

# La educación ambiental y su impacto

Experiencias de la Universidad Politécnica Salesiana



Fredi Portilla Farfán, Geovanna Zea Cobos, Estefanía Avilés Sacoto (Coordinadores)

Universidad Politécnica Salesiana

Replantear el modelo extractivista y hacerlo desde la educación es clave en un momento en que, en el mundo entero, se debate acerca del cambio climático y de la protección del medio ambiente.

El impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental en Cuenca; la evaluación ambiental y etnobotánica de la flora medicinal en el bosque protector Aguarongo, en Azuay; las prácticas sanitarias a nivel urbano y rural en la ciudad de Cuenca o el análisis de la reforestación en la comunidad San Francisco de la parroquia Tarqui son algunos de los ejemplos de educación ambiental que esta publicación pone sobre la mesa para su análisis y discusión.

ISBN-13: 978-9978-10-035-2



9 789978 108352



ABYA  
YALA | UPS



*Fredi Portilla Farfán, Geovanna Zea, Estefanía Avilés Sacoto*  
Coordinadores

# **La educación ambiental y su impacto**

Experiencias de la Universidad Politécnica Salesiana



ABYA YALA | UPS

2023

## La educación ambiental y su impacto. Experiencias de la Universidad Politécnica Salesiana

©Fredi Portilla Farfán, Geovanna Zea Cobos, Estefanía Avilés Sacoto  
Coordinadores

1era edición: © Universidad Politécnica Salesiana  
Av. Turuhayco 3-69 y Calle Vieja  
Cuenca-Ecuador  
P.B.X. (+593 7) 2050000  
e-mail: publicaciones@ups.edu.ec  
www.ups.edu.ec

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Grupo de Investigación en Comunicación,  
Educación y Ambiente GICEA

Grupo de Innovación en Seguridad y  
Soberanía Alimentaria SySA

Diagramación: Editorial Universitaria Abya-Yala  
Quito-Ecuador

Foto de portada: [www.freepik.es](http://www.freepik.es)

ISBN UPS: 978-9978-10-835-2

ISBN digital: 978-9978-10-836-9

DOI: [doi.org/10.17163/abyaups.19](https://doi.org/10.17163/abyaups.19)

Impresión: Editorial Universitaria Abya-Yala  
Quito-Ecuador

Tiraje: 300 ejemplares

Impreso en Quito-Ecuador, julio 2023

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana

El contenido de este libro es de exclusiva responsabilidad de los autores



# Índice

---

<b>Presentación</b> .....	11
<b>Introducción</b> .....	15
<i>Ana Julia Vega</i> <i>Tony Vilorio</i>	
<b>CAPÍTULO 1</b>	
Impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental de niños y jóvenes de la ciudad de Cuenca .....	27
<i>Fredi Portilla Farfán</i> <i>María Fernanda Vázquez</i> <i>Dayanna Vargas</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b>	
Educación ambiental en tiempos de pandemia: experiencias desde el asociacionismo salesiano (EIA) .....	47
<i>Estefanía Avilés</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b>	
Evaluación ambiental y etnobotánica de la flora medicinal en el Bosque Protector Aguarongo-Azuay .....	65
<i>Fredi Portilla Farfán</i> <i>Diego Nieves Picón</i> <i>Ximena Criollo Plaza</i>	

#### CAPÍTULO 4

Prácticas higiénico sanitaria en niños y niñas escolares:  
a nivel urbano y rural de la ciudad de Cuenca ..... 85

*Pablo Caballero*

*Geovanna Zea Cobos*

#### CAPÍTULO 5

Valoración del efecto inhibidor de *Trichoderma harzianum*  
frente a *Phytophthora infestans* en cultivos de papa  
en la región sur del Ecuador ..... 97

*Ernesto Delgado Fernández*

*Adriana Bustamante Gavilanes*

*Tony Viloría Ávila*

*Jorge Ramírez Robles*

#### CAPÍTULO 6

La reforestación y sus efectos en la calidad del suelo en la  
comunidad San Francisco, parroquia Tarqui, cantón Cuenca ..... 115

*Geovanna Zea Cobos*

Sobre autores y autoras ..... 143

## Dedicatoria

---

A las mujeres y hombres luchadores por la causa del ambiente saludable y sustentable.

## Agradecimientos

---

A los investigadores/as que aportan con sus experiencias en este libro denotando la empatía con el cuidado, conservación y sana gestión del ambiente.



## Presentación

---

La Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, fundada en 1994, es una institución de educación superior humanística y politécnica, de inspiración cristiana con carácter católico y carisma salesiano. Se dirige de manera preferencial a jóvenes de los grupos de menores ingresos, y fiel a su misión busca formar “ciudadanos honestos y buenos cristianos”, con excelencia académica y humana, con capacidades investigativas e innovadoras que contribuyan al “desarrollo sostenible local y nacional”. Su visión es ser una institución de educación superior reconocida por buscar la verdad, desarrollar la cultura y promover la investigación científica y tecnológica; reconocida socialmente por su excelencia académica, producción científica, responsabilidad social universitaria y por su capacidad de incidir en la innovación, la intercultural y el desarrollo. A través de sus funciones históricas y fundamentales: docencia, investigación y vinculación con la sociedad; la universidad trabaja para fortalecer el desarrollo del país y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Asume una participación efectiva con los actores sociales, demandando una responsabilidad social universitaria mediante programas y proyectos que responden a los actuales contextos de aguda pobreza, inequidad, injusticia, violencia, migración, emergencia sanitaria y vulneración de los derechos humanos.

La Carrera de Ingeniería Ambiental UPS Sede Cuenca, el Grupo de Investigación de Comunicación, Educación y Ambiente GICEA y el Grupo de Innovación en Seguridad y Soberanía Alimentaria SYSA, considerando pertinente y oportuno reflexionar sobre estos modelos y prácticas universitarias en educación ambiental,

sistematiza los proyectos, prácticas y experiencias en esta edición titulada *La educación ambiental y su impacto. Experiencias de la Universidad Politécnica Salesiana*.

Este trabajo aborda temas de interés basados en la experimentación científica, la recuperación de prácticas ancestrales e históricas y la interacción con los actores sociales que hacen noticia con su diaria labor en favor del ambiente. Un primer capítulo, parte con una investigación del “Impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental de niños y jóvenes de la ciudad de Cuenca” cuyo objetivo fue evaluar el impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental de los niños y jóvenes de las instituciones educativas de Cuenca, y a su vez conocer la importancia de aplicar trabajos experimentales en las instituciones. Le sigue un trabajo interesante cuyo objetivo fue el pódcast y los títeres como herramientas para llevar contenido de educación ambiental a jóvenes y niños durante el tiempo de la pandemia en el que las actividades presenciales se vieron interrumpidas, así aparece un segundo capítulo titulado “Educación ambiental en tiempos de pandemia: experiencias desde el asociacionismo salesiano (EIA)”. Un tercer capítulo recoge la valoración del conocimiento cultural como base para la educación ambiental en zonas rurales, basados en la experiencia de la “Evaluación ambiental y etnobotánica de la flora medicinal en el Bosque Protector Aguarongo-Azuay”. Las prácticas higiénico sanitaria en niños y niñas escolares, una realidad local a nivel urbano y rural de la ciudad de Cuenca, son abordadas en el cuarto capítulo; mientras que, en el quinto capítulo se recoge la experimentación de la valoración del efecto inhibidor de *Trichoderma harzianum* frente a *Phytophthora infestans* principal agente causal del tizón tardío en cultivos de papa en la región sur del Ecuador. En el sexto y último capítulo aparece un tema de relevancia social sobre la reforestación y sus efectos en la calidad del suelo en la comunidad San Francisco de la parroquia Tarqui, cantón Cuenca.

Se exhorta al lector, para que haga un recorrido por las páginas de este libro, reflexione y haga su aporte constructivo a la causa de la lucha contra el cambio climático y la construcción de un ambiente sustentable y sostenible donde todos y todas tengan acceso en condiciones de equidad y justicia.

Fredi Portilla Farfán  
Geovanna Zea Cobos  
Estefanía Avilés Sacoto  
(Coordinadores)

# Introducción

---

Ana Julia Vega  
Tony Vilorio  
Docentes-investigadores, UPS Cuenca

El capítulo 1 de este libro trata sobre el “Impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental de niños y jóvenes de la ciudad de Cuenca”. Los autores presentan una estrategia muy bien orientada para mejorar la cultura ambiental y la sensibilización de la juventud y sus familias hacia el cuidado de nuestro planeta, mientras que en el proceso se promueve el intercambio social en un ambiente recreativo. El proyecto contó con la participación de niñas, niños y jóvenes estudiantes de varias Unidades Educativas e involucró a docentes, tesisistas y padres de familia de la ciudad de Cuenca-Ecuador.

El proyecto demuestra que, contando con los recursos necesarios, se logra fortalecer los conocimientos, habilidades, valores y autoestima de los estudiantes para vivir en armonía con el ambiente. Evidencia que la experimentación, el involucramiento de la academia, estudiantes, docentes, padres de familia son fundamentales en el proceso pedagógico para lograr impactos positivos en la educación urbana sobre temas ambientales. La incorporación en el programa de tesisistas, de los principios IAR-FAO, combinados con actividades lúdicas, acciones interactivas y evaluaciones brindan mejores resultados en el proceso de enseñanza-aprendizaje juvenil. El uso de metodologías pedagógicas potencia el aprendizaje del estudiante convirtiéndolo en el centro del proceso práctico y brinda mejores resultados.

El propósito de la investigación en el tema de la educación ambiental es ayudar a mitigar los problemas sociales como la pobreza, la movilidad humana y catástrofes naturales motivando a la juventud a practicar la agricultura urbana con la posibilidad de disponer de alimentos saludables para cuidar la nutrición familiar desde sus propias manos.

Los participantes en la investigación promueven que los logros colectivos son mejores que los individuales y que las instituciones educativas son parte fundamental del cambio al incorporar en sus mallas curriculares la educación ambiental para mejorar la educación integral de niñas, niños y jóvenes de las instituciones educativas de nivel medio. Se propone incorporar el tema de la agricultura urbana (AU) en las instituciones educativas, lo cual puede ir escalando geográficamente hacia la formación integral permanente de la juventud y sociedad civil, creando una conciencia colectiva en pro del futuro y cuidado del planeta. De esta manera, se suman al número creciente de personas que se dedican a practicarla a nivel mundial.

El reto está en superar las limitaciones planteadas en el estudio, las cuales pueden alcanzarse siempre y cuando todos los actores aúnen esfuerzos para fortalecer su participación basada en valores y principios. Las instancias educativas y académicas son un buen inicio de integración con visión de futuro.

El capítulo 2 trata sobre la “Educación ambiental en tiempos de pandemia: experiencias desde el asociacionismo salesiano (EIA)”. El Asociacionismo Salesiano Universitario es un espacio que permite a los jóvenes expresarse y participar en diferentes ámbitos, vinculándose a través de varios proyectos de índole académica, comunicacional, cultural, deportivo y sociopolítico pastoral. Los grupos de Asociacionismo salesiano universitario, y particularmente el Grupo Expresate Ingeniería Ambiental, han estado realizando actividades desde el 2015 que integran el desarrollo ambiental, social y económico de la Universidad Politécnica Salesiana, en la ciudad de Cuenca. Estas actividades incluyen talleres de concientización y educación

ambiental. El proyecto se llevó a cabo en la parroquia Sinincay mediante un taller semanal, durante tres meses, transmitido vía Zoom y redes sociales del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Sinincay. El taller contó con la participación de 60 niños entre 4 y 10 años de edad, una población susceptible del desarrollo de la conciencia ambiental no solo en los grupos sino también en jóvenes talleristas y agentes externos del proyecto. Además, el colectivo “El Abuelo Crispín: la familia” participó en el desarrollo de la metodología lúdica de títeres. La propuesta de talleres de capacitación en educación ambiental se desarrolló mediante la utilización del pódcast y títeres como una experiencia pertinente adaptándose a la nueva realidad en tiempos de pandemia. El objetivo era llegar de forma efectiva a niños, jóvenes y adultos, basándose en un trabajo similar que se venía realizando en unidades educativas desde antes de la pandemia.

Durante las condiciones de pandemia, el equipo de investigadores logró replicar con éxito este proyecto a través de espacios virtuales, debido a las condiciones de aislamiento que se vivieron a nivel mundial y local. La investigación muestra que los pódcast son archivos multimedia, generalmente de audio, diseñados para ser reproducidos en ordenadores o reproductores portátiles. En los últimos tiempos han tenido gran acogida y han demostrado ser útiles para la difusión de información estratégica dada la marcada tendencia y su potencial para desarrollar contenido de todo tipo de conocimiento y promover la difusión de investigaciones, como señalan los autores en este caso. Además, los pódcast sirvieron a la investigación como un canal de comunicación que permitió a los profesores no solo transmitir conocimientos, sino también captar la atención de sus estudiantes. Esto demuestra que los pódcast son una metodología con una interesante evolución en los procesos de educación.

Por otro lado, el estudio también muestra que los títeres se han utilizado como una herramienta educativa importante para los educadores en distintos niveles formativos, ya que promueven el aprendizaje en varias áreas a través de la interacción social. Además,

se ha establecido que los títeres tienen relación directa con la teoría de inteligencias múltiples, estimulando la imaginación y creatividad de las personas dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje con facilidad y a bajo costo.

El proyecto desarrollado por el Grupo ASU EIA abarcó las áreas del conocimiento de Ciencias de la Vida, Ciencias Sociales y del Comportamiento Humano. Tuvo una duración total de seis meses, desde el 1 de diciembre de 2020 hasta el 30 de junio de 2021, e involucró directamente a dieciocho estudiantes y una docente perteneciente a este grupo ASU. El objetivo principal de dicho proyecto fue ayudar a la toma de conciencia en los jóvenes de la Universidad Politécnica Salesiana a través de la difusión de programas con temáticas e investigaciones en el área ambiental. Los objetivos específicos del mismo fueron: capacitar a estudiantes para la elaboración y difusión de materiales; transmitir diferentes episodios semanales en temáticas de interés ambiental para generar toma de conciencia ambiental en la audiencia que escuche las transmisiones y difundir resultados del proyecto.

Los resultados obtenidos dan cuenta de la difusión de treinta y cinco temas variados e importantes para motivar la imaginación y aterrizar en soluciones sencillas de problemas ambientales visibilizados en los últimos años por el grupo. Estos temas incluyen la experiencia del impacto humano sobre la naturaleza, el trato y destino de los animales en los criaderos, y la codicia humana por ostentar vestimenta de pieles, entre otros. Estos temas fueron expuestos en la primera parte del pódcast. En una segunda parte, se pudo visibilizar la falta de conciencia en el manejo de desechos bio-peligrosos de implementos utilizados por el ser humano para protegernos de la pandemia, como fueron las mascarillas, lo que pone en peligro los ecosistemas y muchas especies de animales que terminaron atrapados o consumiendo estos residuos.

Otros episodios de los pódcast también tienen como objetivo visibilizar una nueva conducta de la sociedad a favor del ambien-

te, como los cambios en su alimentación, vestimenta, maquillaje y movilidad.

La realidad nacional no se quedó fuera de estos episodios. Como ejemplo, en el episodio 11 se expone el conflicto vivido en el Parque Nacional Galápagos entre el país y las flotas pesqueras chinas en los espacios patrimoniales de la humanidad, poniendo en peligro la biodiversidad. Además, se aborda el tráfico de fauna en la Amazonía ecuatoriana en el episodio 22, así como el rescate de los saberes ancestrales y poderes curativos de plantas del mismo lugar en los episodios 19 y 5 respectivamente. Considerando la lucha por el ambiente, no solo desde la parte técnica, operativa y financiera, sino también a través del arte y la creatividad, los varios episodios buscan mostrar la relación hombre naturaleza para exponer los problemas y soluciones ambientales. Estos episodios se basan en información científica, pero se presentan de manera amena para llamar la atención y promover la acción de niños y jóvenes a través del uso de la tecnología como las plataformas Spotify y Anchor. Gracias a esto han logrado alcanzar 1370 reproducciones de los distintos episodios del podcast. Según este estudio, la plataforma más utilizada para la reproducción del podcast fue Spotify con el 61 %, seguida de Anchor con el 9 %, Google podcast con el 6 % y otras plataformas con el 25 %.

La técnica de los títeres utilizada en esta propuesta ha dejado buenas experiencias, ya que los autores han demostrado haber cumplido su objetivo principal de concientizar a los niños de la parroquia de Sinincay, provincia del Azuay, sobre diversas temáticas ambientales mediante este programa educativo. Además, el uso de plataformas virtuales y metodologías probaron ser buenas para la formación del público infantil. El proceso incluyó la capacitación previa de los estudiantes para la elaboración de material didáctico y la ejecución de charlas y talleres utilizando la técnica de los títeres para abordar temas como el reciclaje, elaboración de composta casera, la tenencia responsable de animales de compañía, el agua, el páramo la fauna y la flora local, los árboles y su importancia en el calentamiento global,



la minga de reforestación, los plásticos y la contaminación de aire por actividades en la parroquia. Estos temas fueron establecidos por el Gobierno Parroquial debido a que son problemas y escenarios cotidianos dadas las características geográficas y culturales del lugar. Es importante brindar conocimientos y orientación sobre estos temas a los niños del lugar. En este trabajo se plantea la consigna de que no se puede proteger lo que no se ama, y que solo se cuida y ama aquello que se conoce. Esta consigna abre un panorama de conocimiento sobre la riqueza ecológica y biológica del lugar, la cual puede ser una potencial fuente de ingresos para la población a través de su manejo y cuidados adecuados.

Los autores demuestran que los proyectos articulan de una manera multidisciplinaria varias carreras que contribuyen con su experticia en la vinculación con la sociedad. Esto se muestra en el proyecto al unir las carreras de Ingeniería Ambiental, con cátedras como metrología, cambio climático, manejo y conservación de suelos, ecología y recursos naturales. Además, se destaca la participación interinstitucional de entidades como la Prefectura del Azuay y el Municipio de Cuenca, especialmente como parte de sus proyectos de reforestación.

Según los autores del proyecto, se concluye que los pódcast y la utilización de títeres como performance son herramientas útiles para la divulgación de contenido académico en distintas áreas del conocimiento y educación ambiental. Estas herramientas son efectivas para jóvenes y niños, tal como se analiza en la investigación, ya que permiten el desarrollo de habilidades y destrezas de comunicación y seguridad personal, así como fomentar y formar vínculos con empresas nacionales e internacionales. Además, se destacan como espacios de comunicación y participación extracurricular.

Como tarea posterior al proyecto, queda pendiente la evaluación de los impactos de estas herramientas en la toma de conciencia ambiental del público participante. Este aspecto no fue incluido por los autores ya que se enfocaron en encontrar un mecanismo para

continuar con la educación ambiental, especialmente en tiempos de pandemia.

Los autores del capítulo 3 presentan un tema de interés en su artículo titulado “Evaluación ambiental y etnobotánica de la flora medicinal en el Bosque Protector Aguarongo-Azuay”. El tema abordado es la Etnobotánica, que se refiere al conocimiento tradicional acumulado y transmitido entre generaciones. En la actualidad, este conocimiento puede manifestarse de manera tangible en la sociedad con el propósito de rescatar los diversos usos y beneficios de algunas plantas en el tratamiento de enfermedades y dolencias, especialmente en las comunidades rurales donde se practica la medicina tradicional.

Este conocimiento etnobotánico está ligado a la transmisión generacional, por lo que su desaprovechamiento y pérdida es evidente debido a los procesos de urbanización, así como la migración interior y exterior de las personas en muchas comunidades. En Ecuador, se estima que hay alrededor de 3000 plantas consideradas medicinales. Según un estudio, el 80 % de la población ecuatoriana recurre a este tipo de medicina, siendo las comunidades indígenas y campesinas las principales usuarias. Incluso, hoy en día, muchos moradores de las zonas rurales dependen de este recurso como medio de producción y subsistencia económica.

Los autores describen la experiencia del levantamiento de información en el Bosque Protector Aguarongo, que es el hábitat de una gran cantidad de flora y fauna. Tras la intervención antrópica focalizada en la agricultura y ganadería, se concluye que en la zona se está produciendo una gran reducción de los nichos ecológicos, lo que conlleva a la disminución de la diversidad y cantidad de especies del lugar. Esto también se debe, al cambio climático, ya que las especies utilizadas con fines medicinales muestran gran sensibilidad a cambios en los factores biofísicos., lo cual ayuda a comprender la necesidad de mitigar los efectos negativos en las comunidades rurales. Los autores aportan desde la etnobiología como disciplina que

se interesa por las interacciones que tiene el medio vegetal con las culturas humanas, considerándose una ciencia integradora. La naturaleza interdisciplinaria de la etnobotánica permite una amplia variedad de métodos y aplicaciones que el lector puede profundizar en este interesante estudio.

Esta disciplina puede ser usada dentro del campo de la educación ambiental, ya que es un indicador para advertir acerca de la amenaza de la degradación ambiental, permitiéndonos entender cómo las comunidades lidian con la gestión del medio ambiente. La información que muestra el estudio relaciona el conocimiento tradicional de los pueblos allegados al Bosque Protector “Aguarongo” con su diversidad buscando la relación entre su amplia biodiversidad y los conocimientos de las comunidades con factores como la distancia de estas a la zona de estudio y la intensidad de uso que confieren a las especies vegetales, lo cual influye en su sostenibilidad.

Las interrogantes planteadas permitieron identificar 122 plantas vasculares con un uso específico, a través de encuestas aplicadas a personas relacionadas con el tema dentro de las comunidades. Este número representa el 82 % de las especies que han sido identificadas en la zona, aunque se considera que aún es insuficiente la recolección de este tipo de datos. Se han encontrado especies de la familia *Orchidaceae*, que no se registran en ningún otro estudio a nivel nacional.

El estudio indica que a medida que la distancia de la comunidad con el bosque aumenta y se acerca más a un centro urbano o parroquial, el conocimiento de las especies disminuye notablemente. Los autores concluyen que este tipo de conocimiento está limitado a personas mayores, lo que sugiere un alto riesgo de extinción. Por lo tanto, es urgente estudiar y comprender este conocimiento para la conservación y educación ambiental en las comunidades cercanas al bosque.

Los autores presentan varios trabajos de investigación similares en el Bosque Protector Aguarongo que evidencian una alta

biodiversidad, así como patrones y usos del conocimiento en varias comunidades como Granda, El Carmen, Santa Ana y Shiña en la provincia del Azuay. A pesar de la diversidad vegetal se observa un patrón general de conocimiento del tema de entre 50 % y el 67 % por parte de la población. Los autores sostienen que el conocimiento etnobotánico se ha logrado mantener con el paso de las generaciones, lo que indica un alto nivel de preservación de estos saberes. Además, se confirma que la mayoría de las especies encontradas son multiuso y se categorizan generalmente como medicinales, lo cual coincide con estudios similares a nivel nacional. Esta información presentada por los autores se basa en el libro “Plantas útiles conocidas por los grupos mestizos, Saraguro y de nacionalidad kichwa de la región interandina” y en la “Enciclopedia de plantas útiles del Ecuador”.

La importancia del conocimiento etnobotánico se evidencia en las comunidades cercanas al ABVP “Aguarongo” después de recopilar información sobre 183 especies utilizadas con fines medicinales. Los autores determinaron la relevancia de estas plantas para satisfacer las necesidades médicas de las zonas rurales, y preservar y transmitir estos conocimientos ancestrales de generación en generación.

El grupo de investigadores ha realizado una gran contribución y ha proporcionado sugerencias para que la información sea utilizada por instituciones académicas o públicas como un pilar fundamental para la educación ambiental enfocada a un manejo sustentable del bosque, la transmisión de conocimientos tradicionales y la comprensión del comportamiento e impacto de los habitantes de las comunidades estudiadas. Además, se sugiere la implementación de estrategias para recuperar especies nativas que han disminuido debido al cambio climático o a la acción indiscriminada de las personas en actividades de medicina tradicional.

El capítulo 4 está dedicado al estudio de la práctica higiénico sanitaria en niños escolares de las zonas urbanas y rurales de la ciudad de Cuenca. Este trabajo tuvo como objetivo la determinación

de la prevalencia de factores de riesgo higiénico-sanitarios y la incidencia de parasitosis intestinal en niños de la ciudad de Cuenca. Para este estudio se tomaron muestras fecales de 75 niños y niñas, con edades comprendidas entre 8 y 10 años, dando como resultado que el 31 % de los niños muestreados tenían parásitos, a pesar de que el 100 % de sus padres y madres manifestaron tener acceso al agua potable. Por otro lado, se encontró que, solo el 50 % de los padres y las madres de familia tenían conocimientos sobre los parásitos, situación que incrementa considerablemente los factores de riesgo al desconocer las fuentes de ingreso de los parásitos al organismo, así como las medidas sanitarias y las prácticas higiénicas que deben ser aplicadas en sus hogares para disminuir la propagación de parásitos. Entre los parásitos encontrados estuvieron el *Entamoeba coli* y el *Entamoeba histolytica*, a pesar de su presencia, los niños fueron asintomáticos. Considerando los resultados de este trabajo, los autores sugieren llevar a cabo programas educativos y preventivos masivos, aunado a una intervención antiparasitaria para contrarrestar la insistencia de infecciones parasitarias.

El capítulo 5 abordó el tema del efecto inhibitor del *Trichoderma harzianum* frente al *Phytophthora infestans*, siendo este último el principal agente causal del tizón tardío en cultivos de papa en la región sur del Ecuador. El objetivo de esta investigación fue valorar la efectividad de la especie fúngica *Trichoderma harzianum* como antagonista del *Phytophthora infestans*. Este trabajo resultó ser especialmente importante desde el punto de vista ecológico y para la producción agrícola, considerando que es un método biológico alternativo al control químico convencional. Este método es amigable con el ecosistema y contribuye a mejorar la calidad de vida y la salud de los agricultores. El trabajo se llevó a cabo en dos etapas, primero el análisis in vitro sobre la factibilidad y la segunda, el trabajo en el campo sobre la producción. Cuarenta y tres cepas fúngicas fueron aisladas de muestras de suelo. Los resultados de este trabajo arrojaron como evidencias que el *T. harzianum* tiene un potencial antagonista frente al *P. infestans*, llegando a compararse con el tiramiento

químico, lo que sugiere el uso de este, como agente de control de la enfermedad. En el último capítulo, de este muy interesante libro, se analizó cómo la reforestación influyó en la calidad del suelo de la comunidad de San Francisco de la parroquia Tarqui, del cantón Cuenca. Esto se llevó a cabo examinando los nutrientes presentes en el suelo, como el sulfato, el fósforo, el nitrito, el calcio y el hierro; para ello se utilizó la técnica de fotometría, antes y después de la reforestación. Se pudo verificar que la reforestación con plantas propias de la zona contribuyó a mejorar la calidad de los nutrientes del suelo. En este trabajo se evidenció el bajo pH de los suelos sembrados por pinos, y la recuperación de estos al ser reforestados con plantas nativas. Las plantas nativas equilibraron el pH de los suelos, en aproximadamente 5,59, gracias al aporte de nutrientes por parte de estas; lo que favoreció al suelo, al reducir la propagación de organismos que perjudican a las plantas. Después de dos meses de haber reforestado, mejoraron ciertos parámetros físicos del suelo, de los cuales resalta, la conductividad eléctrica del suelo, parámetro este que está directamente relacionada con la eficacia del traslado de nutrientes. La reforestación, llevada a cabo en esta zona, contribuyó a la concientización de la comunidad sobre los beneficios de reforestar con plantas autóctonas de la zona. No hay lugar a duda que esta obra representa una importante contribución a la educación ambiental, al recopilar experiencias emblemáticas de algunas de los trabajos más recientes para esta fecha; llevados a cabo por docentes-investigadores de la Universidad Politécnica Salesiana.

## CAPÍTULO 1

# Impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental de niños y jóvenes de la ciudad de Cuenca

Fredi Portilla Farfán  
María Fernanda Vázquez  
Dayanna Vargas  
Departamento Ingeniería Ambiental, UPS Cuenca

### Introducción

Desde hace algunos años y en la actualidad, la práctica de la agricultura urbana (AU) se ha incrementado notablemente en diferentes países del mundo debido al crecimiento poblacional que ha afectado al desarrollo de las ciudades (Velásquez Torres y Flores Murillo, 2012) primordialmente por el aumento de la población pobre, la migración y movilidad humana, las catástrofes naturales, la degradación ambiental, el desempleo y la falta de recursos que a medida extiende las necesidades de alimentos de las familias urbanas (Rodríguez Dueñas y Proaño Rivera, 2016).

Con la mayoría de la población viviendo en zonas urbanas, la agricultura se extiende cada vez más a ciudades grandes y pequeñas

ya que un número creciente de personas se dedica a practicarla a nivel mundial (FAO, 2009), esto se debe a que proporciona alimentos saludables dado que se conoce la calidad de los productos que se consumen diariamente sin el peligro de que contengan agroquímicos o sean regados con aguas negras; también aporta nutrientes gracias a que estos cultivos son manejados de una manera orgánica (Azoteas Verdes de Guadalajara, 2009) y sobre todo generan fuentes de empleo que forman un espacio de esparcimiento y trabajo que puede ser compartido en el núcleo familiar y los allegados; además se crean cinturones verdes que fortalecen la resiliencia de las ciudades frente al cambio climático (FAO, 2009).

Del mismo modo, mitiga los impactos negativos sobre la biodiversidad circunstante y la distante ya que es más sostenible que la rural debido a que depende de menos agroquímicos y es menos nociva desde el punto de vista biológico (RUAF, 2001). Por ello, la AU al ser un conjunto de sistemas que comprende desde la producción primaria al procesamiento de alimentos a nivel familiar y artesanal, hasta posicionarse en mercados diferenciados donde se reconoce el valor agregado que genera (Rodríguez Dueñas y Proaño Rivera, 2016) buscando ser un instrumento de sostenibilidad ambiental, económica y social.

Por otra parte, promover la agricultura urbana mediante la educación ambiental es un punto importante a medida que promueve acciones de formación donde las personas descubren nuevas maneras de encontrarse y relacionarse con el entorno (Martínez Mejía, 2020) aprovechando los recursos naturales como son el suelo, agua, aire, flora y fauna sin perder sus propiedades naturales y recuperando no solo el entorno sino también la seguridad alimentaria (Portilla Insuasti y Sañudo Díaz, 2016).

El objetivo de esta investigación es evaluar el impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental de los niños, niñas y jóvenes de la ciudad de Cuenca, mediante la recopilación de información de tesinas realizadas en las instituciones educativas de la ciudad que se han visto planteadas con la finalidad de retomar la agri-



cultura en la parte urbana como ayuda para programas de educación ambiental de niños/as y jóvenes en los centros educativos que a su vez sirve de aporte para los mismos inculcando responsabilidades acerca del cuidado del planeta.

## La educación ambiental y su aporte

Según Labrador y Del Valle (1995), la educación ambiental (EA) es un proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su ambiente y aprenden los conocimientos, los valores, las destrezas, la experiencia y la determinación que les permiten actuar, individual y colectivamente, para resolver los problemas ambientales presentes y futuros. Por ende si bien es cierto, las nuevas generaciones son las que aportan actitudes ambientalistas importantes ya que traen como principal consecuencia un ambiente equilibrado entre el ser humano y el ecosistema que los rodea (Quihpi Pintado y Sarango Guamán, 2020). Por lo tanto, cabe mencionar que en varios países la educación ambiental inició con las bases educativas, ya que esta terminología no es nueva, pues ya se utilizaba en los centros educativos desde los años 70. Donde el Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2018) afirma que fueron los maestros quienes realizaron los primeros ensayos de EA, en asignaturas como ciencias naturales o como actividades del conocimiento, del cuidado y conservación de la naturaleza. También Novo (1996), señala que la enseñanza ecológica es el primer método para unir a la educación con el ambiente ya que las personas buscan promover la educación ambiental en los diferentes niveles de educación ya sean formales o informales.

Según Valdés *et al.* (2013), se debe tomar como referencia a países como Francia, Inglaterra, Polonia, Rusia y España, que ya han implementado en su malla de estudio materias enfocadas en la educación ambiental, incorporando diferentes enfoques como la tecnología, cultura, economía y hasta política. Por lo tanto, es de gran importancia que todos los países del mundo se involucren y comprometan con un modelo de educación ambiental en cada institución educativa e instituciones en general.

## Impacto de la agricultura urbana

La agricultura en las ciudades no es reciente, aunque a finales de la década de los 80 empezamos a escuchar sobre la agricultura urbana a nivel mundial, ya que este término se ha desarrollado principalmente para personas con mayores carencias alimentarias y que genere un instrumento de reclamo para una alimentación más saludable y un ambiente menos contaminado (Zaar, 2011).

Es entonces que el término de agricultura urbana según la FAO (1999), se refiere a “pequeñas superficies como solares, huertos, márgenes, terrazas, recipientes situadas dentro de una ciudad y destinadas a la producción de cultivos y la cría de ganado menor o vacas lecheras para el consumo propio o para la venta en mercados de la vecindad”. En otro contexto, la expresión de AU hace referencia a superficies reducidas situadas en el perímetro urbano que se destinan al cultivo intensivo y la cría de pequeños animales domésticos donde esta producción es realizada principalmente en solares vacíos, patios y terrazas que se transforman en huertos comunitarios y familiares; realizada exclusivamente por personas que viven y trabajan en las ciudades (Zaar, 2011).

En la agricultura urbana se han reconocido varios beneficios y ventajas, como por ejemplo, que los huertos llegan a ser en el mejor de los casos, quince veces más productivos que las fincas de la zona rural y en una área de un metro cuadrado proporciona 20 kilogramos de alimento anualmente (FAO, 2010).

Además, brinda beneficios a la dimensión ambiental, económica, social y cultural dado que mejora la seguridad alimentaria, modifica la dieta y nutrición adecuada, ahorro en el hogar y disminución de pobreza, minimización de los residuos generados en la cocina de los hogares, combinación de construcciones y espacios verdes, contribución a mejorar la calidad de vida y el desarrollo urbano (Huertoencasa, 2012). También ofrece grandes posibilidades de desarrollo y de mayores beneficios ambientales en aspectos rela-

cionados con la gestión y tratamiento de los residuos, la producción de energía renovable y la eficiente gestión del agua (López, 2014).

Por ende, se planteó los siguientes objetivos específicos fundamentales en el estudio como conocer el impacto que tuvo la agricultura urbana en la educación ambiental de niños, niñas y jóvenes en las tres zonas de estudio de la ciudad de Cuenca, así como también analizar el impacto que logran los trabajos experimentales al implementarse en instituciones educativas y evidenciar que la agricultura urbana puede contribuir significativamente en la educación ambiental de niños, niñas y jóvenes.

## **Método**

Esta investigación es de tipo inductivo y deductiva pues la información se basó en la consulta de documentos de investigación ya realizadas encontradas en sitios web y bases de datos que son relacionadas con el tema del presente trabajo. Asimismo, se determinaron las variables que fueron analizadas para conocer el impacto que tiene la agricultura urbana en la educación ambiental de niños, niñas y jóvenes de la ciudad de Cuenca. El método utilizado se compone de las tres siguientes etapas:

### **Búsqueda de información**

La investigación se realizó con base en el estudio de tesinas elaboradas por estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana de la carrera de Ingeniería Ambiental aplicadas en instituciones educativas de la ciudad de Cuenca, así como también en la revisión de otros documentos bibliográficos.

Para la búsqueda de información de las coordenadas de ubicación de las instituciones educativas se usó el programa Google Earth Pro.

## Organización de la información

Los documentos más relevantes en la revisión de la información fueron los realizados por las tesinas con los siguientes temas presentados en la tabla 1, siendo estos los más importantes ya que la investigación se enfocó principalmente en la comparación de los trabajos experimentales.

**Tabla 1**

*Documentos relevantes para la revisión en el tema de investigación*

<b>Tema</b>	<b>Autores</b>
“Evaluación de la presencia de plomo a través de huertos hortícolas agricultura urbana en cinco colegios ubicados en el distrito Sur de Cuenca” .	Daisy Carolina Calle Loja Jorge Andrés Zhindón Rodríguez (2018)
“Educación ambiental bajo los principios IAR-FAO en cinco instituciones educativas del centro histórico de Cuenca y determinación de contaminantes (PB, <i>E. Coli</i> y ) en la agricultura urbana (Hortalizas y ornamentales)”.	Daniela Gonzáles Pesántez Laura Catalina Portocarrero Márquez (2019)
“Determinación de plomo, bacterias patógenas ( <i>E. Coli</i> y Coliformes) y captura de carbono en la agricultura urbana (hortalizas y ornamentales) emplazadas en cinco instituciones educativas ubicados en el distrito norte de la ciudad de Cuenca fomentando la educación ambiental bajo los principios IAR-FAO”.	María José Quizhpi Pintado Tania Alexandra Sarango Guamán (2020)

Posteriormente, se realizó la búsqueda de otros documentos bibliográficos obtenidos de bases de datos que fueron revisados de manera sistemática para obtener mayores ideas en el tema de investigación que aportaron información suficiente para conocer más a fondo sobre la agricultura urbana y la educación ambiental.

## Análisis de la información

### *Uso de software*

En el análisis de la información de las tesis, solo una de ellas contaba con los puntos de ubicación de las instituciones educativas donde se había realizado el estudio y para las siguientes se utilizó la herramienta Google Earth Pro, que posteriormente se guardaron en una hoja de Microsoft Excel.

Luego se utilizó ArcMap 10.3 donde se exportó los puntos de Excel para ubicar en el mapa las instituciones educativas que se encuentran en las tres zonas de la ciudad de Cuenca.

Para la matriz de impactos realizada por autoría propia se utilizó el software Microsoft Excel que permitió el análisis estadístico y los histogramas para conocer los resultados de la investigación.

### *VARIABLES DE ESTUDIO*

Se tomó como variables significativas en la investigación a las instituciones educativas de la zona sur, centro y norte de la ciudad de Cuenca (tabla 2), que posteriormente fueron ubicadas en la matriz de impactos.

Tabla 2

*Variables de estudio*

Zonas	Instituciones educativas	Cursos
Sur	UEP Borja	5to, 6to y 7mo de Básica
	UE La Asunción	9no de Bachillerato "C"
	UEP Nuestra Familia	1er Bachillerato
	UE Técnico Salesiano	2do Bachillerato
	UE Bilingüe interamericano	1ero Bachillerato

	UE Santa Mariana de Jesús	7mo y 10mo de Básica
	UE Salesiana María Auxiliadora	7mo y 10mo de Básica
<b>Centro</b>	UEP Corazón de María	7mo y 10mo de Básica
	UEBF Padre Carlos Crespi	7mo y 10mo de Básica
	UE Luisa de Jesús Cordero	7mo y 10mo de Básica
	UE Julio María Matovelle	5to de Básica
<b>Norte</b>	EEB Federico Proaño	8vo de básica
	UETres de Noviembre	6to de básica
	EEB Cristo Rey	6to de básica
	UE Francisca Dávila	6to de básica "A" y "B"

## Matriz de impacto

Mediante la matriz de impactos se logró focalizar los puntos de mayor interés en el tema de la agricultura urbana en la educación ambiental donde fueron evaluadas con una escala de valoración con el fin de conocer la incidencia que tuvieron niños, niñas y jóvenes de las instituciones educativas. Los pasos para realizar la matriz fueron los siguientes:

### ***Identificación de los aspectos a evaluar***

En el primer paso para la matriz se seleccionó los aspectos a evaluar de las tesinas relacionadas con los temas de agricultura urbana y educación ambiental en las instituciones educativas.

### ***Determinación del nivel de impacto***

El segundo paso se basó en una escala de valoración de tres niveles donde el nivel 1 es bajo indicando un impacto negativo, el nivel 2 es medio indicando un impacto medianamente positivo y el nivel 3 alto indicando un impacto positivo como se puede observar en la tabla 3.

**Tabla 3***Escalas de valoración*

Escala de valoración		Descripción
Bajo	1	Impacto negativo
Medio	2	Impacto medianamente positivo
Alto	3	Impacto positivo

### ***Cálculo del impacto***

En el tercer paso se calculó los aspectos a evaluar con la escala de valoración, ya que al conocer la información y los resultados de los trabajos experimentales se valoró el impacto que tuvieron los trabajos experimentales, luego se realizó un promedio de los resultados obtenidos de las instituciones educativas de la zona norte, sur y centro que posteriormente se dieron a conocer en rango de porcentaje.

**Tabla 4***Rango de porcentajes*

Porcentaje (%)	Descripción
1-34	Impacto negativo
35-70	Impacto medianamente positivo
71-100	Impacto positivo

## **Resultados**

### **Ubicación de las instituciones educativas**

Se encuentran ubicadas en la ciudad de Cuenca al sur de Ecuador en la provincia del Azuay, con coordenadas geográficas 2°39' a 3°00' de latitud sur y 78°54' a 79°26' de longitud oeste, con una altitud de 2560 m s. n. m. (apéndice 1).

## Impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental

Se presentó un cuadro resumen y comparativo de los resultados obtenidos de las tres zonas de estudio evaluadas en la matriz de impactos (apéndice 2). Así también, se presentaron histogramas para el análisis de los mismos los cuales determinaron el impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental de niños, niñas y jóvenes.

**Tabla 5**

*Resultados de la evaluación de la matriz de impactos*

Resultados de la matriz de impactos				Promedio
Aspectos a evaluar	Norte	Centro	Sur	
Las tesistas aplicaron los principios IAR-FAO.	3	3	1	2,3
Apertura de las instituciones al trabajo experimental.	3	3	3	3
Previos conocimiento sobre la Educación Ambiental y Agricultura Urbana.	2,6	3	3	2,9
Los colegios cuentan con proyecto "TINI".	1,8	1	1,4	1,4
Asimilación de la información de los temas tratados en las charlas.	2,8	3	2,8	2,9
Entrega de material de apoyo a los estudiantes.	3	3	2	2,3
Cuenta con terreno destinado para un huerto.	1,4	1	2,4	1,6
Los estudiantes estuvieron involucrados en la siembra de las plantas.	3	1	3	2,3
Los estudiantes estuvieron involucrados en el riego de las plantas.	3	1	3	2,3
Los estudiantes estuvieron involucrados en el manejo integral de plagas.	3	1	3	2,3
Los estudiantes mostraron interés en replicar un huerto en casa.	2	2,4	2,6	2,3
Apoyo de los docentes en las actividades realizadas.	3	3	3	3
Apoyo de los padres de familia en las actividades realizadas.	3	1	2,6	2,2
<b>Promedio general</b>	2,7	2,0	2,5	2,4
<b>Porcentaje (%)</b>	90	66,67	83,33	80

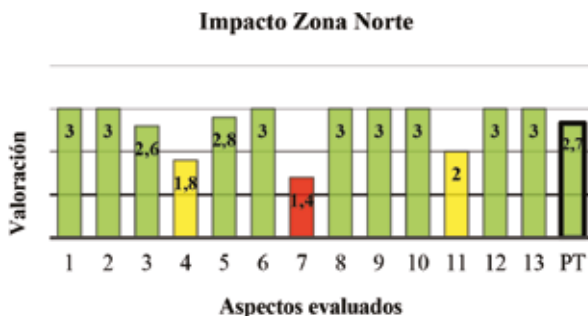


## Análisis de resultados

A continuación, se presenta los resultados obtenidos del impacto de las instituciones educativas según la zona de estudio.

**Figura 1**

*Histograma de resultados obtenidos en la matriz de impactos zona norte*



Como se puede observar en el histograma, las instituciones de la zona norte presentaron un impacto positivo ya que 10 de los 13 aspectos evaluados demostraron valoraciones altas, dado que las tesis implementaron los principios IAR-FAO incentivando en los participantes acciones positivas sobre la seguridad alimentaria, nutrición, y la mejora de los medios de vida sostenibles a través de los huertos urbanos donde los participantes involucrados demostraron total desempeño en cada una de las actividades realizadas.

Así también, se observaron dos aspectos medianamente positivos puesto que tres de las cinco instituciones no cuentan con el proyecto “TINI” impulsado por el Ministerio de Educación del Ecuador siendo este relevante ya que su objetivo es promover, generar, comprometer y fortalecer la conciencia ambiental, en cuanto al replicar un huerto en casa los estudiantes mostraron interés cuando las tesis impartieron la importancia del mismo pero mas no lo aplicaron. Y como impacto negativo se tiene que solo una de las cinco instituciones educativas contaban con un terreno destinado para el huerto mientras que las otras utilizaron cajoneras previamente diseñadas.

Con todos los aspectos evaluados se obtuvo un promedio total de 2,7 representando un 90 % dando así un impacto positivo en las instituciones educativas de la zona norte.

Figura 2

*Histograma de resultados obtenidos en la matriz de impactos zona centro*



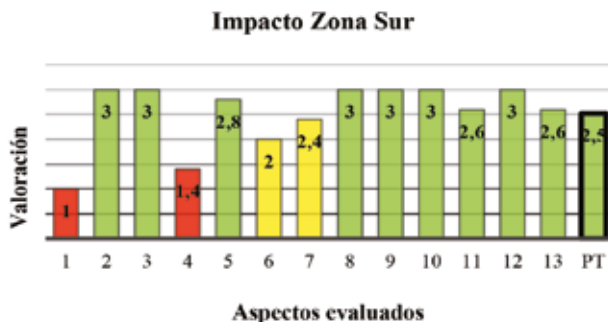
En el histograma se visualiza que de los 13 aspectos evaluados siete presentaron impactos positivos, ya que las tesistas implementaron los principios IAR-FAO mediante charlas, dinámicas, visitas al huerto y cuestionarios para evaluar a los participantes el conocimiento que tienen en el tema de educación ambiental y agricultura urbana, demostrando así interés y asimilación en los temas tratados.

En las instituciones de esta zona, el interés de replicar un huerto en casa fue medianamente positivo ya que pocos mostraron evidencias de haber aplicado, mientras tanto otros se interesaron indicando que aplicarían en algún momento. Y como impactos negativos se obtuvieron seis, esto debido a que en el aspecto 4 ninguna de las instituciones contaba con el proyecto “TINI”, y los otros aspectos que engloba las actividades del manejo del cultivo no contaban con terrenos destinados para un huerto, así también los estudiantes no estuvieron involucrados en la siembra, riego y manejo integrado de plagas. Finalmente, esas actividades fueron realizadas por las tesistas.

El análisis determinó una media total de 2, lo que representa un 66,67%, obteniendo así un impacto medianamente positivo en las instituciones educativas de la zona centro.

Figura 3

*Histograma de resultados obtenidos en la matriz de impactos zona sur*



De los 13 aspectos evaluados, 9 tuvieron impactos positivos puesto que todos los participantes involucrados demostraron conocimiento en agricultura urbana y educación ambiental además asimilaron la información impartida por las tesistas en las diferentes actividades que realizaron, mostrando una participación activa en el manejo integral del cultivo.

En el aspecto 6, se presentó como material de apoyo videos referentes a los temas tratados y en el aspecto 7, tres de las instituciones de la zona sur contaban con terrenos destinados para un huerto y las otras utilizaron distintos espacios, presentando un impacto medianamente positivo. Y como impactos negativos, las tesistas no aplicaron los principios IAR-FAO y no contaban con el proyecto “TINI”.

A partir de los parámetros estudiados, se determinó un promedio total de 2,5, lo que representa un 83,33 %, dando así un impacto positivo en las instituciones educativas de la zona sur.

## Discusión

Según los resultados obtenidos en la matriz de impactos, se determinó que los resultados no fueron iguales entre las tres zonas, ya que las instituciones de la zona norte y sur presentaron un impacto positivo frente a la zona centro con un impacto moderadamente positivo, debido a que las tesis en las instituciones de la zona norte (Quizhpi Pintado y Sarango Guamán, 2020) aplicaron los principios IAR-FAO mediante actividades lúdicas como ruleta de la suerte, sopa de letras, elaboración de cartilla de EA y una salida pedagógica al Huerto Agroecológico “San Joaquín”; a comparación de Gonzáles y Portocarrero (2019) en la zona centro que aplicaron también los principios IAR-FAO utilizando charlas, dinámicas, entrega de un tríptico y evaluaciones pero a diferencia de la anterior no realizaron salidas a otros huertos, y las instituciones de la zona sur los tesis Calle y Zhindón [(2018) implementaron actividades como charlas, juegos, videos y evaluaciones pero no aplicaron los principios IAR-FAO, y no realizaron una salida pedagógica mostrando con ello que los estudiantes que realizaron la misma tuvieron mejores resultados en los temas de AU y EA. Dado que “Las salidas pedagógicas resultan ser un potenciador para el aprendizaje que coloca al alumnado en el centro del proceso de enseñanza logrando estar en contacto directo con el entorno realizando el proceso de aprendizaje de una manera inminentemente práctica” (Mohamed-Mimón *et al.*, 2020). Todas estas actividades se logran gracias al acompañamiento de los profesionales a cargo.

En la asimilación de la información de las charlas impartidas a los estudiantes tuvieron un alto impacto, ya que según Quizhpi y Sarango (2020) evidenciaron un nivel de comprensión del 80 % de los temas tratados, mientras que Gonzáles y Portocarrero (2019) afirman que el porcentaje de asimilación obtenido fue de 91,49 %, en cuanto a Calle y Zhindón (2018) no cuentan con un porcentaje de asimilación, pero mencionan que para incentivar la participación de los estudiantes, se impartieron charlas y capacitaciones proporcionadas por los estudiantes del sexto ciclo de la carrera de Ingeniería Ambiental UPS, expresando una convivencia armónica de los estudiantes del colegio con los universitarios.

Con relación al proyecto TINI, las instituciones que participaban fueron la UE “Julio María Matovelle” y EEB “Federico Proaño” pertenecientes a la zona norte, al igual que la UE “La Asunción” de la zona sur y en las de la zona centro ninguna contaba con el mismo; cabe recalcar que este proyecto tiene la finalidad de fortalecer los conocimientos, habilidades, valores y autoestima de los estudiantes para vivir en armonía con el ambiente. Es por ello que dentro del horario curricular institucional cuentan con una hora establecida para desarrollar temas ambientales, ya que al momento de realizar las actividades estas horas fueron de gran utilidad a diferencia de Gonzáles y Portocarrero (2019) quienes tuvieron inconvenientes por la interrupción de sus horas de clase.

Así mismo, en los procesos del manejo del cultivo, las instituciones de la zona norte y sur (Quizhpi Pintado y Sarango Guamán, 2020; Calle Loja y Zhindón Rodríguez, 2018) contaron con el apoyo de estudiantes, docentes y padres de familia en las actividades realizadas, a comparación de las instituciones del centro González Pe-sántez y Portocarrero Márquez (2019) indicaron que los estudiantes no estuvieron involucrados en el proceso, dado que por sus horas de clases no les otorgaban los permisos respectivos y también por la cantidad de feriados que se tuvieron en el año lectivo que realizaron el trabajo experimental, es entonces que las tesis realizaron todo el manejo del cultivo siendo un aspecto en contra, ya que los estudiantes no pusieron en práctica lo aprendido teóricamente. En este proceso, también se pudo conocer que pocas fueron las instituciones que contaban con un terreno destinado para un huerto, por lo que las tesis buscaron otras alternativas para la aplicación como gaventas reutilizables, pallets y jardineras.

Cabe señalar que los estudiantes mostraron interés en replicar un huerto en casa pero no lo aplicaron, es así que las instituciones que sí mostraron evidencias de haber aplicado en su hogar fueron la UE “Salesiana María Auxiliadora”, la UE “Luisa de Jesús Cordero”, UE “Nuestra Familia”, UE “Técnico Salesiano” y UE “Bilingüe Interamericano”.

## Conclusiones

En relación con lo investigado se puede concluir que el impacto de la agricultura urbana en la educación ambiental de niños, niñas y jóvenes de la ciudad de Cuenca participantes en los trabajos experimentales obtuvieron un promedio general de 2,4 que representa un 80 % indicando un impacto positivo a partir de la evaluación de la matriz de impactos. Según los resultados, la zona norte tuvo un impacto positivo del 90 %, ya que las tesis lograron una metodología satisfactoria que resultó en un alto nivel de aprendizaje y colaboración entre los participantes; seguido de la zona sur con un 83,33 %, demostrando un impacto positivo ya que en su metodología involucraron a estudiantes de sexto ciclo de la carrera de Ingeniería Ambiental, aportando mayores conocimientos teniendo como resultado la participación activa de los estudiantes. En cuanto a la zona centro con un 66,67 %, el impacto es moderadamente positivo, ya que las tesis tuvieron algunas dificultades al ejecutar su metodología involucrando la participación estudiantil en los manejos del cultivo debido a la falta de horas disponibles, pero cabe mencionar que los estudiantes mostraron actitudes y acciones positivas en los temas de agricultura urbana y educación ambiental.

Con respecto a la implementación de los trabajos experimentales en instituciones educativas vinculados con temas de educación ambiental y agricultura urbana, se analizó que estos proyectos son de alto impacto, por lo que se debe seguir aplicando ya que lograron en los estudiantes el fortalecimiento de sus valores ambientales, para que se apliquen con visión de futuro.

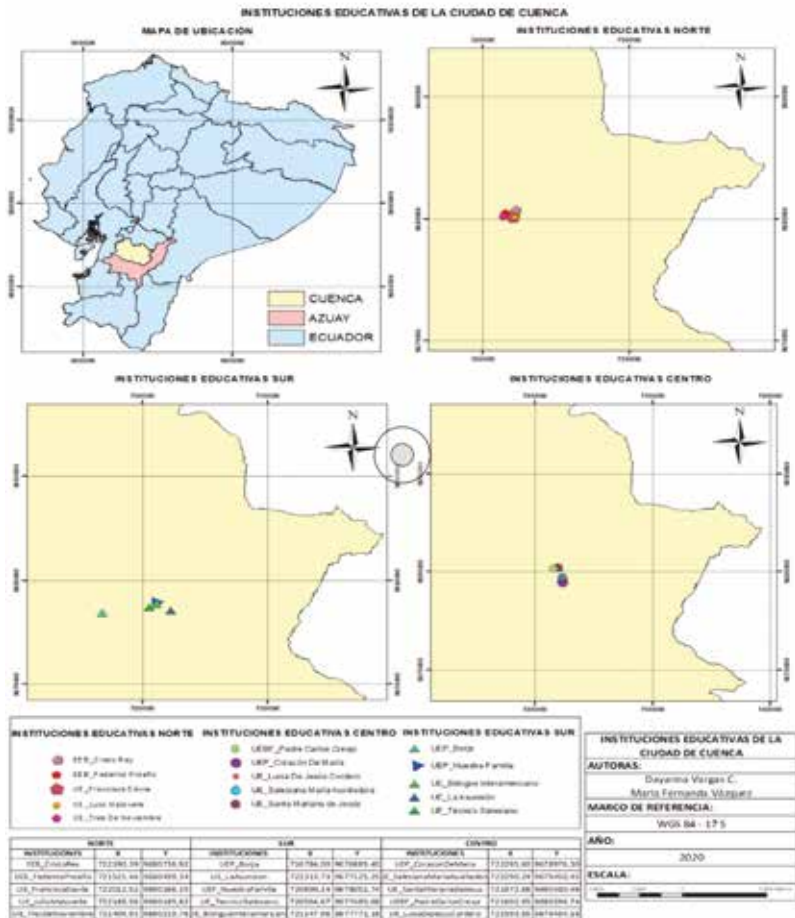
Se evidenció que la agricultura urbana puede contribuir significativamente en la educación ambiental de niños, niñas y jóvenes, ya que a través del aprendizaje desarrollan habilidades productivas en el ámbito ambiental, alimentario y social, lo cual les permite una dinámica entre su entorno que se involucran en los procesos del manejo del cultivo y su mantenimiento, generando conciencia ambiental y

una participación integral y grupal entre los participantes y alcanzando a su vez un aprendizaje formativo con los proyectos realizados.

## Apéndice 1

Figura 4

Mapa de ubicación



Apéndice 2

Figura 5  
Matriz de Impactos

Zona	Colegios	Las tesis aplicaron los principios IAR-FAO	Apertura de las instituciones al trabajo experimental	Previos conocimientos sobre la Educación Ambiental y Agrícola Urbana	Los colegios cuentan con proyectos TNI	Asimilación de la información de los temas tratados en las charlas	Entrega de material de apoyo a los estudiantes	Cuenta con terreno destinado para un huerto	Los estudiantes invirtieron en la siembra de las plantas	Los estudiantes estudian en el riego de las plantas	Los estudiantes involucrados en el manejo integral de las plantas	Los estudiantes muestran interés en replicar un huerto en casa	Apoyo de los docentes en las actividades realizadas	Apoyo de los padres de familia en las actividades realizadas
Norte	Escuela de educación básica Cristo Rey	3	3	3	1	2	3	1	3	3	3	2	3	3
	Unidad Educativa Francisca Dávila de Muñoz	3	3	2	1	3	3	1	3	3	3	2	3	3
	Escuela de Educación Básica Federico Proaño	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3
	Unidad Educativa "Julio María Matovellet"	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
	Unidad Educativa "Tres de Noviembre"	3	3	3	1	3	3	1	3	3	3	2	3	3
	<b>Promedio</b>	3	3	2,6	1,8	2,8	3	1,4	3	3	2	3	3	3
Centro	Unidad Educativa Salesiana María Auxiliadora	3	3	3	1	3	3	1	1	1	1	3	3	1
	Unidad Educativa Padre Carlos Crespi	3	3	3	1	3	3	1	1	1	1	2	3	1
	Unidad Educativa Santa Marianita de Jesús	3	3	3	1	3	3	1	1	1	1	2	3	1
	Unidad Educativa Corazón de María	3	3	3	1	3	3	1	1	1	1	2	3	1
	Unidad Educativa Luisa de Jesús Condero	3	3	3	1	3	3	1	1	1	1	3	3	1
	<b>Promedio</b>	3	3	3	1	3	3	1	1	1	2,4	3	1	
Sur	Unidad Educativa Nuestra Familia	1	3	3	1	3	2	1	3	3	3	3	3	3
	Unidad Educativa Técnico Salesiano	1	3	3	1	2	2	3	3	3	3	3	3	1
	Unidad Educativa Bilingüe Interamericano	1	3	3	1	3	2	3	3	3	3	3	3	3
	Unidad Educativa Particular Borja	1	3	3	1	3	2	3	3	3	3	2	3	3
	Unidad Educativa La Asunción	1	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3
	<b>Promedio</b>	1	3	3	1,4	2,8	2	2,4	3	3	2,6	3	2,6	



## Referencias bibliográficas

- Azoteas Verdes de Guadalajara. (2009). Manual de agricultura urbana.
- Calle Loja, D. C. y Zhindón Rodríguez, J. A. (2018). *Evaluación de la presencia de plomo a través de huertos hortícolas agricultura urbana en cinco colegios ubicados en el distrito sur de Cuenca*. Universidad Pólitecnica Salesiana.
- FAO. (1999). La agricultura urbana y periurbana. <https://bit.ly/41WyK8M>
- FAO. (2010). Crear ciudades más verdes. <https://bit.ly/3MDDyeE>
- FAO. (2015). “Agricultura urbana: cultivar los suelos en la ciudad”. <https://bit.ly/3ImhbrH>
- González Pesántez, D. y Portocarrero Márquez, L. C. (2019). *Educación ambiental bajo los principios IAR- FAO en cinco instituciones educativas del centro histórico de Cuenca y determinación de contaminantes (PB, E. Coli y CO2) en la agricultura urbana (hortalizas y ornamentales)*. Universidad Pólitecnica Salesiana.
- Huertoencasa. (2012). “Manual de Agricultura Urbana”. <https://bit.ly/3WnC4bF>
- Labrador Herraiz, C. y Del Valle López, Á. (1995). La Educación Medioambiental en los documentos internacionales . Notas para un estudio comparado. *Rev. Complut. Educ.*, 6, 17. <https://bit.ly/3odWg36>
- López, R. (2014). Beneficios ambientales de la agricultura ecológica urbana y periurbana. *Inst. Recur. Nat. y Agrobiol.* Sevilla. <https://bit.ly/43a39Be>
- Martínez Mejía, J. A. (2020). *La huerta escolar y la agricultura urbana como estrategias para fortalecer la cultura ambiental en los estudiantes del grado 8vo -2 , de la I.E. Santo Tomás de Aquino del municipio de Titiribí, Antioquia*. Fundación Universitaria los Libertadores.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2018). Educación ambiental. Una mirada desde la institucionalidad ambiental chilena. Chile.
- Mohamed-Mimón, M., Pérez-Castro, M. Á. y Montero-Alonso, M. Á. (2017). Salidas pedagógicas como metodología de refuerzo en la Enseñanza Secundaria. *REIDOCREA*. <https://bit.ly/3OmB8SV>
- Novo, M. (1996). La Educación Ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios. *Rev. Iberoam. Educ.*, 11. <https://bit.ly/3pVC7iB>
- Portilla Insuasti L. A. y Sañudo Díaz, J. N. (2016). *Agricultura urbana y conciencia ambiental en las comunidades de: Corazón de Jesus, Emilio Botero, Belén, Miraflores y el Pilar, Municipio de Pasto-Nariño*. Universidad de Manizales.
- Quizhpi Pintado, M. J. y Sarango Guamán, T. A. (2020). *Determinación de plomo, bacterias patógenas (E. Coli y Coliformes) y captura de car-*

- bono en la agricultura urbana (hortalizas y ornamentales) emplazadas en cinco instituciones educativas ubicados en el Distrito Norte de la ciudad de Cuenca fomentando la educación ambiental bajo los principios IAR- FAO.* (Tesis). Universidad Politécnica Salesiana.
- Rodríguez Dueñas, A. y Proaño Rivera, I. (2016). *Quito siembra: Agricultura Urbana*. <https://bit.ly/3ImVwzv>
- RUAF. (2001). The Urban Agriculture Magazine La Revista Agricultura Urbana.
- Valdés Valdés, O., Rodríguez Salvá, A., Llivina Lavigne, M., Betancourt Blanco, A. y Santos Abreu, I. (2013). La educación ambiental y desarrollo sostenible: estrategias de integración interdisciplinaria curricular e institucional en los programas, proyectos y buenas prácticas en las universidades, escuelas, familias y comunidades en Cuba. *Educ. Cuba*. <https://bit.ly/42QDM82>
- Velásquez Torres, P. y Flores Murillo, D. (2012). “Proyecto Social ‘Huertos Urbanos’”. Universidad Católica Santiago de Guayaquil.
- Zaar, M. H. (2011). Agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen e importancia actual. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. <https://bit.ly/3pR0qO>

## CAPÍTULO 2

# Educación ambiental en tiempos de pandemia: experiencias desde el asociacionismo salesiano (EIA)

---

Estefanía Avilés

Docente-investigadora UPS Cuenca

### Introducción

El Asociacionismo Salesiano Universitario es un espacio que permite a jóvenes expresarse y participar en diferentes ámbitos vinculándose a través de varios proyectos de índole académico, comunicacional, cultural, deportivo y sociopolítico pastoral.

La Carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, tiene su grupo de Asociacionismo Salesiano Universitario denominado Exprésate Ingeniería Ambiental desde 2015, es un grupo académico que desarrolla actividades que permiten integrar el desarrollo ambiental, social y económico en la Universidad así como en la ciudad, siendo que una de sus principales actividades a lo largo de estos años ha sido charlas y talleres de concientización y educación ambiental.

En los años previos a la pandemia (marzo 2020), el grupo ASU EIA realizó charlas y talleres de educación ambiental a instituciones como el Colegio Técnico Salesiano, Colegio Agronómico Salesiano, Colegio Salesianas, Colegio Oblatas, Escuela Teresa Balse, Universidad Politécnica Salesiana por citar algunos ejemplos.

Durante la pandemia, fue necesario no dejar de lado esta actividad que la ha caracterizado desde sus inicios y se buscaron nuevas formas y alternativas para llevarla a cabo debido a la “nueva realidad” a la que se enfrentaba sin la “presencialidad” y así se obtuvieron y ejecutaron dos propuestas para apuntar a dos grupos objetivo distintos: jóvenes mediante la utilización y desarrollo de podcast y niños/as con la utilización de títeres a través de plataformas virtuales.

### **Revisión del estado del arte**

En este artículo, el objeto de estudio es el podcast y los títeres como herramientas para llevar contenido de educación ambiental a jóvenes y niños/as durante el tiempo de la pandemia, cuando las actividades presenciales se vieron interrumpidas.

### **Los podcast en la educación**

Los podcast son archivos multimedia, generalmente de audio, para ser reproducidos en ordenadores o reproductores portátiles que en los últimos años están teniendo gran impacto (Berry, 2015), por lo que pueden ser utilizados para la difusión de información estratégica dada la marcada tendencia que están presentado y aprovechar su potencial para desarrollar contenido de todo tipo y promover la difusión de investigaciones en distintas áreas del conocimiento (Nwosu *et al.*, 2017).

El inicio de los podcast surge en 2005 donde el término podcast fue considerado la palabra del año por la Universidad de Oxford (Blanco, 2006) y cada vez son más las empresas que lo consideran y

utilizan como un canal de comunicación importante después de las redes sociales y las páginas web de sus instituciones (Aguayo, 2015).

Solano Fernández y Sánchez Vera (2010), consideran a los pódcast un canal de comunicación que permite a los profesores no solo transmitir conocimientos sino captar la atención de sus estudiantes, lo que podría ser una metodología con una interesante evolución en los procesos de educación.

### **El proceso de enseñanza-aprendizaje a través de títeres**

Según Szulkin y Amado (2006), los títeres son una herramienta educativa importante para muchos educadores a distintos niveles formativos, pues promueve el aprendizaje en varias áreas a través de la interacción social, además que se ha estipulado que tienen relación directa con la teoría de inteligencias múltiples (Ginter, 2005).

El potencial de esta herramienta está en que permite una conexión con el público con el que se trabaja gracias a la interacción social, además de que se ha demostrado que las experiencias de aprendizaje a través de los títeres han sido significativas y que otros aspectos positivos que suman a su potencial como herramienta de educación son su fácil utilización y su bajo costo de realización (Peck, 2005), sumándose a esto el hecho de que estimulan la imaginación y creatividad de las personas dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.

En la formación de niños/as se ha visto que sirven para crear cambios cognitivos con dificultades de aprendizaje y para los maestros representan una herramienta para poder conectar con los niños y su utilización es recomendable (Kröger y Nupponen, 2019).

## Metodología y resultados

La educación ambiental a través del grupo ASU EIA continuó durante la pandemia en el marco de dos proyectos diferentes debido a los distintos públicos a los que iba dirigida:

- Generación y transmisión de un pódcast ambiental ECO-VOZ A Tierra Viva para estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Educación ambiental para el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Sinincay para los niños y niñas de esta parroquia.

### ***Generación y transmisión de un pódcast ambiental ECO-VOZ A Tierra Viva***

La idea de utilizar un pódcast para transmitir mensajes de cuidado al ambiente no solo surgió de la tendencia a este tipo de programas en los últimos años y de la alta demanda que tuvo el uso de internet durante el periodo inicial de la pandemia, sino también de la consideración de que la audiencia a la que podrían llegar estos programas sería amplia, ya que estarían disponibles en Internet durante un periodo de tiempo ilimitado.

El proyecto desarrollado por el Grupo ASU EIA abarcó a las áreas del conocimiento de Ciencias de la Vida, Ciencias Sociales y del Comportamiento Humano, tuvo una duración total de seis meses, desde el 1 de diciembre de 2020 hasta el 30 de junio de 2021 e involucró directamente a dieciocho estudiantes y una docente pertenecientes a este grupo ASU.

**Tabla 1**

*Composición del equipo universitario para el proyecto Pódcast Ambiental ECO-VOZ A Tierra Viva*

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>
Avilés Sacoto Estefanía Caridad	Docente
Bermeo Ordóñez María José	Estudiante
Cárdenas Bravo María Belén	Estudiante
Escandón Crespo María Piedad	Estudiante
Fernández de Córdova Vivanco Doménica Michelle	Estudiante
Landi Gómez Nuve Maricela	Estudiante
León Paredes Zuley Estefanía	Estudiante
Maldonado Cajamarca Edwin Andrés	Estudiante
Méndez Riera Ericka Adriana	Estudiante
Merchán Tenemea Evelyn Jessenia	Estudiante
Peñafiel Guzmán Paula Camila	Estudiante
Proaño Mejía Kathy Arianna	Estudiante
Quezada Quezada Anahí Stefania	Estudiante
Solís Abad Erika Alexandra	Estudiante
Toledo Moncayo Diego Fernando	Estudiante
Vásquez Ochoa Jorge Luis	Estudiante
Vásquez Soria Luis Miguel	Estudiante
Vásquez Vásquez Bryam Marcelo	Estudiante
Vélez Delgado Juan José	Estudiante

El objetivo principal del proyecto fue ayudar a la toma de conciencia en jóvenes de la Universidad Politécnica Salesiana mediante la difusión de programas con temáticas e investigaciones en el área ambiental, con objetivos específicos:

- Capacitar a estudiantes para la elaboración y difusión de materiales (episodios).

- Transmitir diferentes episodios semanales en temáticas de interés ambiental para generar toma de conciencia ambiental en la audiencia que escuche las transmisiones.
- Difundir resultados del proyecto.

Con respecto al primer objetivo específico, el 100 % de estudiantes pertenecientes al grupo (18 estudiantes), fueron capacitados para el desarrollo del material a difundir en los programas durante el periodo de un mes, en una carga horaria equivalente a 60 horas por la docente perteneciente al grupo. Durante las capacitaciones se definió el material a difundir y se desarrolló su contenido.

A continuación se presenta la tabla de las temáticas abordadas en el pódcast.

**Tabla 2**

*Temáticas de los Pódcast ECO VOZ A Tierra Viva*

<b>No. de episodio</b>	<b>Tema</b>
1	Visonos vs COVID
2	El final de tu cubre bocas
3	Copa menstrual; una solución ecológica
4	El secreto de la tecnología ecológica
5	La Pachamama en una botella
6	Formándonos como líderes ambientalistas
7	Los viajes espaciales y el ambiente
8	Anécdotas ambientales
9	Muchas luchas, un solo corazón
10	Más plantas en mi plato
11	Galápagos en una flota pesquera
12	La alimentación del futuro
13	Conectando con nuestra mente
14	Pequeño planeta, grandes closets
15	Conectar con la naturaleza es educar
16	La otra cara del maquillaje



17	Deconstrucción de hábitos
18	El arte como aliado del ambiente
19	Saberes ancestrales y el secreto de la Amazonía
20	Eco tips desde casa
21	Quiénes detrás de ECO VOZ
22	Más vida, menos tráfico de fauna silvestre en la Amazonía
23	Ni retrato, ni arquitectura, fotos de natura
24	Más consciencia, menos basura
25	Conspiración ganadera
26	Cómo hacer un hogar 100 % sostenible
27	Lo que no sabías del aceite de palma
28	Qué le va a pasar a nuestro planeta en el futuro
29	Quema más calorías y menos combustible
30	De botellas a trajes de baño
31	Conservación de los recursos naturales, un reto en la actualidad
32	Cuando la naturaleza suena
33	Se puede regalar vida
34	El futuro del ecoturismo
35	Pastelería <i>plant based</i>

Las 35 temáticas abordadas fueron seleccionadas por estudiantes del grupo ASU EIA bajo lo que jóvenes de edades entre 18 y 30 años consideran tendencias en el área ambiental; si bien, fueron temáticas diferentes, muchas estaban orientadas a algunas realidades que en el estudio del ambiente se han visibilizado en los últimos años.

Se abordaron temáticas que mostraron problemas ambientales durante la pandemia, como en el caso del primer y segundo episodio. El primer episodio que los jóvenes consideraron importante abordar y discutir se debió a que para salvaguardar la seguridad de la humanidad se buscó eliminar a los visones como un importante vector de transmisión del covid, rescatando dentro de su frustración por la defensa de los animales que los criaderos de estos son producto de la ambición del ser humano por desear ostentar de vestimenta con pieles reales; mientras que el segundo episodio buscó mostrar la falta

de consciencia que tiene la humanidad con el manejo de desechos como el caso de los cubre bocas pues muchos terminaban en calles, ríos, playas y no solo representaban un riesgo para la sociedad por considerar los mismos desechos biopeligrosos, sino para los ecosistemas y dentro de ellos muchas especies de animales que terminaron atrapados o consumiendo estos residuos.

Otras temáticas mostraron estilos que la sociedad está implementando a favor del ambiente como son los cambios en su alimentación, vestimenta, maquillaje y movilidad. Estos se encuentran en los episodios 3, 4, 10, 12, 14, 15, 17, 20, 23, 25, 26, 29, 30 y 35.

Realidades nacionales también fueron abordadas como, por ejemplo, en el episodio 11 el conflicto que se encontraba atravesando el Parque Nacional Galápagos, uno de los principales parques nacionales del país y las flotas pesqueras chinas que lo estaban rodeando sin ningún tipo de autorización y sin conocerse los fines para los cuales estaban en este espacio que representa un patrimonio no solo nacional sino mundial de biodiversidad; el tráfico de fauna en la Amazonía ecuatoriana en el episodio 22, así como el rescate de saberes ancestrales y poderes curativos de plantas del mismo lugar en los episodios 19 y 5 respectivamente.

El grupo ASU Exprésate Ingeniería Ambiental tiene dentro de su visión que hay distintas formas de llegar a la sociedad con mensajes sobre el ambiente, no solo desde la parte técnica sino también a través del arte y la creatividad, es por esto que varios episodios han buscado mostrar la relación que existe entre la naturaleza y el arte como son los episodios 9, 13, 15, 18, 23 y 32.

Problemas y soluciones ambientales fueron también estudiados como los impactos del uso de aceite de palma en el episodio 27, los de los viajes espaciales en el episodio 7, los problemas de la basura y el reciclaje en el episodio 24 y la conservación de los recursos naturales en el episodio 31.

En cuanto al segundo objetivo específico, se puede indicar que se desarrolló un episodio por semana del podcast durante cuatro meses y se subió a la web con la frecuencia establecida en las plataformas Spotify y Anchor.

Sobre el tercer objetivo específico, se dispone de las estadísticas de la audiencia que siguió el proyecto y se dieron a conocer a las autoridades de la Universidad Politécnica Salesiana a través de la Dirección de Carrera de Ingeniería Ambiental y el Departamento de Vinculación con la Colectividad de la Universidad.

Las estadísticas reflejan que se tuvieron 1370 reproducciones de los distintos episodios del podcast.

Los grupos a los que se logró llegar son el 41 % jóvenes de 18-22 años, el 40 % a jóvenes entre 23-27, el 9 % a personas entre 28-34 años, el 3 % para personas entre 35-44 y 45-59 años y el 1 % para personas mayores de 60 años.

La plataforma más utilizada para la reproducción del podcast fue Spotify con el 61 %, Anchor con el 9 %, Google podcast con el 6 % y otros con el 25 %.

La sostenibilidad de este proyecto fue evaluada en el ámbito institucional, técnico, operativo y financiero y se puede decir que se logró debido al involucramiento de los jóvenes en los programas de transmisión del área ambiental y su sentido de pertinencia no solo con el grupo ASU EIA, la Carrera de Ingeniería Ambiental sino con la Universidad Politécnica Salesiana, la estructura de organización en la que las responsabilidades asignadas a cada uno son perfectamente conocidas, al recurso humano que tiene la universidad con experiencia en las temáticas abordadas y en la investigación, a las plataformas virtuales y equipos con los que se cuenta en la Universidad para la grabación y transmisión de estos programas y a la capacidad de financiamiento y autofinanciamiento con la que cuenta la institución.

Dentro de los logros del proyecto se pueden citar no solo la transmisión de los 35 pódcast, la audiencia alcanzada y que se llegó al grupo blanco que se deseaba, sino los contactos relevantes con quienes los estudiantes compartieron los programas citando algunos ejemplos como: Saving the amazon, Sattwamx, Morfiac, Solotenemo-sunplaneta, Warabags, Abuelo Crispin, Evealdean, Marcapatito org, Biciguala, Como un madrigal, Casitanaranjita, Ppventuraec, Finca Inesvalero, Zatus Miski, entre otros; todas importantes instituciones/empresas en el ámbito ambiental local, nacional e internacional.

### ***Educación Ambiental para el GAD Parroquial de Sinincay para los niños y niñas de esta parroquia***

La idea de un programa de educación ambiental para niños/as de la parroquia Sinincay nació gracias a una alianza con la que cuenta la Universidad Politécnica Salesiana y la Carrera de Ingeniería Ambiental con el Gobierno Autónomo Descentralizado de esta parroquia rural del cantón Cuenca para el fortalecimiento institucional.

Conociendo que el público objetivo eran niños y niñas, se decidió utilizar títeres al ser una de las metodologías más utilizadas y eficientes en procesos de enseñanza-aprendizaje.

El proyecto desarrollado por el Grupo ASU EIA abarcó a las áreas del conocimiento de Ciencias de la Vida, Ciencias Sociales y del Comportamiento Humano, tuvo una duración total de tres meses, desde el 1 de abril de 2021 hasta el 31 de julio de 2021, e involucró directamente a dieciocho estudiantes y una docente pertenecientes al grupo.

Dado a que los estudiantes no presentaban conocimientos en el manejo de los títeres, se realizó una alianza con un artista especialista en psicología educativa para apoyar a los jóvenes en esta actividad y su formación y manejo en la utilización de los títeres, quien maneja un programa denominado “El abuelo Crispín; la familia”, un proyecto de títeres que busca llevar mensajes de toma de consciencia ambiental y social a la población en general. Este programa tiene ya

un espacio de diez años en la ciudad de Cuenca y quien lo maneja una experiencia de 20 años en el área.

**Tabla 3**

*Composición del Equipo para el proyecto Educación Ambiental para el GAD Parroquial de Sinincay*

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>
Avilés Sacoto Estefanía Caridad	Docente
Bermeo Ordóñez María José	Estudiante
Cárdenas Bravo María Belén	Estudiante
Escandón Crespo María Piedad	Estudiante
Fernández de Córdova Vivanco Domenica Michelle	Estudiante
Landi Gómez Nuve Maricela	Estudiante
León Paredes Zuley Estefanía	Estudiante
Maldonado Cajamarca Edwin Andrés	Estudiante
Méndez Riera Ericka Adriana	Estudiante
Merchán Tenemea Evelyn Jessenia	Estudiante
Peñañiel Guzmán Paula Camila	Estudiante
Proaño Mejía Kathy Arianna	Estudiante
Quezada Quezada Anahí Stefania	Estudiante
Solís Abad Erika Alexandra	Estudiante
Toledo Moncayo Diego Fernando	Estudiante
Vásquez Ochoa Jorge Luis	Estudiante
Vásquez Soria Luis Miguel	Estudiante
Vásquez Vásquez Bryam Marcelo	Estudiante
Vélez Delgado Juan José	Estudiante
Peña Coronel Josué David	Artista y psicólogo educativo

El objetivo principal que tuvo el proyecto fue ayudar a la toma de conciencia en los niños de la parroquia de Sinincay a través de un programa de educación ambiental en diversas temáticas ambientales, utilizando plataformas virtuales apoyándose de metodologías ya probadas con niños como son los títeres.

Los objetivos específicos del proyecto fueron:

- Capacitar a estudiantes para la elaboración y difusión de materiales (charlas y talleres con títeres).
- Transmitir diferentes capacitaciones semanales en temáticas de interés ambiental para niños y niñas.
- Difundir los resultados del proyecto.

Con respecto al primer objetivo específico, los estudiantes pertenecientes al grupo (18 estudiantes, 100 %), fueron capacitados para el desarrollo del material a difundir en los programas durante el periodo de un mes, en una carga horaria equivalente a 60 horas por la docente perteneciente al grupo ASU. En las capacitaciones se definió el material a difundir y se desarrolló el contenido que tendría el mismo. A continuación se presenta la tabla de las temáticas abordadas en los talleres.

**Tabla 4**

*Temáticas de los talleres de educación ambiental para los niños de Sinincay*

No. Taller	Tema
1	Capacitación del reciclaje (funda negra, azul y verde)
2	Hagamos composta casera
3	Reciclaje 2
4	Capacitación en la tenencia responsable de animales de compañía
5	El agua
6	El páramo y el agua
7	Cuidemos el agua (No botar basura a las quebradas, Cierra el grifo)
8	La fauna y la flora local
9	Los árboles y su importancia en el calentamiento global
10	Minga de reforestación
11	Plásticos
12	Contaminación de aire por actividades de la parroquia

Dentro de las temáticas estudiadas en los talleres para los niños del GAD Parroquial de Sinincay, se puede mencionar que estas fueron establecidas por la responsable de Gestión Ambiental de este gobierno parroquia al considerar que son los problemas y escenarios que se enfrentan en este lugar día a día y sobre los cuales se quiere trabajar con los niños/as.

Existen muchos problemas de contaminación por residuos sólidos en este sector, la población no conoce la forma correcta para desarrollar los procesos de reciclaje y muchos pobladores aún realizan quemas de la basura, es por ello que cuatro talleres fueron dedicados a promover la toma de consciencia en no quemar la basura, en desarrollar adecuadamente una separación primaria de residuos y luego el reciclaje así como la utilización de residuos orgánicos a través del desarrollo de composta casera: taller 1, 2, 3 y 11.

La parroquia Sinincay es una parroquia con una cantidad considerable de fuentes hídricas y un área relevante de ecosistema páramo, por esto tres talleres abarcaron estos temas: 5, 6 y 7. En estos se explicó la importancia del páramo como uno de los principales generadores del agua que abastece a la parroquia sino del recurso agua en sí como fuente de vida y recurso de producción utilizado en la agricultura y ganadería por la población que se dedica a esta actividad.

En este sector también se evidencian problemas de contaminación al aire porque muchas ladrilleras artesanales se encuentran en la zona y como se mencionó anteriormente por la mala gestión de residuos sólidos y la práctica de quema de basura, se dedicó un taller a explicar esta problemática a los niños y las niñas y posibles soluciones para enfrentar este problema.

Asimismo, es una zona en la cual la tenencia de animales ha representado un problema, por lo que en el taller 4 se explicó la forma que estas acciones contribuyen al deterioro del lugar, de los

ecosistemas y del ambiente en general, y cómo se está regulando y gestionando actualmente en la ciudad.

Tomando en cuenta la idea de que no se puede proteger lo que no se ama y que solo se cuida y se ama aquello que se conoce, se dedicó un taller a explicar y dar a conocer a los niños la fauna y la flora local para que puedan comprender la riqueza ecológica y biológica que este lugar representa y que, con un adecuado manejo, podría considerarse incluso una fuente de ingresos y desarrollo para la población.

Finalmente, otras temáticas consideradas fueron el importante papel que cumplen los árboles en el calentamiento global y cómo se debe llevar a cabo correctamente un proceso de reforestación, pues esta es una parroquia que maneja numerosos proyectos de reforestación con varias instituciones incluida la Universidad Politécnica Salesiana a través de la Carrera de Ingeniería Ambiental y en ella con varias cátedras como Meteorología, Cambio Climático, Manejo y Conservación de Suelos, Ecología y Recursos Naturales, el Ministerio del Ambiente del Ecuador, la Prefectura del Azuay y el Municipio de Cuenca.

En cuanto al segundo objetivo específico, se puede indicar que se desarrolló un taller por semana durante tres meses y se transmitían a través de Zoom y las redes sociales del GAD Parroquial de Sinincay.

Sobre el tercer objetivo específico, se dispone del conteo de los niños y niñas que participaron en el proyecto y se dieron a conocer a las autoridades de la Universidad Politécnica Salesiana a través de la Dirección de Carrera de Ingeniería Ambiental y el Departamento de Vinculación con la Colectividad de la Universidad.

Según los datos de participación registrados por el GAD Parroquial de Sinincay, la audiencia de niños/as que asistieron a los talleres fue un promedio de 50 niños de edades entre 4 a 10 años.



La sostenibilidad del proyecto fue evaluada de la misma forma que el proyecto de los pódcast, es decir, en el ámbito institucional, técnico, operativo y financiero, lográndose de igual forma por el involucramiento de los jóvenes en el proyecto, por el recurso humano, así como la capacidad de financiamiento y autofinanciamiento que tiene la Universidad y por la disponibilidad de las plataformas virtuales que tiene no solo la Universidad sino el GAD Parroquial de Sinincay y que se utilizaron para el desarrollo de los talleres.

Dentro de los logros del proyecto se pueden citar como el más importante llegar a una población susceptible de desarrollar conciencia ambiental a lo largo del tiempo pues se trabajó con niños, al igual que el apoyo de agentes externos para la metodología lúdica de títeres a través del proyecto “El Abuelo Crispin: la familia” y la capacitación a los jóvenes de la Universidad en ello.

## Discusión

Se considera que los pódcast son una herramienta útil en la academia para la divulgación de contenido académico e investigaciones en distintas áreas del conocimiento, lo cual se corrobora con lo planteado por Quinta *et al.* (2016), quienes señalan que su implementación puede considerarse una herramienta de estudio y un espacio de comunicación y participación extracurricular a más de su amplia utilización como en los últimos años.

De la misma manera, se corrobora la importancia y la eficiencia que tienen los títeres como herramienta pedagógica para niños/as, hecho que ha sido estudiado por varios pedagogos y manifestado en numerosas investigaciones como la de Capdevila (2008), quien utilizó esta herramienta en niños y niñas de las zonas rurales de Cuba. En este estudio, esta herramienta fue utilizada con niños y niñas de una zona rural de Cuenca-Ecuador aunque a través de la plataforma virtual Zoom, debido al confinamiento durante los primeros meses de la pandemia.

Si bien es cierto que los títeres son una herramienta valiosa en los procesos de enseñanza-aprendizaje como se ha visto en varios estudios, se requiere de una formación y capacitación para su manejo adecuado con el fin de sacar el máximo provecho a este recurso como se menciona también en la investigación de Oltra (2014). Por ello, durante el desarrollo de este proyecto con los estudiantes del Grupo ASU EIA, se tuvo el apoyo del artista y psicólogo Josué David Peña Coronel a través de su programa de títeres “El abuelo Crispín: la familia”, quien maneja aproximadamente veinte años este recurso en la ciudad.

## Conclusiones y recomendaciones

Las herramientas utilizadas en los tiempos de pandemia (pódcast para jóvenes y títeres para niños/as) para poder llegar con los proyectos de educación ambiental que desarrolla el ASU EIA, han demostrado tener eficiencia pues se ha logrado tener una audiencia permanente de jóvenes, niños y niñas en los proyectos planteados en número de participación.

Los pódcast permiten la difusión no solo de temas en tendencia para jóvenes, sino también temáticas con contenido académico e investigaciones ambientales.

Los pódcast han logrado que los y las jóvenes participantes en el proyecto desarrollen habilidades y destrezas de comunicación y seguridad personal, así como fomentar y formar vínculos con empresas e instituciones nacionales e internacionales importantes al hacerlas partícipes de las transmisiones realizadas.

No hay duda de la utilidad de la herramienta de los títeres en los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente con niños, pero es evidente que a pesar de que los teatros están bajo escenarios virtuales como, por ejemplo, con la plataforma Zoom, son eficientes y lograron mantener a los niños interesados e interactuando en los talleres de educación ambiental, considerando que en la impartición

de clases virtuales era complicado captar y mantener la atención de los estudiantes.

Es importante que se evalúen los impactos de estas herramientas sobre la conciencia ambiental en el público participante, lo que podría realizarse en un estudio posterior con un pre-test y post-test luego de la aplicación de las herramientas; sin embargo, esto no fue objeto de estudio de estos dos proyectos que se enfocaron básicamente en encontrar un mecanismo que durante la pandemia no impidiera la entrega de mensajes de educación ambiental.

## Referencias bibliográficas

- Aguayo López, V. (2015). *El podcast como herramienta de comunicación empresarial*. Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga.
- Berry, R. (2015). Serial and ten years of podcasting: has the medium finally grown up. En *Radio, Sound and Internet* (pp. 299-309). LASICS, Braga, Portugal.
- Blanco, S. (2006). *El podcast: situación actual en el mundo hispanohablante*. XIII Jornadas Internacionales de Jóvenes Investigadores en Comunicación, pp. 1931-1944.
- Capdevila, J. (2006). El títere como medio pedagógico en el juego de las niñas y niños preescolares de las zonas rurales. *Edusol*, 8(22), 29-32.
- Ginter, J. G. (2005). Howard Gardner's theory of multiple intelligences and the art of puppetry within the curriculum. En M. Bernier, J. O'Hare, *Puppetry in education and therapy* (pp. 37-41). Author House.
- Kröger, T. y Nupponen, A.-M. (2019). Puppet as a pedagogical tool: a literature review. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 11(4), 393-401. <https://bit.ly/42PcLSd>
- Nwosu, A., Monnery, D., Reid, V. y Chapman, L. R. (2017). Use of podcast technology to facilitate education, communication and dissemination in palliative care: the development of the AmiPal podcast. *BMJ Supportive & Palliative Care*, 7(2), 212-217.
- Oltra, M. (2014). El títere como objeto educativo: propuestas de definición y tipologías. *Espacios en Blanco*, (24), 35-58.
- Peck, S. (2005). A Discussion of how puppetry supports and enhances reading instruction. En M. Bernier y J. O'Hare (eds.), *Puppetry in*

*education and therapy: unlocking doors to the mind and heart* (pp. 73-81). Author House.

Quinta, B., Parra, C. y Riaño, J. (2016). El podcast como herramienta para la innovación en espacios de comunicación universitarios. *Anagramas*, 15(30), 81-100.

Solano Fernández, I. y Sánchez Vera, M. (2010). Aprendiendo en cualquier lugar: el podcast educativo. *Revista de Medios y Educación*, (36), 125-139.

Szulkin, C. y Amado, B. (2006). *Una propuesta para el uso del teatro de títeres como herramienta socio-pedagógica en las escuelas rurales*. Comunicarte.

## CAPÍTULO 3

# Evaluación ambiental y etnobotánica de la flora medicinal en el Bosque Protector Aguarongo-Azuay

---

Fredi Portilla Farfán  
Diego Nieves Picón  
Ximena Criollo Plaza  
Departamento Ingeniería Ambiental UPS, Cuenca

### **Introducción**

El conocimiento tradicional acumulado y transmitido intergeneracionalmente, el cual en la actualidad se puede manifestar de manera tangible en la sociedad, se lo reconoce como etnobotánica (Jijón, 2015). Al mismo tiempo, los estudios que tienen la finalidad de levantar datos etnobotánicos, tienen el propósito de rescatar los conocimientos sobre los diversos usos y beneficios que implica el uso de algunas plantas en específico para tratar enfermedades y dolencias (Galvis y Torres, 2017). Es importante destacar que alrededor del mundo se realizan prácticas relacionadas con la medicina tradicional, siendo esta de manera representativa una ayuda a la evolución de la salud humana y que en la actualidad es muy frecuentada en las comunidades rurales. Es así cómo se puede derivar que, el conjunto de conocimientos, habilidades y prácticas basadas en teorías, creencias y experiencias de diferentes culturas, ya sean comprobables o no, se le conoce como medicina tra-

dicional, la cual se utiliza para mantener la salud, así como la prevención, diagnóstico y tratamiento de alteraciones físicas y mentales (Organización Mundial de la Salud, 2013). Este conocimiento está ligado con la transmisión generacional por lo que su desaprovechamiento y pérdida es evidente por los procesos de urbanización, así como la migración interior y exterior (Fernández *et al.*, 2019).

En Ecuador existe un estimado aproximado de 3000 plantas consideradas medicinales (De la Torre *et al.*, 2008), teniendo en cuenta que el 80 % de la población ecuatoriana recurre a este tipo de medicina, siendo las comunidades indígenas y campesinas las principales. Incluso, hoy en día, muchos moradores de las zonas rurales dependen de este recurso, ya sea contemplado para uso personal o para su comercio en los principales mercados de los cantones (Ansaloni *et al.*, 2010). En la experiencia datada en el Bosque Protector Aguarongo, que constituye un hábitat de una gran cantidad de flora y fauna, tras la intervención antrópica focalizada de la agricultura y ganadería, ha desencadenado en una reducción de los nichos ecológicos, lo que conlleva la disminución de la diversidad y abundancia de especies (Criollo, 2016). Esto desvincula un tema de análisis minucioso ya que algunas especies utilizadas con fines medicinales, resultan ser indicadores del cambio climático, mostrando sensibilidad a cambios de los factores biofísicos, lo cual ayuda a comprender meticulosamente el fenómeno para el establecimiento de medidas de mitigación en beneficio de las comunidades rurales (Martínez, 2017).

## Revisión del estado del arte

Los humanos, por el manejo de los recursos naturales, nos hemos visto involucrados de manera inconsciente en un incremento o decremento de la biodiversidad en una serie de ecosistemas, que han sido intervenidos a lo largo del mundo, teniendo en cuenta que la biodiversidad que no ha sido intervenida es mucho más homogénea, que la que puede encontrarse en un territorio tras un manejo continuo por parte del hombre (Morales *et al.*, 2011). A esta conclusión se ha llegado desde la etno-biología que se interesa por las interacciones que tiene el

medio vegetal con las culturas humanas, considerándose una ciencia integradora, ya que hoy por hoy la sociedad reconoce la importancia de rescatar los conocimientos y prácticas tradicionales para un manejo sostenible de la misma (Gómez-Baggethun *et al.*, 2010). La relación entre los aspectos mencionados, da como resultado una diversidad biocultural, la cual nos puede acercar a una idea bastante concreta de la gran riqueza florística que se puede encontrar en un territorio determinado (Gómez-Baggethun *et al.*, 2010), dándonos a entender que la botánica debe ser visto desde un punto sistémico, puesto que el conocimiento profundo de las plantas y su relación con el entorno, no debe limitarse únicamente con la naturaleza biológica, sino también con el hombre, considerándolo un elemento más del ecosistema.

La naturaleza interdisciplinaria de la etnobotánica permite una amplia variedad de métodos y aplicaciones, sin embargo, en Latinoamérica hasta el momento casi no ha existido intercambio de teoría y métodos entre disciplinas afines lo que favorece las ventajas de los trabajos descriptivos que se limitan a compilar listas de plantas útiles (Vanessa, 2020).

Según Santayana y Gómez (2003), se pueden distinguir dos corrientes a nivel de experiencia en esta parte del mundo: *la cognitiva* que se enfoca en la percepción de los humanos hacia el ambiente y *la utilitaria* que se orienta principalmente en el uso y manejo de los recursos vegetales. Dado estos indicios, la disciplina puede ser utilizada dentro del campo de la educación ambiental, dado que es un indicador para advertir sobre la amenaza de la degradación ambiental, permitiéndonos entender cómo es que las comunidades lidian con la gestión del medioambiente, pues un entorno biodiverso sugiere un modelo de sostenibilidad para su preservación y manejo (Guerra, 2020). Según Torres (2017), esta ciencia asociada con la etnología, puede verse fuertemente influenciada o incluso considerarse como parte del conocimiento tradicional. Para entender estos principios de la etnobotánica, es necesario comprender que, para recopilar información, los estudios deben ser realizados centrados en las comunidades. Esto

se debe al hecho de que el uso de los recursos proporcionados por el medioambiente a una comunidad acaba constituyendo la mayor fuente para sostener el desarrollo local, por lo que es necesaria la educación ambiental como base para la sostenibilidad de estos recursos. De esta manera es posible determinar el potencial de la interacción de un grupo humano con los ecosistemas (Sánchez y Torres, 2020).

Desde la antigüedad, el ser humano ha utilizado una parte de la naturaleza y, a partir de entonces, nació una ciencia encargada del estudio del conocimiento tradicional de las plantas, es decir, la etnobotánica (Peco *et al.*, 2017). En el Ecuador, el conocimiento tradicional acumulado y transmitido durante generaciones (etno-conocimiento), en su área relacionada con el uso de las plantas, ha evolucionado desde el establecimiento de los primeros asentamientos humanos hasta el presente (Ríos *et al.*, 2007). De la época colonial no se tiene registros o colecciones documentadas, sin embargo, la información está basada en los escritos o la copia de un escrito a otro, por lo que no existen muestras botánicas que puedan demostrar la validez del nombre de las plantas registradas (Carlos, 2002). Además, a pesar de que somos uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial, contamos con una de las tasas más alta de deforestación a nivel de Latinoamérica, por lo que desaparecen especies vegetales, de las que no se ha logrado tener documentación alguna. Sumado a esto, la pérdida del conocimiento intergeneracional debido a la fuerte migración de las zonas rurales a urbanas supone un salto generacional de gran magnitud, el cual impide la transmisión de los conocimientos intergeneracionales. Por lo que Sánchez y Torres (2020) mencionan que, estos factores son los que ponen en riesgo la pérdida de la cultura y el conocimiento, debido a que imposibilita el acercamiento de temas afines que puedan ser aplicados dentro del ámbito educativo, concluyendo en su estudio que el patrimonio cultural se pierde con agresividad con cada nueva generación.

En el Austro del país, específicamente en las provincias de Cañar, Azuay y Loja, la etnobotánica es muy parecida por la variedad



de pisos ecológicos y microclimas, que van desde los 5000 m s. n. m. en la cordillera de los Andes, hasta los sectores de los valles cálidos que se encuentran en 700 m s. n. m. lo que permite tener una diversidad muy grande de plantas que ayudan a tratar enfermedades y dolencias con las cantidades correctas (Matute *et al.*, 2017).

En el Azuay existen pocos trabajos de reconocimiento etnobotánico, resumiéndose a tres autores, en concreto: Danilo Minga, Andrea Jijón y Silvia Abril, quienes han sido la base fundamental para la posterior compilación por parte de otros autores.

La información datada por Minga (2014), relaciona el conocimiento tradicional de los pueblos allegados al Bosque Protector “Aguarongo”, con la diversidad de este, abordando dos interrogantes afines a la disciplina, buscando la relación entre la amplia biodiversidad del ABVP “Aguarongo” y los conocimientos de las comunidades con respecto a la distancia de estas, así como la intensidad de uso que las comunidades confieren a las especies vegetales, lo cual termina influyendo en su abundancia. Como resultado, en la búsqueda de las interrogantes, se encontraron 122 plantas vasculares con un uso específico mediante la aplicación de encuestas a personas afines al tema dentro de las comunidades. Este número datado representa el 82 % de las especies que han sido identificadas en la zona.

Con base en esto se resalta el incremento de la información de este conocimiento en las comunidades campesinas de los Andes ecuatorianos, pero también destaca que es aún insuficiente la recolección de este tipo de datos, dado que se han encontrado especies de la familia *Orchidiceae*, que no se ha datado en estudio alguno a nivel nacional. En la aplicación de las encuestas, Minga encontró que las comunidades que están más cercanas al bosque, son las que mantienen un alto conocimiento sobre los nombres y los diferentes usos que se les da a las plantas nativas, relacionándose con la hipótesis de la autora (Jijón, 2015), debido a que a mayor sea la distancia de la comunidad con el bosque y más cerca se encuentre de un centro urbano o parroquial, el conocimiento disminuye notoriamente.

Por otra parte, destaca que son las plantas medicinales las que más predominan respecto al uso, así como da a conocer que existe una fuerte correlación entre las especies de categorías maderables, tecnológicas y alimentación animal, sin embargo, al no ser tan relevantes en los índices de uso, pueden ser sustituidas sin problema alguno. Concluye su estudio haciendo mención que este tipo de conocimiento solamente está quedándose en personas con edades avanzadas, lo que significa que está en riesgo alto de extinción como el autor lo denomina, resultando de carácter urgente su entendimiento para la conservación y educación ambiental a las comunidades cercanas al bosque.

En el trabajo realizado por Jijón (2015) en el Bosque Protector Aguarongo, logra destacar 181 especies identificadas con un amplia diversidad de usos, encontrando un alta biodiversidad en las comunidades de Granda, El Carmen y Santa Ana, dando a conocer de manera general que en comunidades alejadas de los centros parroquiales, la actividad más común es el uso de la flora silvestre para la construcción debido a la cercanía para la extracción en zonas boscosas, seguido de la extracción de material vegetal seco como leña y en el caso de la *Rubus floribundus*, para alimentación. Esto se ve reflejado en el índice de importancia para especies arbóreas, por lo que como bien menciona Jijón, el índice tiene un margen de error más grande con respecto a especies herbáceas. Por tal razón, los indicadores dan a conocer que la intervención de bosques da como resultado la pérdida biológica y con ello el valioso conocimiento tradicional. Esto basado en que en la comunidad de El Carmen se conservan aún dichos saberes, mientras que en contraparte, las comunidades de Granda y Santa Ana solamente tienen un enfoque hacia personas denominadas “curanderas”, deduciendo que la causante de esta pérdida es el avance de la urbanización llevando en sí un proceso de globalización que trae consigo la decadencia de estos conocimientos.

En relación con la indagación etnobotánica de Abril (2015) en la parroquia Shiña, se estudió la importancia de las plantas relacionadas con la riqueza vegetal como el entorno social de la población de

tres comunidades. Se encontró un total de 184 especies con un uso planteado de manera general, dando a conocer que entre el 50 % y 67 % de la población tiene posesión sobre este conocimiento, relacionándolo con otros bosques de similares características, concluyendo que existen patrones de distribución similares, lo cual significa que este conocimiento es muy amplio, pero a la vez se puede presentar de igual manera en otras localidades. Así pues, encuentra que el conocimiento etnobotánico se ha mantenido y que se ha logrado mantener con el paso de las generaciones, dando a entender que hay un alto nivel de transmisión de dichos saberes lo cual, conjuntamente con las especies encontradas, confirma que la mayoría de estas son multiuso, categorizándolas generalmente como medicinales la cual concuerda con estudios similares a nivel del país, basado en el libro de *Plantas útiles conocidas por los grupos mestizos, Saraguro y de nacionalidad kichwa de la región interandina* y la *Enciclopedia de plantas útiles del Ecuador*.

## Discusión

El ABVP “Aguarongo” se ubica en la provincia del Azuay, en las parroquias de Jadán, Zhidmad, Santa Ana y San Juan, en la cuenca media del río Paute, cuya georreferencia es 78°52'22” de longitud occidental y de 2°59'43” de latitud sur. Los ecosistemas que componen el bosque son los principales abastecedores de agua a las comunidades cercanas. Está compuesto por cerca de 2080 ha, comprendido entre una altitud que va desde los 2900 a 3320 m s. n. m. Se clasifica como un bosque montano alto andino, por lo que su temperatura está en una media de 12°C, registrándose una precipitación media anual de 820 mm. A pesar de tener remanentes de bosque nativo, existen algunas zonas que han podido recuperarse ya que, mayoritariamente, era utilizado para la extracción de leña y elaboración de carbón, sin embargo, en la actualidad se ha identificado una notable reducción de esta capa vegetal primaria, evidenciando un cambio de uso de suelo, lo que conlleva a la pérdida de biodiversidad generalmente por el avance de la frontera agrícola.

**Mapa 1***Ubicación geográfica del ABVP “Aguarongo”*

*Nota.* Autores.

**Características de la población aledaña al AVBP “Aguarongo”**

Para el levantamiento de la información, se aplicaron 55 encuestas en las comunidades cercanas del ABVP “Aguarongo” de las parroquias de Jadán, Zhidmad y Santa Ana, constituyéndose la parte fundamental del estudio, puesto que principalmente se trató de identificar a los informantes clave, quienes son personas que dominan el tema tratado y ayudaron en la identificación de especies vegetales dentro del bosque. Además, que, la encuesta buscaba comprender la dinámica social (edad, sexo, tiempo de residencia, uso medicinal de la planta, parte usada, método de preparación y el problema que soluciona), por lo que se buscó características de la población que posean información sobre plantas nativas con fines medicinales, lográndose aplicar 16 entrevistas en Jadán, diez en Santa Ana y 29 en Zhidmad. De este grupo de encuestas aplicadas se consiguió identificar diez informantes claves, cuatro de la comunidad del Carmen de Jadán, tres de Santa Marianita de Santa Ana y tres de la comunidad de Monjas y San José. Los recorridos etnobotánicos tuvieron la finalidad de identificar y recolectar las muestras vegetales para su taxonomía y fueron

guiados por los informantes claves y consistió en una experiencia de retroalimentación como se muestra en la foto 1.

#### Foto 1

Recorrido etnobotánico realizado en la parroquia de Jadán



Nota. Autores.

En esta fase inicial del estudio se encontró un total de 183 plantas de uso medicinal, destacando que 117 especies fueron colectadas por los informantes mediante la aplicación de encuestas mientras que 66 especies fueron datadas y colectadas en los recorridos etnobotánicos, dando como resultado el uso de 71 familias, predominando las familias *Asteraceae* (16,94 %), *Fabaceae* (5,46 %). Se registró 151 géneros los cuales mayoritariamente están distribuidos entre los géneros *Baccharis*, *Bidens* y *Calceolaria*.

Cabe destacar que, con respecto al tema de conocimiento etnobotánico, sobresale la participación de la población femenina y su aporte con el conocimiento sobre plantas medicinales. En el caso de Jadán representa el 68,75 % de las encuestas aplicadas, al igual que la parroquia de Santa Ana donde la participación de mujeres aborda el 60 %. Sin embargo, la parroquia de Zhidmad es la que mayor participación de mujeres tuvo en las encuestas alcanzando una contribución de un 71,43 % de las personas encuestadas. Se remarca que la población femenina de las tres parroquias juega un papel fundamental en el conocimiento del uso de plantas medicinales provenientes del Bosque Protector Aguarongo, mientras que el 31,8 % corresponde a la población masculina que tiene conocimiento afín en toda el

área de estudio. La edad predominante de la población que posee conocimiento sobre el tema está en un intervalo de 52 a 60.5 años, lo que significa que hay un desgaste de la información que pasa de generación a generación, siendo otro indicador la media del tiempo de residencia 54.8 años, por lo que se habla de una población relativamente mayor, destacando que la mayoría de las personas entrevistadas puntualizaron que viven el sector desde que nacieron. Otro de los factores que denota la pérdida de la información tradicional cultural es que la población más joven que tiene acceso a la información de interés es de 39.25 años, siendo notorio la pérdida de información, dándose este fenómeno generalmente por la migración.

Cabe destacar que la población mencionó que han tratado de adaptar las especies del bosque a sus jardines y huertos, esto con la finalidad de reducir la extracción y alterar la biodiversidad del bosque, de tal manera que en la parroquia el 75 % de las personas encuestadas mencionan que ya no realizan extracción de material vegetal, ya que en Zhidmad, Santa Ana y Jadán el 25,93 % da a conocer que van al bosque a recolectar únicamente plantas de la época, debido a que la domesticación de estas se torna una tarea compleja, puesto que estas especies requieren factores biofísicos complejos para propagarse, además se pudo inferir que la comercialización del material vegetal extraído se da en los mercados de Cuenca y Gualaceo. Generalmente son utilizados para realizar las limpiezas de “mal aire” y “susto” representado por un 38,89 %, mientras que la fracción restante menciona que utilizan plantas medicinales de sus huertos y en menor medida del bosque para generar una actividad económica dentro de la parroquia, denominándoseles cotidianamente curanderos y parteras.

## Peculiaridades de la flora medicinal

La flora medicinal constituye un conocimiento tangible del que los informantes señalaron que, en la mayoría de los casos, no se utilizan la totalidad de los especímenes, y que para su correcto uso se debe saber la dosificación correcta en vista de que existen plantas que pueden ser tóxicas o venenosas si se utilizan de forma excesiva, como es el caso del *Oreocallis grandiflora*. Similar es el caso de la *Pernettya prostrata* cuyos frutos son comestibles, pero poseen una molécula con un principio psicotrópico que en un consumo excesivo genera alucinaciones, asemejándose a las propiedades de *Echinopsis pachanoi* y *Tagetes terniflora* Kunth, siendo especies usadas en rituales y celebraciones típicas de la zona como el Temazcal, Inti Raymi y San Pedro.

En esta sección es importante realzar la falta de investigación dentro de estas comunidades en razón de que resulta imprescindible conocer a detalle los principios activos de la información etnobotánica levantada, siendo una tarea ardua por parte de la academia crear estos acercamiento y entornos propicios para el desarrollo de las comunidades, potencializando su conocimiento y empoderando a la población para un manejo sostenible del bosque mediante el aprovechamiento de los recursos medicinales que les provee.

### Foto 2

1. *Oreocallis grandiflora*
2. *Pernettya prostrata*
3. *Echinopsis pachanoi*
4. *Tagetes terniflora* Kunth

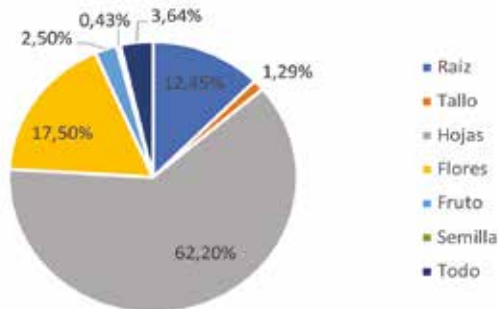


Nota. Nieves y Solano (2021).

Dentro de los usos y de las especies registradas, lo más frecuente en uso son sus hojas con una frecuencia del 62,20 % en las zonas de estudio, seguido del empleo de las flores que alcanza el 17,50 %, utilizadas principalmente para enfermedades de índole nervioso. Por otra parte, el uso de estas termina representando uno de los impactos más fuertes en la biodiversidad como consecuencia de la interrupción de la fase reproductiva de las especies y poniendo en riesgo su continuidad en especímenes con poblaciones vulnerables. El 16,14 % corresponde al uso de raíces y toda la planta, mientras que el 4,22 % corresponde en parte al uso del tallo y semilla. Es importante destacar que en algunos casos se utiliza combinaciones de varios especímenes, lo cual, según los informantes clave, estas mezclas ayudan a potenciar las propiedades naturales de algunas plantas.

### Gráfico 1

*Partes usadas de las plantas del bosque*



*Nota.* Nieves y Solano, 2021.

Con respecto a los métodos de preparación, se encontró una amplia diversidad, sin embargo, el método predominante termina siendo la infusión, denotando el 72,93 % y precisando que se consumen por vía oral. El 15,26 % de los tratamientos se los aplica de manera directa, sean estas hojas o flores, aplicándolas para dolores de cabeza, brazos, piernas y huesos. Otras formas de preparación alcanzan el 12,36 % como por ejemplo el despulpado, en zumo, macerados, fermentaciones y preparaciones combinadas. Una peculiaridad encontrada reside en las comunidades de las parroquias de Santa Ana y Zhidmad debi-



do a que el 17,57 % de la información colectada utiliza estos recursos, generalmente, para tratamientos postparto, pasado de frío y susto.

## Relación entre la diversidad de la flora medicinal y el cambio climático

La información recogida nos ayuda a tener una idea muy general sobre las plantas que puedan estar sometidas a un proceso de estrés de extracción, lo cual puede poner en riesgo su diversidad teniendo en cuenta que, en el caso en el cual se utilizan las raíces o toda la planta, interrumpe de manera tangible el ciclo natural de estas, induciendo a una pérdida de la regeneración de estas especies dentro del bosque. Empero, mediante la cuantificación de especies en los 15 transectos de Gentry de 0.1 ha, es posible identificar las especies dominantes y las que están en posible riesgo de desaparecer, ya sean por factores naturales o antrópicos. Se contabilizaron cerca de 7343 plantas correspondientes a 164 especies identificadas de las 183 registradas en las encuestas y recorridos etnobotánicos. Los índices de Shannon-Weaver y Simpson demuestran una alta biodiversidad en plantas de carácter medicinal que corresponden a las zonas del bosque pertenecientes a las parroquias en estudio como se indica en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Índices de biodiversidad de las zonas en estudio*

	<b>Índice de Shannon</b>	<b>Interpretación</b>
Jadán	3.91	Alta diversidad
Santa Ana	4.31	Alta diversidad
Zhidmad	3.89	Alta diversidad
Bosque Protector Aguarongo	4.36	Alta diversidad
	<b>Índice de Simpson</b>	<b>Interpretación</b>
Jadán	0.032	Alta diversidad
Santa Ana	0.022	Alta diversidad
Zhidmad	0.039	Alta diversidad
Bosque Protector Aguarongo	0.022	Alta diversidad

*Nota.* Nieves y Solano, 2021.

La zona estudiada de Santa Ana es la que mayor conservación presenta, pese a ello, en las comunidades de Monjas y San José pertenecientes a Zhidmad indican un índice bajo, debido a que se ha podido evidenciar el avance de la frontera agrícola y ganadera, siendo el bosque sustituido por pastizales y poblaciones agrícolas generalmente de papa o de maíz. Sumado a esto, en Jadán se evidencia un problema similar adicionando la presencia de incendios forestales y presencia menor de pinos que, lentamente, van desplazando las especies nativas del bosque.

### Foto 3

Afecciones del ABVP “Aguarongo” en las parroquias de Zhidmad (derecha) y Jadán (izquierda)



Nota. Nieves y Solano, 2021.

Dentro del levantamiento de datos, se encontró que existe una mayor presencia de latigo o *Orthrosanthus chimboracensis* (Kunth) Baker, que es una hierba terrestre que se encuentra en todos los pisos altitudinales que comprende el bosque protector Aguarongo, seguido de *Glichenia revoluta*, especie de helecho que se encuentra en zonas con abundante cobertura vegetal, prefiriendo la sombra de los árboles. Con respecto a las especies herbáceas, predominan las siguientes: *Hydrocotyle humboldtii* A Rich, *Peperomia inaequalifolia*, *Ilex* sp. *Huperzia tenuis* (Humb. Et Bonpl. Ex Willd.) Trevis, *adiantum poiretii*, *Calamagrostis intermedia* (J. Presl.) Steud, *Oxalis lotoides* Kunth, *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb, *Valeriana tomentosa* Kunth y *Mentha x piperita* L, las cuales son de fácil propagación natural, razón por la cual la mayoría son usadas como alimentos para ganado.

Las especies mayores de arbustos y árboles están predominadas por: *Miconia aspergillaris*, *Hypericum laricifolium juss*, *Brachyotum azua-yense*, *Valeriana microphylla Kunth* y *Oreocallis grandiflora (Lam.) R.Brm*, las cuales, mayoritariamente son adaptables a los cultivos dentro de huertos.

## Gráfico 2

Índice de frecuencia de especies vegetales de carácter medicinal del ABVP “Aguarongo”



Nota. Nieves y Solano, 2021.

Dentro de la frecuencia relativa de especies, destaca la ausencia de *Dodonea viscosa*, *Carex sp*, *Duranta mutisii*, *Viola arguta Willd. Ex Roem. & Schult* y *Pertya yakushimens*, lo que genera una gran incertidumbre entre las personas de las comunidades que manejan el tema, porque en años anteriores era frecuente visualizarlas en las partes bajas del bosque, pero, en la actualidad es raro ver una de estas plantas. Esto es atribuible a que anteriormente no se tenía un control eficiente sobre el bosque y la falta de educación ambiental para el manejo sostenible de este ha desencadenado en el sometimiento de algunas especies a una sobrecarga de uso medicinal o como combustible. En algunas zonas se ha podido evidenciar la sucesión de especies naturales por *Datura stramonium*, *Myrcianthes discolor*, *Eucalyptus L'Hér* que se encuentran en menor medida y habitualmente se encuentran en zonas del bosque que han sido alteradas por actividades agropecuarias.

Con respecto a las especies endémicas el ejemplo más claro que se puede mencionar es de la *Phaedrannassa cuencana*, la cual se halla distribuida entre los bosques primarios de alta montaña de las provincias de Azuay y Cañar, más conocida como urcucebolla o ushacebolla, encontrada en pisos altitudinales que van desde los 3050 hasta los 3200 m s. n. m., identificándose como una indicadora del cambio climático en razón de que ha reducido sus poblaciones en las zonas bajas, esto basado en el conocimiento de los informantes clave de Jadán, sin dejar de mencionar también que para conseguir esta especie se debe caminar distancias mayores a causa de su desplazamiento a zonas de mayor altura.

#### Foto 4

*Phaedrannassa cuencana* encontrada en la parroquia Jadán a 3370 m s. n. m.



Nota. Nieves y Solano, 2021.

Los vegetales de la familia *Orchidaceae* son otros de los especímenes que podrían formar parte de los indicadores del cambio climático, esto con las especies *Cyrtochilum sp* que es conocida por los lugareños como Urcubucun y el Urcupaqui cuya notación científica es *Oncidium calanthum Rchb. F.* Estas son especies sensibles a los cambios bruscos de temperatura y humedad, lo que los lleva a sugerir indicios sobre los impactos del cambio climático en el ABVP “Aguarongo”, dado que su población se ve reducida tanto en los transectos como en las experiencias de los informantes clave.

**Foto 5**

*Oncidium calanthum* Rchb. F. identificada en la parroquia de Zhidmad



Nota. Nieves y Solano, 2021.

**Relación de la etnobotánica con la educación ambiental**

Si bien la etnobotánica es una ciencia que busca comprender la interrelación de los ecosistemas con las poblaciones cercanas, datando en sí los servicios ecosistémicos que utilizan estas comunidades sobre el conocimiento que poseen sobre el medio, resulta de vital importancia la comprensión de esta dinámica a causa de que compone una línea base sólida para ámbitos académicos, políticos, económicos y sociales. Una experiencia clara es la lograda recopilación de información en las ABVP “Aguarongo”, donde de manera preliminar se debe trabajar con la población femenina que predomina en este tipo de conocimiento, resultando una oportunidad bastante fuerte para crear oportunidades de desarrollo para este tipo de comunidades rurales con base en la aplicación de los conocimientos que poseen, conjuntamente con la incursión en un manejo sustentable del bosque, empoderando a esta fracción de la población como un ente inicial de sensibilización para todas las comunidades que rodean al bosque, de manera que en combinadamente con instituciones afines se puedan ejecutar, programas, proyecto y planes que beneficien a la población y al medio que los rodea.

## Conclusiones y recomendaciones

La importancia del conocimiento etnobotánico queda en evidencia en las comunidades aledañas del ABVP “Aguarongo” tras la colección de información tradicional-cultural de 183 especies que son utilizadas con fines medicinales, de tal manera que se logró determinar la importancia que tienen estas para poder cubrir las necesidades médicas de las zonas rurales. De forma similar, se observó que el 38,88 % de personas encuestadas, resaltaron que esta actividad es la fuente primaria de ingresos económicos para el sustento de los hogares. Esto nos da la certeza que la dinámica social responde a un patrón de usos de recursos del bosque, ya que son acciones con una respuesta concreta a las necesidades de una población determinada, ayudando a establecer un comportamiento étnico-cultural. Con base en los datos recopilados, se puede recomendar que esta información puede ser usada por instituciones académicas o públicas como un pilar fundamental para la educación ambiental enfocada al manejo sustentable del bosque, considerando principalmente los conocimientos tradicionales y el comportamiento social de las comunidades, ya que esto influirá directamente en la continuidad de la transmisión de los saberes colectados, sumado a estrategias que ayuden a recuperar especies nativas que han reducido sus poblaciones en todo el bosque y que tienden a desaparecer como consecuencia del cambio climático o por un uso no sostenible por parte de los habitantes que realizan actividades afines a la medicina tradicional.

## Referencias bibliográficas

- Abril, S. (2015). *Estudio Etnobotánico de la comunidad Shiña, provincia de Azuay*. 51.
- Ansaloni, R., Wilches, I., León, F., Orellana, A., Tobar, V., Witte, P. De, y Leuven, U. (2010). Estudio preliminar sobre plantas medicinales utilizadas en algunas comunidades de las provincias de Azuay, Cañar y Loja, para afecciones del aparato gastrointestinal. *Revista Tecnológica ESPOL*, 23(1), 89-97.
- Carlos, C. (2002). La etnobotánica en el Ecuador. *Chinchonia*, 3(1).

- Criollo, P. (2016). *Evaluación temporal del uso actual de suelo del Bosque Protector Aguarongo, área de estudio Gualaceo (San Juan y Jadán) y sus áreas colindantes*. 195. <https://bit.ly/3MeqQMp>
- De la Torre, L., Macía, M. J. (2008). La etnobotánica en el Ecuador. En *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*. En L. de la Torre, H. Navarrete, P. Muriel M., M. J. Macía y H. Balslev (eds.). Quito.
- Fernández, E., Espinel, V., Gordillo, S., Castillo, R., Ziarovska, J., Zepeda, J. y Lara, E. (2019). Estudio Etnobotánico de plantas medicinales utilizadas en tres cantones de la provincia Imbabura, Ecuador. *Agrociencia*, 53(5), 797-810. <https://bit.ly/3Ij6J3V>
- Galvis, M. y Torres, M. (2017). Etnobotánica y usos de las plantas de la comunidad rural de Sogamoso, Boyacá, Colombia. Informe Académico. *Revista de Investigacion Agraria y Ambiental*, 8(2). <https://bit.ly/3odDb12>
- Gómez-Baggethun, E., Mingorría, S., Reyes-García, V. y Calvet-Mir, L. (2010). Traditional ecological knowledge trends in the transition to a market economy: empirical study in the donana natural areas. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 24, 721-729. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01401.x>
- Guerra, B. (2020). *Diversidad etnobotánica de especies cultivadas y su relación con el paisaje natural en la comunidad de Paquiestancia, cantón Cayambe, provincia de Pichincha*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Jijón, A. (2015). *Conocimiento tradicional etnobotánico del área de influencia del Bosque Protector Aguarongo, Azuay, Ecuador*. 94. <https://bit.ly/3odKBkR>
- Matute, P., Parra, J. y Quizhpe, A. (2017, junio). *Las plantas medicinales de Azuay*.
- Minga, D. (2014). Relación entre conocimiento tradicional y diversidad de plantas en el Bosque Protector Aguarongo Azuay Ecuador. En *Agroecología Tropical Andina*. <https://bit.ly/3pYydfG>
- Morales, R., Tardío, J., Aceituno, L., Molina, M. y Pardo-De-Santayana, M. (2011). Biodiversidad y Etnobotánica en España [Biodiversity and Ethnobotany in Spain]. *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 2ª ép., 9. <https://bit.ly/4384GI1>
- Nieves, D. y Solano, H. (2021). *Evaluación ambiental y etnobotánica de la flora medicinal en el Bosque Protector Aguarongo y las parroquias aledañas de Jadán, Zhidmad y Santa Ana*. Universidad Politécnica Salesiana. <https://bit.ly/3MzQpOV>

- Organización Mundial de la Salud. (2013). *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional* (1st ed., Vol. 1). <https://bit.ly/3BI85l2>
- Peco, P. B., Mata, L. A. y Mas, A. G. (2017). *Guía etnobotánica para principiantes. 1, 2.*
- Ríos, M., Koziol, M. J., Pedersen, H. B. y Granda, G. (2007). *Plantas útiles del Ecuador: aplicaciones, retos y perspectivas*. Ediciones Abya-Yala.
- Sánchez, J. y Torres, L. (2020). Educación , etnobotánica y rescate de saberes ancestrales *Revista Espacios*, 41(23), 158-170.
- Santayana, M. y Gómez, E. (2003). Etnobotánica: Aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 60(171-182), 182.
- Vanessa, M. (2020). *Plantas con uso medicinal en caldas*. Universidad Santo Tomás, Manizales.



## CAPÍTULO 4

# Prácticas higiénico sanitarias en niños y niñas escolares: a nivel urbano y rural de la ciudad de Cuenca

---

Pablo Caballero  
Docente-investigador, Universidad de Alicante  
Geovanna Zea Cobos  
Docente-investigadora, UPS Cuenca

### Introducción

Las enfermedades/infecciones parasitarias son frecuentes en niños y niñas menores a 12 años según investigaciones de la Universidad de Navarra, estas enfermedades se dan una mayor prevalencia en regiones tropicales y subtropicales (ISTUN, 2011). La amebiasis se considera una infección intestinal parasitaria localizada a nivel del colon y paredes de los intestinos, la cual es provocada por la ameba (protozoo) del género *Entamoeba* siendo las principales *Entamoeba histolyca-Entamoeba dispar*, especie patógena y no patógena respectivamente, ambas sostienen una morfología idéntica (Andrade, 2015); este organismo patológico se puede contraer al ingerir alimentos o agua contaminada que presenten quistes del parásito en estudio.

Actualmente en el Ecuador no existen cifras oficiales sobre amebiasis, considerando un estudio en 2015 por parte de asociaciones parasitológicas y la OMS sobre la situación parasitaria en el país varía mucho dependiendo de la región y climatología, la prevalencia en clima templado es de 1-2 % mientras que en el clima cálido y húmedo es del 50 %. En Centroamérica y Latinoamérica, el parásito muestra comportamiento endémico principalmente en México, Brasil y Ecuador y en los últimos años se presenta un riesgo de amebiasis intestinal alto en países asiáticos y africanos (A.M.S.E, 2015).

La transmisión de la ameba se da de forma fecal-oral por la existencia de quistes que pueden ser ingeridos al llevar a la boca bebidas, alimentos, las manos o tierra que contengan material fecal infectada por el parásito. Las poblaciones expuestas al parásito es la población infantil debido a la inmadurez inmunológica y poco fomento de hábitos higiénicos adquiridos a su corta edad (Intituto de Investigación Nacional en Salud Pública); se debe considerar los factores higiénico sanitarios para evitar la propagación de amebiasis ya que pueden ser la causa de malnutrición, anemia y afectación en el desarrollo físico y cognitivo de los infantes (Fillot *et al.*, 2015).

Los factores higiénicos sanitarios se determinan según Castillo y otros autores como la calidad de agua de uso y consumo humano debe ser potable o libre de parásitos, disposición de excretas por parte del servicio público ya que podría ser vía de contaminación biológica, recolección y disposición de basura para evitar proliferación de vectores (moscas) y roedores, higiene correcta en las manos antes de la ingesta de alimentos y después de ocupar el baño, el aseo de las uñas de manos y pies para evitar la presencia de gérmenes y bacterias, higiene de alimentos para garantizar salubridad de los productos alimenticios antes de consumirlos (Cruz, 2015). La elevada prevalencia de la amebiasis se debe al riesgo que la población tiene sobre los factores higiénicos y sanitarios antes mencionados, falta de educación ambiental tanto en hogares de infantes como en las instituciones educativas, esta podría ser una ayuda significativa para

la prevención y lograr evitar la proliferación y propagación de parásitos intestinales. Se debería proponer a futuro programas educativos con finalidad de reducción de cifras totales a nivel institucional por parte del Ministerio de Salud Pública Ecuatoriana.

El Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) según sus estudios en 2014 infiere que:

Existe 3 643 806 niños y niñas en Ecuador menores de doce años; entre ellas Azuay es la quinta provincia con más niños y niñas con un 4,7 %; El 62,7 % de los hogares con niños menores de 12 años en el país se encuentran en situación de pobreza y son 4 las enfermedades intestinales una de las diez causas principales de consulta pediátrica en las unidades de Salud.

El presente estudio de investigación ayudará a determinar parásitos que promueven la amebiasis por medio de exámenes coproparasitarios, estos exámenes son técnicas capaces de identificar enteroparásitos en forma de quistes, huevos, larvas o adultos de parásitos presentes en el tracto intestinal por medio del material fecal de cada individuo (Fernández, 2016).

Con base en lo que se ha mencionado anteriormente, se planteó como objetivo del estudio, determinar los factores de riesgos higiénico sanitarios asociados a la incidencia de amebiasis intestinal en niños y niñas de 8 a 10 años de edad de la ciudad de Cuenca, mediante análisis coproparasitarios.

## Metodología

### Área de estudio

La investigación fue realizada en la ciudad de Cuenca, con estudiantes de nivel escolar comprendidos entre 8 y 10 años de edad; los análisis coproparasitológicos fueron realizados en los laboratorios de Biología de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca.

## **Tipo y enfoque del estudio**

Observacional, transversal con enfoque cuantitativo.

## **Universo y muestra**

El universo de infantes estuvo representado por 75 niños y niñas de 8 a 10 años de edad. La muestra fue probabilística y estuvo conformada por todos los niños/as cuyos representantes dieron consentimiento en participar en este proyecto educativo, se recolectó 75 muestras fecales aparentemente en buenas condiciones de salud.

## **Cuestionario y métodos estadísticos**

A los padres y las madres de familia y/o representantes se les entregó un cuestionario por cada menor de edad para registrar datos sobre el tema en estudio como conocimientos básicos de parasitosis, técnicas de limpieza e higiene personal, información del lavado de los alimentos al consumirlos y la disposición de agua potable (facilidades higiénicas/sanitarias) practicadas en el hogar y antecedentes personales del representado. A los niños/as se les aplicaron cuestionarios con preguntas similares, conocimientos básicos educativos sobre parásitos y su higiene personal. Se cuantificaron las encuestas tanto de los infantes como de padres/madres para llegar a obtención de resultados estadísticos variantes.

## **Procedimiento de laboratorio**

Existen varios métodos de análisis de las heces, cada una con finalidades específicas; el estudio bioquímico determina las características generales de las heces, la prueba del guayacol detecta presencia de sangre en heces, el estudio microbiológico analiza la existencia de infección y el estudio parasitológico investiga la presencia de larvas y huevos de parásitos en las heces fecales (Saludemia, 2021).

Se realiza un análisis coprológico directo (directo en fresco), el mismo que consistió en la evaluación tanto macroscópica del aspecto de la muestra y el análisis microscópico por medio de portaobjetos, en él se colocó una gota de solución salina fisiológica al 0,9 % y coloración temporal con lugol al 2 % (Botero y Restrepo, 2012). En el microscopio se observa con las lentes de 10x y 40x.

## Resultados

De los 75 niños, el 31 % obtuvieron resultados positivos por la presencia de parásitos (*Entamoeba*) y el 69 % de las muestras analizadas presentan resultados negativos para la presencia de parásitos. En la tabla 1 se observa los resultados de los análisis coprológicos realizados.

En este estudio se han considerado en la tabulación de datos y con base en la procedencia de las muestras adjuntamos la tabla 2 con los resultados de la presencia de parásitos según la procedencia de la vivienda, tipificando en este caso zona urbana y zona rural, donde claramente influye para la incidencia de amebiasis, en este caso en la zona urbana el porcentaje es menor que en la zona rural, según las encuestas este porcentaje está directamente relacionado con la aplicación de medidas higiénico sanitarias, que son claramente factores de riesgo para la presencia de parásitos.

Desde el punto de vista social y sanitario, el 100 % de la población analizada tiene acceso al agua potable, según los resultados en las encuestas aplicadas a los padres y madres de familia; y en cuanto a los hábitos higiénico sanitarios, el 50 % de estudiantes tiene conocimiento sobre qué es un parásito/amebas y lo que causa, un 42 % de escolares desconocen cómo se transmiten los parásitos.

Se aplicaron encuestas direccionadas a los padres de familia respecto a las prácticas higiénico-sanitarias que aplican en sus hogares, los resultados obtenidos se observan en la tabla 3.

Las muestras de heces fecales se caracterizaron dependiendo la consistencia sólida, pastoso o líquida y el color ya sea negro o café. Los parásitos encontrados fueron del complejo *Entamoeba coli* y *Entamoeba Histolytica* capaces de alojarse en las paredes del colon e intestinos (Amin, 2002); a un individuo con perfecto estado en su salud no causará daño o malestares, caso contrario si el nivel de sus defensas es bajo o sufre desnutrición causarán una fuerte infección intestinal al huésped (Botero y Restrepo, 2012). Los síntomas pueden ser cólicos abdominales, diarreas intermitentes, fatiga y pérdida de peso. Cabe mencionar que los protozoos y helmintos utilizan comúnmente las heces como medio de diseminación de varias formas parasitarias (Gárate y de Fuentes, 2012), como se observa en la tabla 1, los resultados de los análisis de la presencia de parásitos.

## Discusión

Esta investigación evalúa la incidencia de “parasitosis” en un grupo de 75 niños y niñas en la ciudad de Cuenca, donde se encontró una frecuencia menor a los estudios realizados en algunos países latinoamericanos, ya que en estos países en vías de desarrollo presentan tasas altas de prevalencia de parasitosis intestinal en población infantil, alrededor de un 70,7 % en Brasil, 47 % Venezuela, 80,5 % Argentina y Ecuador con un 85,5 % respectivamente, este porcentaje corresponde a la unidad de tres regiones Costa, Sierra y Oriente. Apelando a estos estudios se determina que los infantes de uno de los países norteamericanos como Estados Unidos consideran tasas bajas de infecciones por protozoos como: *Giardia intestinalis* (2 %), *E. histolytica/dispar* (5 %), *I. butschilii* (1 %) (Serpa *et al.*, 2014); sin embargo, informes de los “Centros para el Control y Prevención de las Enfermedades” (CDC) publicado en 2007 revela datos que “*G. intestinalis*”, es el parásito con mayor frecuencia en países norteamericanos con una “prevalencia de 4,2 %” en el 2006 (Saludemia, 2021); mientras que en países de América Latina tienen prevalencia alta “*Ascaris lumbricoides*” (54 %), “*Entamoeba histolytica*” / “*E. dispar*” con (46 %), la “*Giardia intestinalis*” aumentó de 9,4 a 21,4 % para el año 2010 (Yoder *et al.*, 2010).

La importancia de este proyecto no fue solo de demostrar los casos positivos y negativos de parasitosis; sino el de exponer las características sociosanitarias que incide favorable y desfavorablemente en la población analizada. Es importante indicar que de los padres y madres de familia encuestados, las 75 familias encuestadas, a pesar de ser en algunos casos del área urbana y otras familias pertenecen al área rural, el 100 % de las personas encuestadas tienen acceso al agua potable, lo cual es uno de los factores sanitarios importantes y que se refleja en los resultados. Si bien existe un porcentaje de niños parasitados y por lo tanto el resto de sus miembros de familia, la prevalencia de la parasitosis encontrada en estudios podría explicarse por los otros factores higiénico sanitarios:

Por las condiciones de insalubridad e inadecuado saneamiento ambiental, aunado al hacinamiento y a la falta de educación sanitaria existente entre los habitantes, lo cual conlleva al desarrollo de hábitos higiénicos inadecuados y una calidad de vida deficiente, facilitando de esta manera la diseminación de parásitos intestinales. (Al Rumhein *et al.*, 2005).

Caso contrario, en este artículo se demuestra que en la población analizada, se encontró situaciones favorables ya que cuentan con saneamiento de agua potable, que se convierte en un componente que evita contraer “parásitos y/o enfermedades infecciosas”. El análisis de factores de riesgo se concentran en las prácticas higiénicas que se practican en los hogares como: el lavado de manos después de ir al baño debe ser importante porque evita la propagación de gérmenes que se generan al entrar en contacto con materia fecal o líquidos como la orina; el lavar los alimentos antes de ingerirlos se convierte en una manera eficiente de eliminar bacterias que se encuentran en frutas y verduras por lo que algunos se cultivan bajo tierra; lavarse las manos constantemente y cocinar los alimentos ayuda a prevenir la propagación de microbios y evitar su ingreso al organismo por vía oral (Tabares y González, 2008).

Chicaiza considera que la vía de transmisión “fecal oral” es una de las principales causas para una “infección parasitaria”; además, el citado autor comparte:

Los parásitos en algunos de sus estados se pueden mantener vivos en el medio ambiente y al no existir un adecuado aseo de manos, la posibilidad de infección y reinfección es muy alta sobre todo en los niños ya que estos están expuestos a varios ambientes tanto en sus hogares, como en sus escuelas. Para evitar el contagio de este tipo de enfermedades uno de los objetivos a cumplir en futuro debe ser promover los ambientes sanos e impulsar prácticas de vida saludable, condiciones de saneamiento básico y vivienda, para esto deben adoptarse estrategias como la enseñanza en la comunidad de las prácticas clave como el lavado de manos, la correcta disposición final de las heces y basura y el hervir el agua para su consumo (Chicaiza Caranqui, 2017).

Posterior a la obtención de resultados, más del 70 % de la población infantil que fue puesta en análisis tienen buenas prácticas de higiene. Asimismo, el “Ministerio de Salud Pública del Ecuador” imparte información en comunidades con el fin que tanto frutas o verduras sean debidamente sanitizadas con abundante agua, y evitar la propagación de varias enfermedades (Chicaiza Caranqui, 2017).

En resumen, encontramos que el grupo estudiado tiene una baja prevalencia de protozoarios y helmintos, más de media población analizada (69 %) no tienen parásitos en su organismo, como se muestra en la tabla 2; mientras que 22 niños están parasitados, aunque cabe recalcar que no tienen sintomatología.

## Conclusiones

En conclusión, el diagnóstico parasitológico de 75 niños y niñas escolares entre 8 y 10 años de edad realizado en la ciudad de Cuenca, dio como resultado que los menores de edad en un 50 % no tienen conocimientos básicos sobre la parasitosis, pero pese a esa situación decadente se determina una prevalencia baja de parasitosis intesti-



nal. De acuerdo con los análisis en heces fecales, el 31 % de escolares tienen un resultado positivo a parásitos, mientras el 69 % están libres de enfermedades intestinales. En este estudio no influye la edad de la población infantil que fue muestreada; caso similar se puede mencionar sobre las zonas donde residen rural y urbana, ya que la incidencia de parásitos es baja.

El factor que favorece a estos resultados es que el 100 % de la población en estudio tiene acceso a agua potable para poder realizar actividades diarias sin problema alguno; sin embargo, la educación sobre sanidad e higiene personal se vuelve un déficit, el lavado de manos debería ser primordial en los niños y niñas de la edad en crecimiento porque son los más vulnerables a contraer enfermedades intestinales.

En los análisis que se realizaron a los niños/as dieron resultados negativos y positivos contando con presencia de *Entamoeba coli* y *Entamoeba histolytica*; estos parásitos pueden llegar a causar cólicos, flatulencia, estreñimiento o diarrea intermitentes, pero en los casos estudiados existe el beneficio que los niños son asintomáticos.

Finalmente, se considera a la amebiasis intestinal un problema de salud a nivel mundial, que afecta con frecuencia a niños en edad escolar y preescolar, sin relación con el sexo. Independientemente, va a estar condicionado por la higiene personal, la calidad de la vivienda, el saneamiento ambiental. Estos factores se reforzarían por medio de programas educativos y preventivos; además, la intervención antiparasitaria contrarrestaría la insistencia de infecciones.

**Tabla 2**

*Prevalencia de parásitos en las muestras analizadas*

<b>Prevalencia</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Parasitados (casos positivos)	22	31
No parasitados (casos negativos)	53	69
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

**Tabla 3**

*Prevalencia de parásitos según la procedencia de la vivienda*

Prevalencia	Procedencia de vivienda			
	Zona rural		Zona urbana	
	N	%	N	%
Parasitados (casos positivos)	15	50	7	16
No parasitados (casos negativos)	15	50	38	84
<b>Total</b>	30	100 %	45	100 %

**Tabla 4**

*Resultados sobre la aplicación de prácticas higiénico-sanitarias*

Prácticas de higiene	Sí	No	Total
Acceso a agua potable	75	0	75
Lavarse las manos después de ir al baño	68	7	75
Lavar los alimentos antes de ingerirlos	70	5	75
Lavarse las manos antes de ingerir los alimentos	65	10	75
Lavarse las manos antes de cocinar	75	0	75

**Figura 1**

*Resultado total de muestras analizadas para determinar parasitosis*



## Referencias bibliográficas

A.M.S.E. (2015). *Amebiasis. Epidemiología y situación mundial y en el Ecuador*. Asociación de Médicos de Sanidad Exterior. <https://bit.ly/42RbVo4>

- Al Rumhein, F., Sánchez, F., Requena, I., Blanco, Y. y Debera, R. (2005). Parasitosis intestinales en escolares: relación entre su prevalencia en heces y en el lecho subungueal. *Revista Biomed*, 16, 227-237. <https://bit.ly/45dCZiL>
- Amin, O. (2002). Seasonal prevalence of intestinal parasites in the United States during 2000. *The American Journal of tropical medicine and hygiene*.
- Andrade, T. (2015). *Investigación de Entamoeba histolytica en dos Comunidades Ecuatorianas*. Universidad San Francisco de Quito.
- Bárcena, A., Prado, A., Abramo, L., Gerstenfeld, P., Saad, P. y Cecchini, S. (2015). *Panorama Social de América Latina*. Naciones Unidas.
- Botero, D. y Restrepo, M. (2012). *Parasitosis humanas*. 5ª Edición. Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Chicaiza Caranqui, H. (2017). *Frecuencia de enfermedades parasitarias en seis provincias del país, y su relación con factores de riesgo socio-sanitarios, en niños de séptimo año de educación básica en el "Propad" periodo marzo- diciembre 2015*. (Trabajo de Titulación modalidad presencial previo a la obtención del Título de Licenciado en Laboratorio Clínico e Histotecnológico). Universidad Central del Ecuador. <https://bit.ly/4397O6x>
- Cruz, J. (2015). *Factores higienico-sanitarios asociados al enteroparasitismo en escolares de nivel primario de la I.E. Libertadores de América-Cerro Colorado Septiembre-Diciembre 2014*. Escuela Profesional y Académica de Biología, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de San Agustín.
- Fernández, N. (2016). *Coprología*. Informe descriptivo. Coproparasitario.
- Fillot, M., Guzmán, J., Cantillo, L., Gómez, L. S., Marie Acosta, B. y Sarmiento-Rubiano, L. (2015). Prevalencia de parásitos intestinales en niños del Área Metropolitana de Barranquilla, Colombia. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 67(3). <https://bit.ly/41NA4uy>
- Gárate, T. y de Fuentes, I. (mayo de 2012). Indicaciones del estudio parasitológico en heces. Posibles estrategias de actuación. *EIMC. Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 3(2).
- Intituto de Investigación Nacional en Salud Pública. (s.f.). *PROPAD*. <https://bit.ly/42Fzz6V>
- ISTUN. (marzo de 2011). Universidad de Navarra. (I. d. (ISTUN), Editor) <https://bit.ly/3BJPTrf>
- MSP. (2015). *Parasitología Infantil en Unidades Educativas localizadas en zonas rurales y Urbanas en ala ciudad e Portoviejo, Provincia de*

- Manabí*. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Ministerio de Salud Pública del Ecuador.
- Organización Panamericana de la Salud. (2008). Prevalencia de parasitismo intestinal en niños quechuas de zonas rurales montañosas de Ecuador. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 125.
- Organización Panamericana de la Salud e Instituto de Vacunas Sabine. (18 de febrero de 2021). *Geohelminthiasis*. <https://bit.ly/3OhPZ0Z>
- Saludemia. (26 de febrero de 2021). *Saludemia*. <https://bit.ly/3IncldN>
- Serpa, C., Velecela, S. y Balladares, M. (2014). Prevalencia de parasitismo intestinal en los niños de la escuela “José María Astudillo” de la parroquia Sinincay. *Panorama Médico*.
- Tabares, L. y González, L. (2008). Prevalencia de parasitosis intestinales en niños menores de 12 años, hábitos higiénicos, características de las viviendas y presencia de bacterias en el agua en una vereda de Sabaneta, Antioquía, Colombia. *IATREIA*, 21(3), 253-259.
- Yoder, J., Dziuban, E., Craun, G., Hill, V., Moore, M. y Gelting, R. (2010). Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Giardiasis surveillance-United States 2003-2010*, 11-18.

## CAPÍTULO 5

# Valoración del efecto inhibidor de *Trichoderma harzianum* frente a *Phytophthora infestans* en cultivos de papa en el sur del Ecuador

Ernesto Delgado Fernández  
Adriana Bustamante Gavilanes  
Tony Viloria Ávila  
Grupo INBIAM-Universidad Politécnica Salesiana-Cuenca

Jorge Ramírez Robles  
Departamento de Química, Universidad Técnica Particular de Loja-UTPL

### Introducción

La papa *Solanum tuberosum* es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, en Ecuador (2019); la superficie total cosechada fue de 19 675 hectáreas y la producción de 275 346 toneladas (ESPA 2019). Sin embargo, cada vez se vuelve más difícil cultivar debido principalmente a la alteración del ecosistema, una de las enfermedades más importantes del cultivo es la lancha o tizón tardío, cuyo agente causal principal es *P. infestans* Mont. De Bary, este hongo pertenece a la clase Oomycetes, posee un micelio cenocítico (no presenta septas o tabiques que separen el micelio) esporangios ovoides,

elipsoidales y limoniformes, los síntomas de la enfermedad se presentan inicialmente en los bordes y puntas de las hojas con manchas de color marrón claro a oscuro y de forma irregular, en ocasiones se rodea de un halo amarillento cuando el cultivo se expone a condiciones elevadas de humedad, en el envés de las hojas se presentan vellosidades blanquecinas que constituyen los esporangióforos y esporangios. Las lesiones se expanden rápidamente y se tornan de color marrón oscuro, se necrosan y causan la muerte del tejido (Agrios, 2002). Para el control fitosanitario se han utilizado productos químicos sistémicos y de contacto que incrementan el costo de producción (Robles Carrión, 2012). En este sentido, es importante mencionar que los productos químicos son tóxicos y ponen en riesgo la salud de los agricultores y el ecosistema debido a las escasas medidas de seguridad durante las aplicaciones (Suquilanda, 2011).

Para la implementación de sistemas orgánicos de producción y con menor impacto ambiental y económico, se buscan nuevas alternativas para el control fitosanitario, por lo que el objetivo de esta investigación fue valorar la actividad inhibitoria del aislado *T. harzianum* frente al agente causal de la enfermedad en campo. Cabe mencionar que este tipo de tecnología se ha reportado con anterioridad (Delgado *et al.*, 2009; Delgado y Vásquez, 2010; Vos *et al.*, 2015; Yuan *et al.*, 2016).

## Materiales y métodos

### Ubicación del lugar de ensayo

El estudio *in vitro* se desarrolló en el laboratorio Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana-Cuenca, mientras que la experimentación en campo se hizo en la finca Agroecológica “Cochapamba Chico” Quingueo, Azuay-Ecuador (Long. 0730790, lat. 96634465) a 2780 m s. n. m., en el lugar se presentó un clima templado, temperatura promedio de 15°C; suelo franco arcilloso con poca materia orgánica.

## Muestreo de suelo

Para este propósito se hizo un muestreo selectivo a juicio, se tomó tres submuestras de 5 puntos de muestreo a una profundidad de 20 cm (Valencia y Hernández, 2002); las submuestras se mezclaron hasta formar una muestra de 500 g que se colocó en fundas de plástico estéril. En el laboratorio el suelo se tamizó y procesó, el aislamiento de las cepas fúngicas se hizo mediante diluciones seriadas en base 10 con agua peptonada al 0,1 % de la dilución  $10^{-5}$  se tomó 1 ml y se consignó en cajas de Petri con medio PDA y Sabouraud (DIFCO) por triplicado. Para evitar contaminación por bacterias se usó un antibiótico (Estreptomina 48mgL<sup>-1</sup>) (Oxoid, 1995); las cajas Petri con las diluciones se incubaron a 28°C por siete días, por subcultivos se aislaron las cepas fúngicas y conservaron en tubos de ensayo a pico de clarín con medio PDA por triplicado.

## Aislamiento de hongos fitopatógenos

Se colectaron muestras de hojas y tallos con signos de la enfermedad, en el laboratorio se lavaron con agua destilada y luego hicieron cortes de 1 cm. Estas muestras se depositaron en cajas Petri con medio PDA e incubaron a 28°C por cinco días hasta la aparición de micelios (Agrios, 1998).

## Identificación de aislados fúngicos

De los cultivos monospóricos, mediante análisis macroscópico, microscópico y el uso de claves taxonómicas se analizó ciertas características como: color, forma, tamaño de las esporas, número, estructura, grosor, tipo de micelio, características de las hifas, tipo de conidiogénesis y fialides, este procedimiento nos sirvió para ubicar taxonómicamente los aislados fúngicos (Kirk *et al.*, 2008).

## Evaluación *in vitro* del efecto antagónico de *T. harzianum* frente a *P. infestans*

En cajas Petri de 9 cm de diámetro con medio PDA a una distancia de 2.5 cm desde el borde de las cajas hacia el centro, se colocó discos de micelio de 5 mm de diámetro de los aislados *T. harzianum* y *P. infestans* en posición opuesta y equidistante, en el análisis se utilizó un testigo referencial, que fue una caja Petri con medio PDA con un disco de micelio de 5 mm de diámetro del aislado *T. harzianum*, en las mismas condiciones pero sin sujeto a confrontación. Las mediciones periódicas del desarrollo de las colonias hasta por cuatro días, nos sirvió para valorar la competencia por sustrato y el grado de antagonismo, para el efecto se estableció los siguientes parámetros (Bell *et al.*, 1982).

1. *Trichoderma* sp. crece completamente sobre la colonia del patógeno y cubre la superficie del medio del cultivo.
2. *Trichoderma* sp. crece al menos sobre las dos terceras partes de la superficie del medio del cultivo.
3. *Trichoderma* sp. y el patógeno cubren la mitad de la superficie del medio de cultivo.
4. El patógeno crece en al menos las dos terceras partes de la superficie del medio de cultivo.
5. El patógeno crece sobre la colonia de *Trichoderma* sp. y cubre toda la superficie del medio de cultivo.

De acuerdo con lo expuesto, los aislados que se ubican en la clase 1 y 2 de la escala se consideran altamente antagonistas y para establecer el porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) se consideró tres variables: 1. Ubicación en la escala de Bell 2. Tiempo de contacto. 3. Crecimiento radial expresado en milímetros, la inhibición del desarrollo de hongos fitopatógenos por parte de *Trichoderma* sp. se expresó en porcentajes mediante la siguiente fórmula:

$\% \text{ Inhibición} = 100 \times (R-r)/R$ . Donde,  $R$  y  $r$  corresponden a la medida de los radios de crecimiento de los micelios dirigidos hacia el centro de las cajas de los cultivos dual y control (Fokkema, 1973).



## Formación de inóculos fúngicos

Muestras miceliares del aislado *T. harzianum* se colocaron en matraces de 1000 ml con medio PDA, luego se incubaron por un período de diez días a una temperatura de 28°C. Cuando se observó madurez de las colonias se hizo cinco lavados con 100 ml de agua destilada cada uno, hasta completar un volumen de 500 ml. Mediante una cámara de Neubauer al microscopio se contó número de conidios y se estableció la concentración en UFC/ml; la solución conidial se completó con sacarosa al 5 % hasta obtener un volumen de 1000 ml.

## Valoración en campo

La valoración del efecto antagonico del tratamiento biológico en campo se hizo bajo los siguientes criterios: 1. Un tratamiento químico convencional (fungicida). 2. Solución de *T. harzianum* (tabla 1).

Tabla 1

*Diseño de la experimentación en campo*

Nro. Tratamiento	Aislado fungino	Composición
T 1	-	(Mancozeb + Metalaxil-M)
T 2	Código-F8	<i>T. harzianum</i>

En campo se sembró un cultivo de papa variedad Superchola (susceptible al patógeno) a una distancia de 50 cm entre planta y 110 cm entre hileras, en cada hilera se ubicó 15 plantas, tres hileras conformaron una parcela, la fertilización se hizo con compost (1 kg) más 35 g de muriato de potasio y 53 g de roca fosfórica por cada metro lineal de surco. A los 60 días de siembra, cuando las plantas presentaron síntomas de la enfermedad, de manera uniforme con intervalos de diez días, se aplicó los tratamientos (50 ml de solución de conidios por planta) cada aplicación se hizo con tres repeticiones. Las variables altura de la planta y grosor del tallo nos sirvió para comprobar el efecto de los tratamientos, el análisis estadístico de los grupos de datos se hizo mediante diferencia mínima significativa (LSD) y los mismos se procesaron con el software statistica v7.

## Resultados y discusión

### Ubicación taxonómica

De acuerdo con el protocolo establecido el aislado fúngico nativo se ubicó taxonómicamente como *T. harzianum*, especie ampliamente conocida por su poder antagonístico. El color que presentó el micelio fue blanco en un inicio, luego de acuerdo con la madurez de la colonia presentó un color verde oliva, la colonia llegó a su estado de madurez en un período de diez días a una temperatura de 28°C en medio PDA. Al microscopio los conidióforos presentan diversas ramificaciones perpendiculares y en algunos casos se observa la formación de ramas laterales, fálides alargadas y delgadas con verticilos terminales de hasta cuatro conidios de forma citriforme y subglobosos (Ezziyani *et al.*, 2004; Viloría y Vázquez, 2021).

#### Figura 1

a) Cultivo monospórico de *T. harzianum* b) Colonia en caja petri con medio PDA



### Evaluación *in vitro* del efecto antagonístico de *T. harzianum* frente a *P. infestans*

De acuerdo con los resultados *T. harzianum* inhibió el crecimiento de *P. infestans* hasta el punto de sobrecrecer sobre la colonia, ubicándose en grado 1 de inhibición (Bell *et al.*, 1982) luego de 96 horas de iniciado el análisis (tabla 1). De acuerdo con los resultados, al final

de la experimentación se pudo comprobar que *T. harzianum* llegó al 83 % de inhibición, evidenciándose un elevado antagonismo.

**Tabla 2**

Resultados evaluación *in vitro*

CEPAS	48 horas	72 horas	96 horas
<i>T. harzianum</i>	3(mm)	5(mm)	5(mm)
<i>P. infestans</i>	1(mm)	4(mm)	4(mm)

Nota: Crecimiento radial de los micelios

**Figura 3**

Análisis de actividad biológica *T. harzianum*-*P. Infestans*



Nota: Confrontación de las cepas fúngicas *T. harzianum* y *P. infestans* en cajas Petri con medio PDA luego de 10 días

Los resultados sugieren que el antagonismo de *T. harzianum* estaría relacionado con la mayor capacidad de desarrollo y colonización de esta con respecto al fitopatógeno.

## Experimentación en campo

Los resultados expresados como medias de grupos de datos que se refieren a la altura de las plantas y grosor del tallo (biomasa) se muestran en las tablas 4, 5, 6, 7 y 8.

**Primera aplicación.** Para el análisis de los grupos de datos se consideró las variables altura de la planta y grosor del tallo (tabla 3).

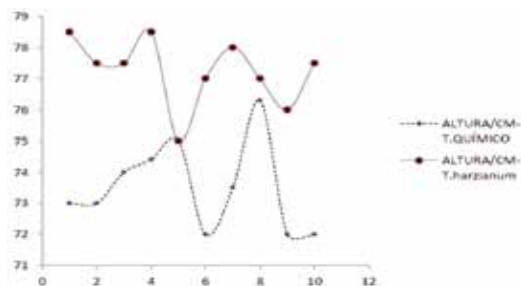
Tabla 3

Altura de las plantas luego de 60 días

ALTURA/CM- T.QUÍMICO	ALTURA/CM- T.harzianum
73	78,5
73	77,5
74	77,5
74,4	78,5
75	75
72	77
73,5	78
76,3	77
72	76
72	77,5

Figura 3

Resultados del análisis estadístico altura de las plantas luego de 60 días



Se puede evidenciar que los grupos de datos son diferentes, aunque estadísticamente no significativos.

**Grosor del tallo.** Los datos son similares entre los dos tratamientos, no existe diferencia significativa entre los grupos de datos.

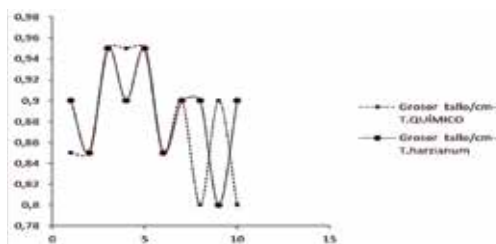
Tabla 4

*Grosor del tallo en centímetros luego de 60 días*

Grosor tallo/cm- T.QUÍMICO	Grosor tallo/cm- T.harzianum
0,85	0,9
0,85	0,85
0,95	0,95
0,95	0,9
0,95	0,95
0,85	0,85
0,9	0,9
0,8	0,9
0,9	0,8
0,8	0,9

Figura 4

*Resultados del análisis estadístico referente al grosor el tallo a los 60 días*



**Segunda aplicación.** Este procedimiento se hizo luego de 80 días, las variables de estudio fueron las mismas, los grupos de datos son diferentes, sin embargo la diferencia no es significativa.

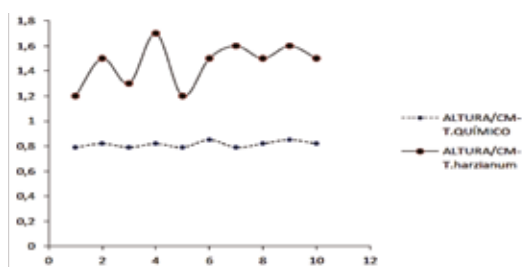
**Tabla 5**

*Altura de las platas luego 80 días*

ALTURA/CM-T.QUÍMICO	ALTURA/CM-T.harzianum
0,79	1,2
0,82	1,5
0,79	1,3
0,82	1,7
0,79	1,2
0,85	1,5
0,79	1,6
0,82	1,5
0,85	1,6
0,82	1,5

**Figura 5**

*Análisis de los grupos de datos referentes a la altura de las plantas luego de 80 días*



**Tabla 6**

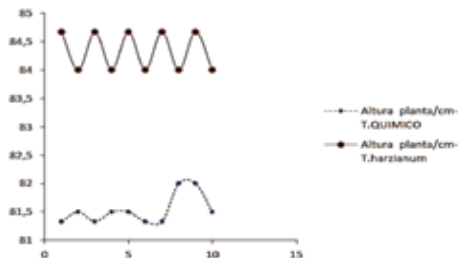
*Grosor el tallo luego de 80 días*

Grosor tallo/cm-T.QUÍMICO	Grosor tallo/cm-T. harzianum
1,2	1,4
1	1,4
1,2	1,2
1	1,2
1,2	1,2



**Figura 7**

Resultado del análisis de los grupos de datos referentes a la altura de las plantas luego de 90 días



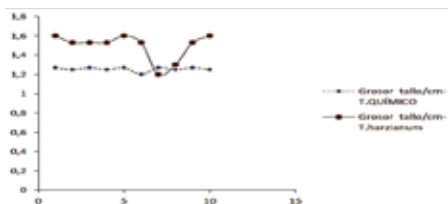
**Tabla 8**

Grosor del tallo luego de 90 días

Grosor tallo/ cm-T.QUÍMICO	Grosor tallo/cm-T. <i>harzianum</i>
1,27	1,6
1,25	1,53
1,27	1,53
1,25	1,53
1,27	1,6
1,2	1,53
1,27	1,2
1,25	1,3
1,27	1,53
1,25	1,6

**Figura 8**

Análisis de los grupos de datos, grosor del tallo, luego de 90 días





Estudios previos donde se utilizaron aislados *Trichoderma sp.* reportan efectos positivos sobre el crecimiento de las plantas. La inoculación de *T. harzianum* induce el incremento en el peso de la planta, mayor crecimiento de raíces y hojas (Yedidia *et al.*, 2001). En plantas de pepino *Trichoderma sp.* incrementó la altura de plántulas, así como el área de las hojas (Inbar *et al.*, 1994) al igual en plantas de cacao (Bae *et al.*, 2009). Nuestros resultados son similares en este contexto, evidenciándose mayor desarrollo de la biomasa vegetal en las plantas que recibieron el tratamiento biológico.

## Conclusiones

Los resultados *in vitro* ponen de manifiesto un antagonismo marcado del aislado *T. harzianum* frente a *P. infestans*, se pudo evidenciar competencia por espacio y sustrato en el medio de cultivo PDA. En campo se evidenció disminución de las poblaciones de *P. infestans* en hojas y tallos; de acuerdo con el análisis estadístico no existe diferencia significativa entre los grupos de datos de las variables de estudio, sin embargo, en las plantas que recibieron el tratamiento químico los resultados son similares al tratamiento biológico; de acuerdo con la literatura especializada, deducimos que algunas especies de *Trichoderma sp.* producen ciertos metabolitos que activan los mecanismos de defensa en las plantas (Inducción de Resistencia Sistémica). Conclusión final. *T. harzianum* provoca un fuerte biocontrol de *P. infestans* en las condiciones ambientales del área de estudio (2780 m s. n. m. y una temperatura promedio 15°C) hasta el punto de estar a la par del tratamiento químico.

## Discusión

Este estudio aporta valiosa información sobre el potencial antagónico de los hongos nativos para este caso *T. harzianum*, esta especie se encuentran presente generalmente en el suelo y la madera, y se mencionan como agentes de control biológico para una amplia gama de patógenos vegetales (Papavizas *et al.*, 1985). La actividad micopa-

rasítica de estos hongos se debe a una combinación de competencia exitosa por nutrientes (Chet *et al.*, 1987) y la producción de enzimas degradantes de la pared celular (Woo *et al.*, 1999) y antibiosis (Grays-ton *et al.*, 1996). Los resultados tienen relación con lo expuesto por otros autores y a nuestro juicio podemos manifestar que el control biológico se fundamenta en la capacidad de producir diversos metabolitos secundarios y la adaptación a diversas condiciones ambientales (Score y Palfreyman, 1994; Druzhinina *et al.*, 2005; Miranda *et al.*, 2006; Rojo *et al.*, 2007). Es importante mencionar que algunas especies de *Trichoderma* sp. se presentan como parásitos oportunistas y simbioses, capaces de promover respuestas sistémicas de defensa en las plantas (Bissett 1991; Harman *et al.*, 2004; Huang *et al.*, 2011; Baird *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2012; Perelló *et al.*, 2009; Yuan *et al.*, 2016). En este orden, las relaciones simbióticas en los ecosistemas provocarían la producción de hormonas de crecimiento auxinas y giberelinas y consecuentemente el incremento de la biomasa vegetal (Kleifeld y Chet, 1992; Parets, 2002; Gravel *et al.*, 2007). Los resultados nos sirven para sugerir el uso de *T. harzianum* para el control del tizón tardío en la producción agroecológica de papa (*S. tuberosum*).

## Referencias bibliográficas

- Agrios, G. (2002). *Fitopatología. Phytophthora infestans*. Editorial Limusa, S.A. Grupo Noriega Editores. Segunda edición.
- Bae, H., Sicher, R. C., Kim, M. S., Strem, S. H., Melnick, M. D. y Bailey, B. A. (2009). The beneficial endophyte *Trichoderma hamatum* isolate DIS 219b promotes growth and delays the onset of the drought response in *Theobroma cacao*. *Journal of Experimental Botany*, 60(11), 3279-3295.
- Baird, R. E., Watson, C. E. y Scruggs, M. (2003). Relative longevity of *Macrophomina phaseolina* and associated mycobiota on residual soybean roots in soil. *Plant Disease*, 87, 563-566.
- Bell, D. K., Wells, H. D. y Markham, C. R. (1982). *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. *Phytopathology*, 72(4), 379-382.
- Bissett, J. (1991). A revision of the genus *Trichoderma*. I. Section *Longibrachiatum* sect. nov. *Canadian Journal of Botany* 62(5), 924-931.

## III

- Bissett, J. (1991). A revision of the genus *Trichoderma*. II. Infrageneric classification. *Canadian Journal of Botany*, 69(11), 2357-2372.
- Chet, I. (1987). *Trichoderma-application, mode of action, and potential as a biocontrol agent of soilborne plant pathogenic fungi*. Wiley y Sons.
- Delgado, E., Vásquez, S. e Icaza, X. (2009). Actividad biológica de hongos endófitos presentes en dos plantas medicinales chuquirahua (*Chuquiragua jussieui* J. F. Gmel) y ñachag (*Bidens andicola* Kunth). *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 9(1), 29-43.
- Delgado, E. y Vásquez, S. (2010). Control biológico de la Antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz. y Sacc.) en Tomate de Árbol (*Solanum betaceum* Cav.) mediante hongos endófitos antagonistas. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 11(1), 36-43.
- Druzhinina, I. S., Kopchinskiy, A. G., Komoń, M., Bissett, J., Szakacs, G. y Kubicek, C. P. (2005). An oligonucleotide barcode for species identification in *Trichoderma* and *Hypocrea*. *Fungal Genetics and Biology*, 42(10), 813-828.
- Ezziyyani, M., Sánchez, C. P., Ahmed, A. S., Requena, M. E. y Castillo, M. E. C. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). *Anales de biología*, 26, 35-45. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Fokkema, N. J. (1973). The role of saprophytic fungi in antagonism against *Drechslera sorokiniana* (*Helminthosporium sativum*) on agar plates and on rye leaves with pollen. *Physiological Plant Pathology*, 3(2), 195IN5203-202205.
- Gravel, V., Antoun, H. y Tweddell, R. J. (2007). Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: possible role of indole acetic acid (IAA). *Soil Biology and Biochemistry*, 39(8), 1968-1977.
- Grayston, S. J., Vaughan, D. y Jones, D. (1996). Rhizosphere carbon flow in trees, in comparison with annual plants: the importance of root exudation and its impact on microbial activity and nutrient availability. *Appl. Soil Ecol.* 5, 29-56.
- Harman, G. E., Howell, C. R. Viterbo, A., Chet, I. y Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature reviews microbiology*, 2(1), 43-56.
- Huang, X., Chen, L. Ran, W. Shen, Q. y Yang, X. (2011). *Trichoderma harzianum* strain SQR-T37 and its bio-organic fertilizer could control

- Rhizoctonia solani* damping-off disease in cucumber seedlings mainly by the mycoparasitism. *Applied microbiology and biotechnology*, 91(3), 741-755.
- Inbar, J., Abramsky, M. Cohen, D. y Chet, I. (1994). Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 100(5), 337-346.
- INEC. (2015). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. INEC. (mayo de 2020). ESPAC, 2019. <https://bit.ly/3IpkXAn>
- Kirk, P. M., Canon P. F., Minter D. W. y Stalpers, J. A. (eds.) (2008). *Ainsworth y Bisby's Dictionary of the Fungi*. 10 ed. International Mycological Institute, CAB International, Wallingford.
- Kleefeld, O. y Chet. I. (1992). *Trichoderma harzianum*, interaction with plants and effect on growth response. *Plant and soil*, 144(2), 267-272.
- Miranda, M. A., Estrella, A. H. y Cabriales, J. P. (2006). Colonization of the rhizosphere, rhizoplane and endorhiza of garlic (*Allium sativum* L.) by strains of *Trichoderma harzianum* and their capacity to control allium white-rot under field conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(7), 1823-1830.
- Oxoid. (1995). Manual de medios de cultivo. UNIPATH España S.A.
- Papavizas, G. C. (1985). *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology and potential for biocontrol. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 23, 23-54.
- Parets, S. E. (2002). *Evaluación agronómica de la coinoculación de micorrizas arbusculares, Rhizobium phaseoli y Trichoderma harzianum en el cultivo de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)* (Doctoral dissertation, Tesis en opción al grado de Máster en Ciencias Agrícolas). Universidad Agraria de La Habana, Habana, Cuba.
- Perelló, A. E., Moreno, M. V. Mónaco, C., Simón, M. R. y Cordo, C. (2009). Biological control of *Septoria tritici* blotch on wheat by *Trichoderma* sp. under field conditions in Argentina. *Biocontrol*, 54(1), 113-122.
- Robles Carrión, R. (2012). *Uso de microorganismos antagonistas y sustancias naturales como una alternativa ecológica en el control de enfermedades en cultivos*. Centro de biotecnología. <https://bit.ly/3MO1VGF>
- Rojó, F. G., Reynoso, M. M., Ferez, M., Chulze, S. N. y Torres, A. M. (2007). Biological control by *Trichoderma* species of *Fusarium solani* causing peanut brown root rot under field conditions. *Crop protection*, 26(4), 549-555.

- Score, A. J. y Palfreyman, J. W. (1994). Biological control of the dry rot fungus *Serpula lacrymans* by *Trichoderma* species: The effects of complex and synthetic media on interaction and hyphal extension rates. *International biodeterioration y biodegradation* 33(2), 115-128.
- Suquilanda, M. (2011). *Producción orgánica de cultivos andinos*. UNOCANC. Valencia, I. E. y Hernández, B. A. (2002). *Muestreo de suelos, preparación de muestras y guía de campo*. Universidad Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores de Cautitlán, México.
- Viloria, T. y Vázquez, E. (2021). *Alejando el umbral del desequilibrio ambiental: seis aportes al debate*.
- Vos, C. M., De Cremer, K., Cammue, B. y De Coninck, B. (2015). The toolbox of *Trichoderma* sp. in the biocontrol of *Botrytis cinerea* disease. *Molecular plant pathology* 16(4), 400-412.
- Woo, S. L., Donzelli, B. Scala, F., Mach, R. L., Harman, G. E., Kubicek, C. P., Del Sorbo, G. y Lorito, M. (1999). Disruption of the ech42 (endochitinase-encoding) gene affects biocontrol activity in *Trichoderma harzianum* P1. *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 12, 419-429.
- Yedidia, I., Srivastva, A. K., Kapulnik, Y. y Chet, I. (2001). Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant and soil*, 235(2), 235-242.
- Yuan, S., Li, M., Fang, Z., Liu, Y., Shi, W., Pan, B. y Shen, Q. (2016). Biological control of tobacco bacterial wilt using *Trichoderma harzianum* amended bioorganic fertilizer and the arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus mosseae*. *Biological Control*, 92, 164-171.
- Zhang, J., Tang, M. y Viikari, L. (2012). Xylans inhibit enzymatic hydrolysis of lignocellulosic materials by cellulases. *Bioresource technology*, 121, 8-12.

## CAPÍTULO 6

# La reforestación y sus efectos en la calidad del suelo en la comunidad San Francisco, parroquia Tarqui, cantón Cuenca

---

Geovanna Zea Cobos  
Docente-investigadora, UPS Cuenca

### Introducción

El uso y manejo del recurso suelo es una temática urgente de ser tratada a nivel mundial, debido al profundo daño que ha sufrido en el pasado, desde la revolución agrícola e industrial y solo recientemente ha sido incorporado por el hombre en sus estrategias para el desarrollo sustentable (Becerra Moreno, 1998). Al deterioro acelerado del suelo provocado por el ser humano, se deben sumar los procesos naturales que de una u otra manera están inmersos en la degradación de los suelos.

En la actualidad, la pérdida de los recursos naturales y la degradación de los ecosistemas no es una problemática única de un país. A nivel mundial los ecosistemas presentan cierto grado de degradación, siendo la causa principal las actividades humanas

(Rey-Benayas y Bullock, 2012). En México, se reporta que en los últimos cinco años la tasa de deforestación se ha reducido, sin embargo, una gran mayoría de sus bosques presentan altos niveles de perturbación debido a causas antrópicas y naturales (incendios, pastoreo y tala ilegal) (Sarukhán *et al.*, 2015).

Muchas instituciones gubernamentales y educativas, además de la sociedad en general se han dado a la tarea de frenar el deterioro de los recursos, y por otra parte, revertir los daños causados (Chazdon, 2008). Actualmente, existen varias estrategias, que tienen como objetivo principal revertir en lo posible dicho deterioro, por ejemplo Bradshaw (1987) menciona tres alternativas: la restauración, rehabilitación y el reemplazo. Otros autores mencionan más de tres alternativas con un enfoque de paisaje, tales como la rehabilitación, las plantaciones comerciales o agroforestales, reforestaciones con especies nativas, regeneración natural asistida y, por último, la regeneración natural o restauración pasiva (Chazdon, 2008). Cualquiera de estas estrategias, tienen como propósito la recuperación en diferente medida de la estructura y/o las funciones del ecosistema degradado, así como la integridad ecológica del paisaje (Bradshaw, 1987; Ruiz-Jaén y Aide, 2005), donde la meta final es obtener un ecosistema, autosuficiente y resiliente ante nuevas perturbaciones, manteniéndose estructural y funcionalmente, e interactuando con ecosistemas aledaños en términos de flujos bióticos y abióticos (SER, 2004). En cuanto a la estrategia de la rehabilitación, esta se refiere al proceso de recuperación que se da en sitios altamente degradados con el fin de recuperar parcialmente la estructura y/o función del ecosistema, sin necesariamente llegar al ecosistema de referencia. Por razones ecológicas, sociales o económicas particulares a cada sitio, la rehabilitación se realiza utilizando no necesariamente todas las especies que estaban presentes originalmente en el lugar (Lamb y Gilmour, 2003; Chazdon, 2008).

## Marco teórico

### Vegetación nativa

Los bosques nativos se convierten año tras año en tierras agrícolas y pastizales para compensar la pérdida de fertilidad de los suelos agrícolas por factores naturales o antropogénicos (los humedales altoandinos juegan un rol vital en el desarrollo de las cuencas andinas, así como de otros sistemas hidrográficos). Según Ramsar (2005), estos ecosistemas mantienen una diversidad biológica única, que se caracteriza por un alto nivel de endemismo de plantas y animales y que además cumplen funciones ecológicas dentro de ellos.

Benítez *et al.* (2004) manifiestan que la vegetación nativa provee de muchos servicios ambientales, como la regulación del clima, el mantenimiento de la composición atmosférica, el secuestro de carbono y la producción de oxígeno. También preserva el suelo de la erosión y regula el ciclo hidrológico a escala local (contribuye a la captación de agua y previene inundaciones). Además, conserva un extenso “almacén genético”, reservorio de la diversidad biológica. Este almacén mantiene sistemas productivos de varios sectores de la población humana, contiene un gran número de especies potencialmente útiles para el hombre y es el hábitat de la vida silvestre. El uso de la vegetación para recreación y esparcimiento es otro de los servicios que proporciona, además no necesita de manejo para su mantenimiento y por lo tanto no requiere de inversión. En los bosques de especies nativas existe un “equilibrio biológico” bajo condiciones naturales, y el ataque de enfermedades y agentes destructivos raras veces alcanza grandes proporciones, el daño se limita a árboles viejos o débiles (Zambrano y Alcívar, 2015).

### El rol de la vegetación arbórea y arbustiva

El manejo de cuencas comienza con el ordenamiento territorial de las partes altas, es ahí, donde se debe establecer una cobertura ve-



getal densa para incrementar la intercepción del agua de lluvia para que pueda infiltrarse y recargar los acuíferos, los árboles con sus profundas raíces y la espesa vegetación arbustiva y herbácea, absorben el agua rápidamente (Ramsar, 2005). El agua de lluvia al caer sobre la tierra cubierta de bosques tiende a humedecer el suelo y permanece ahí sin correr, evita la erosión y las inundaciones. Las raíces de los árboles también contribuyen con la formación y fijación de los suelos, mejoran la fertilidad por los compuestos nitrogenados que se forman en muchas especies o bien por la descomposición de ramas, hojas, flores y frutos al formar el mantillo, que más tarde se convierte en suelo; además proporcionan hábitat y alimento a la fauna silvestre (Zambrano y Alcívar, 2015).

## Deforestación

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2008) la deforestación es desmontar total o parcialmente las formaciones arbóreas para dedicar el espacio resultante a fines agrícolas, ganadero o de otro tipo. Esta concepción no tiene en cuenta ni la pérdida de superficie arbolada por desmonte parcial, ni el entresacado selectivo de maderas, ni cualquier otra forma de degradación. La deforestación es el proceso por el cual la tierra pierde sus bosques en manos de los hombres. El hombre en su búsqueda por satisfacer sus necesidades personales o comunitarias utiliza la madera para fabricar muchos productos. La madera también es usada como combustible o leña para cocinar y calentar. Por otro lado, las actividades económicas en el campo requieren de áreas para el ganado o para cultivar diferentes productos. Esto ha generado una gran presión sobre los bosques (PNUMA, 2008). Al tumar un bosque, los organismos que allí vivían quedan sin hogar. En muchos casos los animales, plantas y otros organismos mueren o les toca mudarse a otro bosque. Destruir un bosque significa acabar con muchas de las especies que viven en él. Algunas de estas no son conocidas por el hombre. De esta manera muchas especies se están perdiendo día a día y desapareciendo para siempre del planeta (PNUMA, 2008).

## Reforestación

Es el repoblamiento o establecimiento de especies arbóreas o arbustivas, nativas o exóticas, con fines de producción, protección o provisión de servicios ambientales, sobre suelos, que pueden o no haber tenido cobertura forestal (PNR, 2005). Según Rey y Alcántara (2011), la reforestación se define como el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. Por tanto, la restauración de la vegetación no consiste en una mera consecución de un dosel forestal integrado por una o pocas especies, sino en engranar el elenco de especies nativas de una forma que recree el modo en que estas se ensamblan, en el espacio y el tiempo, en las comunidades naturales. Ambicionado durante mucho tiempo por biólogos, naturalistas y ecologistas, hoy es un objetivo realista. La sociedad y las administraciones ven la reforestación ya no solo con fines productivos; los valores naturales, ambientales y ecológicos cobran el mayor protagonismo en el nuevo milenio. Tres ideas resultan fundamentales en las visiones modernas de restauración ecológica de la vegetación: sucesión de la vegetación, balance de interacciones entre plantas en la sucesión y heterogeneidad, y dinámica del paisaje (Zambrano y Alcívar, 2015).

## Los bosques de *Polylepis*

El género *Polylepis* incluye aproximadamente 27 especies que forman bosques de hoja perenne con poblaciones muy fragmentadas a lo largo de las alturas de los Andes tropicales y subtropicales. Se estima que quedan menos del 10 % de su extensión original en las regiones altas de Bolivia y Perú y catorce especies están listados como vulnerables. Sin embargo, estos bosques contienen una variedad de especies endémicas y en peligro de extinción (Zutta *et al.*, 2012).

Los bosques de *Polylepis* son recursos vitales para la conservación de la biodiversidad y funciones hidrológicas, la cual se verá alterada por el cambio climático a nivel mundial desafiando la sostenibilidad de las comunidades locales. Sin embargo, estos ecosiste-

mas andinos de gran altitud son cada vez más vulnerables debido a la presión antropogénica como la fragmentación, deforestación y el incremento en el ganado. La importancia para predecir la distribución de bosques nativos ha aumentado para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático a través de la conservación y la reforestación (Zutta *et al.*, 2012).

### Introducción de especies

Una especie invasora es aquella que, trasladada accidental o intencionalmente a un ambiente del cual no es originaria, se desarrolla, reproduce y extiende en el espacio sin necesidad de la inmigración de nuevos individuos para mantener la población. Se definen a las plantas invasoras como aquellas que producen descendencia reproductiva a distancias considerables de la planta madre: a más de 100 m en menos de 50 años para taxones que se extienden a partir de semillas, y a más de 6 m en tres años para taxones que se expanden vegetativamente (Sarasola *et al.*, 2006).

La invasión de comunidades naturales por plantas introducidas constituye una de las más serias amenazas a la biodiversidad. Las invasiones biológicas pueden producir efectos negativos sobre la biodiversidad nativa, como la pérdida y el desplazamiento de especies o la reducción de hábitats, como así también sobre la disponibilidad de los recursos tales como el agua y los nutrientes. Las invasiones también pueden provocar cambios en los reguladores, alterando el pH del suelo o la temperatura. Todos estos cambios pueden resultar en alteraciones fisonómicas, las que se manifiestan en la escala de paisaje, y en alteración de los regímenes de disturbios naturales como el fuego o las inundaciones (Sarasola *et al.*, 2006).

### Pino como especie introducida

El pino tiene como origen californiano, Estados Unidos y la isla de Guadalupe México, fue introducida en 1905, pero la primera planta-

ción real se hizo en el páramo de Cotopaxi en 1941 (*pinus radiata*). Siguiendo este ejemplo, las plantaciones empezaron a expandirse desde 1962 y extensas áreas ahora están cubiertas con monocultivos de esta especie. (Hofstede *et al.*, 1998).

## Efectos

En un estudio realizado en Chile por Frank y Finckh (1996). En una plantación de 33 años de crecimiento de pino *Oregón* no se detectaron señales de una acidificación del suelo en los horizontes superiores. Se detectó un nivel levemente menor del pH de las zonas altas en comparación con las zonas bajas, lo que se debe probablemente a la mayor cantidad de precipitaciones que percolan por el perfil.

Se registraron claras diferencias en la concentración de nutrientes en los suelos bajo pino *oregón* y bosque nativo. Así, bajo el dosel de pino *Oregón* se aprecia una tendencia al empobrecimiento de bases. Esto se verifica para los cationes básicos  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{K}^{+}$ , y también para  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{Na}^{+}$ . La saturación de bases (SB%) de los horizontes superiores de los suelos de bosque nativo es mucho mayor que la de los horizontes superiores en las plantaciones de pino *Oregón*. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) en los suelos trumaos muestra una estrecha relación con el contenido de materia orgánica. La estrecha dependencia entre CIC y el contenido de materia orgánica demuestra la importancia del contenido de humus para la fertilidad del suelo. Los valores de fósforo de los suelos bajo *Pseudotsuga menziesii* también se encuentran por debajo de los correspondientes a bosque nativo. En general los suelos en las zonas bajas son más ricos en nutrientes que los suelos de las zonas altas, lo que se debería a diferencias en las velocidades del lavado de nutrientes, dependiente del clima más húmedo de las zonas altas.

Pino *oregón* no cumplen ni con los requisitos básicos de sustentabilidad. Los monocultivos extensos de *Pseudotsuga menziesii* tienen los mismos efectos negativos sobre la flora nativa y las comunidades locales, que los que han sido descritos para monocultivos de

*Pinus radiata*. Ambos tipos de plantaciones reducen drásticamente la diversidad de flora y fauna nativa. Grupos de alta diversidad y abundancia en el bosque nativo faltan completamente en las plantaciones. La característica estructura multiestratificada del bosque templado se reduce a un solo estrato arbóreo y, a menudo, un estrato herbáceo. La estructura monótona de las plantaciones elimina no solo casi la totalidad de enredaderas y epífitas. Igualmente reduce drásticamente la cantidad de nichos para la fauna asociada. La ausencia total de flora nativa en estado reproductivo indica que las plantaciones forman barreras separadoras entre los fragmentos de biocenosis nativas y “sinks” para semillas nativas. No obstante, la presencia de flora nativa en plantaciones raleadas indica que la situación depende mucho del manejo técnico de las plantaciones.

## Suelo

El suelo es un componente esencial del ambiente en el que se desarrolla la vida; es vulnerable, de difícil y larga recuperación y de extensión limitada, por lo que se considera un recurso natural no renovable (López y Zamora, 2016). Se define como el manto consolidado de la superficie terrestre, que es capaz de sustentar el crecimiento de plantas y otros organismos. El suelo corresponde a la capa superior de la corteza terrestre, que contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. En él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por lo tanto, todo el desarrollo del ecosistema (Myriam Lechon, 2014).

## Características del suelo

**Permeabilidad:** los suelos y las rocas no son sólidos ideales, sino forman sistemas con dos o tres fases: partículas sólidas y gas, partículas sólidas y líquidas, o bien, partículas sólidas, gas y líquido. El líquido es agua y el gas se manifiesta por el vapor de agua, por lo que se habla de medios porosos. Es permeable cuando contiene

vacíos continuos, estos existen en todos los suelos, incluyendo las arcillas más compactas.

**Perfil del suelo:** que la formación y evolución del suelo, por influencia de los factores ecológicos, conducen a la diferenciación de capas sucesivas que se extienden más o menos paralelas a la superficie y que muestran distinciones en sus características como, estructura, coloración y disposición de sus niveles, a los que se les denomina horizontes, a este conjunto se le llama “perfil”.

**Factores de la formación del suelo:** el suelo procede de la roca madre, la cual se altera por la acción de los factores ambientales y en su formación se desarrollan una serie de procesos que transforman el material original hasta establecer una morfología y propiedades propias. En la formación del suelo intervienen un conjunto de procesos muy heterogéneos. El suelo es el resultado de la acción de cinco factores formadores principales: roca madre, clima, microorganismos, relieve y tiempo.

**La roca madre:** el suelo se forma a partir de la meteorización de una roca y por lo tanto los materiales que esta contenga influirán en el producto (suelo) resultante. Una roca consolidada no se alterará de la misma manera que un material no consolidado. Una roca ígnea o metamórfica puede tener una combinación de minerales más o menos alterables y el suelo que se produzca mostrará esta influencia.

**Clima:** la FAO (2006) señaló que el clima de cada región depende de una serie de factores: la latitud, los vientos dominantes (que pueden ser calientes o fríos, húmedos o secos), la altura sobre el nivel del mar, la orientación de la ladera, la cercanía del mar, las corrientes marinas frías o cálidas, la vegetación, etc. Estos factores se relacionan entre sí y determinan la temperatura, la humedad y las posibilidades de vida.

Las tierras cercanas al Ecuador son calientes porque reciben más directamente las radiaciones del sol. Algunas son húmedas por-

que las atraviesan vientos cálidos y húmedos que traen las lluvias. Otras tienen un clima desértico: en ellas se originan vientos calientes y secos, que producen cielos despejados y pocas lluvias. El clima es un factor determinante en la formación del suelo. Cambios de temperatura, presencia de lluvias y vientos, contribuyen al desgaste de la roca madre. Igualmente, el clima influye en la existencia de las plantas, que sujetan el suelo y le aportan materia orgánica. Cuando la temperatura aumenta, es mayor la actividad de los microorganismos. Por esta razón, la materia orgánica del suelo se descompone con más rapidez en los trópicos, liberando nutrientes. La lluvia y el viento son los principales agentes climáticos que causan erosión por arrastre del suelo.

### Los microorganismos

Señaló que los organismos vivos del suelo mejoran la entrada y el almacenamiento de agua, resistencia a la erosión, nutrición de las plantas y descomposición de la materia orgánica en él. La biodiversidad del suelo, el tamaño de las poblaciones de organismos en él y su actividad dependen de prácticas agrotécnicas como el laboreo, los controles fitosanitarios y el manejo de residuos de cosecha, así como de la cobertura y de la fertilidad que él tenga.

Los microorganismos del suelo son muy importantes, pues suministran una buena cantidad de biomasa y al mismo tiempo causan, en algunos casos, problemas fitosanitarios en los cultivos, intervienen activa y directamente en ciclos geoquímicos como los del C, N, P y S. También forman parte en procesos y reacciones que tienen que ver con la nutrición vegetal; ciertos microorganismos pueden asociarse con plantas mejorando su nutrición, como en los casos de las micorrizas, rizobium para la fijación biológica de nitrógeno (Myriam Lechon, 2014).

## Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo se define como su estado en relación con la capacidad que posee de suministrar elementos esenciales para el crecimiento de las plantas, sin presentar concentraciones tóxicas de ningún elemento. Tanto las necesidades de elementos esenciales como la tolerancia a elementos tóxicos varían con el tipo de planta, por lo que el nivel de fertilidad no puede expresarse solamente en relación con el suelo, sino que debe referirse también al cultivo. Es decir, suelos aparentemente infértiles para un determinado cultivo puede resultar muy productivo cuando se cultiva otro tipo de plantas. La fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas (López y Zamora, 2016).

**Fertilidad natural:** se entiende a la fertilidad propia de los suelos vírgenes a aquella en la que existe un equilibrio dinámico entre el suelo y la vegetación que soporta, suministrando agua y nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo (López y Zamora, 2016).

**Fertilidad adquirida:** es un término asociado a los suelos cultivados o a los que han sufrido algún tipo de intervención antropogénica. El uso de abonos, enmiendas o labores, puede modificar el estado de la fertilidad natural del suelo.

**Fertilidad actual:** es la que posee el suelo en un momento determinado, ya sea natural o adquirida (López y Zamora, 2016).

**Fertilidad potencial:** es la capacidad del suelo para mantener su fertilidad natural. En la evaluación de este tipo de fertilidad intervienen parámetros que no se utilizan de forma habitual en el establecimiento de la fertilidad natural (López y Zamora, 2016).

**Fertilidad química:** se refiere a las propiedades químicas del suelo, tanto sus componentes inorgánicos y orgánicos, así como los fenómenos a que da lugar la mezcla de esos componentes (López y Zamora, 2016).



## Nutrientes del suelo

Las plantas para crecer normalmente, necesitan de ciertos elementos indispensables en cantidades grandes (macronutrientes) y otras en proporciones muy pequeñas (micronutrientes), además de los elementos tomados de agua y aire (C, H, O) (Lechon, 2014).

### Nitrógeno

Es un nutriente esencial para los seres vivos, ya que es uno de los constituyentes principales de compuestos vitales como aminoácidos, proteínas, enzimas, nucleoproteínas, ácidos nucleicos, así como también de las paredes celulares y clorofila en los vegetales. Debido a la importancia del N en las plantas, junto al fósforo (P) y potasio (K), es además, el nutriente que en general más influye en el rendimiento y calidad del producto a obtener en la actividad agropecuaria. En la naturaleza existen dos fuentes principales de reserva de N para las plantas. La mayor es la atmósfera, en la cual el 78 % del aire es N, se estima que por encima de una hectárea de suelo hay aproximadamente 300 000 t.

La otra reserva importante de N es la materia orgánica del suelo (MOS). Del total del N que hay en el suelo, aproximadamente el 98 % se encuentra formando compuestos orgánicos, dependiendo de su contenido de materia orgánica, los primeros 20 centímetros de profundidad de un suelo pueden contener entre 1000 y 10 000 kg N. ha<sup>-1</sup>. Estas formas orgánicas incluyen proteínas, aminoácidos y azúcares aaminados. Sin embargo, las formas químicas identificadas representan solo un 30-35 % del total del N orgánico del suelo. (Myriam Lechon, 2014)

### Síntomas de deficiencia

Las hojas son pequeñas, al igual que los tallos y el crecimiento se reduce considerablemente. Las hojas tienen un color verde amarillento en los primeros estados de crecimiento, debido a la limitación en la

síntesis de clorofila, luego se vuelven amarillas rojizas o púrpuras por la presencia 11 de pigmentos de antocianina. Los síntomas son más pronunciados en las hojas viejas, porque es un elemento muy móvil en la planta. Los síntomas pueden diferir de acuerdo con el tipo de la planta. Además, causa serios disturbios en el metabolismo principalmente en el balance proteínas-carbohidratos, esto produce fuertes disminuciones en el rendimiento (Myriam Lechon, 2014).

### Síntomas por exceso

Los síntomas por deficiencia de N en las plantas influyen en la producción de carbohidratos. Se observa un follaje verde oscuro y abundante, reducción en el sistema radical y producción de frutos (Myriam Lechon, 2014).

### Manejo del nitrógeno

La FAO (2006), manifestó que hay tres factores que pueden impedir la disponibilidad del nitrógeno del suelo para las plantas estos son:

*Inmovilización:* es causada por microorganismos que absorben rápidamente las distintas formas del N como nitratos ( $\text{NO}_3$ ) y amonio ( $\text{NH}_4$ ) para poder descomponer los residuos del cultivo y otras materias orgánicas. Mientras los microorganismos usan el nitrógeno, este no está disponible para su absorción por las plantas, hasta el momento en que la materia orgánica es descompuesta, los microorganismos mueren y el nitrógeno es nuevamente liberado.

*Mineralización:* es el proceso por el cual el nitrógeno orgánico de los aminoácidos o proteínas es transformado por los microorganismos en amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y después en nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Aunque las plantas pueden fácilmente absorber ambas formas de nitrógeno, por lo general el amonio es rápidamente transformado en nitrato. Este puede ser absorbido por las plantas o ser eliminado del perfil del suelo y perdido para el crecimiento de la planta. El nitrógeno se encuentra principalmente en forma orgánica (inmovilizado) y, por

lo tanto, no disponible para el crecimiento de las plantas. Debido a que el proceso de mineralización en los primeros años es lento, el nitrógeno para el crecimiento de la planta debe ser aplicado en forma adicional, como fertilizante.

*Volatilización:* en el caso de la distribución de urea durante períodos muy húmedos o en suelos muy húmedos, se convierte rápidamente en amoníaco por la acción de una frecuente enzima natural (ureasa). Una parte del amoníaco es transformado en amonio y permanece en la solución del suelo, mientras que la otra parte desaparece directamente en la atmósfera (volatilización) y no es utilizado para el crecimiento de la planta (Lechon, 2014).

Para evitar la falta de nitrógeno disponible para el crecimiento de las plantas como resultado de la lenta mineralización y los procesos de volatilización e inmovilización, el nitrógeno debe ser bien manejado: dar algún tiempo a la materia orgánica para ser descompuesta antes de la siembra; se debe aplicar 25 - 72 kg. N -1 .ha -1 con el objetivo de prevenir los efectos de la inmovilización; durante la siembra, aplicar nitrógeno en bandas para prevenir la inmovilización; usar nitratos en lugar de amonio, ya que se disuelven más fácilmente y, por lo tanto, son más móviles en el suelo (Lechon, 2014).

## Fósforo

El P como el N, están íntimamente ligado a muchos procesos vitales del crecimiento de las plantas. El fósforo interviene en muchas de las reacciones bioquímicas relacionadas con el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas, en que los compuestos fosforados obran como intermediarios, donando o aceptando energía en reacciones específicas como las que ocurren en los procesos de la respiración y fermentación. El P es importante para la germinación de las semillas, el metabolismo de las plántulas, maduración de las semillas y frutos, desarrollo de las raíces, mejora su resistencia a las bajas temperaturas, incrementa la eficiencia del uso del agua, contribuye a la resistencia de algunas plantas a enfermedades. Los fosfatos

actúan como amortiguadores de la acidez y alcalinidad en las células vegetales (Lechon, 2014).

## El fósforo en el suelo

Las plantas absorben únicamente el fósforo que está en la solución del suelo en forma de  $\text{HPO}_4^{-2}$  (ión fosfato monoácido) y  $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$  (ión fosfato diácido). Las diferencias entre los residuos orgánicos y los fertilizantes minerales son principalmente dos: velocidad de disponibilidad para el cultivo: los residuos orgánicos tienen que ser primero descompuestos por los microorganismos, mientras que los fertilizantes minerales ya tienen los compuestos en la forma que la planta los utiliza (Lechon, 2014).

## Síntomas de deficiencia

Los síntomas de deficiencia de fósforo se manifiestan con un crecimiento lento, débil y plantas pequeñas que presentan un color verde oscuro, con hojas bajas y viejas mostrando una pigmentación púrpura o violácea, crecimiento reducido de la raíz, floración y fructificación pobres, interviene en la apertura del ostiolo en algunas plantas, originando un incremento de la temperatura del vegetal. El fósforo es un elemento bastante móvil en la planta (Lechon, 2014).

## Potasio

El potasio es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal e indispensable para la agricultura moderna de altos rendimientos. Los cultivos absorben potasio en grandes cantidades, igual o más que el nitrógeno porque no solo aumenta los rendimientos, sino que beneficia muchos aspectos de la calidad del cultivo. El potasio actúa en procesos metabólicos de la planta como: es esencial en la fotosíntesis, activa más de 60 sistemas enzimáticos, promueve la síntesis, traslocación y almacenamiento de carbohidratos y optimiza la regulación hídrica en los tejidos vegetales. Estas funciones vitales hacen

que la fertilización potásica de efectos positivos como: promoción del crecimiento radicular, aumento de la resistencia a sequías y heladas, disminución de la incidencia de plagas y enfermedades, reducción de la tendencia al vuelco de cereales e incremento de la nodulación en leguminosas. La nutrición potásica adecuada mejora aspectos de la calidad de los cultivos: mayor porcentaje de proteínas en los granos, mayor contenido de aceite y vitamina C, mejora el color y sabor de las frutas, aumento del tamaño de frutos y tubérculos, menores pérdidas durante el almacenamiento y transporte, y vida larga de frutas y hortalizas en los anaqueles del supermercado (Lechon, 2014).

### **El potasio en el suelo**

El K se encuentra en los suelos en cantidades variables y es absorbido por las plantas en forma de ion  $K^+$ . El contenido de potasio de los suelos y de los fertilizantes se expresan también en forma de  $K_2O$ , tomando en este caso el nombre de potasa. Por lo general, los suelos contienen más potasio que cualquiera de los otros nutrientes más importantes y la mayor parte se encuentra en forma de silicatos insolubles como feldespatos y micas. El potasio en la corteza terrestre se encuentra en aproximadamente un 2,5 %, siendo el contenido de potasio mayor en las rocas ígneas que en las sedimentarias, de allí que los suelos derivados de cenizas volcánicas son ricos en potasio (Lechon, 2014).

### **Síntomas de deficiencia de potasio**

Se manifiesta a través de un amarillamiento de los ápices y márgenes foliares adultos, continuando luego hacia el centro o base de la hoja. Los límites entre las áreas necróticas y el tejido foliar son nítidos. Como consecuencia de este deterioro, disminuye la actividad fotosintética y se detiene la síntesis del almidón. En ciertos casos las hojas presentan una curvatura hacia abajo y un moteado blanco amarillento. Las plantas deficientes en K son fácilmente viradas y son muy sensibles al ataque de insectos y patógenos. El rendimiento y la

calidad del producto final decaen notablemente y su preservación en poscosecha se reduce notoriamente. Las plantas llegan a ser sensibles a la presencia de amonio, llegando posiblemente a una toxicidad por  $\text{NH}_4^+$ . Debido a que el  $\text{K}^+$  es móvil en la planta, los síntomas de deficiencia primeramente aparecen en tejidos más viejos (Lechon, 2014).

## Materiales y métodos

### Selección de la área de estudio

La selección de área de estudio se da por la problemática de deforestación que existe a nivel general en la provincia y específicamente en la comunidad San Francisco de Totorillas, perteneciente a la parroquia Tarqui ubicada a 2900 m s. n. m., esta comunidad está limitando las parroquias Tarqui y Cumbe.

### Reforestación

Para esto se realiza las respectivas gestiones por parte de los estudiantes responsables del proyecto de vinculación de la Universidad Politécnica Salesiana, las gestiones fueron hacia las entidades públicas como son a la Prefectura del Azuay con su empresa AGROAZUAY, y al municipio de Cuenca a su empresa EMAC EP con oficios con fecha 10 de octubre y 16 de octubre respectivamente. A la EMAC EP con el objetivo de adquirir Abono Humus y a AGROAZUAY para adquirir 50 plantas del género *Polylepis*, solicitudes que fueron aprobadas por parte de las empresas.

La reforestación se realizó el día viernes 19 de octubre de 2018, con la colaboración de representantes comunitarios, para esto ya se realizó con antelación los hoyos con lados y profundidad igual a 30 cm (Zulia, 2018). Este trabajo previo se coordina con los representantes comunitarios. Ya con los hoyos realizados se procedió con la plantación de los árboles, para esto se procede de la siguiente manera:

Se procede a colocar la planta de manera que quede totalmente recta, apretándolo con tierra del mismo hoyo, primero con el puño.

Es importante que la planta quede enterrada justo hasta el cuello de la raíz.

Al momento de abonar no se debe tocar la raíz, para esto hay que disponerlo a unos 10 cm de la planta y un poco enterrado. Un exceso de abono puede ser contraproducente, siendo preferible abonar de menos que de más.

Se agregó 75 gramos de abono en cada planta.

Tabla 1

*Levantamiento topográfico*

Estación	Latitud (grados)	Longitud (grados)	Altitud (m s.n.m.)
1	3.01.-9215	79.00.4873	2948
2	3.01.-9340	79.00.4950	2947
3	3.01.-9322	79.00.4991	2952
4	3.01.-9293	79.00.5005	2954
5	3.01.-9267	79.00.4999	2957
6	3.01.-9229	79.00.4996	2957
7	3.01.-9213	79.00.4969	2960

La zona reforestada tiene una altitud media de 2953 m s. n. m., esta zona está ubicada cerca del Bosque Protector Totorillas, reconocido por el ministerio del Ambiente desde 2010.

### Análisis físico del suelo

**pH y Conductividad:** para el análisis de acidez o basicidad se tomó en cuenta el parámetro pH, este trabajo se hizo en laboratorio debido a que no se contaba con el equipo en campo. Este parámetro se calculó para los dos tipos de suelo, suelo de bosque de pino como el suelo donde están plantadas las especies de género *Polylepis*.

Por otro lado, haciendo referencia al procedimiento, se pesó 2,8 g de suelo, la misma que fue diluida en 50 ml de agua, homogenizándolo después de un posterior filtrado se mide el pH con el Equipo Ph-metro Seven Milti de la empresa Meter Toledo, este procedimiento se realizó de acuerdo con el protocolo de “Análisis para suelos y lodos”. De la misma manera se procedió para medir la conductividad.

**Temperatura:** para medir la temperatura se realiza un hoyo de profundidad, se introduce el sensor de temperatura al hoyo, enterrándolo, ver el registro de temperatura en el equipo.

**Humedad:** la humedad es factor importante para el suelo se consideró para hacer el análisis respectivo para determinar el porcentaje de humedad con dos muestras de suelo una, con el suelo reforestado, y otra con el suelo del bosque de pino (*Pinus Linnaeus*).

El procedimiento se realiza generalmente en campo, donde se pesa el recipiente (botella de plástico cortada), posteriormente humedecerla tomando sus respectivos pesos, para finalmente aplicar la fórmula siguiente:

$$\%H = \left[ \frac{W_{total\ humedo} - W_{total\ seco}}{W_{total\ seco} - W_{delatavacia}} \right] * 100 \text{ (Thompson, 1980)}$$

## Análisis químico del suelo

### Descripción de la técnica utilizada para la determinación de nutrientes presentes en el suelo

Para la determinación de nutrientes presentes en el suelo se utilizó la técnica mediante fotómetro tanto para analizar los nutrientes del suelo antes de la siembra como los nutrientes del suelo con presencia de árboles de pino además el suelo después de la siembra.



## Preparación de la muestra madre

De las muestras a analizar se pesa 2.89 g de suelo y se mezcla con 50 ml de agua destilada en una probeta de 100 ml, se mezcla bien con la ayuda de una varilla durante unos 40 segundos hasta que la solución esté homogenizada, seguidamente se filtra la solución a un vaso de precipitado y la solución obtenida se va a analizar. El proceso es el mismo para las dos muestras de suelo (antes de la siembra y con presencia de árboles de pino).

Entre los parámetros químicos analizados están los nitritos, fósforo, hierro y sulfato. Todos estos se realizaron siguiendo los respectivos protocolos establecidos en las pruebas de análisis (cajas de las pruebas).

## Resultados

### Análisis físico

#### pH

Al trabajar con la muestra de suelo donde se plantaron las especies *Polylepis* la lectura de pH dio un resultado igual a 6,74 es decir un suelo ácido cercano al valor de pH neutro, por el contrario, al trabajar con la muestra de suelo donde está el bosque de pino la lectura de pH dio un resultado igual a 6,46 es decir un valor ácido, lo que corrobora con la bibliografía revisada donde establece que en un bosque de pino el pH generalmente es ácido.

#### Temperatura

La determinación de la temperatura se hizo a nivel del suelo a 20 cm de profundidad y a nivel ambiente, mediante un equipo Multímetro Digital *ProsKIT MT-1217*. Este registró una temperatura del suelo a 20 cm de profundidad igual a 20°C y el registro de temperatura ambiente fue igual a 22°C.

## Humedad

Aplicando la fórmula obtenemos los siguientes resultados, tanto para el suelo reforestado como para el suelo de pino.

$$\%H = \left[ \frac{W \text{ total humedo} - W_{\text{totalseco}}}{W_{\text{totalseco}} - W_{\text{delatavacia}}} \right] * 100$$

Para el suelo reforestado:

Datos:

W total húmedo: 1,34 kg

W total seco: 1,1 kg

W recipiente de plástico vacío: 0,1 kg

Para el suelo de pino:

Datos:

W total húmedo: 1,33 kg

W total seco: 1,03 kg

W recipiente de plástico vacío: 0,1 kg

## Análisis químico

Los resultados obtenidos de la técnica mediante fotómetro para determinar los nutrientes del suelo son los siguientes:

*Resultados de la concentración de nutrientes presentes en el suelo antes de la siembra*

La concentración en ppm de cada nutriente presente en el suelo antes de realizar la siembra de árbol de papel. Se tiene mayor concentración de sulfato que es 2.39 ppm, calcio con una concentración de 2.6 y fósforo con una concentración de 1.48 ppm. Que según Espinoza, Slaton y Monzaffari, en su publicación "Como interpretar los resultados de los análisis de suelos" en un artículo de Agricultura

y Recursos Naturales, dicen que estos nutrientes (macronutrientes) como el fósforo se deben encontrar en mayor concentración a comparación que los otros micronutrientes como el: zinc, hierro, boro, etc., esto para el óptimo crecimiento de las plantas.

*Resultados de la concentración de nutrientes presentes en el suelo con presencia de árboles de pino*

Las concentraciones de los nutrientes analizados son mucho más bajas que las concentraciones de los nutrientes analizados de la tabla 2. Por lo que se podría interpretar que los árboles de pino disminuyen la concentración de nutrientes presentes en el suelo.

## Resultados del análisis físico

**Tabla 2**

*Tabla de resultados de los parámetros físicos del suelo*

	pH	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Conductividad (us/cm)
Suelo antes de la siembra de polylepis	6.74	20	24	33.45
Suelo con presencia de árboles de pino	6.46	20	32.5	29.3
Suelo reforestado con árboles de polylepis	5.59	18.3	40.3	38.2

**Tabla 3**

*Tabla de resultados de los parámetros químicos del suelo*

	Concentración en ppm			
	Sulfato	Fósforo	Nitrito	Hierro
Suelo antes de la siembra de polylepis	2.39	1.48	0.28	1.09
Suelo con presencia de árboles de pino	0.49	0.72	0.13	0.5
Suelo reforestado con árboles de polylepis	0.9	3.4	1.96	6.3

## Análisis estadístico

### Planteamiento del problema

Estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, en un proyecto de reforestación en una zona de la comunidad de San Francisco de Totorillas de la parroquia Tarqui-cantón Cuenca, donde se tomó una muestra en 5 puntos del terreno con el objetivo de constatar el nivel de nutrientes (ppm) presentes en dicho suelo, así mismo, se quiere verificar si el suelo es óptimo para el crecimiento de las plantas con una concentración de nutrientes de 3ppm. Para la prueba se utiliza un nivel de confianza típico del 95 %.

Las muestras tomadas dieron los resultados ya trabajados anteriormente:

Tabla 4

*Concentraciones de parámetros físicos del suelo*

Antes de la siembra	
Nutrientes	Concentración (ppm)
Sulfato	2.39
Fósforo	1.48
Nitrito	0.28
Calcio	2.6
Hierro	1.09

**Media muestra: 1,568**

**Desviación Estándar: 0,95**

**Desarrollo de la Prueba de Hipótesis**

**Paso 1:** Se establecen la hipótesis nula ( $H_0$ ) y alternativa ( $H_1$ )

Planteo la hipotesis
$H_0 = 3ppm$
$H_1 \neq 3ppm$

**Paso 2:** Se selecciona el nivel de significancia.

Este valor viene a partir del nivel de confianza típico igual a 95 %

*Nivel de significancia*

Nivel de significancia
$\alpha = 0.05$

**Paso 3:** Se determina el estadístico de prueba.

Para pruebas de hipótesis con una muestra menor a 30 y media poblacional con desviación estándar poblacional desconocida se utiliza la Distribución t.

*Distribución t y su resultado*

$\mu_0 =$	3 ppm
Formula: distribución t	Resultado
$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$	-3.358561036

**Paso 4:** Se formula una regla para tomar la decisión.

Formula	Planteado	Resultado Tabla
$t > (\alpha, V)$	$t > (0.025, 4)$	2,776

**Paso 5:** Se llega a una decisión

Con un nivel de significancia de 0.05 se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  que la concentración de nutrientes promedio de 3ppm es óptimo para el crecimiento de las plantas y se acepta la hipótesis alterna.

## Conclusiones

Los resultados de las pruebas de fotometría, en cuanto al pH de las muestras de suelo de pino y del área reforestada son ácidos, pero el suelo de pino posee más acidez ya que estos árboles deterioran

y erosionan el terreno, en cuanto al suelo que ya posee las plantas reforestadas poco a poco va aumentando su pH gracias al aporte de nutrientes que estas aportan al terreno.

En relación con la concentración de nutrientes en el suelo, existe diferencias entre las diferentes muestras de suelo, estas diferencias de concentraciones son mínimas por el momento, estas serán más notorias con el crecimiento de las plantas.

Con base en los datos analizados sobre pruebas físicas se puede concluir que el pH es más ácido en el suelo reforestado con un valor de pH igual a 5,59 que se encuentra en un rango levemente ácido lo que favorece al suelo porque no habrá propagación de organismos que perjudiquen a las plantas, por otro lado, el análisis a los dos meses de haber sembrado las plantas se registra un incremento hasta 40,3 %, así mismo la conductividad considerada importante porque demuestra cuán eficaz es el traslado de nutrientes tuvo un incremento de 33,45 % hasta 38,2 % lo que indica una estabilidad en el suplemento de nutrientes para las plantas.

De igual manera los nutrientes, fósforo, nitrógeno y hierro tuvieron un incremento como se puede visualizar en la tabla 3, lo que indica que mientras más crecimiento registre el árbol de *Polylepis* el aporte de nutrientes será más alto, de igual forma el mejoramiento de paisaje será de beneficio tanto para los animales endémicos como para la comunidad en general que habitan en el lugar.

## Recomendaciones

En el momento de sembrar la planta, sostenerla lo más recto posible para que así crezca de una manera adecuada, y no exista problemas futuros.

Agregar la cantidad de agua necesaria al momento de la siembra, para garantizar el crecimiento de la planta, el agua suministrada dependerá de las condiciones del terreno.

140

Realizar las pruebas de fotometría de la manera correcta ya que de lo contrario estas no serán las concentraciones exactas de nutrientes que presentan las muestras de suelo, en el peor de los casos se obtendrá un error al realizar estas pruebas.

Filtrar las muestras de suelo lo mayor posible con el fin de que no existan partículas sólidas en la muestra, en el caso de existir estas partículas alterarían el resultado en las pruebas de fotometría.

Cuidar las plantas hasta su total crecimiento para obtener el máximo de los beneficios y servicios ambientales.

## Referencias bibliográficas

- Díaz Rossello, R. y Rava, C. (2006). *Aportes de la ciencia y la tecnología al manejo productivo y sustentable de los suelos*. PROCISUR.
- Frank, D. y Finckh, M. (1996). *Impactos de las plantaciones de pino oregón sobre la vegetación y el suelo en la zona centro-sur de Chile*. Chile.
- Hofstede, R., Lips, J. y Jongsma, W. (1998). *Geografía, ecología y forestación de la Sierra Alta del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Lopez, M. G. y Zamora, A. R. (2016). *Diagnóstico de la fertilidad del suelo en el área de investigación, innovación y desarrollo de la ESPAM-MFL*. Calceta.
- Myriam Lechon, S. (2014). *Determinación de la variabilidad en el grado de fertilidad de los suelos en cinco barrios de Tumbaco, Pichincha*. Quito, Ecuador.
- Rodríguez Moguel, E. (2005). *Metodología de la Investigación*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Rodríguez, R. (24-11-2018). *Manual como plantar un árbol*. <https://bit.ly/43ajPZp>
- Sarasola, M., Rusch, V. E., Schlichter, T. M. y Ghersa, C. M. (2006). *Invasión de coníferas forestales en áreas de estepa y bosques de ciprés de la cordillera en la Región Andino Patagónica*. <https://bit.ly/3Wg5bh7>
- Thompson, L. M. (1980). *Los suelos y su fertilidad*. Reverté S.A.
- Zambrano, M. R. y Alcívar, P. A. (2015). *Plan de reforestación con especies nativas en la microcuenca alta del río Carrizal en la comunidad de Severino*. Calceta.
- Zutta, B. R., Rundel, P. W., Saatchi, S., Casana, J. D., Gauthier, P., Soto, A., . . . Buermann, W. (agosto de 2012). Prediciendo la distribución de *Polylepis*: bosques Andinos vulnerables y cada vez más importantes. *Revista Peruana de Biología*. Lima. <https://bit.ly/3BELHJI>
- Rey-Benayas, J. M. y Bullock, J. M. (2012). Restoration of biodiversity and ecosystem services on agricultural land. *Ecosystems*, 15(6), 883-899.



## Sobre autores y autoras

### **Fredi Leonidas Portilla Farfán**

Ingeniero Agrónomo por la Universidad de Cuenca-Ecuador. Doctor (PhD) en Tecnologías Agroambientales por la Universidad Politécnica de Madrid. Licenciado en Ciencias de la Educación por la Universidad Politécnica Salesiana Ecuador (UPS). Magíster en Docencia Universitaria por la UDA Ecuador. Diplomado de Suficiencia Investigadora por la Universidad del País Vasco. Especialista en Fitopatología por la Universidad de Minnesota USA. Ex Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales UPS Ecuador, Director del Área Agropecuaria UPS Ecuador. Ex Rector del Colegio Carlos Crespi. Ex Gerente Técnico de Andean Flowers Company. Miembro de los grupos de Investigación INBIAM, GICEA y SySA de la UPS, y proyecto CHONTA (UPS-UTPL-PUCE) Ecuador. Proyectos de Investigación en cambio climático, agricultura urbana, medicina ancestral, biodiversidad. Actual profesor de Meteorología- Climatología-Cambio Climático y Desarrollo Sustentable en la UPS Ecuador.

### **Dayanna Mercedes Vargas Carreño**

Ingeniera Ambiental graduada en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Radica en el cantón Chordeleg, provincia del Azuay; actualmente ejerce su profesión con su trabajo independiente donde ofrece sus servicios ambientales. Se inclina por esta profesión debido a su pasión por la protección del medioambiente, lo que la ha llevado a continuar en constante capacitación con relación a su carrera donde con sus conocimientos aporta con ideas en su cantón para el cuidado y conservación del mismo. La motivación que tuvo por el tema de educación ambiental la llevó a realizar el estudio de caso para el artículo sobre la agricultura urbana en la educación ambiental de niños y jóvenes de la ciudad de Cuenca y así con el mismo dar a conocer la importancia de estos temas ambientales en las instituciones educativas y puedan seguir poniéndolos en práctica.

**María Fernanda Vázquez Ordóñez**

Ingeniera Ambiental graduada en la Universidad Politécnica Salesiana. Forma parte de la Fundación Ecológica Maylas dedicada a la protección y conservación del medioambiente, donde ha venido desarrollado varios proyectos a fin de conservar los recursos naturales. Entre ellos destacan el “Proyecto de monitoreo del oso andino en la reserva municipal San Francisco y en las áreas de bosque y vegetación Collay y Aguarongo”, “Reforestaciones en la microcuenca del río San Francisco” y “Bosquejos para la implementación de un Biocorredor Ecológico”. En la actualidad trabaja en el desarrollo de un programa de educación ambiental para las instituciones educativas del cantón Gualaceo que fomenten el conocimiento y cuidado de la madre naturaleza.

**Estefanía Caridad Avilés Sacoto**

Ingeniera Ambiental por la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Doctora (PhD) en Ciencias de la Ingeniería; Ingeniería Ambiental de la Universidad de estudios de Ferrara. Master en Gestión Ambiental y Planificación Territorial de la Universidad de Barcelona. Máster en Políticas Ambientales y Territoriales de la Universidad de estudios de Ferrara. Miembro de los grupos de Investigación GICEA y GIDLO de la UPS. Proyectos de investigación en DEA aplicados al ambiente, tratamiento de aguas con procesos naturales, sensores remotos aplicados al ambiente. Actual profesora de varias cátedras en la UPS Ecuador.

**Diego Paúl Nieves Picón**

Ingeniero Ambiental graduado en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Actualmente se encuentra cursando la maestría en Recursos Naturales con mención en Remediación y Restauración Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana-Ecuador. Ha ejercido su carrera profesional en el campo de la gestión de cuencas hidrográficas en sistemas comunitarios de agua potable del Sur del Ecuador. Ha sido expositor en diversas conferencias a nivel nacio-

nal. Actualmente desarrolla sus funciones como tesista de posgrado y profesional independiente.

### **Ximena del Rocío Criollo Plaza**

Actualmente cursando la maestría en Recursos Naturales con mención en Remediación y Restauración Ambiental de la Universidad Politécnica Salesiana-Ecuador. Es Tecnóloga en Topografía e Ingeniera Civil por la Universidad Católica de Cuenca-Ecuador. Ha ejercido su carrera profesional en el campo de la construcción, así como el manejo integral del agua y en sistemas comunitarios de agua potable en el Sur del Ecuador. Actualmente desarrolla sus funciones como tesista de posgrado y administradora de la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento Baños en Cuenca-Ecuador

### **Pablo Caballero Pérez**

En 2012 en el Departamento de Enfermería Comunitaria, Medicina Preventiva y Salud Pública e Historia de la Ciencia de la Universidad de Alicante. Es Licenciado en Matemáticas y posteriormente en Ciencias y Técnicas Estadísticas por la Universidad de Valencia, terminando su formación universitaria en la Unidad de Epidemiología y Estadística de la Escuela Valenciana de Estudios para la Salud (EVES). Ha ejercido docencia universitaria durante más de 20 años tanto en centros públicos y privados con las mejores valoraciones por parte del alumnado. Actualmente desarrolla sus funciones de docencia e investigación como profesor contratado. Doctor en la Universidad de Alicante.

### **Angélica Geovanna Zea Cobos**

Máster Universitario en Ciencia y Tecnología Química, Especialidad Química Analítica por la Universidad Nacional de Educación a Distancia-Madrid, 2018, Magister en Gerencia en Salud para el Desarrollo Local por la Universidad Técnica Particular de Loja, 2014, es Bioquímica Farmacéutica por la Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas. Ha ejercido su carrera profesional en el Mi-

nisterio de Salud Pública en el Área de Salud Ambiental en el campo de agua apta para consumo humano, bioseguridad y manejo de desechos infecciosos, y manejo adecuado de plaguicidas, docencia universitaria durante diez años. Actualmente desarrolla sus funciones de docencia e investigación como docente en la Universidad Politécnica Salesiana y forma parte de los grupos de Investigación Comunicación, Educación y Ambiente-GICEA, así como Grupo de Investigación en Biotecnología y Ambiente-INBIAM.

### **Manuel Ernesto Delgado Fernández**

Doctorado en 2014 en el Departamento de Ciencias de la Tierra y del Ambiente Università degli studi di Pavia-Italia. PhD Ecología Experimental y Geobotánica. Magíster en Tecnologías para el aprovechamiento de Recursos Naturales no Tradicionales-Università degli studi di Pavia-Italia. Licenciado en Ciencias Químico-Biológicas-Universidad de Cuenca. Ha ejercido docencia universitaria desde el 2000 hasta la fecha como docente titular principal en la Universidad Politécnica Salesiana. Actualmente desarrolla sus funciones como coordinador del grupo de Investigación en Biotecnología y Ambiente INBIAM y como Director de la Maestría en Recursos Naturales Renovables-Mención en Remediación y Restauración Ambiental.

### **Tony Jesús Viloria Ávila**

Doctorado en Ciencias Físico-matemáticas (1993), Maestría en Ciencias Físico-matemáticas (1989) y título de Física. Todos los títulos antes mencionados obtenidos en la Facultad de Física, de la Universidad Estatal de Bielorrusia, en Minsk. Ha ejercido la docencia en la Universidad del Zulia, Venezuela (entidad pública por 22 años). Actualmente es docente titular en la Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca-Ecuador.

### **Adriana Elizabeth Bustamante Gavilanes**

Magíster en Agroecología Tropical Andina en 2015 en la Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniera Agropecuaria en la Universidad

del Azuay. Ha desempeñado como especialista en la elaboración, ejecución, seguimiento de proyectos agropecuarios técnicos y de investigación. Brinda asesoría y capacitación a productores y organizaciones en producción agroecológica. Actualmente se desempeña como Docente Investigador, y responsable de investigación de la carrera de Tecnología Superior en Producción Pecuaria del Instituto Superior Tecnológico Luis Rogerio González.

### **Jorge Yandry Ramírez Robles**

Ingeniero Químico por la Universidad Técnica Particular de Loja-Ecuador, Máster en Ciencia y Tecnología para el aprovechamiento de los recursos naturales no tradicionales y Doctor en Ciencias Químicas (PhD) por la Universidad de Pavia-Italia. Actualmente es profesor de Química Orgánica y Fitoquímica en la Universidad Técnica Particular de Loja. Cuenta con experiencia en investigación en lo referente a la Química de los Productos Naturales específicamente en el aislamiento y caracterización de metabolitos secundarios a partir de plantas medicinales y experiencia en el estudio y análisis químico de aceites esenciales a partir de plantas aromáticas. Es autor de más de 20 publicaciones en revistas internacionales y nacionales indexadas y arbitradas además cuenta con dos publicaciones en capítulos de libros arbitrados.

### **Ana Julia Vega Luna**

Docente Investigadora, Coordinadora del Grupo de Innovación Educativa SYSA y miembro del Grupo de Investigación de Gestión de las Mipymes (GIGMP), Grupo de Innovación Educativa GIE ADCOIN. Actualmente cursa estudios doctorales en Ciencias de la Comunicación por la Universidad de la Habana-Cuba. Máster en Administración de Empresas por la Escuela Politécnica del Ejército, Diplomado en Gestión del Talento Humano por la Escuela Politécnica del Litoral y en Gestión Cultural por la Universidad del Azuay. Título de grado en Ingeniería Comercial.

