

---

# Potenciando la Agricultura Regenerativa a Través de la Enseñanza-Aprendizaje sobre Calidad de Suelos en IPTs de Educación Media en Panamá

## Cedeño, Cristel

Universidad Tecnológica de Panamá  
Panamá, Panamá  
ORCID: 0000-0003-3892-6514  
cristel.cedeno@utp.ac.pa

## Flores, Elsa

Universidad Tecnológica de Panamá  
Panamá, Panamá  
elsa.flores@utp.ac.pa

## Leiva, Jorge

Universidad de Costa Rica  
Guanacaste, Costa Rica  
jorge.leivasanabria@ucr.ac.cr

## Fábrega, José

Universidad Tecnológica de Panamá  
Miembro del SNI  
Panamá, Panamá  
ORCID: 0000-0003-1536-0386  
Jose.fabrega@utp.ac.pa

## Abstract

Education in soil science and sustainable management is fundamental for agricultural sustainability and the protection of natural resources, contributing to the Sustainable Development Goals. Interdisciplinary approaches and collaboration between schools and universities are crucial for the development of scientific educational projects that promote soil preservation. Regenerative Agriculture (RA) stands out as an approach for improving soil quality and achieving agricultural sustainability. This educational project was developed at two agricultural high schools, where demonstration plots were established to compare traditional agricultural practices with regenerative approaches. Parameters such as soil moisture, and temperature, as well as physical, chemical, and organic properties were monitored. The aim was to increase students' skills to implement sustainable agricultural

practices and increase capacity to restore soil properties and improve soil quality through regenerative practices.

**Keywords:** Education, agricultural sustainability, regenerative agriculture

## Resumen

La educación en ciencias del suelo y el manejo sostenible es la base fundamental para la sostenibilidad agrícola y la protección de los recursos naturales, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los enfoques interdisciplinarios y la colaboración entre escuelas y universidades son fundamentales para el desarrollo de proyectos científicos educativos que promuevan la preservación del suelo. La Agricultura Regenerativa (AR) se destaca como un enfoque para mejorar la calidad del suelo y lograr la sostenibilidad agrícola. Este proyecto educativo se desarrolló en dos colegios de bachiller agropecuario, donde se establecieron parcelas demostrativas para comparar prácticas agrícolas tradicionales con enfoques regenerativos. Se monitorearon parámetros como la humedad y la temperatura del suelo, así como propiedades físicas, químicas y orgánicas. El objetivo fue formar a estudiantes en habilidades para implementar prácticas agrícolas sostenibles e incrementar la capacidad de restaurar las propiedades del suelo y mejorar la calidad del suelo a través de prácticas regenerativas.

**Palabras claves:** educación, institutos profesionales técnicos, agricultura regenerativa, sostenibilidad agrícola, cambio climático.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Agricultura Regenerativa (AR) es un enfoque existente desde 1980, el cual tiene como objetivos la mejora de la calidad del suelo y hacer de esta una actividad sostenible [1]. La AR fomenta una agricultura que usa la conservación de suelos como punto de partida para asegurar múltiples servicios ecosistémicos, con el objetivo de mejorar las dimensiones medioambientales, económicas y sociales para una producción alimentaria sostenible [2]. Entre los principios fundamentales de la AR están mantener el suelo con cobertura vegetal, conservar las raíces vivas y fomentar la diversidad de los cultivos. Para ello, se recomiendan prácticas como la labranza mínima, la rotación de cultivos, el compostaje de residuos de cosecha, la reducción de insumos sintéticos, y la retención de rastrojos, entre otros [3]. Al poner estos principios en práctica, se espera reducir el consumo de agua, reducir la emisión de gases de efecto invernadero, reducir el riesgo de la degradación del suelo, utilizar menos insumos energéticos, desperdiciar menos alimentos y evitar la contaminación del medio ambiente [4].

En Centroamérica, los extremos climáticos obligarán a prepararse mejor para proteger la producción agrícola, mediante un enfoque en la calidad del suelo, la capacidad de suplir

nutrientes a plantas y animales y retención de humedad, entre otras funciones, que conduzcan a un sistema más resiliente al cambio climático [5]. Para lograr esto, es necesaria una educación con base técnica y científica que permita la sostenibilidad de la producción agrícola.

La gestión sostenible del suelo es clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible [6], siendo la enseñanza-aprendizaje en ciencias del suelo una herramienta valiosa para enfrentar estos desafíos [7]. Los proyectos educativos científicos e interdisciplinarios son base para la preservación de los suelos [8]. Este proyecto educativo en base a la AR busca formar a estudiantes de IPTs agropecuarios de educación media en la evaluación de la calidad de los suelos y promoción de la AR, mediante parcelas demostrativas en campo, técnicas virtuales y talleres presenciales de sistemas de producción resilientes al cambio climático. La primera página contiene el título del artículo y los nombres completos de los autores, afiliaciones de los autores, resumen y palabras clave. Se asume el primer autor como el principal. Puede utilizar su email o ORCID ID (0000-0002-6231-3913).

## 2. MÉTODO

Este proyecto se desarrolló en la zona este de Panamá. Los colegios elegidos fueron los Institutos Profesionales y Técnicos, IPT Gumercinda Páez y el IPT México-Panamá. Ambos IPTs cuentan con bachiller en agropecuaria y disponen de terrenos experimentales para cultivos. Se realizaron reuniones de coordinación con el Ministerio de Educación de Panamá (MEDUCA), colegios y profesores para revisar el plan de trabajo propuesto e identificar las fechas de inicio de trabajo, talleres y capacitaciones en concordancia con el calendario académico. Posteriormente, se procedió con la delimitación de las parcelas demostrativas en ambos colegios. En cada uno se delimitaron dos parcelas de aproximadamente 40x30 m. Una de estas destinada a la aplicación de agricultura regenerativa y la otra, tradicional. Luego de delimitar las parcelas, se extrajeron muestras de suelo para su análisis y obtener una línea base de fertilidad química. Seguidamente, se definió, junto a los profesores, las prácticas regenerativas y tradicionales que se aplicarían en cada parcela. Con esta información, se procedió a adquirir los insumos agrícolas requeridos por cada colegio. Entre las prácticas regenerativas se tomaron en cuenta principalmente la labranza mínima, la cobertura del suelo utilizando heno, el uso de abonos orgánicos y la mínima aplicación de plaguicidas.

Se realizaron capacitaciones presenciales cortas a los profesores acerca de la agricultura regenerativa y conjuntamente se identificaron las variables de interés. Los profesores y estudiantes iniciaron las actividades agrícolas, realizando la limpieza y siembra de los cultivos seleccionados.

Como parte principal del proyecto, se organizaron los talleres para estudiantes, en donde

se realizaron los análisis físicos y químicos con los equipos adquiridos para tal fin. En estos se combinaron el trabajo en campo y laboratorio, donde posteriormente se ejecutaron los cálculos para la obtención de los valores de los macronutrientes, densidad y resistencia a la penetración del suelo. Esta metodología se esquematiza en la Fig. 1

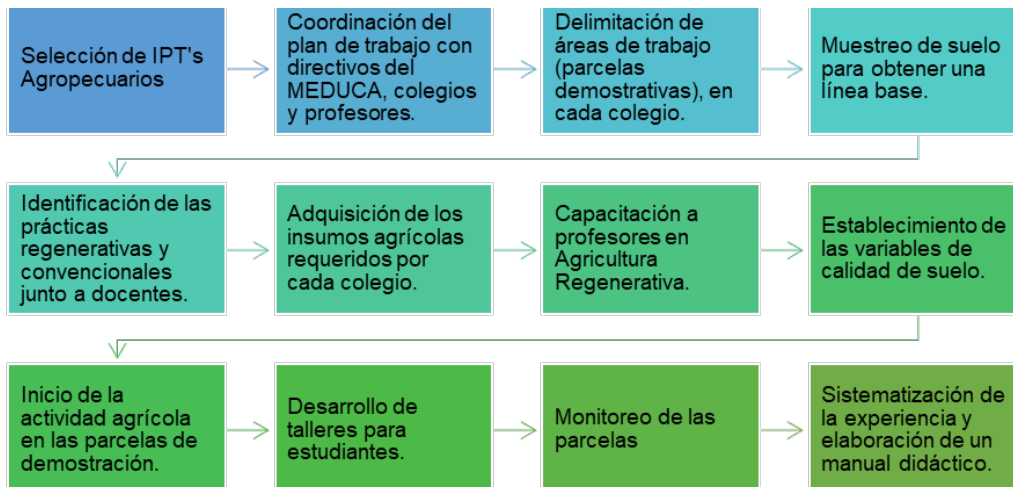


Fig. 1 Metodología general del proyecto.

### 3. RESULTADOS

#### A. Talleres educativos dirigidos a los estudiantes

Se capacitaron cinco profesores y 37 estudiantes del IPT México-Panamá y cinco profesores y 42 estudiantes del IPT Gumercinda Páez. Los estudiantes capacitados fueron de 11 y 12 grado. Las Fig. 2, y Fig. 3 muestran las actividades realizadas con los docentes y estudiantes, desde la preparación de parcelas hasta el desarrollo de los talleres.



Fig. 2 Estudiantes del IPT México-Panamá trabajando en la parcela regenerativa.



Fig. 3 Pruebas de NPK realizadas en el laboratorio junto a los estudiantes, con los kits de análisis químico

Pruebas de calidad de suelo efectuadas en las parcelas demostrativas durante los talleres. En la Tabla 1, se muestran los resultados químicos de macronutrientes (N-P-K) y físicos (resistencia a la penetración y densidad) obtenidos por los estudiantes en los talleres.

Tabla 1. Análisis químicos y físicos realizados en los talleres por los estudiantes con los kits de análisis (indicar Marca y Modelo). ND: sin datos disponibles.

| Parcela (Cultivos)                            | Fertilizantes   | N P K   |      |     | pH  | Densidad aparente g cm-3 |
|---|---|---------|------|-----|-----|--------------------------|
|   |   | kg ha-1 |      |     |     |                          |
| IPT GUMERCÍNDIA PÁEZ                          |   |         |      |     |     |                          |
| Parcela regenerativa (Yuca, Guandú)           | Abomaza   | 26.1    | 69.1 | ND  | 5.7 | 1.43                     |
| Parcela tradicional (Maíz, frijoles y yuca.)  | Atrazina, glifosato, abono 12-24-12, urea, arrimac, mireres y hormitox. | 11.2    | 47.6 | ND  | 5.0 | 1.32                     |
| IPT MÉXICO-PANAMÁ                             |   |         |      |     |     |                          |
| Parcela regenerativa (Yuca, guandú ají, maíz) | Gallinaza Abonat  | 26.1    | 126  | 112 | 6.0 | 1.33                     |
| Parcela tradicional (Yuca, guandú ají, maíz)  | Urea Abono 12 24 12   | 16.8    | 84   | 112 | 6.0 | 1.27                     |

En la Tabla 1 se observa que en el IPT Gumercinda Páez se sembraron yuca y guandú en ambas parcelas y en la tradicional se incluyó maíz. En la parcela regenerativa se utilizó un fertilizante orgánico. En los resultados obtenidos para nitrógeno y fósforo se tiene una mayor concentración de estos en comparación con la parcela tratada tradicionalmente. El pH y la densidad aparente también son mayores en la parcela tratada regenerativamente. En el IPT México-Panamá mantuvieron la siembra de cuatro cultivos en ambas parcelas (yuca, guandú, maíz y ají), aplicaron abonos orgánicos en la parcela regenerativa y se observó una mayor concentración en el nitrógeno, fósforo y potasio.

En la Fig. 4 se muestra la resistencia a la penetración, la cual fue medida en los primeros 40 cm de profundidad del suelo, en ambas parcelas.

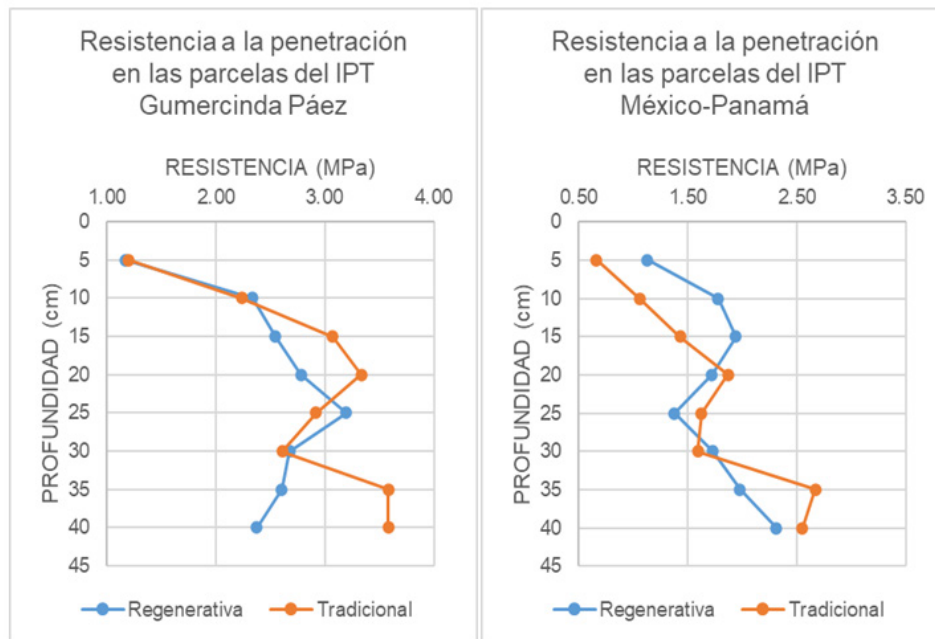


Fig. 4 Resultados de la prueba de resistencia a la penetración (MPa) a distintas profundidades tomadas con el penetrómetro de mano (indicar marca y modelo).

En la Fig. 4 se obtuvo la resistencia a la penetración para cada parcela en cada colegio. En estas aún se observan que, para ambos casos regenerativo y tradicional, el suelo presenta resistencias mayores a 1.6 MPa lo cual es limitante para el crecimiento de las raíces.

## 4. CONCLUSIONES

Durante estos primeros meses de ejecución del proyecto se logró instruir a profesores y estudiantes acerca de las prácticas agrícolas regenerativas. Con el desarrollo de los talleres presenciales se pudieron ejecutar las pruebas de calidad de suelo, en donde los estudiantes efectuaron la toma de muestras de suelo y su análisis químico con el equipo de laboratorio adquirido. Entre los conceptos impartidos estuvo la densidad aparente, contenido de humedad y contenido de macronutrientes. Para determinar si existe una mejora en la calidad del suelo de las parcelas tratadas regenerativamente comparadas con las no regenerativas se requiere evaluar los siguientes ciclos de cultivo.



## REFERENCIAS

- [1] T. O'donoghue, B. Minasny, and A. McBratney, "Regenerative Agriculture and Its Potential to Improve Farmscape Function," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 10. MDPI, May 01, 2022. doi: 10.3390/su14105815.
- [2] L. Schreefel, R. P. O. Schulte, I. J. M. de Boer, A. P. Schrijver, and H. H. E. van Zanten, "Regenerative agriculture – the soil is the base," *Glob Food Sec*, vol. 26, Sep. 2020, doi: 10.1016/J.GFS.2020.100404.
- [3] R. Khangura, D. Ferris, C. Wagg, and J. Bowyer, "Regenerative Agriculture—A Literature Review on the Practices and Mechanisms Used to Improve Soil Health," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 15, no. 3. MDPI, Feb. 01, 2023. doi: 10.3390/su15032338.
- [4] R. Lal, "Regenerative agriculture for food and climate," *Journal of Soil and Water Conservation*, vol. 75, no. 5. Soil and Water Conservation Society, pp. 123A-124A, Sep. 01, 2020. doi: 10.2489/jswc.2020.0620A.
- [5] E. K. Bünemann et al., "Soil quality – A critical review," *Soil Biol Biochem*, vol. 120, pp. 105–125, May 2018, doi: 10.1016/j.soilbio.2018.01.030.
- [6] R. Lal et al., "Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences perspective," *Geoderma Regional*, vol. 25. Elsevier B.V., Jun. 01, 2021. doi: 10.1016/j.geodrs.2021.e00398.
- [7] E. C. Brevik, J. Hannam, M. Krzic, C. Muggler, and Y. Uchida, "The importance of soil education to connectivity as a dimension of soil security," *Soil Security*, vol. 7, p. 100066, Jun. 2022, doi: 10.1016/j.soisec.2022.100066.
- [8] L. B. Reyes-Sánchez, "La enseñanza de la edafología en el marco del pilar 2 de la alianza mundial por el suelo y los objetivos del desarrollo sostenible," *Suelos Ecuatoriales*, vol. 46, pp. 112–119, 2016.

## AUTORIZACIÓN Y LICENCIA CC

Los autores autorizan a APANAC XIX a publicar el artículo en las actas de la conferencia en Acceso Abierto (Open Access) en diversos formatos digitales (PDF, HTML, EPUB) e integrarlos en diversas plataformas online como repositorios y bases de datos bajo la licencia CC:

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.

Ni APANAC XIX ni los editores son responsables ni del contenido ni de las implicaciones de lo expresado en el artículo.