidades para el desarrollo y estabilización de la población rural sobre la base de la diversificación y la cooperación con los servicios ambientales de captura de carbono y de protección de suelos, aguas y la biodiversidad. Este tipo de eventos sirvió para fomentar el manejo sostenible de tierras en territorios rurales y recopilar la percepción de la comunidad acerca de este tema.

Agradecimiento

Este trabajo no se hubiese hecho posible sin el valioso apoyo de los miembros de la comunidad de Kashaama, en especial a los señores Amado Maita, Bartolo Abaduca, Briceida Carreño y Luis Maita quienes hicieron posible esta idea. Así mismo, la iniciativa y el esfuerzo del Bachiller Ervin Franco.

Bibliografía consultada

- Denevan, W. M. y K. H. Schwerin. 1978. Adaptive strategies in Karinya subsistence, Venezuelan Llanos. *Antropológica*, 50: 3-91.
- Portal de la Red Agrometeorológica del INIA (RAI). 2014. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. <http://www.inia.gob.ve>. Consulta: 07/02/14.
- Rodríguez, M.F y J.C. Rey. 2004. Delimitación de zonas frágiles de Venezuela. (Mimeografiado). Maracay: INIA-CENIAP.
- Urquiza R. María N., C. Alemán G., L. Flores V., M. Paula Ricardo y Y. Aguilar Pantoja. 2011. Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras. Cuba: Editorial CIGEA. 186 p.



Suelos sanos para un mundo sin hambre

Benjamin Kiersch

Oficial de Recursos Naturales y Tenencia de Tierra de la FAO

Los suelos son fundamentales para el desarrollo humano. Nos sostienen, son la base de nuestra producción alimentaria, de ellos extraemos minerales y gracias a ellos podemos cultivar flores, fibras, combustibles y productos medicinales. El 95% de los alimentos que consumimos se producen directa o indirectamente en los suelos. Estos albergan una cuarta parte de la biodiversidad del planeta, y desempeñan valiosas funciones ecosistémicas: sostienen la cubierta vegetal del planeta, regulan el escurrimiento del agua, son el hábitat para diversas especies y almacenan carbono orgánico.

Muchas veces olvidamos que el suelo es un recurso frágil y vulnerable, y que debemos preocuparnos de su protección y uso responsable. Para producir alimentos saludables y nutritivos, necesitamos de suelos sanos. Los alimentos cultivados en superficies pobres en micronutrientes pueden contribuir a la malnutrición humana. Por otro lado, los suelos contaminados pueden traspasar elementos nocivos a los alimentos, como metales pesados y residuos de pesticidas. Los procesos de degradación del suelo muchas veces afectan a los medios de vida y la seguridad alimentaria de los más pobres viviendo en sectores rurales marginales.

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el **2015** como el **Año Internacional de los Suelos**, con el objetivo principal de aumentar la concienciación y la comprensión de la importancia del suelo para la seguridad alimentaria y las funciones ecosistémicas esenciales. Para asegurar suelos saludables para un mundo que goce de seguridad alimentaria y ecosistemas sanos, se creó la **Alianza Mundial por el Suelo**, un foro interactivo y voluntario abierto a gobiernos y otros actores interesados en la protección del suelo, con el fin de mejorar la

gobernanza del suelo, en consonancia con el derecho soberano de cada Estado sobre sus recursos naturales. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, lidera la Secretaría de esta alianza y apoya su trabajo mediante alianzas regionales conformados por representantes de gobiernos, academia, la sociedad civil y otros actores.

En marzo de este año se creó la **Alianza Sudamericana por el Suelo**, la cual está trabajando activamente en medidas nacionales y regionales para cuidar este limitado recurso. Los productos agrícolas que producen y exportan los países de América Latina alimentan a millones de personas en todo el mundo. Nuestra región alberga una enorme biodiversidad y variedad de suelos. Invertir en prácticas que frenan la degradación del suelo y la erosión, fortalecer nuestros marcos legales para su protección, fortalecer las capacidades y servicios de extensión son algunas de las actividades que debemos potenciar para conservar el suelo, el patrimonio natural que es la base para el desarrollo de nuestra región.

Gracias a la Alianza Mundial por el Suelo, los países están coordinando esfuerzos para encontrar soluciones pertinentes a la crisis que afecta los suelos; realidad de la que no escapa Venezuela: el 34% de la superficie de 11 estados está afectado por la degradación. A escala nacional, sólo el 2% del territorio posee tierras de buena calidad.

Tomar conciencia sobre la importancia del rol del suelo es el primer paso clave en este camino. La FAO está comprometida con los países de lograr la conservación y el uso sostenible del suelo y la seguridad alimentaria para las presentes y futuras generaciones.

Nota Divulgativa

Acción del Laboratorio de Biofertilizantes del INIA-CENIAP como apoyo en la investigación agrícola

Claudia Agurto^{1*}

Neyde Lovera²

Amelia Alba²

Rammar Dávila¹

Ricardo Armas¹

Yuraima Acevedo²

¹Técnicos Asociados a la Investigación. INIA-CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agrícolas. Unidad de Recursos Agroecológicos, Laboratorio de Referencia Nacional en Investigación e Innovación en Biofertilizantes "Bolívar Conservacionista".

²Analistas de Laboratorio y Auxiliar de Laboratorio. INSAI. Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral. Unidad de Agroecología. Laboratorio de Referencia Nacional en Investigación e Innovación en Biofertilizantes "Bolívar Conservacionista" del INIA-CENIAP.

*Correo electrónico: cagurto@inia.gob.ve

Con el fin de dar cumplimiento al Artículo 305 de la *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela*, donde se promoverá la agricultura sustentable como base estratégica del desarrollo rural integral, surge la necesidad de conformar nuevas estrategias que impulsen nuestra agricultura con la nueva visión. Por ello, el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), dentro del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), logra el establecimiento del Laboratorio de Biofertilizantes, el cual nace con el propósito de generar conocimientos científicos sobre el uso y manejo de biofertilizantes en los principales sistemas agrícolas del país como una alternativa para la fertilización de los suelos complementado con fertilizantes de origen industrial, llegando a la minimización de las dosis o la supresión de los mismos en algunos cultivos.

La consolidación del laboratorio se realizó mediante la ejecución de los proyectos clave, *Innovación tecnológica en biofertilizantes para agrosistemas venezolanos sustentables*, (*Convenio Cuba-Venezuela*) y *Fortalecimiento del sistema de innovación, promoción, uso y manejo de biofertilizantes a través de la red de laboratorios comunales del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA-INSAI (LOCTI)*, ambos bajo la responsabilidad de la Inv. Marisol López† Investigadora INIA.

En el *primer proyecto* se obtuvieron aislamientos de bacterias con funciones de: Fijar Nitrógeno atmosférico

de forma Simbiótica, provenientes de diferentes cultivos de leguminosas comestibles y forrajeras; Fijadoras de Nitrógeno de Vida Libre y Solubilizadoras de Fósforo (SF) aisladas de suelo rizosférico de las principales zonas agroecológicas del país y en cultivos de interés socio productivos, con el fin de establecer el Cepario Nacional con potencialidades para la elaboración de biofertilizantes, entre otros; para mejorar la fertilidad y ayudar a la recuperación de la estructura del suelo y en el *segundo proyecto* se conformó la Red de Laboratorios "Bolívar Conservacionista" donde el Laboratorio de Biofertilizantes pasa a ser el *Laboratorio de Referencia Nacional de Investigación e Innovación en Biofertilizantes* del INIA-CENIAP.

Actualmente, en el laboratorio se encuentra el Cepario Nacional el cual cuenta con 450 cepas con potencial para la elaboración de biofertilizantes de las cuales 145 son Fijadoras de Nitrógeno de Vida Simbiótica (FNVS; 110 de grano y 35 forrajeras), 142 Fijadoras de Nitrógeno de Vida Libre (FNVL) y 163 Solubilizadoras de Fósforo (SF); además de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), que representan una oferta biotecnológica a nivel nacional para la producción de biofertilizantes y/o sus metabolitos.

Actualmente el Laboratorio le suministra cepas FNVS para los cultivos de caraota, frijol y soya; al igual que FNVL y SF (para otros cultivos), a las líneas de producción de la Red de Laboratorios de Producción Comunal de Biofertilizantes del INSAI.



Misión y visión del Laboratorio de biofertilizantes

Misión: Generar las bases científicas para los referenciales tecnológicos producto de la investigación e innovación en materia de biofertilizantes en Venezuela como una estrategia para el manejo de la fertilidad del suelo amigable con el ambiente y garantizar la seguridad y soberanía agroalimentaria.

Visión: Contribuir al modelo agrario socialista a través de la generación de conocimientos y tecnologías apropiables para coadyuvar a la sustentabilidad de los agroecosistemas, la calidad ambiental, la producción de alimentos inocuos y el buen vivir de la población.

En la actualidad el laboratorio participa en el Plan Zamora, el cual consiste en un aporte económico del Estado Venezolano para la investigación agrícola, que tiene como objetivo estratégico democratizar la tecnología, remover nudos críticos de los sistemas agrícolas y aumentar la producción, con miras al fortalecimiento de la soberanía y seguridad alimentaria. Parte de la propuesta del laboratorio, es realizar investigación sobre las potencialidades de cepas nativas con funciones de fijar nitrógeno FNVS, FNVL y SF, para ser usadas como biofertilizantes en rubros tales como caraota, sorgo, maíz, papa, soya y yuca; y ser reproducidas de forma masiva (a través de los Laboratorios Comunales de Producción del INSAI) para la fertilización de suelos con la aplicación de bacterias nativas provenientes de la diversidad biológica local, impulsando el uso de biofertilizantes nacionales y no de los importados.

Líneas de investigación

Con el fin de seguir en la evaluación de microorganismos con funciones específicas que aportan o hacen disponibles nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas, mejorando la fertilidad y estructura del suelo, se concretaron las líneas de investigación en el laboratorio de la siguiente manera:



Además, se promueve el fortalecimiento del sistema de innovación, promoción, uso y manejo de biofertilizantes a través de la Red Nacional de Laboratorios Comunes del Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI) y el INIA, con el fin de minimizar las dosis de fertilización inorgánica utilizadas para la producción de cultivos de interés socioproductivos, rompiendo el paradigma del manejo convencional hacia un manejo agroecológico amigable con el ambiente.

Servicios de análisis ofrecidos por el laboratorio

La oferta de servicios del Laboratorio Nacional de Investigación e Innovación en Biofertilizantes “Bolívar Conservacionista” de la Unidad de Suelo-Agua-Planta y Enmiendas de Recursos Agroecológicos del CENIAP, consta de:

- Ensayos para microorganismos con potencialidad para ser usados como biofertilizantes a partir de muestras de suelo rizosférico. (Aislamiento de bacterias FNVL y SF; pruebas de efectividad; elaboración de biofertilizantes; pruebas de bioestimulación y evaluación de HMA).
- Ensayos para microorganismos con potencialidad para ser usados como biofertilizantes a partir de muestras de plantas noduladas (Aislamiento de bacterias FNVS; pruebas de efectividad y elaboración de Biofertilizantes).
- Calidad de biofertilizantes comerciales.
- Establecer las recomendaciones de aplicación y dosis de biofertilizantes. A través del siguiente esquema:

Realizar un análisis de suelo previamente con el fin de reducir el uso de fertilizantes inorgánicos a ser utilizados

Dosificación de Biofertilizante: 2 litros por hectárea con asperjadora de espalda o mecánica libre de agrotóxico (Leer etiqueta del bioproducto).

Aplicación (Suelo o Semilla) aplicar directamente en el suelo los primeros 15 días después de la siembra, en las primeras horas de la mañana o al finalizar la tarde.

Planes de Formación

Por otra parte el laboratorio posee planes de formación para los distintos grados académicos

(estudiantes, profesores, técnicos medios, técnicos superiores e investigadores) y en distintas modalidades como: visitas guiadas (Aldeas Bolivarianas, Colectivos, productores, planes o misiones estatales), pasantías (Estudiantes de escuelas campesinas, Universidades, Escuelas Técnicas, entre otros) y atención a usuarios; con el fin de dar a conocer el manejo de la fertilidad con el uso de microorganismos benéficos del suelo con potencial para la elaboración de biofertilizantes.



Visita guiada realizada en el Laboratorio

Las evaluaciones de las cepas nativas provenientes de diferentes cultivos y condiciones edafoclimáticas con potenciales para ser usadas como biofertilizantes, permiten generar las bases científicas para los referenciales tecnológicos, promoviendo así la sustentabilidad de los agroecosistemas, mediante una tecnología amigable con el ambiente.

Agradecimientos

A la asesoría de la investigadora Mingrelia España de la Fundación Instituto de Estudios Avanzados (IDEA) del Área de Seguridad y Soberanía Alimentaria; al Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI) a través del equipo de la Unidad de Agroecología, y a la investigadora Belkys Rodríguez del Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA), quienes brindan su apoyo al Laboratorio y a la Red “Bolívar Conservacionista”.

Bibliografía consultada

Martínez V. R., M. López, M. Brossard F., G. Tejeda G., A. Pereira, C. Parra Z., J. Rodríguez S., y A. Alba. 2006. Procedimientos para el estudio y fabricación de biofertilizantes bacterianos. Maracay, Ven., Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 88p. (Serie B N° 11).

Importancia de la alianza del sistema de información geográfica y suelo en la planificación de una agricultura sustentable

María Rodríguez*
Juan Rey
Adriana Cortez

*Investigadores. INIA-CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Recursos Agroecológicos, *Correo electrónico: mfrdriguez@inia.gob.ve*

Las proyecciones actuales sugieren que para el año 2025 habrá 3.000.000.000 de personas más que alimentar y vestir, lo que significa que la demanda de bienes agrícolas, sobre todo alimentos y fibras, cada día seguirá aumentando. Por ello, a nivel mundial todos los países están haciendo un gran esfuerzo para que los sectores agrícolas sean sustentables; sin embargo, a pesar de todos estos esfuerzos la posibilidad de un desarrollo sustentable esta cada vez más lejos si no se logran contener y revertir los procesos de deterioro ambiental; principalmente, deforestación, incendios forestales, degradación de los suelos, sobreexplotación, contaminación del agua y pérdida de biodiversidad (Moreno, 2011).

El recurso suelo, conjuntamente con el clima, es uno de los factores fundamentales para lograr una agricultura sustentable. La importancia de poner en práctica distintas alternativas de manejo según los tipos de suelos y las distintas condiciones agroecológicas, cada día es mayor para evitar la degradación de los mismos.

Herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se presentan como una alianza clave para la planificación de una agricultura sustentable, dado que son instrumentos necesarios para la toma de decisiones sobre el uso adecuado de tierras, planificación de recursos naturales, su gestión y control a diferentes escalas. Los SIG han sido introducidos en la ciencia del suelo durante los últimos años, desarrollando tecnologías en mapeo, interpolación, sensores remotos y modelación.

Sustentabilidad: producto de un manejo racional de los recursos

Una agricultura sustentable implica racionalidad en el manejo de los recursos naturales, dentro del contexto entre las interrelaciones de los componentes

productivos, ambientales, económicos y sociales. El objetivo central no es alcanzar un rendimiento máximo sino una estabilidad a largo plazo. En esto, el agricultor juega un papel fundamental, ya que el contexto social, económico y político que lo rodea, afecta y condiciona sus decisiones. De nada vale producir de manera económicamente rentable cuando se degradan los recursos. Es necesario incorporar el costo ecológico para lograr alcanzar una producción sostenible en el tiempo y que sea económicamente viable y financieramente posible (Giaccio, 2007).

La sustentabilidad en la agricultura se puede lograr al combinar prácticas tradicionales con tecnologías modernas, como la siembra simultánea, integración de sistemas agrícola-pecuarios y sistemas agroforestales; así como la rotación de cultivos, labranza de conservación, utilización de la agricultura de precisión, uso de cultivos adaptados y manejo eficiente del agua (riego y drenaje). Estas prácticas tienen como objetivo mejorar el equilibrio del flujo de nutrientes y conservar la calidad de los suelos, fomentar la agrobiodiversidad, minimizar el uso de insumos externos y conservar y rescatar los recursos naturales.

Aportes de los Sistemas de Información Geográfica a una agricultura sustentable

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de la información espacial. Permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, lo que facilita la posibilidad de relacionar la información existente, y generar otra nueva. A menudo un SIG está asociado con un mapa, sin embargo, este mapa es sólo un modo en el que un usuario puede trabajar con los datos geográficos, pero además puede proporcionar más información que el simple hecho de mostrar elementos sobre el mapa. El análisis e interacción

de las distintas capas de información son la clave para tener éxito en la planificación a través de los SIG (Araque, 2012).

Contar con un SIG que permita monitorear el ambiente y comprender muchos procesos básicos que lo afectan, es un elemento esencial para cualquier programa de desarrollo agrícola sustentable. En

este sentido, el INIA cuenta con el Sistema de Información de las Áreas Agroecológicas (SIAA; Rodríguez *et al.*, 2011), el cual ha generado una serie de mapas que conjuntamente con información económica y social podrían ser la base para la planificación de una agricultura sustentable en diferentes regiones de Venezuela. Ejemplos de estos mapas se muestran a continuación:

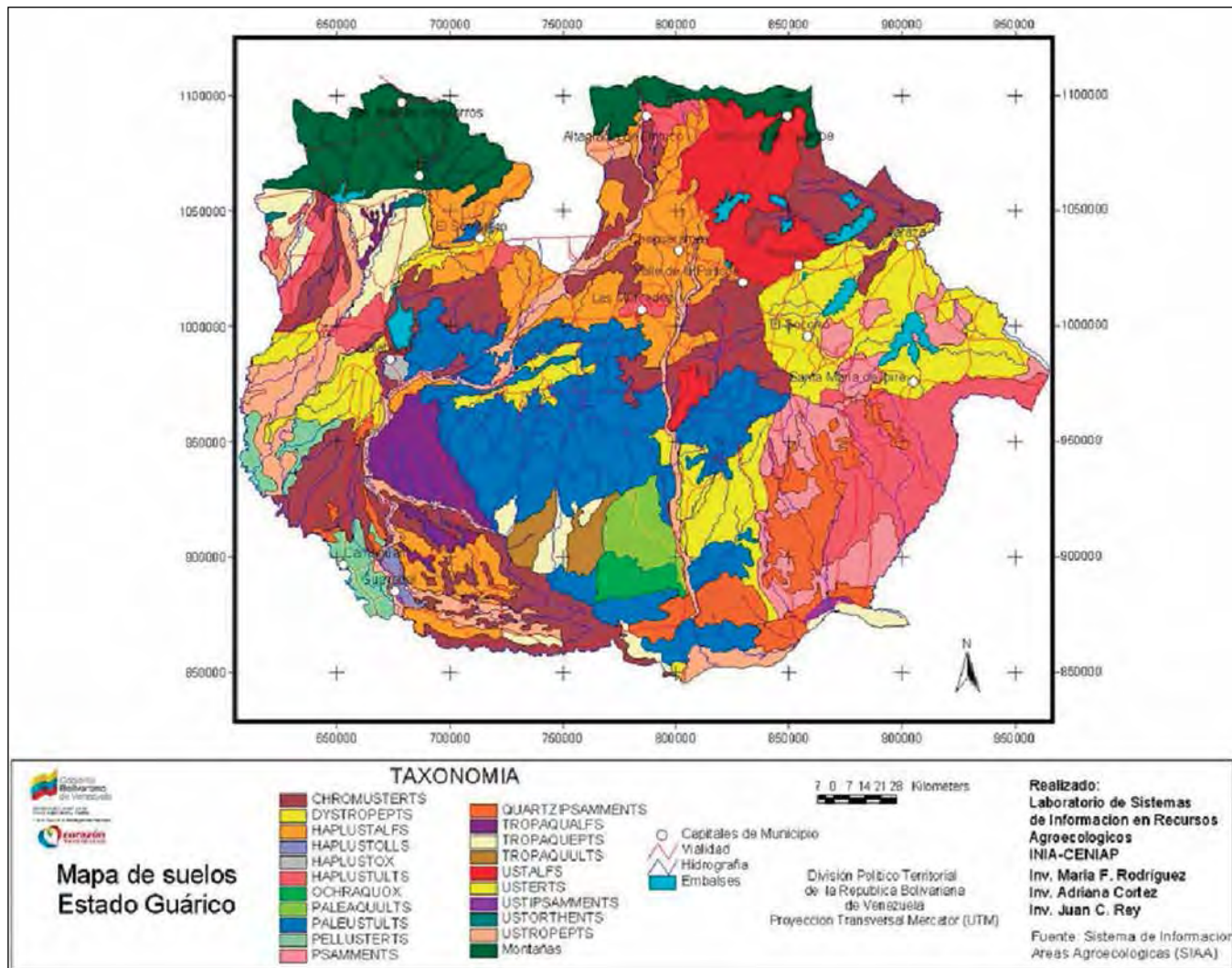


Figura 1. Mapa taxonómico de suelos del estado Guárico.

En la Figura 1, se puede observar los distintos tipos de suelos que se presentan en el estado Guárico. Este fue generado para servir de base conjuntamente con otras variables agroecológicas, para la construcción de un mapa de riesgos de erosión potencial de la zona (Figura 2). Se aprecia que gran parte del estado presenta riesgos moderados de erosión, sirviendo esto, como referencia para la

toma de decisiones de uso y de manejo para la planificación de las actividades agrícolas. Por ejemplo, se podrían citar la utilización de mínima labranza, uso de cultivares tolerantes a la acidez en zonas donde se presenten suelos con valores de pH menores de 5,4, uso de abonos orgánicos combinados con inorgánicos en bajas dosis y la rotación de cultivos (cereal-leguminosa), entre otras prácticas.

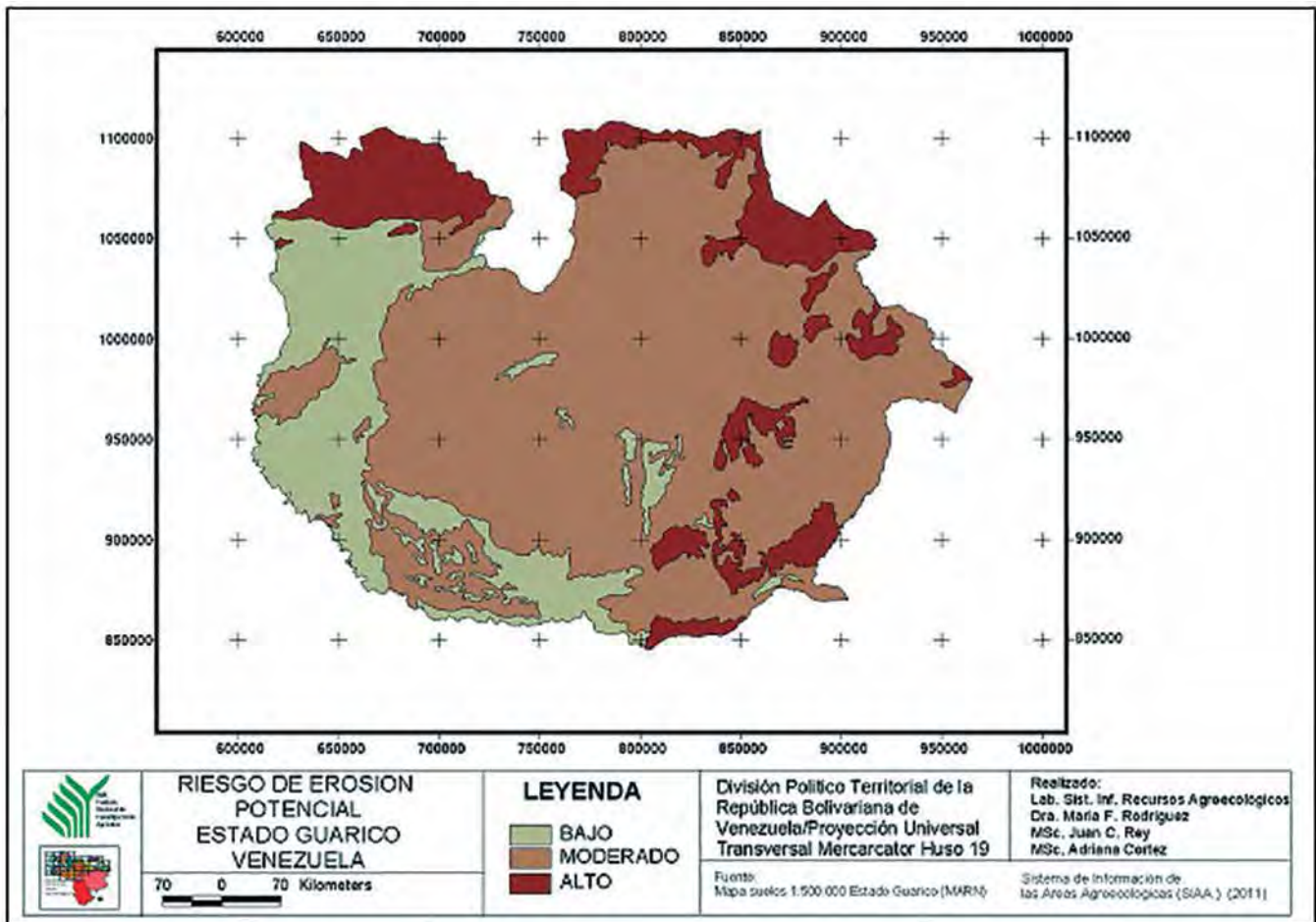


Figura 2. Mapa de riesgo de erosión potencial del estado Guárico.

Otra aplicación realizada fue la definición de áreas preliminares con aptitud para los cultivos: yuca, batata, ocumo, ñame, papa y apio (Figura 3), donde se tomaron en consideración los requerimientos generales de los cultivos en lo que respecta a clima y suelo, conjuntamente con el mapa de zonas frágiles de Venezuela (Rodríguez y Rey, 2003). Esta información puede servir de base para la planificación de la siembra de estos cultivos en áreas potencialmente aptas desde el punto de vista agroecológico, tal como es el caso del cultivo de papa y apio en la zona andina principalmente y en menor proporción en la zona central, sur, oriental y occidental. Sin embargo, pueden existir algunas limitaciones (humedad, disponibilidad de agua, entre otras), que ameriten una definición más precisa de las áreas de buena aptitud y del establecimiento de un manejo adecuado para garantizar la sostenibilidad de los sistemas de producción.

Así mismo, en consultas con expertos (investigadores y productores) en cultivos de papa y zanahoria del estado Trujillo, se generó un mapa de aptitud de las tierras para estos cultivos (Figura 4) con el fin de producir semillas, tomando en consideración sus requerimientos y las condiciones ambientales de la zona. En el mapa se observa que en los municipios Boconó, Carache, Trujillo, Valera y Urdaneta es donde se presentan áreas con mayor aptitud para producir semillas de estos cultivos. La información generada es un insumo importante para evaluar posibles expansiones de las áreas de producción de semillas.

Otra experiencia fue la generación del mapa de unidades de tierras de la depresión de Quibor, estado Lara (Figura 5), con el fin de realizar una evaluación de tierras, en el marco del sistema de riego Yacambú-Quibor, para conocer la aptitud de los suelos y definir los usos actuales y potenciales de la zona (Rey *et al.*, 2012).

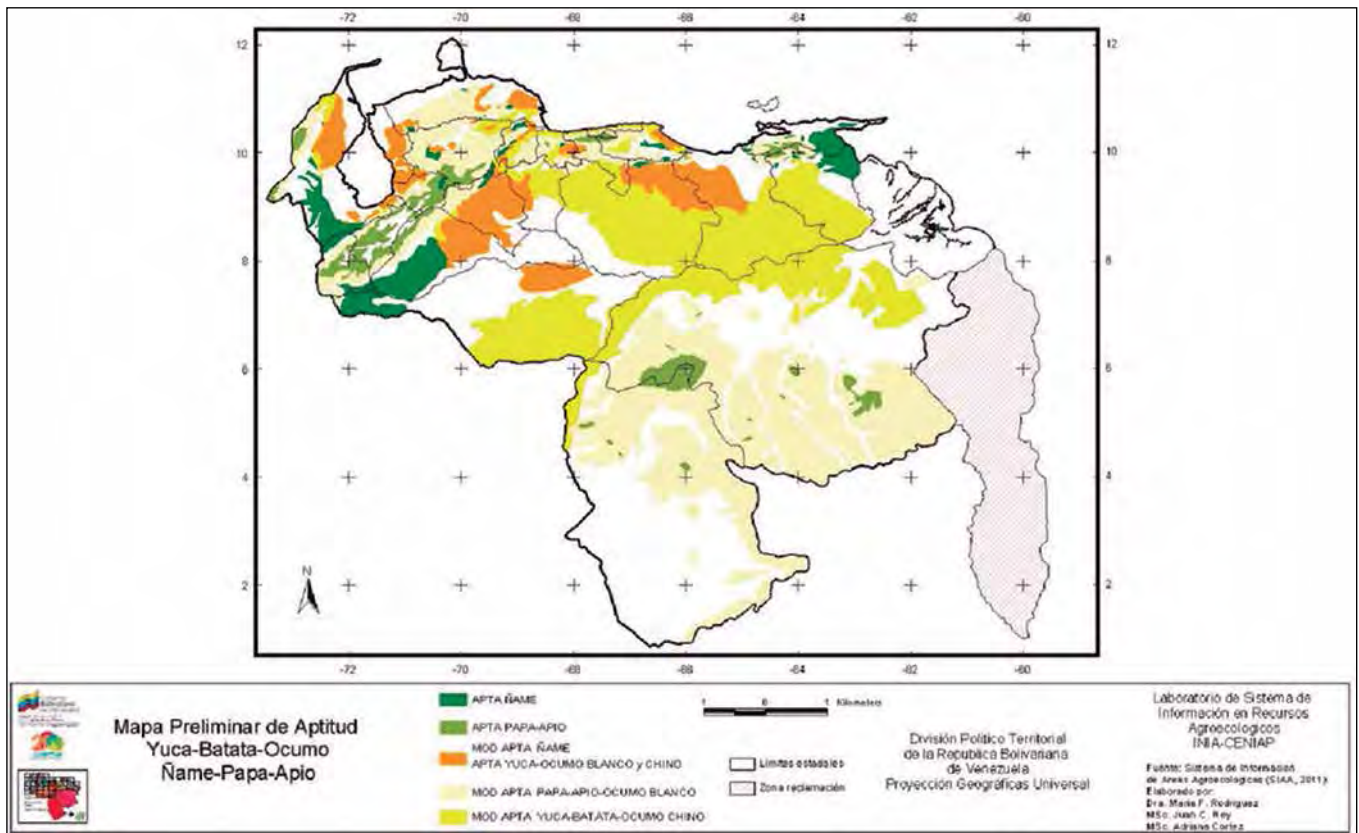


Figura 3. Mapa preliminar de aptitud para los cultivos de yuca, batata, ocumo, ñame, papa y apio.

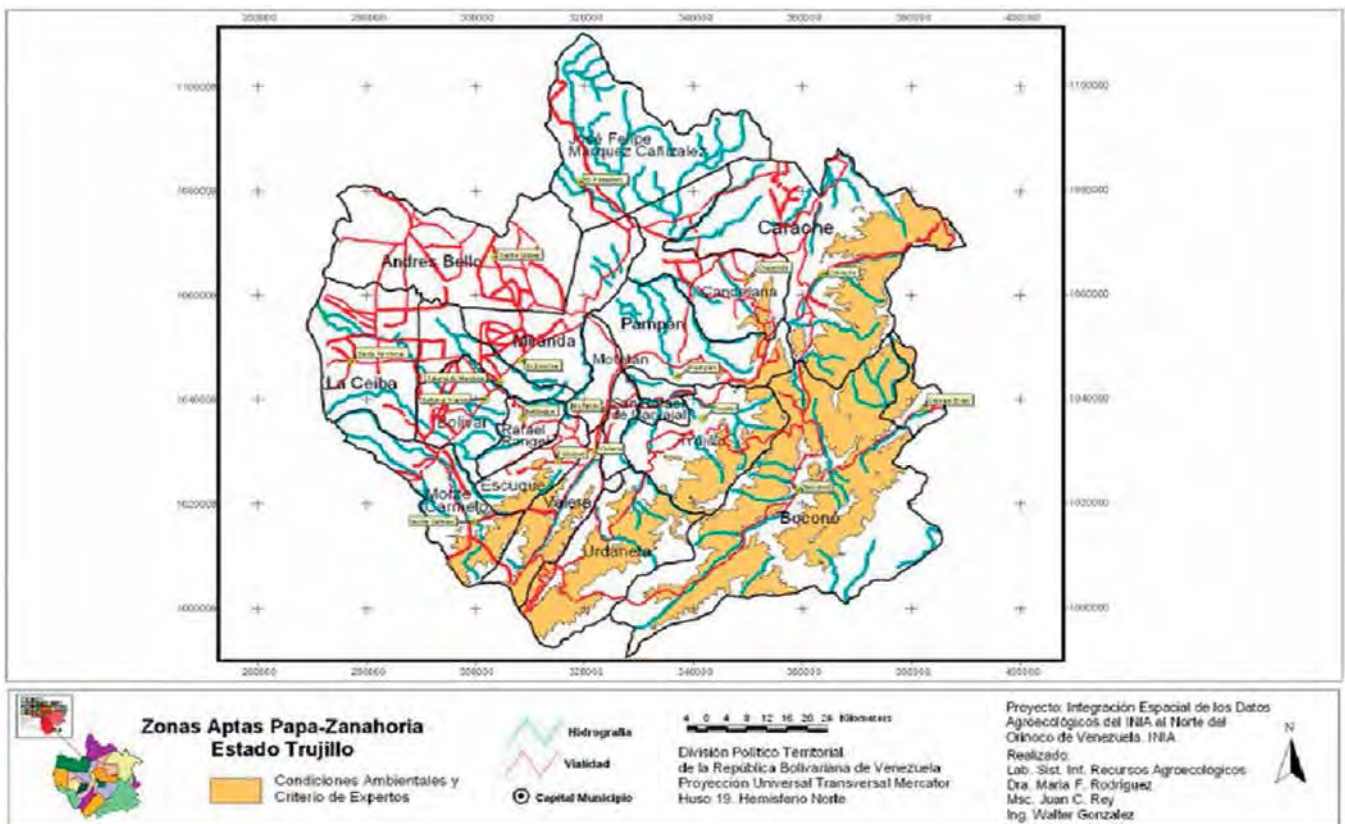


Figura 4. Mapa de zonas aptas para la producción de semilla cultivos de papa y zanahoria, estado Trujillo.

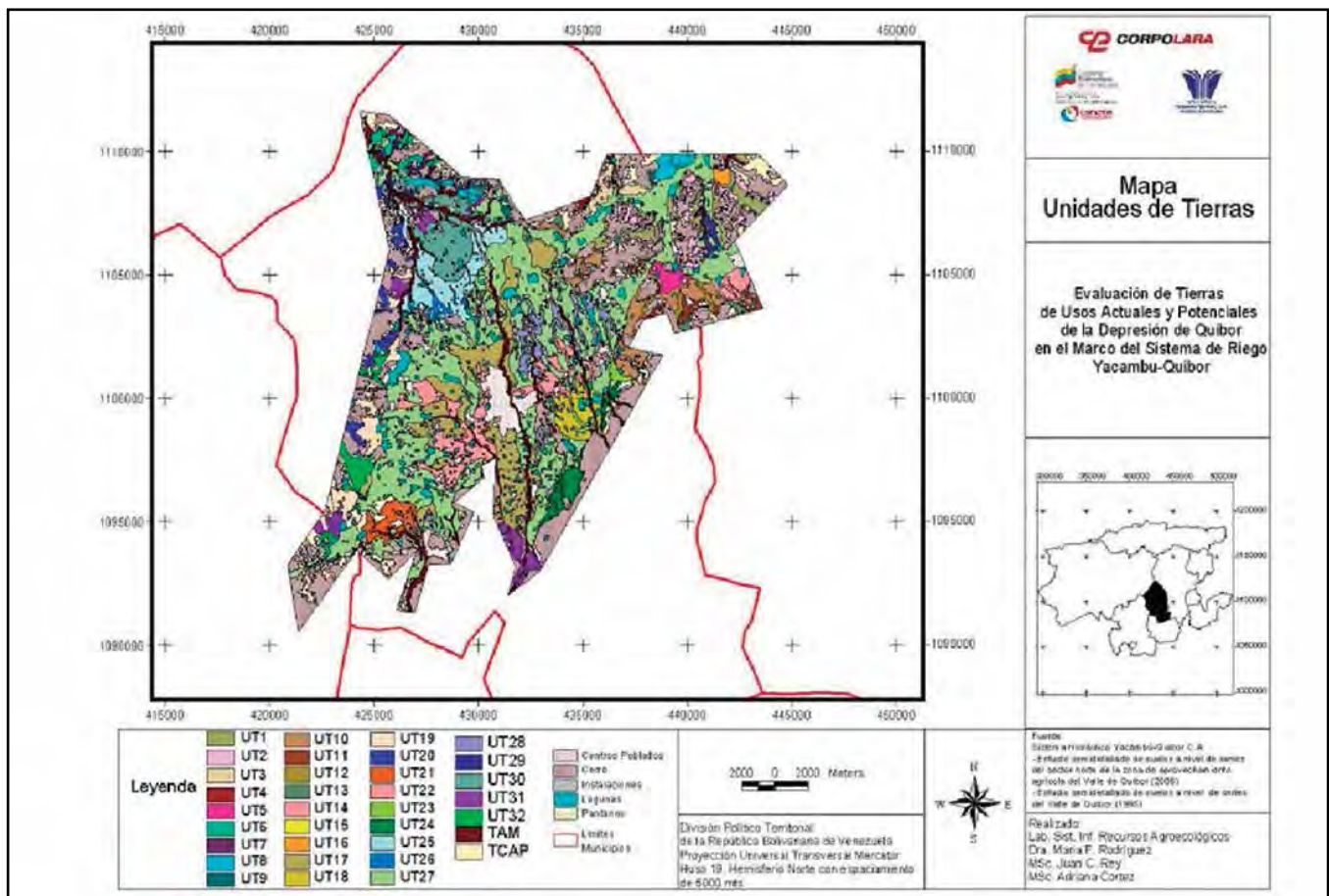


Figura 5. Mapa de unidades de tierras en la depresión del Valle de Quibor estado Lara.

Consideraciones finales

La alianza SIG-suelo es una herramienta importante debido a que permite generar información para la toma de decisiones en la planificación, manejo de los recursos y monitoreo de los cambios en el suelo, principalmente en aquellos que tengan baja capacidad productiva y que presenten una alta susceptibilidad a la degradación. El conocimiento de las condiciones edáficas, climáticas, económicas y sociales, además del manejo de estas a través de los SIG, permitirán simplificar y hacer más precisa la planificación agrícola, para determinar el uso más adecuado y la aplicación de prácticas tendientes a mantener o lograr la sustentabilidad, lo que beneficiaría al medio ambiente, a los productores y contribuiría a la soberanía alimentaria del país.

Bibliografía consultada

Araque A. 2012. Sistema de información geográfica para la mejora de la gestión y la toma de decisiones difusa en entornos oleícolas. Universidad de Jaén.

Escuela Politécnica Superior de Jaén. Departamento de Informática. España. 100p.

Giaccio G. 2007. La agroecología y su aporte a la conservación de los recursos naturales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Sitio Argentino de Producción Animal Argentina. 22p.

Moreno Viviana. 2011. Agricultura Sustentable. Disponible en <http://agriculturasustentablesostenible.blogspot.com/2011/04/agricultura-sustentable.html> Consultado 08 de Marzo 2015

Rey, J., M. F. Rodríguez, A. L. Cortez. 2012. Propuesta de Proyecto: "evaluación de tierras de usos actuales y potenciales en la depresión de Quibor". INIA-CENIAP. 14p.

Rodríguez, M. y J. C. Rey. 2003. Delimitación de zonas frágiles de Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Mimeografía. 10 p.

Rodríguez de Paiva, M. F, A. L. Cortez Marín, J.C. Rey y R. M. Parra Pérez. 2011. Aplicaciones climáticas en el sistema de información de las áreas agroecológicas (SIAA). INIA-Divulga. 20 septiembre. pp 12-15.- diciembre.

Estrategia para la evaluación de tierras utilizada en la Unidad de Recursos Agroecológicos del INIA-CENIAP

Jairo Nogales*
Manuel González

Técnicos Asociados a la Investigación. INIA – CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias Aragua-Venezuela.
*Correo electrónico: jnogales@inia.gob.ve

La evaluación de tierras es la información cartográfica producida por los inventarios del recurso suelo, llamados también levantamientos de suelo. Estos inventarios deben ser realizados con fundamento científico para garantizar la calidad de la información; sin embargo, su propósito es práctico, ya que, dicha información debe ser interpretada y transformada para ser comprendida por los usuarios no especializados en ciencia del suelo, entre ellos los productores agrícolas y los decisores en los entes del Estado en materia de políticas agrarias, Foto 1. El objetivo final de la evaluación de tierras, es conocer cómo se comporta el suelo bajo determinadas condiciones de uso y manejo, basado en sus características, limitaciones para uso agropecuario y/o la aptitud para tipos específicos de uso de la tierra, en términos tanto físicos como económicos.



Foto 1. La evaluación de tierras debe ser realizada con criterios científicos, utilizando materiales y equipos adecuados.

Entre los sistemas de evaluación de tierra más usados en Venezuela está la clasificación de tierras por su capacidad de uso (Comerma y Arias, 1971; Comerma, 2004; Jaimes *et al.*, 2006), que agrupa las tierras en 8 clases que indican el grado de limitación para su uso. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clases de tierra por capacidad de uso.

Clase I	Suelos profundos, fértiles, bien drenados y fáciles de trabajar, sin ninguna o ligeras restricciones de uso. Apropriadados para una gran diversidad de cultivos de alta rentabilidad. Pueden necesitar pequeño acondicionamiento inicial, como nivelación, lavado de sales y mejoramiento del drenaje.
Clase II	Tierras con algunas limitaciones que reducen la escogencia de cultivos. Requieren un cuidadoso manejo de suelo, con prácticas de conservación fáciles de aplicar.
Clase III	Tierras con severas limitaciones que reducen la escogencia de cultivos, requiriendo prácticas especiales de conservación.
Clase IV	Tienen muy severas limitaciones que restringen la escogencia de cultivos, obligado a un manejo muy cuidadoso. Son aptas principalmente para la siembra de pastos
Clase V	Suelos planos sin peligro de erosión, pero con grandes limitaciones de uso, muy arcillosos o con drenaje que los hacen adaptables únicamente para el cultivo de pastos.
Clase VI	Suelos con severas restricciones de topografía (pendientes de 5 - 40%) y sujetos a erosión. Aptos únicamente para siembras permanentes, cultivo de pastos en zonas bajas y siembra de frutales en zonas altas.
Clase VII	Con muy severas restricciones de topografía (pendientes de 40 - 80%) sujetos a erosión. Aptos únicamente para pastoreo extensivo con pastos naturales y cultivo selectivo de especies forestales en zonas altas.
Clase VIII	Suelos con pendientes entre 40 - 100% sujetos a erosión cuando no están cubiertos de bosque denso (zonas altas). Uso restringido a recreación y protección de cuencas.

Fuente: Comerma y Árias (1971) y Comerma (2004).

La clasificación por capacidad de uso toma en cuenta 12 propiedades principales de la tierra que se consideran relevantes para evaluar sus limitaciones para uso agrícola, pecuario o forestal. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Propiedades relevantes para evaluar las limitaciones de las tierras para uso agrícola.

Topografía	Pendiente
	Microrelieve
Erosión	Erosión
Suelo	Textura o granulometría
	Pedregosidad o rocosidad
	Profundidad
	Sales
	Fertilidad
Drenaje	Permeabilidad o conductividad
	Drenaje interno o nivel freático
	Drenaje externo o anegamiento
	Inundación

Fuente: Comerma y Árias 1971 y Comerma 2004.

Este sistema creado en Estados Unidos de América en la década de 1930, en respuesta a los fuertes problemas de erosión, se utiliza en un gran número de países, donde se le adapta a condiciones particulares para su aplicación. En Venezuela dicha adaptación fue realizada por Comerma y Arias (1971), tomando en cuenta la zona de vida donde se hace el estudio, que se define de acuerdo a los registros de precipitación (milímetros de lámina caída), temperatura (°C), evapotranspiración (milímetros) y altura (metros sobre nivel del mar) de la localidad donde se hace el estudio.

La Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (2001), clasifica la tierra en clases y subclases para su uso, según su mayor vocación agrícola, pecuaria y forestal (Cuadro 3), lo cual no debe confundirse con las clases de tierra por capacidad de uso.

En este sentido, McRae y Burnham (1981) aclara que la aptitud de tierra, capacidad de uso y vocación de tierra, aunque son términos confundidos en evaluación de tierras, tienen significados y aplicaciones diferentes (Figura 1).

Cuadro 3. Clasificación de uso agropecuario de la tierra rural en orden descendente de calidad y vocación para la seguridad alimentaria, de acuerdo a la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (2001).

Uso	Clases según su vocación y uso
Agrícola	I
	II
	III
	IV
Pecuario	V
	VI
Forestal	VII
	VIII
Conservación, ecología y protección del medio ambiente	IX
Agroturismo	X

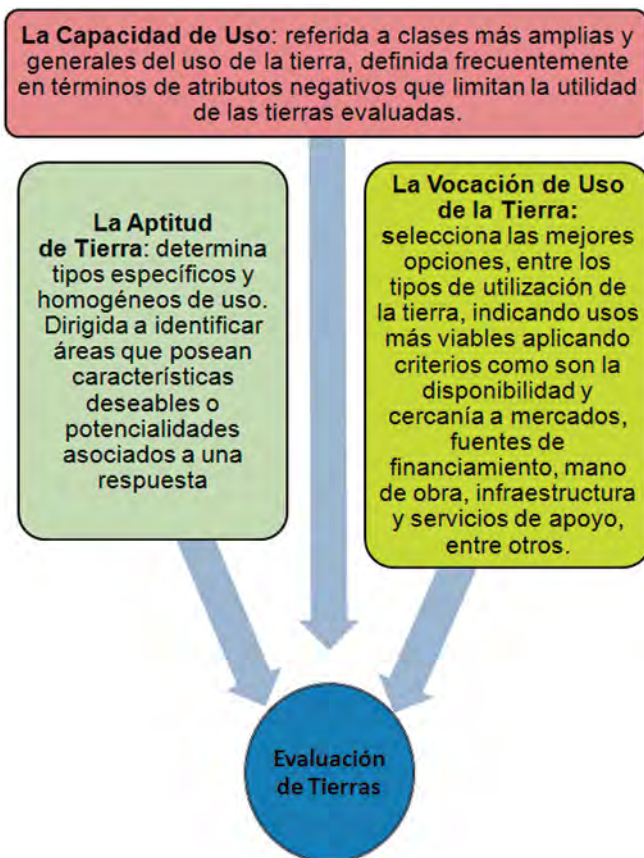


Figura 1. Relación de la aptitud, capacidad de uso y vocación de las tierras para su evaluación.

Procedimiento para la evaluación de tierras

Para determinar la capacidad de uso agropecuario, se siguen 5 etapas básicas (Ministerio del Ambiente, República de Colombia, 2004 y Rey *et al.*, 2011), que generan el informe final de muestreo (Figura 2).

Se define la zona de estudio y se obtienen sus datos sobre el paisaje, meses húmedos, capacidad y vocación de usos de la tierra según el Sistema de Información de áreas Agroecológicas del INIA.

En base a la información de las áreas agroecológicas se divide el área a muestrear en unidades de paisaje, por medio de reconocimiento visual y el uso de mapas topográficos, fotos aéreas e imágenes satelitales (Ministerio del Ambiente, República de Colombia, 2014).

Se valida la información antes mencionada, realizando barrenos hasta 1m de profundidad, en el centro de cada unidad de paisaje, determinando los horizontes pedogenéticos, su profundidad, color por tabla Munsell, textura por el método del tacto, presencia de moteados que delatan problemas de drenaje interno, reacción al ácido clorhídrico al 10% para constatar carbonatos, estructura, pH como indicador de la fertilidad y conductividad eléctrica (ds/m) que se relaciona con la presencia de sales en el suelo.

Como apoyo la determinación de capacidad de uso, se realiza en la unidad de terreno un muestreo con fines de fertilidad, tomando submuestras en zigzag, evitando sitios cercanos a carreteras, árboles frondosos, sitios quemados o lugares donde se acumulan fertilizantes.

En el servicio de análisis de suelo del INIA-CENIAP las muestras compuestas se secan, tamizan y se le hacen los análisis respectivos como: determinación de fósforo, potasio, calcio y magnesio, materia orgánica, pH y conductividad eléctrica (Gilabert de Brito *et al.*, 1990), acompañados por su respectiva recomendación de fertilización de acuerdo al cultivo a sembrar.

INFORME FINAL DE MUESTREO.

Figura 2. Procedimiento para determinar la capacidad de uso agropecuario en la evaluación de tierras.

De acuerdo a Abarca (2005), el sistema de capacidad de uso evalúa las tierras con base a dos niveles de manejo, el convencional, que implica las prácticas habituales en los cultivos incluyendo la fertilización, pero exceptuando el riego y drenaje; y un manejo mejorado que tienen estas prácticas convencionales e implica el uso de riego y drenaje.

Materiales y equipos usados en la evaluación de tierras

Para la realización de un adecuado estudio de suelos se requieren los siguientes materiales y equipos:

GPS para tomar coordenadas de los sitios de muestreo, barreno, cinta métrica, manto de plástico para la descripción del perfil de suelo, planilla de registro y descripción de perfiles, tabla Munsell, pHmetro y conductímetro de campo, envases plásticos de 50 milímetros para la lectura de pH y conductividad eléctrica, agua destilada, piceta, HCL 10% para la determinación de presencia de carbonatos, tobos plásticos, bolsas plásticas de 2 kilogramos para muestras de suelo, etiquetas, lápices de grafito, marcadores y libreta de notas de campo. Foto 3.



Foto 2. Perfil de suelo hasta 1 metro de profundidad para realizar descripción de horizontes pedogenéticos.



Foto 3. Distintos equipos usados en la evaluación de tierras. De izquierda a derecha: cinta métrica, machete, barreno, GPS, tabla Munsell, picetas, pHmetro y conductímetro de campo.

Producto final

Con los resultados obtenidos tanto en campo como en laboratorio se elabora un informe técnico para la institución, colectivo o particular que solicita el estudio de suelo; en el cual se encuentran contenidas las recomendaciones pertinentes a la hora de la planificación del desarrollo agrícola en una zona determinada.

Cabe destacar que todo estudio o muestreo es georeferenciado con el fin de ser cargado al sistema de información de áreas agroecológicas, quedando disponible dicha información para futuros proyectos en la región que se requiera.

Importancia de los estudios de evaluación de tierras

El uso de la capacidad de uso como método de evaluación de tierras genera información importante sobre las potencialidades y limitaciones para su utilidad en la agricultura con un lenguaje fácil de entender, tanto por el personal técnico especializado, decisores de las políticas agrarias y productores, Foto 4. Los niveles de clasificación por capacidad de uso pueden ser utilizados para diferentes propósitos. Las clases de capacidad de uso permiten identificar las mejores tierras agrícolas (generalmente Clases I y II), con el fin de protegerlas de desarrollos no agrícolas o promover un uso más intensivo en ellas. Las subclases de capacidad de uso nos ayudan a comprender el ambiente físico dentro del cual un estudio de suelos es solicitado, y los planificadores agrarios pueden identificar el tipo de problemas a enfrentar a nivel regional o municipal.

En el año 2010, la comisión que analizaba el Plan de Desarrollo Agrícola de los Valles de Aragua y Carabobo, con la finalidad de determinar la factibilidad de cambio de uso de las tierras cañeras a cultivos intensivos (cereales y hortalizas), solicitó al INIA una evaluación de la capacidad de uso agropecuario de 247 predios donde se cultiva caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), ubicados en el eje central Aragua – Carabobo. Este estudio dio como resultado que el área de estudio (10.000,71 hectáreas) corresponde a tierras de clase I y II, con muy pocas limitaciones para su uso con una alta capacidad de soportar una amplia gama de usos, incluso más intensivos y exigentes que la caña de

azúcar, lo que constituye un potencial para la ejecución de planes de desarrollo agrícola en la cuenca del Lago de Valencia (Nogales *et al.*, 2012).



Foto 4. Es importante la participación de los productores al momento de la evaluación de terrenos para uso agrícola.

Por otro lado, en la comunidad costera de Cuyagua estado Aragua, con el objetivo de evaluar la aptitud de los suelos con condiciones específicas de laderas que los hacen vulnerables a prácticas agrícolas no acordes con su estado original, se realizó una evaluación de tierras de acuerdo a su capacidad de uso revelando cuatro grupos de suelos bien diferenciados: el primero, con influencia marina, cuya mayor limitación es el alto grado de salinidad; un segundo grupo con influencia de montaña, con problemas por poca profundidad. Un tercero, con texturas medias en su perfil superior y un último grupo, cuyas características son clara influencia de la continua acumulación de partículas arrastradas en crecidas fluviales, con suelos moderadamente fértiles, y con una profundidad efectiva superior a los 50 centímetros, aptos para la siembra de una gran gama de cultivos hortícolas. (Jiménez, *et al.*, 2012)

Reconocimiento especial

Se reconoce de manera especial, la participación de la señora Crucita Hernández en la redacción y corrección de este trabajo divulgativo, quien como personal administrativo de apoyo de la Unidad de Recursos Agroecológicos no sólo ha colaborado en esta publicación, también lo ha hecho en gran cantidad de Proyectos de Investigación y elaboración de informes técnicos; a ella nuestro más afectuoso agradecimiento.

Glosario

Conductividad: mayor o menor facilidad con que un suelo deja pasar el agua a través de él por unidad de área transversal en la dirección del flujo.

Conductividad eléctrica: medida de la capacidad de un material para dejar pasar (o dejar circular) libremente la corriente eléctrica y en ciencias del suelo es indicador de presencia de sales en el suelo.

Crecidas fluviales: hace referencia a periódicas crecidas de río.

Evapotranspiración: pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.

Horizontes pedogenéticos: cada una de las secciones en que se divide un horizonte de suelo distinguible por cambios de color, estructura o textura.

Nivel freático: nivel superior de un acuífero. Al perforar un pozo de agua subterránea, el nivel freático es la distancia a la que se encuentra el agua desde la superficie del terreno.

Meses húmedos: son aquellos en que la medida de la precipitación es mayor a la evapotranspiración.

Tabla Munsell: cartilla de colores usada para evitar imprecisiones al describir el color del suelo, describiéndolo en base a sus tres componentes básicos: matiz, pureza y luminosidad.

Textura o granulometría: proporción en la que se encuentran distribuidas las partículas elementales que conformar un suelo. Según sea el tamaño, de la partícula del suelo, puede clasificarse en 3 grupos básicos que son: arena, limo y arcillas.

pH: medida de acidez o alcalinidad de una disolución de suelo.

Zona de vida: región natural delimitada por parámetros climáticos como la temperatura y precipita-

ciones, por lo que se presume que en dos zonas de clima similar, se desarrollarían bien los mismos cultivos.

Bibliografías consultadas

- Abarca, O. 2005. Conflictos de intensidad de uso de la tierra en las estaciones experimentales de la universidad central de Venezuela. Análisis espacial con sistemas de información geográfica. *Agronomía Tropical*. 55(2): 289-313.
- Comerma, J. 2004. Actualización del sistema para evaluar las Capacidades de Uso Agropecuario de los terrenos en Venezuela. Editorial Mimeo. 34 p.
- Comerma, J. y L. Arias. 1971. Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. Seminario de Clasificaciones Interpretativas con fines agropecuarios. Maracay. Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. 57 p.
- Gilabert De Brito, J., I. López De Rojas y R. Pérez De Roberti. 1990. Manual de métodos y procedimientos de referencia (Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad). FONAIAP – CENIAP. Serie D No. 26. Maracay. 164 p.
- Jaimes, E., J. Mendoza, Y. Ramos y N. Pineda. Propiedad de la tierra y la seguridad agroalimentaria de Venezuela. *Revista IVERCIENCIA*, Dic 2002, vol. 27 n° 12.
- Jimenez R., J. Nogales y M. González. 2012. Importancia de los estudios de capacidad de uso de suelos en agroecosistemas de frágil equilibrio ecológico ubicados en la población de Cuyagua estado Aragua. INIA Divulga No. 21.
- Ley de Tierras y Desarrollo Agrario. 2001. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela No. 37.323. Noviembre 13 de 2001.
- Mcrae, S. G. y C.P. Burnham. 1981. *Land Evaluation*. Clarendon Press, Oxford, 239 p.
- Ministerio del ambiente, República de Colombia, 2014. Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. Disponible en línea: https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegralDelRecursoHidrico/pdf/Gu%C3%ADa_POMCAs/2._ANEXO_A._Diagn%C3%B3stico.pdf (09 de Agosto de 2015).
- Nogales, J., J. Rey, G. Medina, M. Gonzáles y M. De Jesús. 2012. Evaluación por capacidad de uso de los suelos de predios cañeros en el eje Aragua – Carabobo, Venezuela. INIA Divulga No. 21. Divulga abril 2012IA Divulga 21 enero – abril.
- Rey, J., M. Rodríguez, A. Cortéz, F. Ovalles, W. González, J. Nogales, R. Jiménez, F. Tovar, J. Robles. 2011. Metodología rápida de reconocimiento de las tierras: sector Gabinero, municipio Rómulo Gallegos, estado Cojedes. Memorias del XIX Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Calabozo, Venezuela.

Limitaciones y potencialidades de los suelos de Venezuela

Juan Carlos Rey

Investigador. INIA - CENIAP. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela.
Correo electrónico: jcrey@inia.gov.ve

El ordenamiento territorial se basa en la determinación de las potencialidades de las tierras para seleccionar los usos más adecuados y el establecimiento de las limitaciones con el fin de seleccionar un manejo que tienda a la sostenibilidad.

La formación de los suelos depende de cinco factores formadores: clima, relieve, material parental, biota y tiempo. En Venezuela existe una gran diversidad de condiciones para cada uno de estos factores. En relación al clima, se aprecian áreas con precipitaciones anuales por debajo de 300 milímetros hasta zonas con casi 3.000 milímetros; las temperaturas anuales son menos variables por ser un país tropical; sin embargo, existen zonas de bajas temperaturas ($< 10^{\circ}\text{C}$) relacionadas con las alturas. Con respecto al relieve, en el país existen áreas por debajo del nivel del mar (Machiques,

estado Zulia), zonas planas y onduladas (llanos), hasta zonas montañosas con 5.000 metros de altura (Pico Bolívar, estado Mérida). De la misma manera, presentan una gran variación en los materiales parentales, algunos recientes Cenozoico – Cuaternario, hasta Precámbrico. Asociado a la diversidad de estos factores, ocurre una alta variabilidad en la vegetación, presentándose áreas con vegetación xerófila, sabanas, bosques, manglares y otras.

La alta variabilidad en los factores formadores de suelo ha dado origen a una gran diversidad de suelos en el país (Figura 1), ocurriendo 11 de los 12 órdenes de suelo de acuerdo a su taxonomía. Los suelos más extensos son los Ultisoles y Oxisoles, propios de áreas tropicales y los que ocupan menor extensión como los Spodosoles y Gelisoles. Únicamente los Andisoles, de origen volcánico, no están presentes en el país.

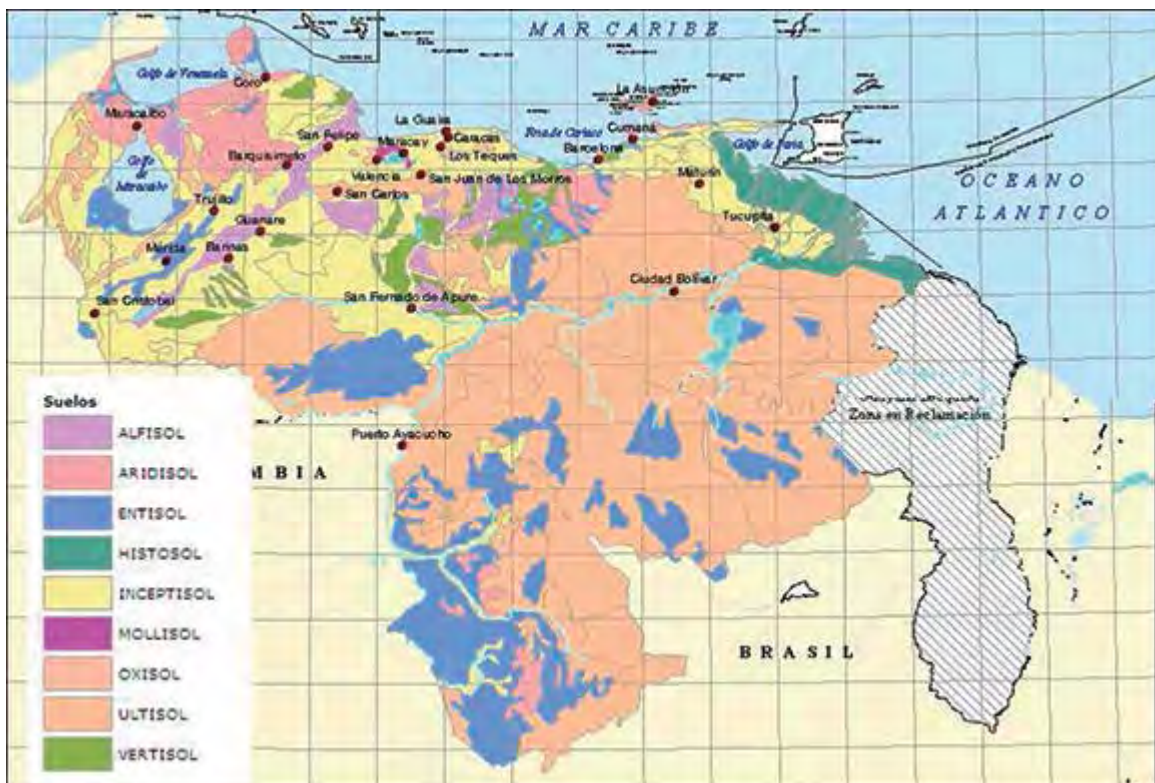


Figura 1. Mapa de suelos de Venezuela (escala 1:4.000.000). Los Gelisoles y Spodosoles no tiene expresión a esta escala. (Mogollo y Comerma, 1994).

Para determinar las potencialidades y limitaciones de los suelos, se han utilizado las clasificaciones interpretativas de tierras, entre las cuales destacan el Sistema de Clasificación por su Capacidad de Uso Agropecuario (Comerma y Arias, 1971; Comerma, 2004; Klingebiel y Montgomery, 1961), clasificación de las tierras para riego (USDA, 1971), clasificación de las tierras en base a su fertilidad (Boul, *et al.*, 1974) y esquema de evaluación de tierras propuesto por la FAO (FAO, 1976, 1984, 1985, 1990).

Principales limitaciones para el uso agrícola en Venezuela, alternativas de manejo

Venezuela abarca una extensión aproximada de 91,61 Millones de hectáreas. De acuerdo con Comerma y Paredes (1978), a pesar de la gran variación de condiciones edáficas, existen apenas un 2% (1,8 Millones de hectáreas) de tierras sin limitaciones severas para la producción agrícola. En el resto del área las limitaciones son:

1. Aridez o zonas con precipitaciones anuales menores a 500 – 600 milímetros: estimándose un 4% (3,65 Millones de hectáreas).
2. Relieve excesivo: se refiere a áreas de colinas o montañas donde el uso intensivo de la tierra no es el más adecuado, por los riesgos de erosión y las alteraciones notables que se puedan causar en las propiedades del suelo. Estas áreas abarcan 44% (40,4 Millones de hectáreas) del total del país.
3. Baja Fertilidad: áreas donde la excesiva acidez y deficiencia de nutrientes provoca rendimientos muy bajo en los cultivos; comprendiendo alrededor de 32% (29,3 Millones de hectáreas) del total del país.
4. Mal drenaje: se refiere a exceso de aguas superficiales o subsuperficiales, que afectan la producción de cultivos y labores de labranza. Estas zonas comprenden un 18% (16,45 Millones de hectáreas).

En la Figura 2 se presenta un mapa de la distribución de las tierras de Venezuela, de acuerdo a sus principales limitaciones.

Las áreas muy secas (aridez), se ubican en los estados Lara, Falcón y gran parte de la zona costera del país. Los principales problemas están asociados

a una fuerte erosión, gran proporción de áreas con relieve accidentado y suelos en áreas planas con altos contenidos de arcilla y/o sales. La captación de agua por medio de lagunas para utilizarla en riego, uso de cultivos tolerantes a la baja disponibilidad de humedad y las sales, y prácticas de nivelación y conservación de suelos, permiten la producción agrícola en estas zonas.

Las localidades con problemas de drenaje se ubican en los llanos occidentales y centrales, en el sur del Lago de Maracaibo y el Delta del Río Orinoco. La limitación principal es falta de drenaje superficial como consecuencia de las bajas pendientes (menores a 0,5%), lo que ocasiona estancamiento de las aguas de lluvia y el desborde y represamiento de los ríos mayores sobre los menores. En el mapa de la Figura 2 se señala la severidad del problema en dos tonos de azules, oscuro para las áreas peor drenadas y azul claro, donde la citada limitación es más leve. Además, los suelos de estas zonas presentan otras restricciones como: texturas muy finas, baja fertilidad, patrón de distribución de suelos muy complejo, suelos orgánicos y áreas de suelos sulfato – ácidos (Delta del Orinoco). Por tanto, el uso de cultivos tolerantes al mal drenaje (arroz y pastos), saneamiento de las tierras por labores de nivelación y canales de drenaje, y la implementación de módulos o diques para manejar los excesos de agua en los potreros, han surgido como alternativas para incorporar estas tierras a la actividad agrícola.

El sector del país con suelos de baja fertilidad, se encuentra localizado principalmente en los Llanos Orientales, sur del estado Apure, y estado Amazonas. En el mapa de la Figura 2 aparecen dos tonalidades de rojo: el más intenso para los suelos con problemas de fertilidad más severos, siendo necesario en estos casos el uso de cal y dosis altas de fertilizantes; y el rojo más claro indicando las áreas con menos problemas de fertilidad, donde la limitación es más fácil de corregir y menos costosa. La mayoría de estas áreas presentan topografía plana, buen drenaje y texturas medias a finas. En estas zonas la siembra de cultivos tolerantes a la acidez y baja fertilidad (sorgo y pastos), implementación de planes eficientes de fertilización y enmiendas (encalado), uso de fertilizantes alternativos (estiércol y compost) y establecimiento de leguminosas como fuente de nitrógeno, han permitido incorporar tierras a la producción agrícola.

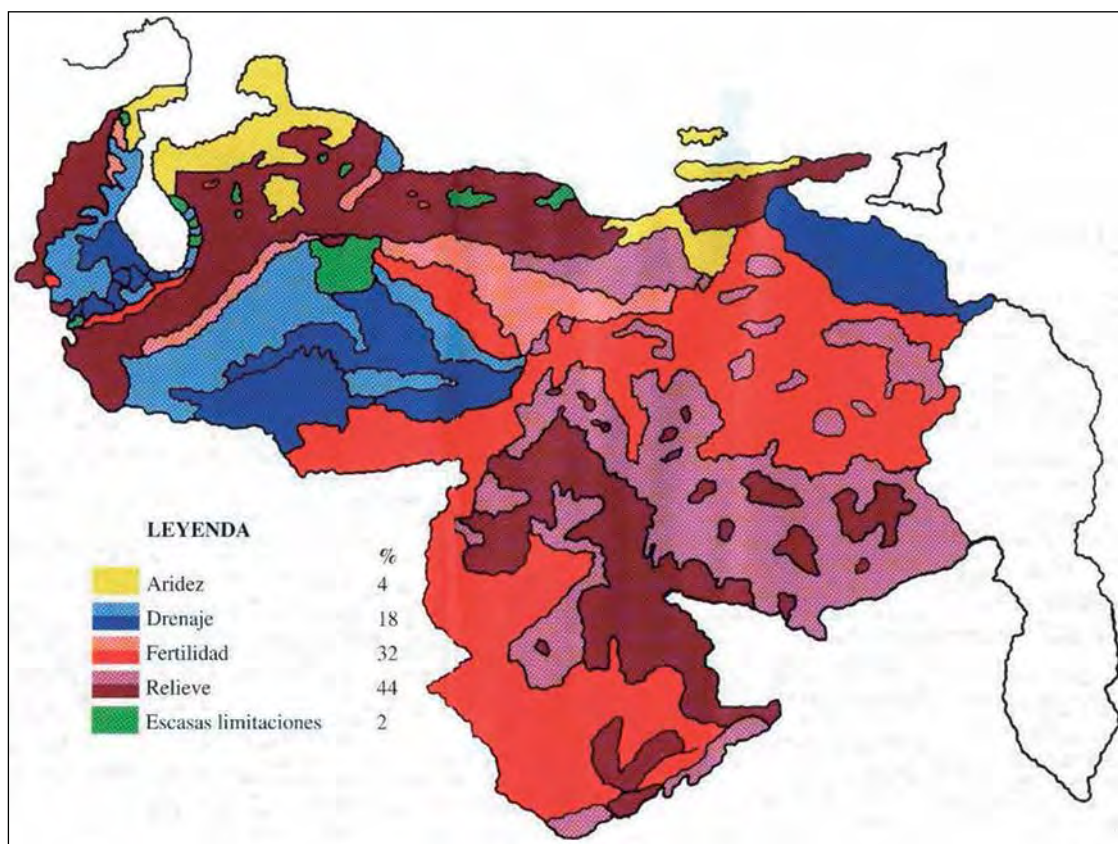


Figura 2. Mapa de distribución de las tierras de Venezuela, de acuerdo a sus principales limitaciones (Comerma y Paredes, 1978).

Las zonas con limitaciones por relieve excesivo se ubican en las cordilleras de Los Andes, zonas costeras, región montañosa del estado Bolívar y del estado Amazonas, anticlinorio de Falcón y la sierra de Perijá. Las áreas donde las pendientes son más fuertes (montañas), aparecen en el mapa de la Figura 2 de un color marrón más oscuro y las áreas de topografía con menor pendiente (colinas) aparecen de un color más claro. En toda el área delimitada por relieve excesivo, existen pequeños valles intramontanos, con un uso intensivo de hortalizas.

También es posible encontrar cultivos en pendientes fuertes como café y algunos frutales, observándose en estos pocos problemas de erosión. Además de la limitación de topografía, existen otras limitaciones secundarias, tales como: suelos de poca profundidad, con pedregosidad superficial y en el perfil, áreas con baja fertilidad, zonas con climas muy secos y/o con posibilidad de heladas. Algunas de las prácticas implementadas en estas zonas de pendientes son prácticas de conservación como cultivos asociados, siembras en curvas de nivel, uso

de coberturas vivas y/o muertas, arado con yunta de bueyes, zanjas de desviación y otras.

Potencialidades de los suelos de Venezuela

En el país se han desarrollado una serie de tecnologías y prácticas de manejo que han permitido la incorporación de áreas con limitaciones a la producción agrícola.

De acuerdo con Mogollón y Comerma (1994), cuando se indica producción agrícola se toma en cuenta las siguientes premisas:

- El término agrícola incluye tanto el uso agrícola, como el pecuario y forestal.
- Se incluyen solo los cultivos, pastos y árboles que actualmente se producen en forma comercial en el país, principalmente aquellos que se usan para alimentación y el vestido del hombre.
- Se asume un cierto nivel de tecnología por parte de los agricultores, mediante la cual puedan

superar limitaciones, cuando éstas sean leves. Entre las tecnologías se pueden mencionar: el riego para el caso de la zonas áridas; uso de especies tolerantes y proveer módulos en las áreas de mal drenaje; uso de cultivos tolerantes, manejo de fertilización y fertilizantes alternativos en las áreas con problemas de acidez y baja fertilidad; y la implementación de coberturas y prácticas de manejo conservacionista en zonas con altas pendientes.

La incorporación de estas tecnologías permiten transformar el mapa de limitaciones de los suelos de Venezuela a un mapa de Potencialidades de Uso de las tierras del país con mayores opciones de desarrollo desde el punto de vista agropecuario (Figura 3); definiéndose las siguientes áreas:

1. Áreas con amplia gama de uso agrícola; abarcando un 4% (3,6 Millones de hectáreas) de las tierras del país.
2. Áreas con limitada gama de uso agrícola, comprendiendo un 14% (12,8 Millones de hectáreas).
3. Fundamentalmente para uso agropecuario, abarcando 30% (27,5 Millones de hectáreas).
4. Para bosques, recreación y reservas hidráulicas entre otros; abarcando un 41% (37,6 Millones de hectáreas).
5. Asociación de áreas con limitada gama de uso agrícola y zonas limitadas a bosques y recreación, comprendiendo un 11% (10,1 Millones de hectáreas), del territorio nacional.

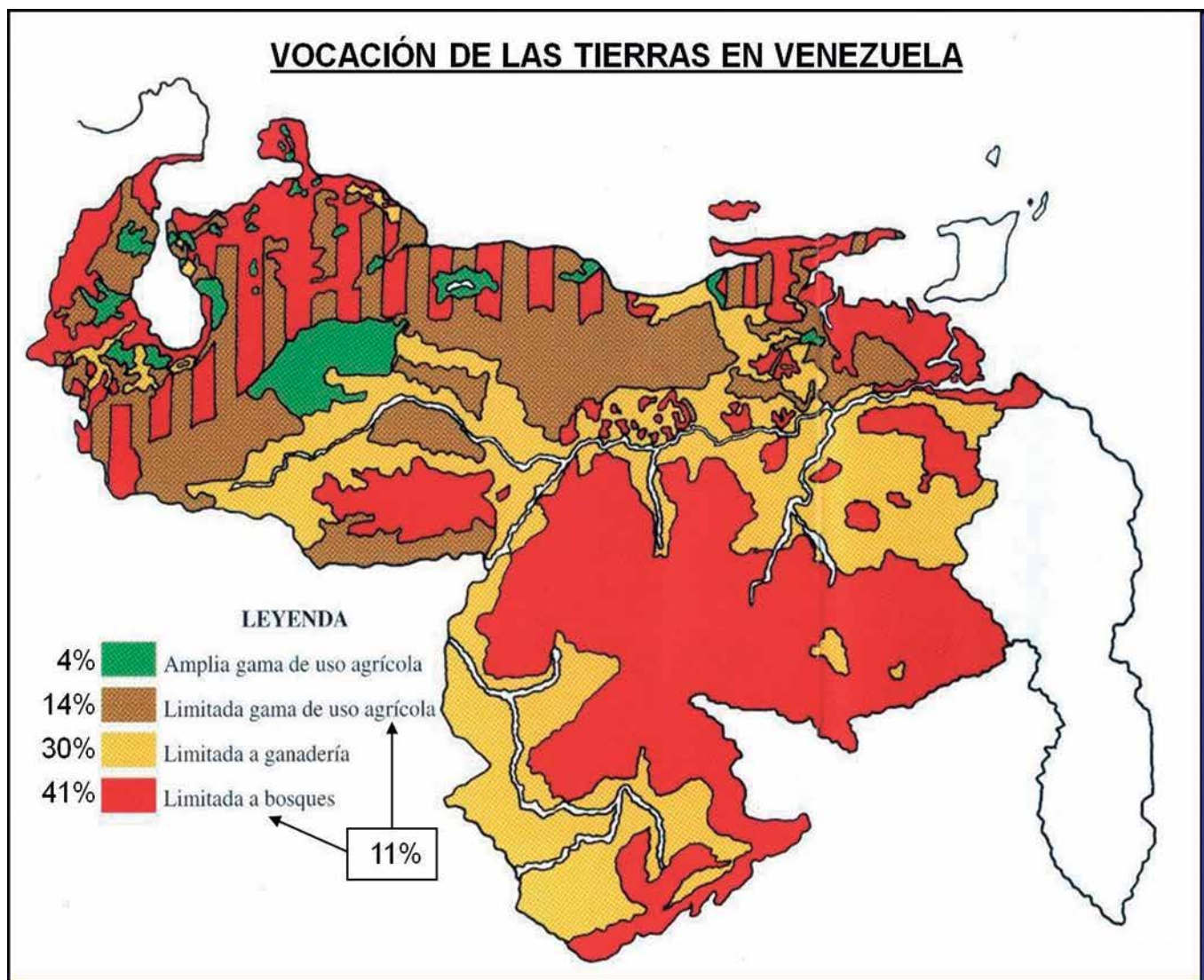


Figura 3. Potencialidades de la tierra de Venezuela (Mogollón y Comerma, 1994).

Las tierras de posible utilización con una amplia gama de cultivos, se corresponden con las áreas de escasas limitaciones, zonas con problemas leves de mal drenaje (sur del Lago de Maracaibo y llanos altos occidentales) y zonas áridas (norte del Lago de Maracaibo). Algunos ejemplos de las tecnologías empleadas en estas zonas son los bancales para el mejoramiento del drenaje en los llanos occidentales y el uso de riego en las zonas áridas para la producción de hortalizas de ciclo corto (Quibor, estado Lara).

Las tierras de posible utilización por limitada gama de cultivos, comprenden áreas de tierras incorporadas a través del mejoramiento del drenaje e incremento de la fertilidad del suelo (llanos centrales y occidentales). En este caso, algunas tecnologías que se han implementado son el uso de cultivos que se adapten a condiciones de mal drenaje (arroz), actividades de saneamiento de las tierras, específicamente con nivelación y canales de drenaje (Banano en la Ceiba, estado Trujillo) e implementación de programas eficientes de fertilización y /o cultivos que toleren condiciones de acidez y baja fertilidad (sorgo en la Mesa de Guanipa, estado Anzoátegui).

Las áreas con vocación pecuaria comprenden dos grandes sectores con características diferentes: un sector ubicado en la parte central y occidental del país, donde el problema principal es el mal drenaje, con suelos de texturas finas. En estas zonas, el uso de pastos tolerantes al mal drenaje, la implementación de módulos o diques y la cría y ceba de búfalos (estado Apure), han surgido como alternativas de producción.

El segundo sector se ubica hacia el Oriente y centro-sur del país, donde el problema principal es la baja fertilidad y disminución de retención de la humedad de los suelos, por presentar texturas arenosas. En algunas de estas zonas de vocación ganadera, es posible el crecimiento de cultivos de mal drenaje (arroz) y otros tolerantes al bajo nivel de fertilidad (pino Caribe, merey, yuca, entre otros) o que pueden prosperar en condiciones muy húmedas (caucho, cacao, otros).

Las zonas limitadas a bosques, recreación y reservas hidráulicas son áreas con fuertes pendientes, deficiencias hídricas severas, áreas bajo médanos, o áreas con suelos orgánicos y/o sulfato ácidos y áreas con poca información o de baja densidad demográfica, en las cuales se prevé mantenerlas en su estado natural o someterlas a un uso en los sectores con menor potencial erodable, con cultivos como café, cacao, caucho que provean una cobertura vegetal parecida a un bosque.

En zonas con pendientes menos pronunciadas, la implementación de prácticas de conservación como el cultivo en curvas de nivel, uso de coberturas muertas o vivas, zanjas de desviación, cultivos asociados (hortalizas y fresas en zonas montañosas de la cordillera de los Andes, estado Mérida), permiten la producción agrícola de manera sostenible.

De acuerdo con la FAO, para el año 2011 el área agrícola de Venezuela era de 24,70 Millones de hectáreas de las cuales la superficie cosechada de cultivos primarios fue de 1,9 Millones de hectáreas, 3,2 Millones de hectáreas se cosecharon de cultivos secundarios, 18,0 Millones de hectáreas estaban dedicadas a pastos para la producción pecuaria y 1,6 Millones de hectáreas fueron dedicadas a la explotación forestal.

En el Cuadro 1 se presenta una comparación de la potencialidad de las tierras y el uso agrícola actual en el país. Se aprecia que el área con vocación para cultivos abarca alrededor de 15,9 Millones de hectáreas y solo se están utilizando el 32% aproximadamente. En el caso de las áreas limitadas a ganadería, de 26,7 Millones de hectáreas potenciales se están utilizando alrededor del 67%; mientras que en las áreas que pueden utilizarse para producción forestal (36,4 Millones de hectáreas), apenas se está utilizando el 4%.

Esto plantea el reto de incorporar nuevas áreas a la producción, para lograr la soberanía alimentaria del país y producir rubros competitivos a nivel internacional para aumentar las exportaciones.

Cuadro 1. Potencialidad y Uso actual agrícola de las tierras de Venezuela.

Potencialidad del uso de la tierra	Millones de hectáreas	Uso actual (FAO, 2011)	Millones de hectáreas
Amplia gama de uso agrícola	3,5	Cultivos Primarios Cultivos Secundarios	1,9
Limitada Gama de Uso Agrícola	12,4		3,2
Limitada a Ganadería	26,7	Pastos (naturales e introducidos)	18,0
Bosques	36,4	Uso Forestal	1,6
Bosques + Limitada gama de usos Agrícola	9,6		
Superficie bajo agua	3,0		
TOTAL	91,6	AREA BAJO USO AGRÍCOLA	24,7

Cultivos primarios: Cereales, Hortalizas, Leguminosas.

Cultivos secundarios: Frutales, Oleaginosas, Cultivos Tropicales (Caña de azúcar, café, cacao).

Consideraciones finales

Venezuela abarca una extensión aproximada de 91,62 Millones de hectáreas de las cuales apenas 2% se consideran de escasas limitaciones para la producción agrícola; el resto del área presenta limitaciones relacionadas con la aridez (4%), mal drenaje (18%), fertilidad (32%) y relieve excesivo (44%). Sin embargo, el desarrollo de tecnologías agrícolas permiten estimar un 4% de las áreas potenciales para una amplia gama de cultivos, 14% para una limitada gama de cultivos, 30 % limitada a ganadería y alrededor de 52% limitadas a bosques, recreación y reservas hidráulicas, asociadas a zonas de limitada gama de cultivos. Sin embargo, el uso actual de la tierra muestra una brecha en el área de producción, sobre todo en las áreas de cultivos y producción forestal que plantean el reto de incrementar la producción para cumplir con la meta de la soberanía agroalimentaria y producir rubros competitivos para la exportación.

Bibliografías consultadas

- Boul, S., P. Sánchez; R. Cate y M. Gardner. 1974. Clasificación de suelos en base a su fertilidad. En Bornemiza, Alvarado (Eds.) Manejo de suelos de la América Tropical. North Carolina State University, Raleigh. EEUU. pp 129-144
- Comerma, J. 2004. Actualización del sistema para evaluar las Capacidades de Uso Agropecuario de los terrenos en Venezuela. Mimeo. 34 p.

- Comerma, J. y L. Arias. 1971. Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario de los terrenos en Venezuela. Seminario de Clasificaciones Interpretativas con fines agropecuarios. Maracay, Sept. 1971. Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo. 57 p.
- Comerma J. y R. Paredes. 1978. Principales limitaciones y potencial de las tierras en Venezuela. *Agronomía Tropical* 28(2):71-85.
- F.A.O. 1976 A framework for Land Evaluation. FAO Bol Suelos N° 32 Rome.
- F.A.O. 1984. Land Evaluation for Forestry. FAO Forestry papers N° 48. Rome
- F.A.O. 1985. Directivas: Evaluación de tierras para la Agricultura de Secano. Bol Suelos N° 52. Roma
- F.A.O. 1990. Evaluación de tierras para la Agricultura de regadio. Bol. Suelos N° 55. Roma.
- FAO. 2011. Estadísticas. Disponible en línea: www.fao.org. Consultada en Enero 2015
- Klingebiel, A. y P. Montgomery. 1961. Clasificación por capacidad de uso de las tierras. Servicio de Conservación de Suelos. USDA. Manual 210. pp 21.
- Mogollón, L. y J. Comerma. 1994. Suelos de Venezuela. Editorial Exlibris. Caracas, Venezuela. 313 p.
- USDA. 1971. Manual de Clasificación de Tierras con fines de riego. Department of Interior. Bureau of Reclamation Manual. Trad. Estrada AJ. Ministerio de Obras Públicas. División de Edafología. 2da. Edic. rev. Caracas, Venezuela. pp 85.

Experiencias en educación a distancia en ciencia del suelo

Zenaida Lozano^{1*}
Magaly Ruiz²
Rosalinda Lozano³

¹Profesora. UCV. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía.

²Profesora. UNERG. Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos.

³Ingeniera. Empresa Gerencia de Calidad y Control Estadístico de Procesos (Gecacep).

*Correo electrónico: zenaidalozano@gmail.com

Desde hace varios años, debido a la multiplicación de nuevas tecnologías y con el apoyo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), se ha venido desarrollando la Educación a Distancia (EaD) en centros de estudios universitarios en Venezuela.

Las TIC se refieren al conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar la información (adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación), en forma de voz, imágenes y contenidos, que tienen como ventajas la gran capacidad de almacenamiento, posibilidades de automatización de tareas e interactividad. Estas actividades pueden ser en tiempo real (sincrónicas) o diferidas en el tiempo (asincrónicas).

El término EaD hace referencia a una estrategia educativa basada en el uso intensivo de las nuevas tecnologías, estructuras operativas flexibles y métodos pedagógicos altamente eficientes en el proceso enseñanza-aprendizaje, que permiten que las condiciones de tiempo, espacio, ocupación o edad de los estudiantes no sean factores limitantes o condicionantes para el aprendizaje. La educación a través de la internet se ha convertido en una alternativa para el desarrollo y evolución de la acción educativa, principalmente abriendo la posibilidad de crear nuevos espacios para abordar procesos formativos de estudios superiores en estratos sociales que por diversos motivos (lejanía, horario, costos o por otras circunstancias) no pueden acudir presencialmente a las aulas de los centros educativos universitarios (Didriksson, 2005).

En este artículo se presenta una experiencia de enseñanza semipresencial o mixta (presencial y virtual) que utiliza el modelo de construcción social del conocimiento en el ámbito de la educación superior, desarrollada en el Postgrado en Ciencia del Suelo de la Universidad Central de Venezuela (PCS-UCV).

Educación a distancia en Venezuela

En América Latina, Venezuela fue el primer país que elevó la EaD a la categoría universitaria al crear en 1977 la Universidad Nacional Abierta (UNA), esto representó el inicio de la etapa de formalización, sistematización y reconocimiento oficial y social de la EaD en América Latina como opción legítima y necesaria para la formación superior. Sin embargo, la innovación en esta modalidad educativa a través del uso de las TIC ha carecido del impulso suficiente como para cambiar la plataforma educativa y los fundamentos pedagógicos tradicionales.

En este sentido, Cursi (2004) en un informe realizado a propósito de un estudio llevado a cabo por IESALC y la UNESCO sobre educación superior virtual en América Latina y el Caribe, señala que para la fecha, en Venezuela existían aproximadamente 167 Institutos de Educación Superior de los cuales solo el 9,6% estaba desarrollando EaD y todas eran universidades, y que en muchos casos el uso de las TIC se circunscribía todavía, a un recurso didáctico o como complemento de la clase presencial, aún cuando se reconocen los esfuerzos realizados a nivel de las universidades para avanzar hacia la educación virtual con reorientaciones en los principios pedagógicos y en los aspectos tecnológicos.

Actualmente, aunque Venezuela aparece en segundo lugar entre los países latinoamericanos que se conectan más a la Red (Tendencia Digitales, 2013), y muchas instituciones universitarias disponen de plataformas adecuadas para la EaD, son pocas las que usan las TIC como herramientas para impartir educación de manera totalmente virtual (Guerrero y Gisbert, 2013). Se está avanzando de manera rápida en este sentido, haciendo énfasis tanto en los aspectos tecnológicos como en los pedagógicos. La EaD tiene ahora el deber de equipararse con los logros ya comprobados en la educación presencial, en relación a la profundización y desarrollo de la ciencia, investigación e innovación.

En cuanto al marco legal o normativa institucional para los espacios educativos virtuales o mixtos, las universidades del país se guían en su mayoría por las normas de la modalidad presencial, o internamente se rigen por políticas y procedimientos elaborados por la propia institución. Por otra parte, el Gobierno Nacional ha formulado un proyecto de normativa para la educación universitaria a distancia y un programa de formación de docentes a nivel nacional (CNU-OPSU, 2012), aunque dichos instrumentos no han sido promulgados (oficializados) por los respectivos órganos competentes. Estas iniciativas plantean políticas y un articulado que le permitirán a las universidades el diseñar, implementar, evaluar y acreditar programas formativos distintos al presencial.

En la Universidad Central de Venezuela, a través del Sistema de Educación a Distancia (SEDUCV), se ha aprovechado la plataforma tecnológica disponible para ofrecer algunas asignaturas en línea (1200) e incluso dictar desde la web la carrera de Ingeniería de Procesos Industriales (UCV, 2015).

Experiencia de EaD en la enseñanza de Ciencia del Suelo

Desde la fundación del Postgrado en Ciencia del Suelo de la Universidad Central de Venezuela en 1978, se ha dictado de manera ininterrumpida la asignatura Química de Suelos para los programas de Maestría y Doctorado (con excepción del año 2006, cuando no se dictó por falta de cursantes). En los últimos años ha disminuido drásticamente la matrícula, debido a que la gran mayoría de los cursantes se encuentran a dedicación parcial.

En los estudios de postgrado, más que en otros niveles de enseñanza, los alumnos son frecuentemente, al mismo tiempo, trabajadores o realizan otras tareas además de dichos estudios. Por ello, en estos casos, se tiende a buscar una mayor flexibilidad en los horarios, de manera que sean compatibles con otras tareas. Se pensó que este nivel sería el apropiado para probar un modelo de EaD, tal y como se ha hecho con éxito en cursos de actualización profesional en el área de Ciencia del Suelo (Elizalde y Arias, 2013). Dicho modelo está claramente comprometido con la idea del aprendizaje colaborativo

o construcción social del conocimiento, tal y como lo señalan González y Muñoz (2010).

La asignatura Química de Suelos se dictó por primera vez bajo la modalidad mixta o semipresencial en el cuatrimestre enero-abril de 2015, bajo las siguientes premisas:

- La experiencia sería un proyecto piloto, en una de las asignaturas obligatorias del Postgrado en Ciencia del Suelo.
- Las actividades de prácticas de laboratorio tendría que continuar ofreciendo de modo presencial.
- Se incorporarían las herramientas TIC, a través del Campus Virtual de la UCV, lo que permitiría flexibilizar el horario y diversificar las herramientas de aprendizaje para los cursantes.

Las actividades presenciales correspondieron a la toma de muestras de suelo en campo y análisis químico de las muestras a nivel de laboratorio (Figura 1). En las actividades a distancia se incluyeron varios apartados, cada uno de los cuales fue cuidadosamente estudiado para que, aun siendo en muchas ocasiones típico de un entorno de enseñanza on-line, fueran pertinentes al modelo de enseñanza aplicado en el PCS-UCV. En la Figura 2 se presenta la estructura del aula en el campus Virtual, la cual incluye los siguientes componentes.

- Presentación del aula (objetivos, programa, contenidos, plan de evaluación, docente y personal de apoyo).
- Espacios para la publicación de avisos por parte de profesores/tutores y la interacción de estos con los cursantes (novedades, sala de chat, consultas, aclaratorias).
- Espacios de interacción de los cursantes (cafetería).
- Disposición en línea de materiales de apoyo (biblioteca, protocolos, resúmenes).
- Actividades sincrónicas y asincrónicas a realizar por los cursantes (discusiones, foros, videos, ejercicios, sesiones de Skype, informes prácticos, evaluación diagnóstica, autoevaluaciones, evaluaciones parciales y final).



Figura 1. Detalle de las actividades presenciales realizadas en el curso de Química de Suelos (Primer período 2015). a. Muestreo de suelos en plantación de cacao. (Cuyagua, estado Aragua). b. Determinación de propiedades químicas del suelo. (Laboratorio de Química de Suelos - UCV).



Figura 2. Vista de la plataforma virtual utilizada para el desarrollo del curso Química de Suelos (Primer período 2015).

Terminado el primer curso de implantación, se realizó una evaluación de todo el sistema con el fin de conocer hasta qué punto se alcanzó la funcionalidad de la propuesta para el tipo de procesos docentes aplicados en el PCS-UCV. La evaluación tuvo dos fases: una de recogida de opiniones e informaciones diversas de docentes y cursantes a través de una encuesta, y otra de análisis de uso de la plataforma, tomando como base lo sugerido por Llanera (2008). Ambas permitieron llegar a una serie de conclusiones valiosas para la reconfiguración de algunos aspectos del entorno en sucesivas ocasiones y, por otro lado, reflexionar sobre las ideas o premisas que actuaron como punto de partida de la experiencia.

El uso de las herramientas TIC introdujo un cambio importante en el diseño instruccional, permitiendo a los cursantes revisar los diferentes materiales de estudio varias veces, principalmente la presentación del curso, los Temas 1 y 2 y lo relacionado con las actividades prácticas (Figura 3). Se pudo constatar que los cursantes prefirieron la revisión de los videos y material didáctico suministrado, participaron poco en los foros de discusión y en ninguna de las actividades sincrónicas (Consultas, Aclaratorias y sesiones de Skype).

La calificación promedio del curso fue 17 puntos, un 15% superior a la de los últimos 10 años. Hubo mayor dificultad en la evaluación final integral, lo que pudo estar afectado por su extensión (Figura 4). Es importante destacar que en esta modalidad los cursantes realizaron 32 actividades evaluadas, muy por encima del promedio de 12 realizadas en la modalidad presencial.

La satisfacción de los cursantes con cada uno de los aspectos de la asignatura fue en promedio un 77%, (Figura 5). Los resultados nos sugieren que se debe hacer énfasis en los siguientes aspectos: inducción al Campus Virtual, incluir más actividades sincrónicas y mejorar la retroalimentación en las evaluaciones.

También se evidenció la necesidad de suprimir los límites entre los espacios virtual y presencial para mejorar el proceso de aprendizaje y conseguir el sentimiento de participación entre docentes y cursantes, lo cual es clave para formar una verdadera comunidad que construye conocimiento. Por otro lado, en el transcurso del período del curso, el entrenamiento de los docentes en el Campus Virtual permitió hacer ajustes y estructurar cada vez mejor los diferentes tipos de actividades mediante las herramientas TIC.

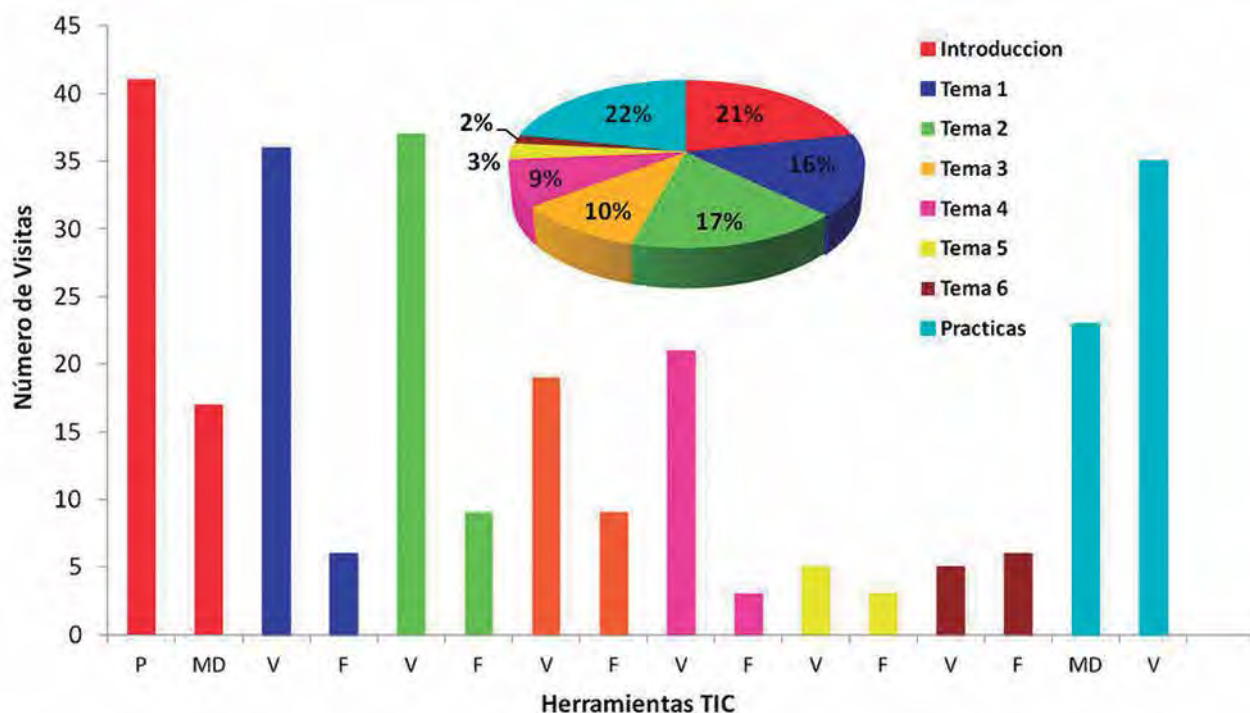


Figura 3. Uso de las diferentes herramientas TIC por parte de los cursantes en los diferentes módulos de la asignatura: Presentación del aula (P), Material didáctico (MD), Videos (V) y Foros (F).

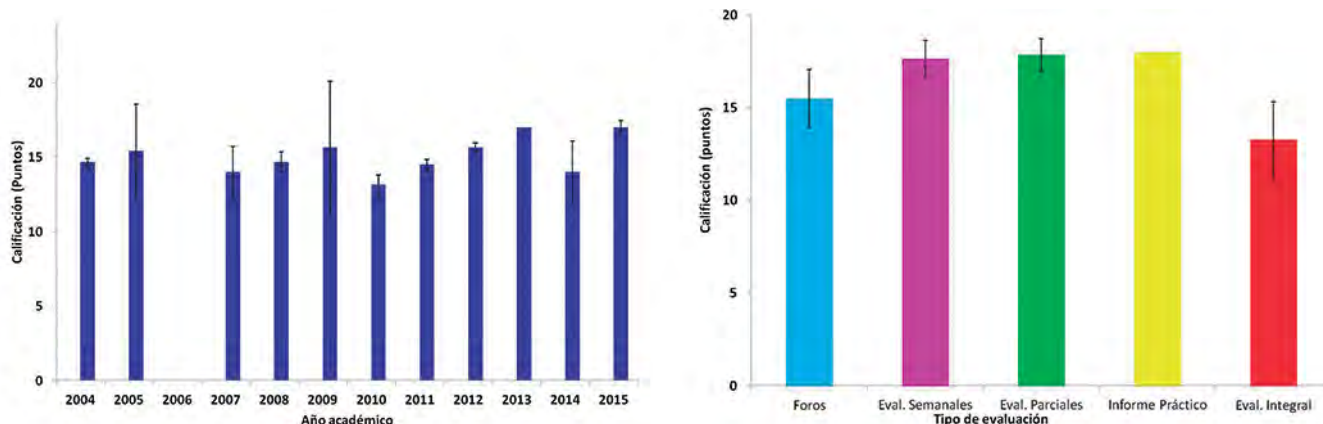


Figura 4. Comparación de las calificaciones obtenidas por los cursantes en comparación con el registro histórico de los últimos años (2004 -2015) y discriminación por tipo de evaluación (2015).

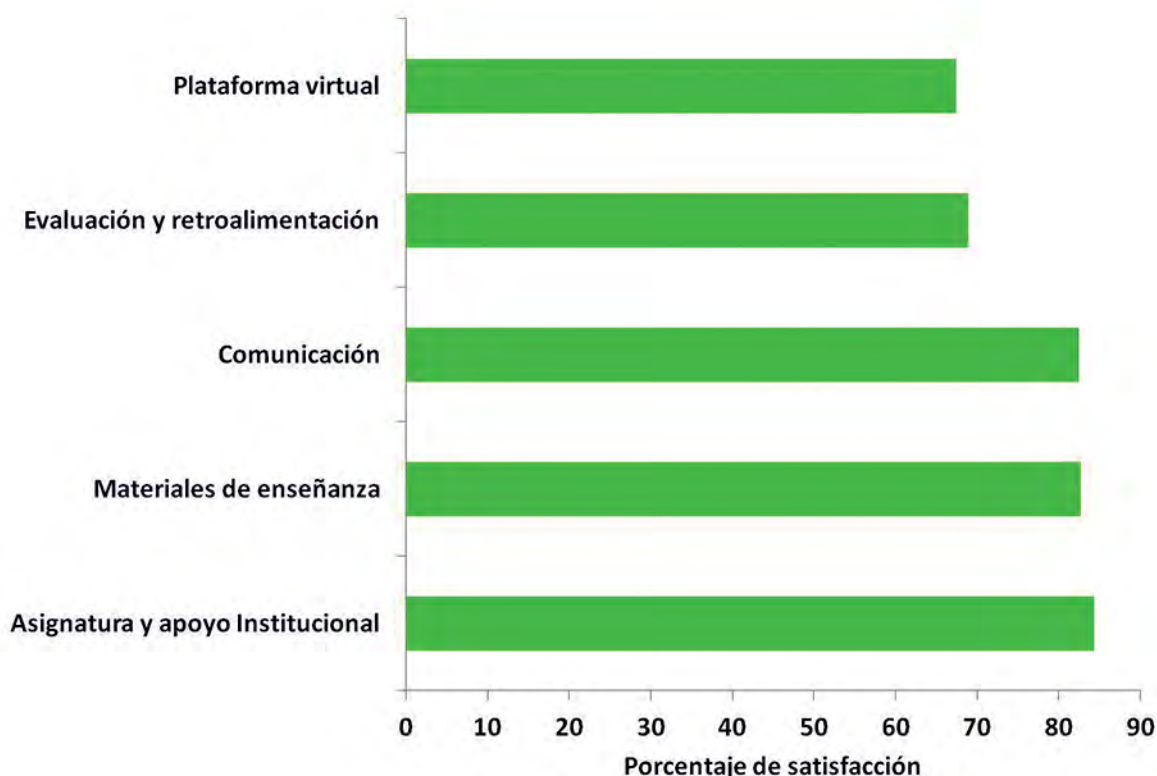


Figura 5. Resultados de encuesta aplicada a los participantes.

Conclusiones

- Existe una gran oportunidad para las instituciones de educación superior en seguir avanzando y profundizando en el uso de las TIC en la academia, por contar en el país con una adecuada infraestructura tecnológica y personal capacitado; sin embargo, es importante que se formulen las estrategias que permitan la utilización óptima y eficaz de los recursos humanos, tecnológicos y económicos de cada institución universitaria y que se oficialice el marco legal.
- La experiencia en la asignatura Química de Suelos del Postgrado en Ciencia del Suelo, en general fue positiva tanto para los docentes como para los cursantes, y ha planeado continuar con esta modalidad en futuros cursos.

- Hubo flexibilidad en el horario y diversificación de las herramientas de aprendizaje; sin embargo, se debe probar con otras herramientas sincrónicas para la interacción con y entre los cursantes, ya que la herramienta Skype no tuvo aceptación.

Bibliografía consultada

- Consejo Nacional de Universidades - Oficina de Planificación del sector Universitario (CNU-OPSU). 2012. Proyecto Nacional de Educación Superior a Distancia. Disponible en: http://ead.opsu.gob.ve/moodle19/moodle/file.php/1/proyecto_normativa_Julio_2012.pdf [Consulta: 01-09-2015].
- Curci, R. 2004. Diagnóstico de la Educación Superior Virtual en Venezuela. En la Educación Superior Virtual en América Latina y el Caribe. ANUIES-UNESCO. México. pp. 403-430. Disponible en: http://unesco.org.ve/dmdocuments/biblioteca/libros/EducVirtual_ALC.pdf [Consulta: 06-08-2015].
- Didriksson, A. 2005. La Universidad de la Innovación: Una Estrategia de Transformación para la Construcción de Universidades del Futuro. México: Plaza y Valdés Editores, S.A. Disponible en: http://books.google.co.ve/books?hl=es&lr=lang_es&id=INTvMk7gQWAC [Consulta: 01-09-2015].
- Elizalde, G. y E. Arias. 2013. Cursos a distancia de suelos online para la descripción de perfiles de suelos. XX Congreso Venezolano de Ciencia del Suelo, Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros, 25 al 29 de noviembre de 2013. Disponible en: http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/congresos/20_CVCS/PDF/SE/SE1.pdf. [Consulta 02-09-2015].
- González García, Y. y L. Muñoz Varela. 2010. la educación superior centroamericana en contexto de construcción de espacios comunes del conocimiento. Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación" Vol. 10 (Número Especial): 1-28. Disponible en: <http://revista.inie.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/377/376.pdf>. [Consulta: 01-09-2015].
- Guerrero Pulido, J.F. y M. Gisbert Cervera. 2013. Contextualización de la educación universitaria a distancia en Venezuela. Acción Pedagógica 22:18 - 30.
- Llanera, M.G. 2008. Metodología para la evaluación de estrategias didácticas en cursos a distancia (MAC-CAD). Formación Universitaria. 1 (2): 37 - 46.
- Tendencias Digitales. 2013. La Penetración de Internet en Venezuela Alcanza 40% de la Población. Consultora Online Tendencias Digitales. Disponible en: <http://www.tendenciasdigitales.com>. [Consulta: 02-09-2015].
- Universidad Central de Venezuela (UCV). 2015. Sistema de Educación a Distancia de la UCV. Página Oficial de la Universidad Central de Venezuela. Disponible en: <http://www.ucv.ve/docencia/sistema-de-educacion-a-distancia.html>. [Consulta: 15-08-2015].



Dirección de Arte: Blanca Miriam González Acosta
Elaborado por: Diana Lisette Pérez Aguilar • Fernanda Jancetz Camarillo



Dirección de Arte: Blanca Miriam González Acosta
Elaborado por: Erika Ariles Briones • Mónica Refusa Calderín Guerrero • Karina Pérez Ortega • Mayra Yago Hernández



Dirección de Arte: Blanca Miriam González Acosta
Elaborado por: Zaidy Carli Díaz • Cristian Roberto Gómez Galligó • Diana Patricia Martínez Flores
Nota: Este folleto se imprimió en una imprenta local Al Norte Las Canoas (Bachajón, BZ)
que se encuentra en el barrio Barro de Morrosol, Canelón. Diseñado por Thony Torres

Instrucciones a los autores y revisores

1. Las áreas temáticas de la revista abarcan aspectos inherentes a los diversos temas relacionados con la construcción del modelo agrario socialista:

Temas productivos

Agronomía de la producción; Alimentación y nutrición animal; Aspectos fitosanitarios en cadenas de producción agropecuaria; Cadenas agroalimentarias y sistemas de producción: identificación, caracterización, tipificación, validación de técnicas; Tecnología de alimentos, manejo y tecnología postcosecha de productos alimenticios; Control de la calidad.

Temas ambientales y de conservación

Agroecología; Conservación de cuencas hidrográficas; Uso de bioinsumos agrícolas; Conservación, fertilidad y enmiendas de suelos; Generación de energías alternativas.

Temas socio-políticos y formativos

Investigación participativa; Procesos de innovación rural; Organización y participación social; Sociología rural; Extensión rural.

Temas de seguridad y soberanía agroalimentaria

Agricultura familiar; Producción de proteína animal; Conservación de recursos fitogenéticos; Producción organopónica; Información y documentación agrícola; Riego; Biotecnología; Semillas.

2. Los artículos a publicarse deben enfocar aspectos de actualidad e interés práctico nacional.

3. Los trabajos deberán tener un mínimo de cuatro páginas y un máximo de nueve páginas de contenido, tamaño carta, escritas a espacio y medio, con márgenes de tres cm

por los cuatro lados. En casos excepcionales, se aceptan artículos con mayor número de páginas, los cuales serán editados para publicarlos en dos partes y en números diferentes y continuos de la revista. Los autores que consideren desarrollar una serie de artículos alrededor de un tema, deberán consignar por lo menos las tres primeras entregas, si el tema requiere más de tres.

4. El autor o los autores deben enviar su artículo vía digital a las siguientes direcciones electrónicas: inia_divulga@inia.gob.ve; inia_divulga@gmail.com; Acompañado de: Una carta de fe donde se garantiza que el artículo es inédito y no ha sido publicado; Planilla de los baremos emitida por el editor regional, en caso de pertenecer al INIA.

Nuestros especialistas revisarán cuidadosamente el trabajo, recomendando su aceptación o las modificaciones requeridas para su publicación. Sus comentarios serán remitidos al autor principal. Las sugerencias sobre la redacción y, en general, sobre la forma de presentación pueden hacerla directamente sobre el trabajo recibido. En casos excepcionales (productores, estudiantes y líderes comunales), el comité editorial asignará un revisor para tal fin.

Cabe destacar, que de no tener acceso a Internet deben dirigir su artículo a la siguiente dirección: Unidad de Publicaciones - Revista INIA Divulga Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Sede Administrativa – Avenida Universidad, El Limón Maracay estado Aragua Apdo. 2105.

5. Los artículos serán revisados por el Comité Editorial para su aceptación o rechazo y cuando el caso lo requiera por un especialista en el área o tema del artículo. Las sugerencias que impliquen modificaciones sustantivas serán consultadas con los autores.

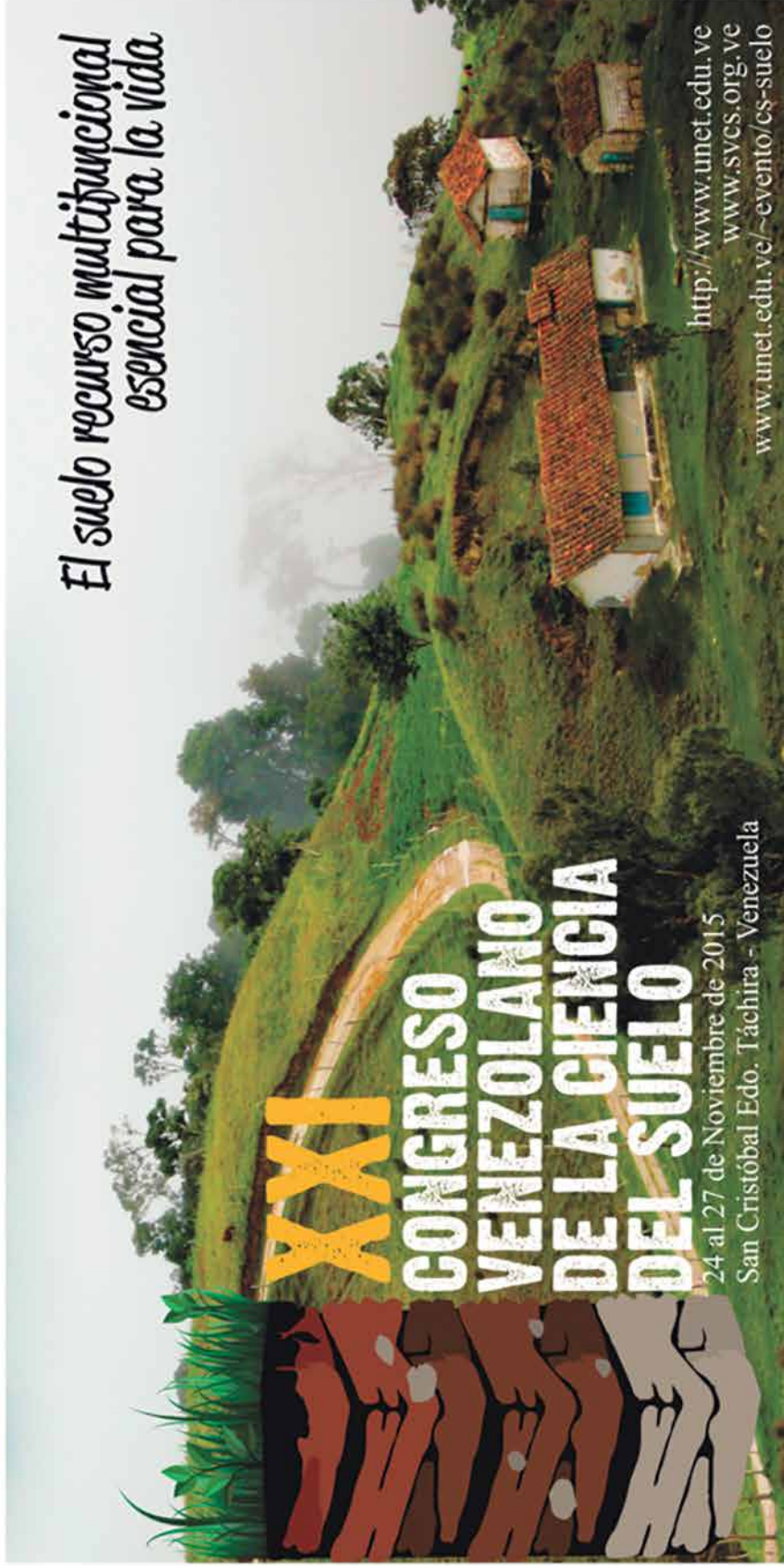
De la estructura de los artículos

1. Título: debe ser conciso, reflejando los aspectos resaltantes del trabajo debe evitarse la inclusión de: nombres científicos, detalles de sitios, lugares o procesos. No debe exceder de 15 palabras aunque no es limitativo.
2. Nombre/s del autor/es: Los autores deben incluir sus nombres completos, indicando la filiación institucional de cada uno, teléfono, dirección electrónica donde pueden ser ubicados, se debe colocar primero el correo del autor de correspondencia, justificado a la derecha.
3. Introducción o entradilla: Planteamiento de la situación actual y cómo el artículo contribuyen a mejorarla. Deberá aportar información suficiente sobre antecedentes del trabajo, de manera tal que permita comprender el planteamiento de los objetivos y evaluar los resultados. Es importante terminar la introducción con una o dos frases que definan el objetivo del trabajo y el contenido temático que presenta.
4. Descripción del cuerpo central de información: incluirá suficiente información, para que se pueda seguir paso a paso la propuesta, técnica, guía o información que se expone en el trabajo. El contenido debe organizarse en forma clara, destacando la importancia de los títulos, subtítulos y títulos terciarios, cuando sea necesario. (Ej.: descripción de la técnica, recomendaciones prácticas o guía para la consecución o ejecución de procesos). Evitar el empleo de más de tres niveles de encabezamientos (cualquier subdivisión debe contener al menos dos párrafos).
5. Consideraciones finales: es optativo incluir un acápite final que sintetice el contenido presentado.
6. Bibliografía: Los temas y enfoques de algunos materiales pueden requerir la inclusión de citas en el texto, sin que ello implique que el trabajo sea considerado como un artículo científico, lo cual a su vez requerirá de una lista de referencias bibliográficas al final del artículo. Las citas, de ser necesarias, deben hacerse siguiendo el formato: Autor (año) o (Autor año). Otros estilos de citación no se aceptarán. Sin embargo, por su carácter divulgativo, es recomendable evitar, en la medida de lo posible, la abundancia de bibliografía. Las referencias bibliográficas (o bibliografía) que sea necesario incluir deben redactarse de acuerdo con las normas para la preparación y redacción de referencias bibliográficas del Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola (IICA). accesible en: http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/web/pdf/Normas_IICA-CATIE.pdf
7. Los artículos deberán redactarse en un lenguaje sencillo y comprensible, siguiendo los principios universales de redacción (claridad, precisión, coherencia, unidad y énfasis). En lo posible, deben utilizarse oraciones con un máximo de 16 palabras, con una sola idea por oración.
8. Evitar el exceso de vocablos científicos o consideraciones teóricas extensas en el texto, a menos que sean necesarios para la cabal comprensión de las ideas o recomendaciones expuestas en el artículo. En tal caso, debe definirse cada término o concepto nuevo que se utilice en la redacción, dentro del mismo texto.

9. La redacción (narraciones, descripciones, explicaciones, comparaciones o relaciones causa-efecto) debe seguir criterios lógicos y cronológicos, organizando el escrito de acuerdo con la complejidad del tema y el propósito del artículo (informativo, formativo). Se recomienda el uso de tercera persona y el tiempo pasado simple, (Ej.: “se elaboró”, “se preparó”).
10. El artículo deberá enviarse en formato digital (Open Office Writer o MS Word). El mismo, por ser divulgativo debe contener fotografías, dibujos, esquemas o diagramas sencillos e ilustrativos de los temas o procesos descritos en el texto.
11. Para el uso correcto de las unidades de medida deberán ser las especificadas en el SIU (The Internacional System of Units). La abreviatura de litro será “L” cuando vaya precedida por el número “1” (Ej.: “1 L”), y “l” cuando lo sea por un prefijo de fracción o múltiplo (Ej.: “1 ml”).
12. Cuando las unidades no vayan precedidas por un número se expresarán por su nombre completo, sin utilizar su símbolo (Ej.: “metros”, “23 m”). En el caso de unidades de medidas estandarizadas, se usarán palabras para los números del uno al nueve y números para valores superiores (Ej.: “seis ovejas”, “40 vacas”).
13. En los trabajos los decimales se expresarán con coma (Ej.: 3,14) y los millares con punto (Ej.: 21.234). Para plantas, animales y patógenos se debe citar el género y la especie en latín en cursiva, seguido por el nombre el autor que primero lo describió, sí se conoce, (Ej.: *Lycopersicon esculentum* MILL), ya que los materiales disponibles en la Internet, van más allá de nuestras fronteras, donde los nombres comunes para plantas, animales y patógenos puede variar.
14. Los animales (raza, sexo, edad, peso corporal), las dietas, técnicas quirúrgicas, medidas y estadísticas deben ser descritas en forma clara y breve.
15. Cuando en el texto se hable sobre el uso de productos químicos, se recomienda revisar los productos disponibles en las agrotiendas cercanas a la zona y colocar, en la primera referencia al producto, el nombre químico. También se debe seguir estas mismas indicaciones en los productos para el control biológico.
16. Cuadros y Figuras
 - Se enumerarán de forma independiente con números arábigos y deberán ser autoexplicativos.
 - Los cuadros pueden tener hasta 80 caracteres de ancho y hasta 150 de alto. Llevarán el número y el título en la cabecera. Cuando la información sea muy extensa, se sugiere presentar el contenido dos cuadros.
 - Las figuras pueden ser gráficas o diagramas (realizadas por computador), en ambos casos, deben incluirse en el texto impreso y en forma separada el archivo respectivo en CD (en formato jpg).
 - Las fotografías deberán incluirse en su versión digitalizada tanto en el texto, como en forma separada en el CD (en formato jpg), con una resolución mínima de 300 dpi. Las leyendas que permitan una mejor interpretación de sus datos y la fuente de origen irán al pie.



Universidad Nacional Experimental del Táchira
 Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo
 2015 Año Internacional de los Suelos



*El suelo recurso multifuncional
 esencial para la vida*

XXI CONGRESO VENEZOLANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

24 al 27 de Noviembre de 2015
 San Cristóbal Edo. Táchira - Venezuela

<http://www.unet.edu.ve>
www.svcs.org.ve
www.unet.edu.ve/~evento/cs-suelo



DISTRIBUCIÓN Y VENTA PUBLICACIONES

Servicio de Distribución y Ventas

Gerencia General: Avda. Universidad,
vía el Limón Maracay, estado Aragua
Telf. (0243) 2404911

Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP)

Avda. Universidad, área universitaria,
edificio 4, Maracay, estado Aragua
Telf. (0243) 2402911

INIA - Amazonas

Vía Samariapo, entre Aeropuerto
y Puente Carinagua, Puerto Ayacucho,
estado Amazonas.
Telf (0248) 5212917 - 5214740

INIA - Anzoátegui

Carretera El Tigre - Soledad,
kilómetro 5. El Tigre, estado Anzoátegui
Telf (0283) 2357082

INIA - Apure

Vía Perimetral a 4 kilómetros
del Puente María Nieves
San Fernando de Apure, estado Apure Telf.
(0247) 3415806

INIA - Barinas

Carretera Barinas - Torunos,
Kilómetro 10. Barinas,
estado Barinas. Telf. (0273) 5525825 -
4154330 - 5529825

INIA - Portuguesa

Carretera Barquisimeto - Acarigua,
kilómetro Araure, estado Portuguesa Telf:
(0255) 6652236

INIA - Delta Amacuro

Isla de Cocuina sector La Macana,
Vía el Zamuro. Telf: (0287) 7212023

INIA - Falcón

Avenida Independencia, Parque
Ferial. Coro, estado Falcón.
Telf (0268) 2524344

INIA - Guárico

Bancos de San Pedro. Carretera Nacional
Calabozo, San Fernando,
Kilómetro 28. Calabozo,
estado Guárico.
Telf (0246) 8712499 - 8716704

INIA - Lara

Carretera Vía Duaca, Kilómetro 5,
Barquisimeto, estado Lara
Telf (0251) 2732074 - 2737024 - 2832074

INIA - Mérida

Avenida Urdaneta, Edificio MAC,
Piso 2, Mérida, estado Mérida
Telf (0274) 2630090 - 2637536

INIA - Miranda

Calle El Placer, Caucagua,
estado Miranda Telf. (0234) 6621219

INIA - Monagas

San Agustín de La Pica, vía Laguna Grande
Maturín, estado Monagas.
Telf. (0291) 6413349

INIA - Sucre

Avenida Carúpano, Vía Caigüiré.
Cumaná, estado Sucre.
Telf. (0293) 4317557

INIA - Táchira

Bramón, estado Táchira.
Telf: (0276) 7690136 - 7690035

INIA - Trujillo

Calle Principal Pampanito,
Instalaciones del MAC. Pampanito,
estado Trujillo Telf (0272) 6711651

INIA - Yaracuy

Carretera Vía Aeropuerto Flores
Boraure, San Felipe, estado Yaracuy
Telf. (0254) 2311136 - 2312692

INIA - Zulia

Vía Perijá Kilómetro 7, entrada
por RESIVEN estado Zulia.
Telf (0261) 7376224



