

INTEGRACIÓN DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y EMPRENDIMIENTO EN PROYECTOS AGROAMBIENTALES DE TECNOACADEMIA ITINERANTE CUNDINAMARCA

Juan Carlos González Velázquez¹, Carlos Andrés Medina Muñoz², Jennifer Andrea Niño Gutiérrez³, Lida Velandia Rey⁴, Liseth Paola Zuluaga Andrade⁵.

Resumen

En la presente investigación se muestran los resultados de tres proyectos agroambientales desarrollados en las instituciones educativas de Girardot y la provincia del Alto Magdalena, ubicadas en el departamento de Cundinamarca, implementando el aprender haciendo y teniendo como objetivo la integración de tecnologías orientadas al desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de emprendimiento que ayuden a promover proyectos agroambientales a los aprendices.

Los proyectos se realizaron mediante la metodología de investigación aplicada, ya que los aprendices están resolvieron un problema específico de su entorno, el cual se evidenció en la escasa accesibilidad a tecnologías y manejo de herramientas orientadas al desarrollo de actividades científicas, dando como resultado la implementación de tres proyectos agroambientales con el uso de materiales de formación, lo cual generó como resultado el establecimiento de cinco (5) huertas agroecológicas con condiciones de temperatura y humedad controladas mediante uso de Arduino, nueve (9) montajes de lombricompost con condiciones controladas para la reutilización de material vegetal generado en restaurantes escolares para la producción de humus sólido y líquido y tres (3) bancos de microorganismos eficientes para procesos de biorremediación de aguas y biofertilización de suelos, logrando el fortalecimiento de su conocimiento en el área de biotecnología.

Palabras Claves: biotecnología, agroecología, lombricompost, microorganismos eficientes, Arduino.

INTRODUCCIÓN

Implementar la metodología basada en proyectos formativos de investigación, permiten integrar la cultura de ciencia, tecnología e innovación, para fortalecer competencias en los aprendices de la Tecnoacademia Itinerante, a través de la identificación de problemas de su entorno y promoviendo la cultura de innovación y el emprendimiento con el uso de tecnologías emergentes, integrando habilidades de los aprendices, fortaleciendo el trabajo colaborativo a medida que se va avanzando en la implementación de los proyectos de investigación formativa y realizando prototipos escolares que permitieron mejorar y solucionar problemáticas agroambientales

en su entorno, las cuales dieron solución al sector productivo; siendo de gran importancia el sector agrícola en la región, observando que en la actualidad se utiliza tan solo un 35 % de las tierras aptas para ser cultivadas, evidenciándose además el desaprovechamiento de los recursos productivos de las zonas rurales en la región del alto magdalena (UMATA, 2015).

También es de gran importancia en la región el sector ambiental, el cual no cuenta con sistemas de tratamientos de aguas residuales y disposición técnica de sus vertimientos, ya que sus redes

de alcantarillado descargan directamente al río Magdalena, lo cual genera un gran impacto ambiental a las fuentes hídricas de la región; por tal motivo es importante la investigación, desarrollo tecnológico e innovación de esta región. A través del desarrollo de las competencias y habilidades en los estudiantes de básica y media secundaria de las instituciones educativas que pertenecen a la Tecnoacademia itinerante, los cuales mediante la formulación e implementación de proyectos de investigación formativa, permitan mejorar condiciones él en sector productivo promoviendo el uso de herramientas tecnológicas aplicadas a CTI.

La escasa accesibilidad a tecnologías y manejo de herramientas orientadas al desarrollo de actividades científicas, además del bajo interés de los estudiantes en la resolución de problemas en el contexto académico y el desconocimiento de entidades que atiendan Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) por parte de los mismos, hacen que sea incipiente la integración de la tecnología orientada al desarrollo de actividades científicas que ayuden a promover proyectos agroambientales de las instituciones educativas de la zona de influencia donde se efectuó el proyecto Tecnoacademia itinerante.

METODOLOGÍA

Por su finalidad es una investigación aplicada, por su alcance es una investigación analítica y por enfoque es de tipo mixto.

1. Establecimiento de huerta agroecológica con condiciones de temperatura y humedad controladas mediante uso de Arduino.

1.1 Adecuación del terreno

Para el establecimiento de las huertas agroecológicas de tomate, pimentón y cilantro de las instituciones educativas, se implementaron en un terreno de 10 metros cuadrados (10 m^2).



Figura 1. Adecuación de terreno

Antes de la siembra se incorporó en el suelo humus sólido de lombriz y abono previamente compostado para mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas, se mezclaron él en suelo dejándolo actuar por un periodo de 15 días para garantizar mejor humedad, aireación y nutrientes del suelo.



Figura 2. incorporación de abonos al suelo

Se realizó la medición del área de siembra mediante el uso de un decámetro, delimitando 3 camas en suelo de forma vertical, con dimensiones de 1.5 m de ancho x 2,5 m de largo y distancia entre camas de 60 cm para la siembra de tomate y pimentón con un encerramiento en guadua de la misma zona.



Figura 3. Trazado de las camas de tomate y pimentón.



Figura 4. Establecimiento de camas de tomate y pimentón.

Para la siembra del cilantro se realizaron 3 surcos con las siguientes dimensiones, 60 cm ancho y 1,5 metros de largo y una altura del surco de 30 cm.



Figura 5. Elaboración de surcos para siembra de cilantro.

1.2 Siembra semilleros de semillas de tomate y pimentón

Los materiales utilizados para realizar los semilleros de hortalizas fueron semillas de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Santa Clara, semillas de pimentón (*Capsicum annuum*) variedad California Wonder, el sustrato utilizado para el llenado de las bandejas de germinación de 128 alveolos fue turba.



Figura 6. Llenado de las bandejas de germinación con turba.

Se colocó en cada uno de los alveolos de las bandejas de germinación, una cantidad de 3 semillas de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Santa Clara a una profundidad igual o inferior al doble del diámetro de la misma, se realizó el mismo procedimiento para la siembra de semillas de pimentón (*Capsicum annuum*) variedad California Wonder al finalizar la siembra de los semilleros se procedió al regado de los semilleros para garantizar la germinación de las mismas.



Figura 7. Semilleros de tomate (*Solanum lycopersicum*) y pimentón (*Capsicum annuum*)

1.3 Siembra directa en suelo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.)

Una vez listos los surcos para la siembra de las semillas de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) variedad patimorado se realizó un trazado horizontal con una profundidad de 3 cm sobre cada uno de los surcos, donde se procedió a realizar la siembra esparciendo las semillas y posteriormente tapándolas, se realizó riego para asegurar la germinación.



Figura 8. Siembra en suelo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.)

1.4 Trasplante

Se realizó el trasplante de las plántulas de tomate y pimentón 20 días después de la siembra de los semilleros.



Figura 9. Trasplante de plántulas de tomate y pimentón

2. Montaje de lombricompost con condiciones controladas para la reutilización de material vegetal generado en restaurante escolar con producción de humus sólido y líquido.

1.1 Montaje de lombricompost

De acuerdo con las características principales de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), se realizó el establecimiento del sitio en un espacio abierto cerca de la huerta ecológica; con el propósito de aplicar en los proyectos las 3 R, el cual se acondicionó con el fin de cumplir con las condiciones óptimas de una cama de lombriz realizando perforaciones en la parte inferior para facilitar el manejo del humus líquido de lombriz.



Figura 10. Adecuación de cama de lombriz, lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

1.2 Selección de los materiales para el montaje del lombricompost.

Los materiales seleccionados fueron: residuos vegetales originados en la cafetería de las instituciones educativas, abono orgánico compostado (estiércol bovino) melaza, agua potable reposada, recipientes plásticos para mezclar y semillas de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).



Figura 11. Materiales utilizados para el montaje del lombricompost

1.3 Montaje del lombricompost

Se realizó el montaje del lombricompost, por medio de capas, incorporando primero una mezcla homogénea de 15 cm de material animal (estiércol compostado) con material vegetal (residuos orgánicos generados en los restaurantes escolares) y semilla de lombriz.



Figura 12. Adecuación de cama de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

3. Control de condiciones con Arduino

Los materiales utilizados para realizar el control de condiciones con Arduino en los proyectos de huertas y lombricompost fueron: computadora, tarjeta de programación Arduinouno original, cable USB, cable

DuPont macho-macho, cable DuPont macho hembra, cable DuPont hembra-hembra, Protoboard MB102 de 830, 1 NTC, sensor de humedad del suelo CR69, LCD Keypad, adaptador LCD I2C y Cables de conexión.

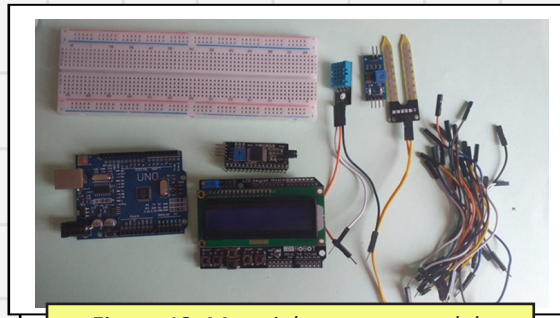


Figura 13. Materiales para control de condiciones con Arduino.

4. Banco de microorganismos eficientes para procesos de biorremediación de aguas y biofertilización de suelos.

4.1 Realizar la trampa: Se realizó la trampa para la captura de microorganismos eficientes (E.M.)



Figura 14. Materiales para realizar la trampa para la captura de E.M

4.2 Se realizó la preparación de los medios de cultivo.



Figura 15. Preparación del medio del cultivo de E.M

4.3 Realizar la captura

Se procedió a seleccionar un lugar adecuado para realizar la siembra de la trampa colocándola al interior de una matera u/o árbol, los cuales proporcionaban las condiciones adecuadas de humedad, temperatura y luminosidad para un óptimo intercambio y propagación de los microorganismos.



Figura 16. Montaje en sitio del medio de cultivo

Se procedió a la activación y multiplicación de los microorganismos para ser utilizados en procesos de biorremediación y biofertilización del suelo, este se realizó utilizando los microorganismos capturados en el medio de cultivo, alimentándolos con melaza, levadura seca, yogur y soya.



Figura 17. Activación de microorganismos eficientes (E.M.)

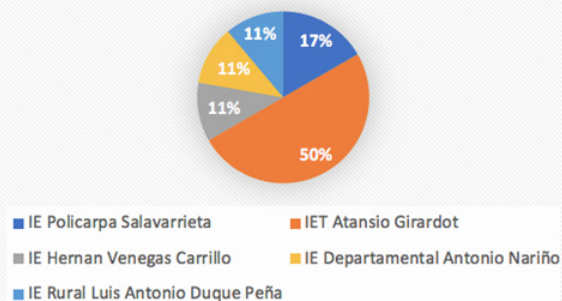
RESULTADOS

Cumpliendo los objetivos establecidos en el proyecto se obtuvieron los siguientes resultados:

Se establecieron cinco (5) huertas agroecológicas con condiciones controladas de temperatura y humedad, con una población impactada de cinco instituciones educativa las cuales fueron IE Policarpa Salavarrieta, IE Atanasio Girardot, IE Hernán Venegas Carrillo, IE Departamental Antonio Nariño, IE Luis Antonio Duque Peña con un total de 180 aprendices en las cuales adquieren conocimientos desde el área de ciencias en la propagación de especies vegetales, cuidado y manejo de las mismas mediante la preparación de extractos vegetales para la prevención de plagas y

enfermedades, además de la incorporación para su crecimiento de abonos orgánicos generados durante las actividades de aprendizaje, también se impactaron directamente 4 familias de municipio de Nariño Cundinamarca en el fortalecimiento de agricultura urbana y por ende seguridad alimentaria.

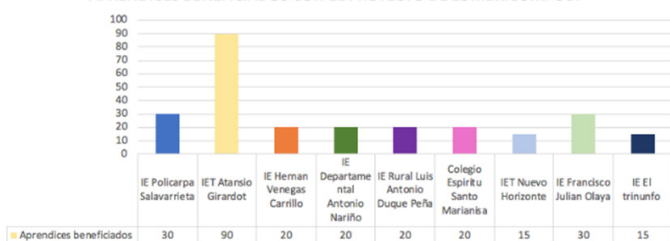
Aprendices beneficiados en el proyecto de huerta automatizada por IE



Gráfica 1. Porcentaje de aprendices beneficiados en el proyecto huertas agroecológicas con condiciones controladas de temperatura y humedad por institución educativa.

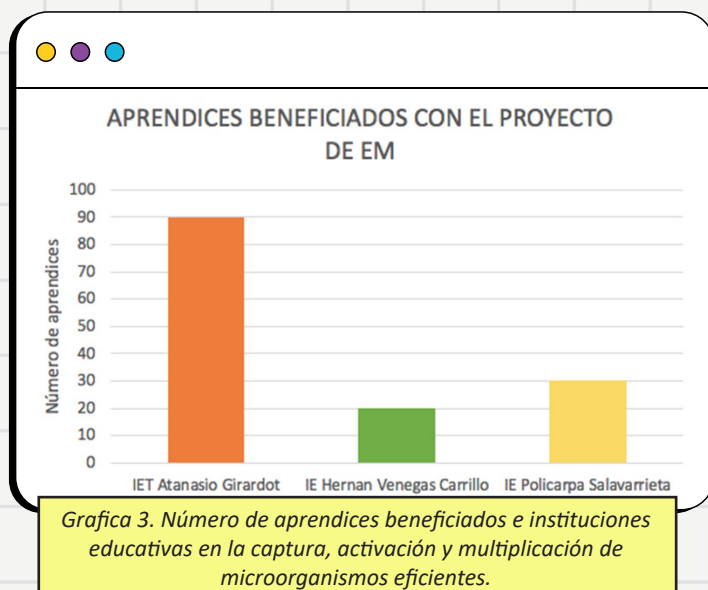
Se realizaron nueve (9) lombricompost de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) haciendo uso de los residuos sólidos orgánicos generados en los restaurantes escolares con condiciones controladas de temperatura ambiente y humedad del suelo, mediante el aprovechamiento de los residuos generados en los restaurantes escolares los aprendices no solo aprendieron a realizar la selección de residuos orgánicos, sino también adquirieron competencias en manejo y aprovechamiento de todos los residuos sólidos, con la implementación de este proyecto se beneficiaron 260 estudiantes de las instituciones educativas IE Policarpa Salavarrieta, IE Atanasio Girardot, IE Hernán Venegas Carrillo, IE Departamental Antonio Nariño, IE Luis Antonio Duque Peña, IE Nuevo Horizonte, Colegio Espíritu Santo Marianista, IE Francisco Julián Olaya, IE El triunfo.

APRENDICES BENEFICIADOS CON EL PROYECTO DE LOMBRICOMPOST



Gráfica 2. Número de aprendices e instituciones educativas beneficiadas en el proyecto biotecnológico de lombricompost

Se realizó la captura, activación y multiplicación de tres (3) bancos de microorganismos eficientes (E.M.) nativos de las instituciones educativas, con el fin de realizar procesos de fertilización y regeneración de suelos, además de ser utilizados en procesos de biorremediación de aguas y aceleración de los procesos del compostaje, al realizar esta actividad los estudiantes apropiaron conocimiento del manejo de microorganismos benéficos no solo para la agricultura sino para procesos de biorremediación mediante la selección clasificación y manejo de organismos, además de aprender a capturarlos, activarlos y multiplicarlos de manera fácil y segura siguiendo todas las normas de bioseguridad tenidas en cuenta para la manipulación de este tipo de microorganismos eficientes con este proyecto se beneficiaron 140 aprendices de 3 instituciones educativas IET Atanasio Girardot y IE Hernán Venegas Carrillo, IE Policarpa Salavarrieta.



Durante todo el proceso los aprendices de la Tecnoacademia itinerante Cundinamarca en cada uno de los proyectos realizados, fortalecieron sus habilidades no solo en la ciencia, matemáticas, artes sino también en el área de tecnología en donde aprendieron el funcionamiento de la placa de Arduino, conexiones, sensores, lenguaje de programación, y de forma fácil apropiaron conocimientos básicos logrando controlar cada una de las condiciones ideales para cada proceso biológico implementado, teniendo en cuenta que a pesar de que controlaron en la mayoría de los proyectos, temperatura, humedad en cada uno de ellos los rangos y actividad del sensor tenía un rango diferente según su actividad.

Se promovieron las competencias y habilidades en los aprendices de la Tecnoacademia itinerante en la identificación y solución de problemas de su entorno, para la formulación de proyectos de investigación.

Con el establecimiento de las cinco (5) huertas agroecológicas con condiciones de temperatura y humedad controladas mediante la placa de Arduino, los aprendices de la T.A.I. no solo apropiaron conocimientos en ciencia, tecnología e innovación, sino también aprendieron la importancia de la seguridad alimentaria.

Al establecer una huerta agroecológica es importante tener en cuenta las condiciones del suelo y ambiente, ya que son de gran importancia para asegurar una buena calidad del producto y por ende su producción.

Al saber, como se adecua y establece una huerta escolar, los aprendices de la Tecnoacademias itinerante, apropiaron conocimientos que contribuyen de manera significativa a la seguridad alimentaria no solo de la comunidad educativa sino de sus familias.

Se identificó la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) como una herramienta biotecnológica altamente rentable para la producción de humus, además de ser una alternativa de fácil manejo para que los aprendices apropien los conocimientos en ciencia.

Controlando las condiciones de temperatura y humedad del lombricompost podemos asegurar la adecuada producción de humus y la multiplicación de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

Mediante la apropiación de conocimientos sobre microorganismos eficientes como realizar su captura, activación, multiplicación y creación de banco de microorganismos eficientes (E.M.), los aprendices de las instituciones educativas lograron conocer esta alternativa biotecnológica de fácil acceso y múltiples beneficios utilizándolos en procesos de investigación y aprendizaje.

Se logró sensibilizar a los aprendices vinculados a la Tecnoacademia itinerante en actitudes y aptitudes que permitieron generar iniciativas de emprendimiento a partir de los productos generados

en los proyectos de investigación implementados en las instituciones educativas, como son el humus de lombriz sólido, humus de lombriz líquido, biofertilizantes para suelos y biorremediadores para aguas a partir de la multiplicación de (E.M.).

La participación activa de los aprendices de la Tecnoacademia itinerante en el desarrollo de los tres proyectos les permitió asumir diferentes roles, fortaleciendo las competencias individuales y grupales; promoviendo las habilidades blandas, generando un espacio para procesos proactivos y reflexivos acerca de las metodologías y actividades desarrolladas aplicando los conocimientos adquiridos durante la formación y por ende la identificación de sus fortalezas y debilidades direccionándolos a su proyecto de vida.

El proyecto fue diseñado para garantizar la inclusión de los aprendices de las instituciones educativas, mediante el desarrollo de las diferentes actividades científicas y tecnológicas.

Con la implementación de este proyecto se beneficiaron 9 instituciones educativas y un total de 260 estudiantes que participaron en la Tecnoacademia itinerante de Cundinamarca y beneficiaron 4 familias del municipio de Nariño, Cundinamarca, las cuales realizan procesos de emprendimiento.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Armienta, D., Keck, C., Ferguson, B. G., & Moreno, A. S. (2019). Huertos escolares como espacios para el cultivo de relaciones. *Innovación Educativa*, 19(80), 161–178.

[2] Botella, A. M., Hurtado, A., & Cantó, J. (2017). El huerto escolar como herramienta innovadora que contribuye al desarrollo competencial del estudiante universitario. *Una propuesta educativa multidisciplinar. Vivat Academia, Revista de Comunicación*, 139, 19–31.

[3] Egéa, F. J. M., Egéa S, J. M., & Mercedes, G. (2016). Huertos escolares como recurso para la educación agroecológica. *El caso de la región de murcia. Agroecología Dpto. de Biología Vegetal (Botánica), Facultad de Biología, Universidad de Murcia.*, 11(1), 19–29.

[4] Hollman, N. (2019). *Enseñar robótica para el cuidado de nuestro planeta (Cultivo Hidropónico). Tecnología Humanizada*, 5.

Martínez-Gallardo, R., Guevara-Carrizales, A., Couoh-de la Garza, R., & Flores-Rojas, E. (2008). Primer registro de *Eumops perotis* (Chiroptera: Molossidae) en la Península de Baja California. *Universidad y Ciencia*, 24(3), 189–190. <https://doi.org/10.19136/era.a24n3.253>

[5] Martínez, J. (2011). ¿Cómo integrar las nuevas tecnologías en educación inicial? *Educación*, 20(39), 7–22.

[6] Montoya, J., & Pelaez, L. (2009). Investigación Formativa e Investigación en Sentido Estricto: una Reflexión para Diferenciar su Aplicación en Instituciones de Educación Superior. *Rev. Med Hered*, 13, 20–25.

[7] Morocho, T. M., & Leiva Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93–103.

[8] Rodríguez Torrens, H. de la C., Barreto Argilagos, G., Bertot Valdés, A., & Vázquez Montes de Oca, R. (2013). Los microorganismos eficientes como promotores del crecimiento en los cerdos hasta el destete. *REDVET REVISTA ELECTRÓNICA VETERINARIA*, 14(19), 1–7.

[9] Romero López, T. de J., & Vargas Mato, D. (2017). Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. *ingeniería hidráulica y ambiental*, 38(3), 88–100.

[10] Somarriba, R., & Guzman, F. (2004). *Guía de lombricultura*, Universidad Nacional Agraria (4th ed.). <https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>

[11] Valderrama, C., & Guerrero, L. (2017). Experiencia educativa en Colombia para el fortalecimiento de capacidades en ciencia, tecnología y la innovación. *IV Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad-CINAIC*, 1, 589–592.