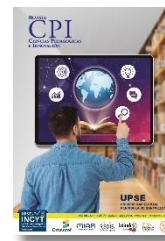



Fotografía botánica: una herramienta para la educación artística en un remanente de bosque seco tropical, Guayaquil - Ecuador

Botanical Photography: A Tool for Artistic Education in a Remnant of Tropical Dry Forest, Guayaquil - Ecuador




Jaime Naranjo-Moran ¹

Universidad Politécnica Salesiana (UPS) – Grupo de Investigación en Aplicaciones Biotecnológicas (GIAB) | Guayaquil – Ecuador | CP EC 090901

 <http://orcid.org/0000-0002-4410-9337>


Marcos Vera-Morales ²

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) – Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador (CIBE) | Guayaquil – Ecuador | CP EC090112
Universidad Politécnica Salesiana (UPS) – Grupo de Investigación en Aplicaciones Biotecnológicas (GIAB) | Guayaquil – Ecuador | CP EC 090901

 <http://orcid.org/0000-0003-2342-6269>


Johanna Solorzano-Muñoz ³

Universidad Politécnica Salesiana (UPS) – Grupo de Investigación en Aplicaciones Biotecnológicas (GIAB) | Guayaquil – Ecuador | CP EC 090901


 <https://orcid.org/0009-0002-9904-5510>

Andrea Pino-Acosta ⁴

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) – Fac. de Arte, Diseño y Comunicación Audiovisual (FADCOM) | Guayaquil – Ecuador | CP EC090112

 <http://orcid.org/0000-0002-9629-2217>

Correspondencia: jnaranjo@ups.edu.ec

 <http://doi.org/10.26423/rcpi.v12i1.753>
Páginas: 23-32

RESUMEN

En un país megadiverso como Ecuador, la fotografía botánica se consolida como una herramienta exitosa para el trabajo multidisciplinario entre artistas y científicos. El objetivo de esta investigación fue establecer procedimientos y bases de datos fotográficas de flora ecuatoriana para la libre expresión artística mediante ilustraciones botánicas digitales. Se obtuvo una producción de 110 imágenes de especímenes florales identificadas de forma exhaustiva, 40 de ellas fueron seleccionadas para la convocatoria de los artistas; 22 fueron plantas nativas, 12 endémicas y 6 introducidas. El fichaje fotográfico y el trabajo multidisciplinario fueron claves para el éxito de los registros y tomas fotográficas. Los resultados de la investigación fomentaron la conciencia ambiental, el desarrollo del diseño, la fotografía botánica como conocimientos indispensables para la generación, transmisión y apropiación intelectual de los recursos botánicos en Ecuador.

Palabras clave: diseño gráfico, expresión visual, flora, ilustración botánica, parque nacional, inteligencia artificial, Midjourney.

ABSTRACT

In a megadiverse country like Ecuador, botanical photography stands out as a successful tool for multidisciplinary work between artists and scientists. The objective of this research was to establish procedures and photographic databases of Ecuadorian flora for free artistic expression through digital botanical illustrations. A production of 110 images of floral specimens was obtained and exhaustively identified, 40 of which were selected for the artists' call; 22 were native plants, 12 endemic, and 6 introduced. The photographic cataloging and multidisciplinary work were key to the success of the photographic records and captures. The results of the research promoted environmental awareness, the development of design, and botanical photography as essential knowledge for the generation, transmission, and intellectual appropriation of botanical resources in Ecuador.

Keywords: graphic design, visual expression, flora, botanical illustration, national park, artificial intelligence, Midjourney.

Recepción: 4 abril 2024 | Aprobación: 27 mayo 2024 | Publicación: 28 junio 2024

¹ Magister en Ciencias en Biotecnología Agrícola con Mención en Ingeniería Genética y Cultivo de Tejidos, por la Escuela Superior Politécnica del Litoral

² Magister en Tecnología e Innovación Educativa, por la Universidad Casa Grande

³ Máster en Cambio Climático, por la Escuela Superior Politécnica del Litoral

⁴ Magister en Diseño y Brading, por la Escuela Superior Politécnica del Litoral

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la riqueza cultural impulsa el arte desde la época colonial. La ilustración y el diseño se nutren de esta diversidad, por medio del uso de un lenguaje propio, enfoque práctico, características que destacan al usarlas a nivel científico y en la enseñanza del dibujo botánico en el país. El camino recorrido por la fotografía botánica ha tenido un aporte práctico, apropiándose de un lenguaje único que facilita el acceso a la observación de especies vegetales con sus formas. Antes de la fotografía el único medio para mostrar las plantas y flores era la ilustración botánica (Bleichmar, 2016).

Los conocimientos científicos, como la biología, inspiran la creación de ilustraciones. Un ejemplo notable es el trabajo de Travis Bedel, "bedelgeuse", con sus collages anatómicos y botánicos. Sus ilustraciones, como la del sistema pulmonar, capturan la atención y muestran la conexión entre arte y ciencia. Si bien la ciencia inspira el arte, es importante mantener la independencia y creatividad de cada disciplina. El trabajo de Bedel es un ejemplo, pero existen muchos otros artistas que exploran la relación entre arte y ciencia de manera innovadora (Hajar, 2015).

En la actualidad, los científicos utilizan varias plataformas en redes sociales, como Facebook y X (antes Twitter), para compartir los avances relevantes de sus investigaciones artísticas y científicas, en el campo de las ciencias biológicas (Collins *et al.*, 2016; Martin y MacDonald, 2020).

La integración de procedimientos presenciales y virtuales, junto con pruebas empíricas de teorías interdisciplinarias, es clave para lograr prioridades que fomenten la complementación entre el trabajo científico y artístico (Brunner *et al.*, 2015). Si bien la participación de comunidades artísticas y científicas es valiosa, no debe reemplazar la rigurosidad metodológica y la objetividad científica en la búsqueda del conocimiento (Angra y Gardner, 2017).

Las áreas naturales protegidas y otros ecosistemas en Ecuador son vitales para la biodiversidad, estos enfrentan desafíos en investigación, conservación y educación. Motivo por el cual, la articulación de espacios y normativas es crucial para proteger estas áreas y prevenir la extinción de especies amenazadas, pero no es suficiente sin abordar las causas subyacentes de la pérdida de biodiversidad, como las actividades humanas no sostenibles (Chen y Sun, 2018).

Las primeras ilustraciones botánicas, hechas a mano durante la conquista española, servían como registro de la flora de los nuevos territorios y reflejaban el estilo artístico de la época. Estas ilustraciones eran evidencia tangible de la diversidad vegetal encontrada y complementaban proyectos de documentación colonial para un público especializado. Estas ilustraciones son valiosas como registro histórico, es importante reconocer el contexto colonial en el que se crearon y las posibles distorsiones o apropiaciones culturales que

podrían estar presentes (Jaipurari, 2020).

Los antecedentes de la ilustración botánica en Ecuador se remontan al trabajo del botánico español Juan Tafalla. Tafalla inició su labor en 1784 y realizó expediciones en Guayaquil de 1798 a 1804, en Quito y Loja de 1804 a 1808. Su objetivo era realizar un reconocimiento exhaustivo de la naturaleza desde una perspectiva artísticas y científica en diversas regiones de América (Adanero, 2011).

La ilustración artística y científica tiene un rol crucial en la comunicación de la ciencia, ofreciendo beneficios tales como: mayor claridad, impacto y retroalimentación, pero también presenta desafíos como el tiempo y costos adicionales. Numerosos artistas e ilustradores han realizado valiosas contribuciones a la historia de la botánica, aumentando la comprensión, además de la difusión de esta ciencia a través de diversas aplicaciones, infografías, resúmenes gráficos, obras de arte público, entre otras. Por tanto, la ilustración científica es una herramienta poderosa, su implementación requiere un enfoque multidisciplinario y enfrenta desafíos como la colaboración con artistas gráficos con la subsecuente compensación adecuada de su trabajo, lo que puede limitar a su accesibilidad (Khoury *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2022).

Al combinar ideas innovadoras, habilidades artísticas, conocimiento científico, la ilustración digital crea productos que promueven la ciencia con la formación de nuevos talentos. La interacción entre científicos y artistas genera un impacto bidireccional, permitiendo la difusión de la ciencia a través de ilustraciones con la participación de artistas que obtendrán más especialización en esta área. La ilustración digital es importante para que los dibujantes mantengan su independencia creativa y no se limiten a la mera representación literal de conceptos científicos (Höttecke y Allchin, 2020).

Es así, que la botánica fusiona ciencia y arte, la cual va más allá de la ciencia para promover la identidad cultural y el aprecio por la naturaleza. Las ilustraciones botánicas, como la obra "Jimson Weed/White Flower N1" de Georgia O'Keeffe, encuentran en los patrones, colores, formas y texturas de las plantas una fuente de inspiración para crear obras de arte con un profundo significado cultural. Sin duda, la ilustración botánica tiene un valor artístico y cultural significativo, es sustancial no olvidar su origen científico y la rigurosidad necesaria para representar las plantas de manera precisa (Georgia O'Keeffe Museum, 2020).

La ilustración botánica digital utiliza elementos originales, diseño, presencia, autores y lectores, se beneficia de la IA (Inteligencia artificial) para crear imágenes innovadoras y corregir errores, abriendo nuevas posibilidades en el dibujo artístico biológico. La IA permite emular la forma de pensar humana a través de herramientas y algoritmos informáticos, capturando aspectos que no pueden ser fotografiados y ofreciendo un enfoque innovador para la representación de especies

botánicas. La IA permite que la ilustración botánica digital mantenga el control creativo y no se limiten a la mera reproducción de imágenes generadas por computadora (Braga y Logan, 2017; Gómez y Rubio, 2023).

El objetivo de la investigación fue establecer procedimientos y bases de datos fotográficos para la ilustración natural, así como generar imágenes con IA de especies representativas ubicadas en el Bosque Protector "La Prosperina", con el fin de fomentar la abstracción en botánicos por medio del arte para plasmar la belleza de la flora del Bosque Seco ecuatoriano.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las salidas de campo se realizaron en el Bosque Protector "La Prosperina" (BPP) durante el período 2018 y 2019. En total, se realizaron 12 muestreos en un remanente de bosque seco tropical del campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en Guayaquil-Ecuador.

Durante los recorridos botánicos se emplearon dos aplicaciones tecnológicas para el reconocimiento automatizado de imágenes de plantas (iNaturalist Ecuador; <https://ecuador.inaturalist.org/> y Pl@ntNet; <https://identify.plantnet.org/es>), aplicaciones utilizadas por investigadores en los últimos años (Jones, 2020). Las aplicaciones permitieron agregar los atributos de cada especie en una base de datos digital con conexión a internet, incluyendo su nombre común, nombre científico, familia botánica y otros detalles relevantes.

Durante las expediciones, se enfocaron las características visuales más llamativas de la biodiversidad botánica y en la retención de información relevante del espécimen vegetal (Ricker y Rincón, 2013). Se utilizó el método de foto-trampeo rápido similar a la vida silvestre (Ramírez y Valdés, 2023), estimulando así los procesos quíestésicos y cognitivos durante los recorridos de campo (Jones, 2020).

Para la toma de fotos, se utilizaron dos cámaras Canon EOS 7D DSLR con kit de 18-135 mm, con lente macro de EF 50mm f/1.4 USM. Para asegurar un registro fotográfico exitoso, un botánico experto voluntario del Bosque Protector "La Prosperina" (BPP), colaboró en la elaboración de un listado arbitrario de posibles especies presentes en la zona. Este registro se enfocó en la morfología de las estructuras vegetales y en la integridad física de los especímenes en observación. Se fomentó la aplicación de técnicas y habilidades fotográficas adecuadas, incluyendo la selección de fondos y enfoques que destacaran los órganos vegetativos externos.

Para evitar el ruido visual generado por otras especies que permitan garantizar una interpretación artística y científica precisa, realizamos una observación analítica

del estado nutricional de cada espécimen. Los patrones de color de las flores, tan cruciales para las abejas en la búsqueda de néctar, también resultan de gran utilidad para los ilustradores digitales. De manera similar a las abejas que reconocen los espectros ultravioletas de las flores, los artistas profesionales pueden encontrar inspiración en la policromía del entorno natural para desarrollar su máxima expresión artística (Verhoeven *et al.*, 2018). Para los educandos, el uso de ilustraciones, fotografías y dibujos sirven como un complemento invaluable, dado que, facilita la comprensión, lectura, adquisición de conocimientos técnicos y científicos (Lin *et al.*, 2023).

El enfoque multidisciplinario implicó la interacción, convivencia y socialización de trabajo colaborativo de fichaje y reconocimiento *in-situ*. Luego, fueron habilitados documentos compartidos, que contenían enlaces de interés que motivaron la validación y edición de los especímenes captados en foto, además de un grupo de WhatsApp para despejar dudas y obtener retroalimentación de forma inmediata.

Los artistas tuvieron libertad para expresar el estilo de ilustración digital que más se adaptó a su inspiración, también se utilizó la IA de una especie vegetal representativa de la ciudad de Guayaquil (<https://www.youtube.com/watch?v=mAohe714vj4>) para observar diferencias en la ilustración natural y artificial como un recurso que permite crear contenido de la naturaleza, al mismo tiempo que los biólogos contrastaron la información con las bases de datos del "Herbario Rapid Reference" (<https://plantidtools.fieldmuseum.org/es/rrc/5581>), "Trópicos" (<https://www.tropicos.org/home>) y "Bioweb Ecuador" (<https://bioweb.bio/>). Se realizaron reuniones cada tres meses para seleccionar y definir actividades correctivas a las tomas fotográficas y avances de identificación botánica de las flores del BPP (Figura 1).

Para plasmar una representación gráfica de una especie emblemática de la ciudad, como la orquídea de Guayaquil (*Encyclia angustiloba*), mediante fotografías del espécimen silvestre encontrado en el campus María Auxiliadora de la Universidad Politécnica Salesiana. Esta recopilación de información, que incluía imágenes, características morfológicas y elementos botánicos distintivos de la especie floral, resultó fundamental para la creación de un banco de imágenes. Este banco de imágenes, a su vez, sirvió como base para la representación de las flores en el contexto de las especies nativas del bosque seco de la costa ecuatoriana.

También se empleó la inteligencia artificial mediante Midjourney. Para ello, se ingresaron los atributos hiperparamétricos del prompt en idioma inglés, se experimentó con diferentes configuraciones y estilos hasta obtener los resultados deseados (Allauca, 2023). Luego, cada una de las figuras generadas fue evaluada en términos de calidad y coherencia en la representación de la morfología de la flor. Las imágenes obtenidas con IA fueron mejoradas, como en el caso de la orquídea de

Guayaquil (*Encyclia angustiloba*), figura en la que se modificó la tonalidad de los sépalos y pétalos, la forma del labelo y otros detalles.

Para convocar a los artistas, se difundieron anuncios a través de las redes sociales del BPP y REBS (Red de Bosques Secos). El objetivo fue vincular a diversos investigadores y activistas jóvenes especializados en botánica para que, mediante cursos y talleres con aprendizajes mixtos, adquirieran una comprensión profunda del arte y la representación de los elementos florales. La convocatoria siguió el proceso de selección

de las colaboraciones artísticas voluntarias, emitiendo los respectivos derechos de autor. Los criterios de selección fueron los siguientes: ser artista, ilustrador o diseñador, ser ecuatoriano o extranjero, ser mayor de edad, aceptar la colaboración artística voluntaria y sin fines de lucro, recibir los créditos de autor por su contribución artística, llenar un formulario virtual, considerar los plazos establecidos, asistir a reuniones virtuales, tener libertad de estilo, recibir la fotografía del banco de imágenes del BPP-ESPOL, entregar imágenes con dimensiones de 15 x 21 cm y resolución de 300 dpi.



Figura 1. Salida de campo, análisis y selección de recursos fotográficos; A) Inducción inicial con interprete de flora en el bosque protector “La Prosperina”, B) Toma fotográfica, C) Observación *In-situ* de órganos vegetales, D) Preselección de fotografías, E-G) Fotografías con criterios óptimos, H-I) Fotografías con ruido visual y mal enfoque.

Para convocar a los artistas, se difundieron anuncios a través de las redes sociales del BPP y REBS (Red de Bosques Secos). El objetivo fue vincular a diversos investigadores y activistas jóvenes especializados en botánica para que, mediante cursos y talleres con aprendizajes mixtos, adquirieran una comprensión profunda del arte y la representación de los elementos florales. La convocatoria siguió el proceso de selección de las colaboraciones artísticas voluntarias, emitiendo los respectivos derechos de autor. Los criterios de selección fueron los siguientes: ser artista, ilustrador o diseñador, ser ecuatoriano o extranjero, ser mayor de edad, aceptar la colaboración artística voluntaria y sin fines de lucro, recibir los créditos de autor por su contribución artística, llenar un formulario virtual, considerar los plazos establecidos, asistir a reuniones virtuales, tener libertad de estilo, recibir la fotografía del banco de imágenes del BPP-ESPOL, entregar imágenes con dimensiones de 15 x 21 cm y resolución de 300 dpi.

Se comunicó a los artistas que los organizadores serían responsables de la autenticidad o afectaciones a terceros y su reservación de ejercer acciones legales en su contra por plagio o falsedad de representación. Los artistas otorgaron los derechos a la entidad académica para la reproducción, exhibición y difusión de la obra en medios impresos o digitalizados según las normativas del Servicio Nacional de Derechos Intelectuales

(SENADI).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se lograron fotografiar 110 flores en los doce recorridos realizados en el BPP, de acuerdo con los criterios de fichaje fotográfico (ruido visual y enfoque). Se seleccionaron 41 fotos que pertenecen a 40 especies vegetales y a 37 familias botánicas con su respectiva ficha descriptiva, además de un dato curioso del espécimen vegetal para enviar al ilustrador. De los resultados de descripción taxonómica, se identificaron 22 especies de plantas nativas, 13 introducidas y 4 endémicas y una no identificada (N/D) (Tabla 1).

Se creó un banco de imágenes de flora abierto a la comunidad académica, artísticas y científica de la ESPOL, convirtiéndose en un escenario clave para el trabajo multidisciplinario de académicos e investigadores con actividades de vinculación, promoción, creación e innovación con pertinencia a una sociedad circundante. Estas comunidades aledañas son las que albergan e influyen en este ecosistema frágil de bosque seco tropical, puesto que existen extensiones que no están protegidas de las actividades antrópicas (Linares-Palomino *et al.*, 2009).

Tabla 1. Listado de especies vegetales seleccionadas para el banco de imágenes identificadas mediante aplicaciones tecnológica y repositorios digitales.

Familia botánica	Nombre científico	Nombre común	Distribución natural
Acanthaceae	<i>Aphelandra glabrata</i>	Camarón de montaña	Introducida
Amaryllidaceae	<i>Leptochiton quitoensis</i>	Lirio de montaña	Nativa
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i>	Ciruela de hueso	Nativa
Annonaceae	<i>Cananga odorata</i>	Cananga	Introducida
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Suche	Introducida
Asteraceae	<i>Wedelia sp.</i>	Girasol de monte	N/D
Begoniaceae	<i>Begonia ludwigii</i>	Begonia de montaña	Nativa
Bignoniaceae	<i>Tecoma castanifolia</i>	Muyuyo de montaña	Nativa
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bototillo	Introducida
Boraginaceae	<i>Varronia cylindrostachya</i>	Rabo de alacrán	Nativa
Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>	Palo santo	Nativa
Calophyllaceae	<i>Mammea americana</i>	Mamey cartagena	Nativa
Capparaceae	<i>Cynophalla mollis</i>	Sebastián	Endémica
Caricaceae	<i>Vasconcellea parviflora</i>	Fosforillo	Endémica
Cyperaceae	<i>Cyperus strigosus</i>	Coquito falso	Introducida
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Lleva de pato	Nativa
Convolvulaceae	<i>Ipomoea triloba</i>	Campanillas	Nativa
Costaceae	<i>Costus guanaiensis</i>	Caña agria	Nativa
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Achochilla	Introducida
Euphorbiaceae	<i>Croton rivinifolius</i>	Olor de santo	Nativa
Fabaceae	<i>Clitoria brachystegia</i>	Frijolillo	Nativa
	<i>Gliricidia brenningii</i>	Lluvia blanca	Endémica
	<i>Leucaena trichodes</i>	Leucaena de montaña	Introducida
	<i>Senna dariensis</i>	Abejón	Nativa
Lamiaceae	<i>Vitex gigantea</i>	Pechiche	Nativa
Lecythidaceae	<i>Gustavia angustifolia</i>	Membrillo	Nativa
Malvaceae	<i>Bastardia viscosa</i>	Malva de bruja	Nativa
Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	Cereza	Nativa
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Niguito	Nativa
Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	Pumarrosa amarilla	Introducida
Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Bedoca	Nativa
Plumbaginaceae	<i>Plumbago scandens</i>	Pega pega	Nativa
Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i>	Fernán Sánchez	Nativa
Pontederiaceae	<i>Eichhornia crassipes</i>	Jacinto de agua	Introducida
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i>	Café	Introducida
Rutaceae	<i>Citrus sp.</i>	Limón	Introducida
Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i>	Cauje	Introducida
Solanaceae	<i>Browallia americana</i>	Chavelita de monte	Introducida
Theophrastaceae	<i>Clavija euerganea</i>	Huevo de tigre	Endémica
Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Nativa

Fuente: Elaborado por los autores.

El fichaje fotográfico fue clave para la identificación de las especies, también fue un insumo multifuncional para registrar los distintos cambios fenológicos en la vegetación del ecosistema forestal, proveyendo información sobre indicadores de patrones estacionales del hábitat de las plantas (Sonntag *et al.*, 2012). La fotografía digital es un procedimiento que permite inclusive estimar la concentración de pigmentos (colores) en los tejidos vegetales (Del Valle *et al.*, 2018). El color, la interpretación y el conocimiento detrás de las imágenes contienen elementos críticos que promueven los saberes científicos y teóricos. En repetidas ocasiones los estudiantes decían “nunca he visto esto, desconocía esto o no pensé que fuera esto”. El arte fotográfico inspira e integra emociones para crear obras que aportan belleza y mensajes de impacto para el gozo de los estudiantes, profesores y público en general (Qiu, 2020).

Como resultado de la convocatoria se inscribieron 69 artistas gráficos, que presentaron sus ilustraciones de estilo libre donde se reconocen los detalles, colores y formas de los especímenes. Los artistas, lograron observar y reproducir con precisión las características de importancia que motivó hacia la educación botánica y ambiental. Las obras digitales lograron registrar la vida vegetal (Figura 2).



Figura 2. Ilustración botánica de Alcotán (*Erato* sp.), realizada el 10 marzo del 2018, Guayaquil -Ecuador.

El resultado de las fotografías e ilustraciones aportaron con la concientización de la composición florística perteneciente al Bosque Protector “La Prosperina” que a la fecha en Facebook posee 1.6 mil “me gusta” (2/04/2024). La ilustración botánica de la Orquídea de Guayaquil (*Encyclia angustiloba*) se realizó con IA mediante Midjourney (Figura 3). Esta herramienta permitió a los artistas crear imágenes originales de forma rápida y eficiente, aunque con limitaciones en el control del resultado final y los derechos de autor. Debido al tamaño de la flor la fotografía debería realizarse con cámaras de lentes especializados de alto valor, es donde Midjourney se perfila como una herramienta útil para reproducir imágenes de especies del bosque seco tropical, pequeñas o grandes como por

ejemplo del árbol de palo santo, ceibo, guayacán, entre otros. Resultados similares se obtuvieron con imágenes arquitectónicas usando la IA, donde se tiene interacciones artísticas y cognitivas de alto nivel (López, 2023).



Figura 3. Ilustración artística de Orquídea de Guayaquil (*Encyclia angustiloba*), realizada en IA (Midjourney) el 13 septiembre del 2023, Guayaquil-Ecuador.

La foto de una planta perteneciente al bosque seco tropical ecuatoriano puede fomentar la creatividad artística y científica (Figura 4). Imaginemos una fotografía de una orquídea como las del género *Cattleya* sp. que se encuentra en el trópico americano, con sus pétalos vibrantes y su forma simétrica, capturada en la luz dorada del atardecer. Esta imagen no solo inspira una acuarela vibrante o una escultura en madera tallada, sino que también despierta la curiosidad artística y científica. Esto nos lleva a preguntarnos ¿Cómo se ha adaptado esta planta a las condiciones áridas del bosque seco? ¿Qué papel juega en este ecosistema?

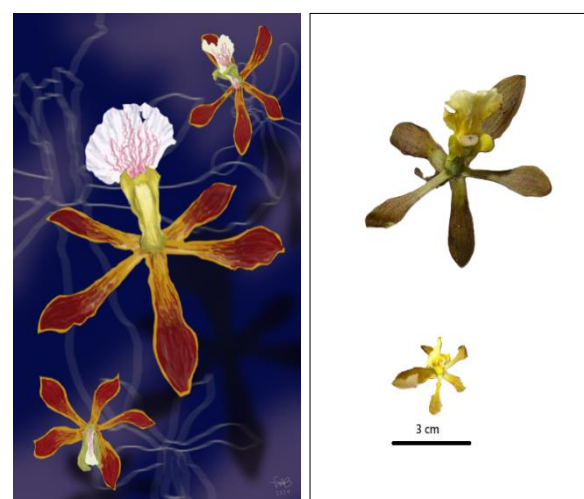


Figura 4. Ilustración botánica de Orquídea de Guayaquil (*Encyclia angustiloba*), realizada por el arquitecto Fabricio Brusa, abierta a la representación artística del autor inspirada en la flor, Guayaquil - Ecuador.

La investigación artística y científica puede responder estas preguntas, guiando la creación de proyectos de arquitectura sostenible que imiten las estrategias de supervivencia de las plantas. Un edificio con fachada permeable que imita la transpiración de las hojas, o un sistema de recolección de agua inspirado en las raíces profundas de los árboles, son solo dos ejemplos, que motivan la creación científica en los educandos universitarios, en particular de un país megadiverso como Ecuador, la riqueza de la flora del bosque seco tropical es un tesoro sin explotar.

La unión entre arte, ciencia e investigación puede traducirse en soluciones innovadoras para la arquitectura y la vida diaria, inspirando a las nuevas generaciones a explorar, cuidar y proteger este ecosistema único. Estos aportes determinarán a futuro la exploración de diseños precisos, al utilizar los contenidos formales anclados al progreso de las ideas, la estructura y su propia construcción (Rangel *et al.*, 2012). La fotografía botánica emergió como una herramienta útil para la educación artística y la conservación en el bosque seco tropical. Su capacidad para capturar detalles morfológicos, documentar la biodiversidad y generar insumos educativos atractivos la convierte en un recurso único para investigadores, educadores y conservacionistas (Martin y MacDonald, 2020).

Se recomiendan cinco factores claves a considerar, primero fortalecer la educación ambiental, dado que la fotografía botánica puede usarse para crear materiales educativos que promuevan la comprensión de la flora del bosque seco tropical entre estudiantes de diferentes niveles educativos. Segundo documentar la biodiversidad para la creación de catálogos y bases de datos fotográficos completos, esto puede contribuir al conocimiento y monitoreo de la flora del bosque seco tropical, incluyendo especies endémicas como también, en peligro de extinción. El tercer punto es promover la conservación mediante la fotografía botánica, sensibilizar al público sobre la importancia del bosque seco tropical y las amenazas que enfrenta, fomentando acciones de conservación y restauración. Como cuarto punto es impulsar la investigación artística y científica en el bosque seco tropical, las fotografías de alta resolución pueden ser utilizadas para realizar estudios morfológicos, taxonómicos y ecológicos, complementando otras metodologías de investigación. En el quinto punto es desarrollar herramientas tecnológicas como la creación de aplicaciones móviles y plataformas online puede facilitar el acceso a la información y el intercambio de fotografías entre investigadores, educadores y aficionados (Collins *et al.*, 2016).

Las limitaciones de estos estudios precisan cinco aspectos; 1. El sesgo de accesibilidad, dado que obtención de fotografías de alta calidad en el bosque seco tropical puede ser un desafío debido a las

condiciones climáticas, la dificultad del terreno y la distribución de las especies. 2. El sesgo de representación, en particular, las fotografías no siempre capturan la complejidad de las interacciones ecológicas y la dinámica de los ecosistemas. 3. El sesgo de interpretación porque las fotografías requieren de un conocimiento especializado en botánica y ecología, lo que puede limitar su uso por parte del público no especializado. 4. El sesgo tecnológico: La calidad de las fotografías depende del equipo y software utilizados, lo que puede crear brechas entre investigadores y aficionados. 5. El sesgo ético a consecuencia de considerar el impacto de la fotografía botánica en las poblaciones de plantas y en los ecosistemas, minimizando el daño y promoviendo prácticas sostenibles. La combinación de la fotografía botánica con otras herramientas y metodologías puede contribuir a la comprensión, protección y manejo sostenible de este ecosistema único al promover el Objetivo de Desarrollo Sostenible 15, Vida de ecosistemas terrestres.

4. CONCLUSIONES

El proyecto de investigación sobre la flora del Bosque Protector "La Prosperina" ha dejado un legado de conocimiento, creatividad e inspiración. No solo ha generado un valioso archivo visual de la flora local, sino que también ha sembrado las semillas para un futuro más verde y creativo.

Para la comunidad artística, estas imágenes representan una fuente inagotable de inspiración, impulsando nuevas formas de expresión que celebran la belleza y la fragilidad del bosque seco. Para la comunidad artísticas y científica, las ilustraciones y fotografías son herramientas que facilitan la investigación y la educación ambiental, permitirá estudios más profundos de las especies y sus adaptaciones únicas.

Para los estudiantes universitarios, la investigación representa posibilidades en el campo de la biomimética, donde la naturaleza se convierte en maestra y musa para el diseño de soluciones innovadoras y sostenibles. Más allá de ser un catálogo, este banco de imágenes representa un legado de conocimiento, creatividad e inspiración que invita a las nuevas generaciones a explorar, proteger y admirar la riqueza del bosque seco tropical.

En conclusión, esta investigación demuestra que la colaboración entre artistas, científicos y la comunidad puede tener un impacto positivo en la sociedad, impulsando la conciencia ambiental, la investigación científica y la innovación artística. Es alentador ver cómo, a pesar de los desafíos ambientales en el bosque seco tropical, el arte y la ciencia pueden unirse para crear un futuro mejor para nuestro planeta anclado en la educación universitaria como amalgama de ambas.

Financiamiento

Los autores desean extender su agradecimiento a la Unidad de Vínculos de la Sociedad de la ESPOL, por financiar el proyecto, además a los visitantes, docentes, estudiantes, artistas e ilustradores quienes participaron en el proyecto de línea base junto al Programa Interinstitucional Bosque Protector La Prosperina (PIBPP), autofinanciando sus aportes de manera voluntaria con fines de conservación y difusión de las especies vegetales. Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana por su aporte asociado al proyecto “Caracterización de la biodiversidad y etnobotánica de las especies vegetales ubicadas en el campus María Auxiliadora (HERBARIO) con resolución No. 0100-005-2023-09-26.

Conflictos de Intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribuciones de los Autores

En base a la taxonomía CRediT, las contribuciones fueron: Jaime Naranjo-Morán: revisión, borrador, validación, supervisión. Marcos Vera-Morales: recursos y materiales, conceptualización, metodología. Johanna Solorzano-Muñoz: visualización, metodología, análisis. Andrea Pino-Acosta: administración, fondos, análisis.

5. REFERENCIAS

Adanero Oslé, Carlos (2011). Juan Tafalla, Botánico Navarro, 200 años después. *Revista de la Societat Catalana d'Història de la Farmàcia*, 6 (17): 23-32 ISSN 1887-908X. Disponible en: <https://schf.cat/wp-content/uploads/2018/09/Revista17.pdf>

Allauca, José. (2023). Creación de imágenes utilizando midjourney. Un caso de estudio. *Ciencia inteligente*, 1(2), 19-34. Disponible en: <https://cienciainteligente.com/index.php/CIN/article/view/15>

Angra, Aaakanksha; y Gardner, Stephanie M. (2017). Reflecting on Graphs: Attributes of Graph Choice and Construction Practices in Biology. *CBE life sciences education*, 16(3), ar53. Disponible en: <https://doi.org/10.1187/cbe.16-08-0245>

Bleichmar, Daniela (2016) El imperio visible. Expediciones botánicas y cultura visual en la ilustración hispánica. Edición electrónica.

Fondo de Cultura Económica. 294 pp. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/hys.n33.60972>

Braga, Adriana; y Logan, Robert K. (2017). The Emperor of Strong AI Has No Clothes: Limits to Artificial Intelligence. *Information. MDPI*, 8(4), 156. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/info8040156>

Brunner, Julian W; Sankaré, Ibrahima C.; y Kahn, Katherine L. (2015). Interdisciplinary Priorities for Dissemination, Implementation, and Improvement Science: Frameworks, Mechanics, and Measures. *Clinical and translational science*, 8(6), 820–823. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/cts.12319>

Chen, Gao; y Sun, Weibang (2018). The role of botanical gardens in scientific research, conservation, and citizen science. *Plant Divers*, 40(4), p. 181-188. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pld.2018.07.006>

Chen, Tong; Liu, Yong-Xing.; y Huang Luqi (2022). ImageGP: An Easy-to-Use Data Visualization Web Server for Scientific Researchers. *iMeta*, 1(e5). Disponible en: <https://doi.org/10.1002/imt2.5>

Collins, Kimberley; Shiffman, David; y Rock, Jenny. (2016). How Are Scientists Using Social Media in the Workplace?. *PLoS one*, 11(10), e0162680. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162680>

Del Valle, Jose C; Gallardo-López, Antonio; Buide, Maria Luisa; Whittall, Justen. B; y Narbona, Eduardo. (2018). Digital photography provides a fast, reliable, and noninvasive method to estimate anthocyanin pigment concentration in reproductive and vegetative plant tissues. *Ecology and evolution*, 8(6), 3064-3076. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/ece3.3804>

Georgia O'Keffe Museum. (noviembre, 2020). *About Georgia O'Keffe*. Disponible en: https://www.okeeffemuseum.org/about-georgia-okeeffe/#tab_her-art

Gómez Gómez, Hernando; y Rubio Tamayo, José Luis (2023). Algoritmografía, hito y fenómeno en la producción de imágenes fijas en la era digital: Resignificación de la noción de la imagen fotográfica y proyección del medio en un contexto de producción de imágenes con inteligencia artificial y machine learning. *Visual Review*, 14(2). Disponible en:

<https://doi.org/10.37467/revvisual.v10.4607>

- Hajar Rachel (2015). Anatomical-botanical art. *Heart views: the official journal of the Gulf Heart Association*, 16(4), 169. Disponible en: https://journals.lww.com/hrtv/fulltext/2015/16040/anatomical_botanical_art.12.aspx
- Höttecke Douglas; y Allchin Douglas (2020). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641-666. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- Jaipurari, Saumya Garima (2020). Indian Art and European Science: Patnakalam and Colonial Botanical Drawings. *Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities*, 12(4), 1-17. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/e5a5/63d767276627f654e68215bde3faff8ccf79.pdf>
- Jones, Hamlyn (2020). What plant is that? Tests of automated image recognition apps for plant identification on plants from the British flora. *AoB Plants*, 12(6). Disponible en: <https://doi.org/10.1093/aobpla/plaa052>
- Khoury, Colin; Kisel, Yael; Kantar, Michael; Barber, Ellie; Ricciardi, Vincent; Klirs, Carni; Kucera, Leah; Mehrabi, Zia; Johnson, Nathanael; Klabin, Simone; Valiño, Álvaro; Nowakowski, Kelsey; Bartomeus, Ignasi; Ramankutty, Navin; Miller, Allison; Schipanski, Meagan; Gore, Michael; y Novy, Ary (2019). Science-graphic art partnerships to increase research impact. *Communications biology*, 2(295). Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s42003-019-0516-1>
- Lin, Weijane, Masumoto, Koji; Kakusho, Koh y Yueh, Hsiu-Ping (2023). How Scientific Illustration and Photography Aid Learners' Reading—Evidence from Eye Movements. *In International Conference on Human-Computer Interaction*. Springer, Cham. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-031-35946-0_21
- Linares-Palomino, Reynaldo; Kvist, Lars Peter; Aguirre-Mendoza, Zhofre; y Gonzales-Inca, Carlos. (2009). Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity And Conservation*, 19(1), 169-185. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9713-4>
- López Delacruz, Santiago (2023). Un vínculo paradójico: narrativas audiovisuales generadas por inteligencia artificial, entre el pastiche y la cancelación del futuro. *Hipertext.net* (26), 31-35. Disponible en: <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2023.i2.6.05>
- Martin, Curtis y MacDonald, Bertrum H. (2020). Using interpersonal communication strategies to encourage science conversations on social media. *PloS one*, 15(11). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241972>
- Qiu, Yang. (2020). Expression of Garden Artistic Conception by Photography. *Journal of Landscape Research*, 12(2), 115-118. Disponible en: <https://www.proquest.com/openview/327b930f6d36cb5c1ae86a0b9f3e3142/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1596366>
- Ramírez López, Emmanuell y Valdés Lujano, Sandra Ximena (2023). Foto-Trampeo: Una Revolución en el Monitoreo de Vida Silvestre. *Enfoque Rural*, 1(2). Disponible en: <https://enfoquerural.uaemex.mx/article/view/22597/16845>
- Rangel Rocha, Enrique; Rodríguez García, José Amaparo; Martínez Peña, Enrique; y Lopez Hernández, Juan. (2012). Biomimética: innovación sustentable inspirada por la naturaleza. *Investigación y Ciencia*, 20(55), 56-61. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/674/67424409007.pdf>
- Ricker, Martín y Rincón, Armando (2013). Manual para realizar las colectas botánicas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos. *Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*, 1, 25. Disponible en: https://www.sniq.mx/DocAcervoINN/documentacion/inf_nvo_acervo/SNIGMA/Inv_Nac_For_Suelos/INFyS_2013_Anexo_manual_collectas_botanicas.pdf
- Sonnentag, Oliver; Hufkens, Koen; Teshera-Sterne, Cory; Young, Adam M.; Friedl, Mark; Braswell, Bobby H.; Milliman, Thomas; O'Keefe, John; y Richardson, Andrew D. (2012). Digital repeat photography for phenological research in forest ecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 152(1), p. 159-177. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.09.009>

Verhoeven, Christian; Ren, Zong-Xin y Lunau, Klaus (2018). False-colour photography: a novel digital approach to visualize the bee view of flowers. *Journal of Pollination Ecology*, 23(1). Disponible en: [https://doi.org/10.26786/1920-7603\(2018\)11](https://doi.org/10.26786/1920-7603(2018)11)

Artículo en normas APA 7ma. Edición.



Artículo de **libre acceso** bajo los términos de la **Licencia Creative Commons Reconocimiento – NoComercial – CompartirIgual 4.0 Internacional**. Se permite que otros remezclen, adapten y construyan a partir de su obra sin fines comerciales, siempre y cuando se otorgue la oportuna autoría y además licencien sus nuevas creaciones bajo los mismos términos.