Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

El herbario como herramienta didáctica para el aprendizaje integral de la botánica en Educación Superior: un enfoque en Ingeniería Agronómica

The Herbarium as a Teaching Tool for Integrated Learning of Botany in Higher Education: A Focus on Agricultural Engineering Education

O herbário como ferramenta didática para a aprendizagem integral da botânica no Ensino Superior: um enfoque na Engenharia Agronômica

Emiliano Foresto[1]
Rocío Belén Martin[2]
Danilo Silvio Donolo[1]

[1] Universidad Nacional de Río Cuarto
[1] Universidad Nacional de Córdoba

Recibido: 22/12/2025
Aceptado: 24/04/2026

Correspondencia
Emiliano Foresto
eforesto@ayv.unrc.edu.ar

Cómo citar: Foresto, E., Martin, R. B., & Donolo, D. S. (2026). El herbario como herramienta didáctica para el aprendizaje integral de la botánica en Educación Superior: un enfoque en Ingeniería Agronómica. *Páginas de Educación*, *19*(1), e5031. https://doi.org/10.22235/pe.v19i1.5031

Disponibilidad de datos:
El conjunto de datos que apoya los resultados de este estudio no se encuentra disponible.

Financiamiento: Proyectos sobre Escriturо y Lectura en las disciplinas para Primer Año (PELPA). Séptima Convocatoria. Res. 176/2023.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Resumen: El herbario, recurso didáctico clave en Botánica, integra teoría y práctica en la formación de ingenieros agrónomos. Este estudio analiza su contribución al aprendizaje de familias vegetales, categorías económicas, estatus nativo/exótico y caracteres diagnósticos en Botánica Sistemática Agrícola. La investigación, de enfoque cualitativo y diseño exploratorio, combinó el análisis de 91 herbarios estudiantiles, cuestionarios con escala Likert, entrevistas a docentes y discusiones en foros virtuales. Los resultados indicaron que el 59 % de las especies pertenecían a familias agronómicas (*Poáceas, Asteráceas, Fabáceas*), el 50 % eran malezas y el 75 % exóticas, lo que revela un sesgo hacia especies introducidas. Los errores frecuentes incluyeron omisión de nombres científicos (34 %) y caracteres diagnósticos (34 %). Sin embargo, el 90 % de los estudiantes destacó que el herbario mejoró su capacidad para identificar rasgos vegetativos/reproductivos. El estudio resalta su valor como puente entre la teoría y las demandas del sector agropecuario; por ello se propone su integración en proyectos de ciencia ciudadana para promover la conservación de la biodiversidad local.
Palabras clave: herbario; recursos didácticos; botánica; ingeniería agronómica; caracteres diagnósticos.

Abstract: The herbarium, a key teaching resource in botany, integrates theory and practice in the training of agronomy engineers. This qualitative, exploratory study analyzes its contribution to learning plant families, economic categories, native/exotic status, and diagnostic characters in agricultural systematic botany. The study combined the analysis of 91 student herbarium collections, Likert-scale questionnaires, interviews with instructors, and discussions in online forums. The results indicated that 59 % of the species belonged to agronomic families (*Poaceae, Asteraceae, Fabaceae*), 50 % were weeds, and 75 % were exotic, revealing a bias toward non-native species. Frequent errors included omission of scientific names (34 %) and diagnostic characters (34 %). However, 90 % of students emphasized that the herbarium enhanced their ability to identify vegetative and reproductive traits. The study underscores its value as a bridge between theory and the needs of the agricultural sector and proposes its integration into citizen science projects to promote local biodiversity conservation.
Keywords: herbarium; teaching resources; botany; agricultural engineering; diagnostic characters.

Resumo: O herbário, recurso didático chave em Botânica, integra teoria e prática na formação de engenheiros agrônomos. Este estudo analisa sua contribuição para a aprendizagem de famílias vegetais, categorias econômicas, status nativo/exótico e caracteres diagnósticos em botânica sistemática agrícola. A pesquisa, de enfoque qualitativo e delineamento exploratório, combinou a análise de 91 herbários estudantis, questionários com escala Likert, entrevistas com docentes e discussões em fóruns virtuais. Os resultados indicaram que 59 % das espécies pertenciam a famílias agronômicas (*poáceas, asteráceas* e *fabáceas*), 50 % eram plantas daninhas e 75 % exóticas, o que revela um viés em direção a espécies introduzidas. Os erros frequentes incluíram omissão de nomes científicos (34 %) e de caracteres diagnósticos (34 %). No entanto, 90% dos estudantes destacaram que o herbário melhorou sua capacidade de identificar traços vegetativos/reprodutivos. O estudo ressalta seu valor como ponte entre a teoria e as demandas do setor agropecuário; por isso, propõe-se sua integração em projetos de ciência cidadã para promover a conservação da biodiversidade local.
Palavras-chave: herbário; recursos didáticos; botânica; engenharia agronômica; caracteres diagnósticos.

Implicaciones prácticas

Los hallazgos de este estudio ofrecen orientaciones concretas para fortalecer la enseñanza de la botánica en la Educación Superior, especialmente en carreras agronómicas:

- **Potencial formativo integral**. La confección de herbarios es una estrategia didáctica efectiva que integra teoría y práctica, que desarrolla competencias taxonómicas, de observación crítica y de resolución de problemas aplicados al contexto agropecuario.
- **Oportunidad para equilibrar el currículum**. Se detectó un sesgo en las colecciones estudiantiles hacia especies exóticas (75 %) y malezas (50 %). Se recomienda diseñar salidas de campo a ecosistemas naturales y diversificar las consignas para fomentar el reconocimiento, valoración y conservación de la flora nativa.
- **Necesidad de andamiaje específico**. Los errores frecuentes (ej., omisión de nombres científicos y caracteres diagnósticos, 34 % cada uno) señalan la necesidad de proporcionar a los estudiantes rúbricas claras, mayor retroalimentación formativa durante el proceso y sesiones dedicadas al uso de claves taxonómicas.
- **Puente con la profesión y la sostenibilidad**. El herbario vincula directamente el aprendizaje con demandas del sector (identificación de malezas, forrajeras). Su integración en proyectos de ciencia ciudadana puede extender su impacto al promover la conciencia ambiental y la documentación participativa de la biodiversidad local.

Dirigido especialmente a coordinadores de carreras de Ingeniería Agronómica y Ciencias Biológicas, y a docentes de asignaturas botánicas que busquen renovar sus estrategias prácticas con un recurso de probada eficacia y alto valor pedagógico.

Introducción

El presente trabajo surge a partir de la necesidad de los docentes de buscar de manera constante durante su práctica cotidiana alternativas didácticas y metodológicas que mejoren los procesos de enseñanza y aprendizaje en el marco de la asignatura Botánica Sistemática Agrícola (BSA). La investigación surge de una doble inquietud: por un lado, teórica, ya que se trata de un campo conceptual poco explorado por investigadores del área de la educación en ciencias; y por otra, práctica, ya que se intenta conocer en mayor profundidad los procesos de aprendizaje desarrollados por los estudiantes para poder contribuir a mejorar las prácticas docentes.

El herbario ha sido considerado históricamente una herramienta fundamental en la formación de estudiantes de ciencias naturales y agronómicas, al permitir la sistematización y el análisis directo de la biodiversidad vegetal. Sin embargo, su valor trasciende la clasificación taxonómica, ya que integra competencias clave como la observación, el análisis crítico y la resolución de problemas aplicados al campo de la ingeniería agronómica (IA). Realizando una exploración bibliográfica, se observa que el uso del herbario en la Educación Superior ha sido escasamente abordado por los investigadores de Ciencias de la Educación orientadas a las ciencias biológicas, y menos aún en el contexto de las ciencias agronómicas.

Este artículo explora las producciones realizadas por estudiantes en el marco de actividades didácticas vinculadas a la construcción de Herbarios y sus percepciones sobre el valor didáctico de esta estrategia. A través de un enfoque cualitativo, se analizan los beneficios y desafíos percibidos por los estudiantes y docentes, así como su impacto en el aprendizaje de conceptos botánicos y en la vinculación de la teoría con la práctica. Los hallazgos aportan elementos significativos para enriquecer las

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

estrategias de enseñanza en cursos de BSA y afines, lo que subraya el potencial del herbario como un recurso que puede favorecer un andamiaje efectivo al aprendizaje de la botánica. De allí se desprende el objetivo de esta investigación, que es evaluar el potencial del herbario como recurso didáctico para fortalecer el aprendizaje integral de la botánica en estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica, analizando su impacto en la adquisición de conocimientos teóricos, habilidades prácticas y actitudes profesionales.

Marco teórico

Importancia de los recursos didácticos en la Educación Superior

Los recursos didácticos son herramientas fundamentales en los procesos de enseñanza y aprendizaje, pues actúan como mediadores entre el docente, el conocimiento y el estudiante (Villacís et al., 2023). Su propósito principal es facilitar la comprensión de conceptos complejos, promover el desarrollo de habilidades y actitudes, y conectar el aprendizaje teórico con situaciones prácticas (Foresto, 2020; Foresto et al., 2020). Según autores como Suárez-Ramos (2017), los recursos didácticos no solo pueden enriquecer la experiencia educativa, sino que también pueden potenciar la motivación y el compromiso de los estudiantes, lo que contribuye a un aprendizaje significativo.

El empleo adecuado de estos recursos optimiza la enseñanza al traducir ideas abstractas en representaciones concretas, lo que permite a los estudiantes visualizar y experimentar los contenidos de manera más tangible. Además, pueden fomentar el aprendizaje autónomo, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo, habilidades esenciales en un contexto educativo contemporáneo que prioriza el enfoque por competencias (Villacís et al., 2023).

Desde una perspectiva pedagógica, los recursos didácticos cumplen diversas funciones. En primer lugar, constituyen un puente para disminuir la brecha entre la teoría y la práctica. En disciplinas científicas, como la botánica o la ingeniería, el uso de recursos como modelos tridimensionales, simulaciones o herbarios ayuda a los estudiantes a comprender fenómenos y conceptos que de otro modo podrían parecer inalcanzables. En segundo lugar, contribuyen a diversificar los métodos de enseñanza al permitir que los docentes adapten sus estrategias a los distintos estilos y ritmos de aprendizaje de sus estudiantes (García et al., 2023).

El diseño y la selección de recursos didácticos deben alinearse con los objetivos educativos, los contenidos curriculares y las características del grupo estudiantil. Esto implica considerar no solo su capacidad de captar la atención, sino también su pertinencia y aplicabilidad en contextos reales. En este sentido, el aprendizaje experimental y el uso de herramientas innovadoras, como las tecnologías digitales, han ampliado el alcance de los recursos didácticos, ofreciendo nuevas oportunidades para integrar la educación con las demandas del entorno actual (Foresto, 2021a).

En el contexto universitario, los recursos didácticos adquieren un papel aún más relevante, especialmente en carreras que requieren un sólido dominio de conocimientos especializados y habilidades técnicas. Por ejemplo, la utilización de herbarios en botánica o la implementación de laboratorios virtuales en ciencias aplicadas refuerzan la comprensión conceptual y metodológica, preparan a los estudiantes para los retos de su futura práctica profesional (Foresto, 2022a; Vega et al., 2016).

El herbario como recurso didáctico

Los herbarios aparecieron para suplir las limitaciones de los jardines botánicos, cuya capacidad de mantener extensas colecciones botánicas vivas se veía restringida por cuestiones de espacio y costos. Así, emergieron estos repositorios especializados en preservar especímenes vegetales, mediante un proceso de desecación y prensado que mantiene sus estructuras y características morfológicas de manera muy similar a como se aprecian en la naturaleza. La autoría de esta metodología se le atribuye a Luca Ghini (1490-1556), catedrático de Botánica en la Universidad de Bolonia (Italia), reconocido como el pionero en aplicar de manera sistemática y con fines científicos la técnica de secar y prensar plantas sobre papel (Bridson & Forman, 1992).

Desde tiempos remotos, los botánicos se han dedicado a recolectar y catalogar plantas, así han creado colecciones que se conservan meticulosamente en herbarios. Estas instituciones representan un patrimonio científico invaluable, que alberga especímenes fundamentales para la investigación en biología y otras disciplinas afines. Los ejemplares almacenados en los herbarios no solo aseguran la reproducibilidad de los resultados científicos, sino que permiten una identificación precisa de las

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

especies estudiadas (Foresto, 2022b). Estas colecciones son la base para explorar la variabilidad genética de las plantas, trazar relaciones evolutivas, estudiar su distribución geográfica y temporal, y analizar tendencias fenológicas, como el efecto del cambio climático en los ciclos de floración y fructificación. Se estima que las colecciones de historia natural en el mundo contienen 3.000 millones de especímenes (Kemp, 2015).

La calidad de las muestras en un herbario depende críticamente de dos etapas fundamentales: la recolección en el campo y los posteriores procesos de preparación en el laboratorio. Durante la colecta, es crucial obtener una porción representativa de la planta, que para la mayoría de los casos debe medir entre 30 y 35 cm de largo y, de ser posible, incluir estructuras reproductivas, como flores o frutos para facilitar la identificación. Posteriormente, la herborización —que comprende el prensado y secado— tiene el objetivo de aplanar los especímenes y extraer la humedad de sus tejidos para prevenir su descomposición y el ataque de organismos nocivos. La etapa final es el montaje, donde el ejemplar se fija de manera permanente junto a una etiqueta con sus datos esenciales (Foresto, 2025). Estas colecciones cumplen un rol científico clave, ya que sirven como base para investigaciones en taxonomía, ecología, biogeografía y para validar la identidad de plantas con usos medicinales o alimenticios. Asimismo, son herramientas pedagógicas fundamentales para la docencia y la educación ambiental, funcionan como bancos de datos dinámicos que se amplían y revisan continuamente con nuevas incorporaciones y actualizaciones (Flannery, 2023).

Dentro de la formación en ciencias biológicas y agropecuarias, la botánica y la sistemática vegetal son áreas curriculares fundamentales (Sánchez, 2004). Su enseñanza tradicional suele combinar lecciones teóricas con prácticas destinadas al reconocimiento de especies, ya sea mediante guías de identificación o trabajo directo en el entorno natural (Ferriol & Merle, 2009). En este contexto, la elaboración de un herbario se revela como un recurso pedagógico de gran valor, ya que permite abordar de manera integrada y aplicada contenidos de taxonomía, sistemática, ecología, anatomía, biodiversidad, etnobotánica, paleobiología y biología de la conservación (Funk, 2003).

La elaboración de un herbario, como proyecto individual o colectivo, constituye una estrategia pedagógica de larga tradición en la enseñanza de la botánica. Este ejercicio funciona como un recurso didáctico integral, ya que promueve un aprendizaje significativo que engloba dimensiones conceptuales (adquisición de conocimiento), procedimentales (desarrollo de habilidades prácticas) y actitudinales (formación de valores) (Robles & Castaño, 2012). Moreno (2007) destaca que su implementación en el ámbito educativo conlleva múltiples beneficios fundamentales, entre los que se incluyen: suministrar datos sobre localizaciones para planificar salidas de campo, actuar como una colección de referencia para confirmar la identidad de nuevos especímenes, brindar información sobre la nomenclatura vernácula y los usos tradicionales de las plantas, y proporcionar material de apoyo para realizar ilustraciones y descripciones morfológicas detalladas. Asimismo, el trabajo con herbarios permite a los estudiantes dominar la terminología taxonómica, adquirir destrezas en las técnicas de preparación, conservación e identificación de ejemplares con el uso de literatura especializada, y obtener una comprensión integral de la flora de su región.

Esta actividad también impulsa el desarrollo de otras competencias transversales, como el fortalecimiento del vínculo con el entorno natural, la exploración de la diversidad botánica, el reconocimiento de las interrelaciones ecológicas y la promoción del trabajo colaborativo al aprender a cooperar, debatir, consensuar y construir una ética ambiental compartida (Foresto, 2025). Si bien el herbario no es una herramienta novedosa, su vigencia como metodología para desarrollar competencias sigue siendo notable. Sin embargo, su ejecución implica cierta complejidad, dado que requiere la integración de conocimientos básicos y el manejo de los detalles propios de la creación de una colección científica. En conjunto, la confección de un herbario acerca a los estudiantes al estudio de la biodiversidad vegetal y estimula la sensibilización ambiental, la solidaridad y la cooperación tanto entre pares como con los docentes (Stagg & Dillon, 2023).

El herbario como puente teórico-práctico en la enseñanza de la botánica agronómica

El herbario, como recurso educativo en la formación agronómica, se fundamenta en un entramado teórico que integra dimensiones taxonómicas, socioeconómicas y pedagógicas, esenciales para la comprensión holística de la botánica aplicada. En primer lugar, el estudio de familias vegetales —como *Poáceas* o *Fabáceas*— no solo responde a su clasificación biológica, sino a su relevancia en sistemas productivos, tal como señalan Sánchez (2004) y Rodríguez et al. (2019). Estas familias, al ser

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

pilares de cultivos estratégicos (pastizales, leguminosas), permiten a los estudiantes conectar la sistemática vegetal con desafíos agropecuarios reales, bajo un enfoque constructivista que vincula teoría y práctica.

La categorización económica de las especies —malezas, forrajeras, ornamentales— introduce una perspectiva socioambiental crítica. Según Cantero et al. (2019), clasificar plantas según su impacto económico no solo facilita la identificación, sino que sitúa al estudiante ante dilemas profesionales, como el manejo de malezas invasoras, tema ampliado por Abril Porras (2015) con herramientas como el "malherbario". Esta aproximación trasciende lo técnico e invita a reflexionar sobre el equilibrio entre productividad y sostenibilidad.

La distinción entre especies nativas y exóticas, por su parte, se enmarca en los principios de la educación ambiental. García y Bermúdez (2018) destacan su rol para fomentar conciencia sobre la conservación de biodiversidad y riesgos ecológicos, alilneándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Herrera-Feijoo, 2024). Al incluir esta categoría, el herbario no solo enseña taxonomía, sino que cultiva una ética profesional orientada a mitigar impactos ambientales.

Finalmente, el dominio de caracteres diagnósticos —vegetativos y reproductivos— se sostiene en metodologías activas que priorizan la observación rigurosa y el análisis. Alvarez Arnesi et al. (2019) enfatizan que estas habilidades son claves para resolver problemas en campo, desde la identificación de plagas hasta el manejo de cultivos. Moreno (2007) añade que el herbario, al exigir descripciones precisas, entrena la síntesis y el pensamiento crítico, competencias centrales en la formación por habilidades.

En síntesis, el herbario opera como un dispositivo pedagógico multidimensional que articula taxonomía, ética ambiental y aplicaciones prácticas, prepara a los estudiantes para navegar complejidades técnicas y socioecológicas propias de la agronomía contemporánea. Su diseño, basado en estas categorías interdependientes, refleja un modelo educativo que trasciende la mera transmisión de contenidos y promueve la formación de profesionales críticos, competentes y comprometidos con la sostenibilidad (Flannery, 2023; Foresto, 2022b; Foresto, 2025).

Metodología

Diseño de la investigación

Este estudio se llevó cabo siguiendo los lineamientos de la investigación basada en estudios de caso (Canta Honores & Quesada Llanto, 2021; Stake, 1998), con un enfoque cualitativo, de tipo de estudio de caso instrumental (Simons, 2011), con el propósito de comprender en profundidad cómo la elaboración de un herbario contribuye al aprendizaje de conceptos botánicos clave en estudiantes de Ingeniería Agronómica. El diseño instrumental permitió utilizar este caso particular para explorar un fenómeno educativo más amplio: la integración de recursos didácticos tradicionales en la enseñanza universitaria de ciencias experimentales. La investigación adoptó una perspectiva interpretativa-constructivista, reconociendo que el significado del aprendizaje se construye a través de las interacciones entre estudiantes, docentes y el contexto educativo. Este enfoque resultó apropiado para capturar la complejidad de los procesos de aprendizaje, las percepciones de los participantes y las prácticas docentes involucradas en la actividad del herbario.

Delimitación del caso y participantes

El estudio se desarrolló en una Universidad Argentina, en una asignatura llamada Botánica Sistemática Agrícola (BSA), la cual es de currículo obligatorio perteneciente al segundo cuatrimestre del primer año de la carrera Ingeniería Agronómica (IA) con una duración de 90 horas. La asignatura BSA cuenta con clases teóricas (3 horas semanales) y prácticas (3 horas semanales).

En lo que respecta al caso de estudio:

- Docentes. En el estudio participaron dos docentes que actualmente se encuentran a cargo de la asignatura BSA, perteneciente a la carrera de IA.
- Estudiantes. Participaron un total de 91 estudiantes que fueron los que realizaron la actividad de herbario. Las comisiones son heterogéneas en cuanto a género y tipo de estudiantes (estudiantes que cursan por primera vez la asignatura y estudiantes que la cursaron una o más veces con anterioridad).

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

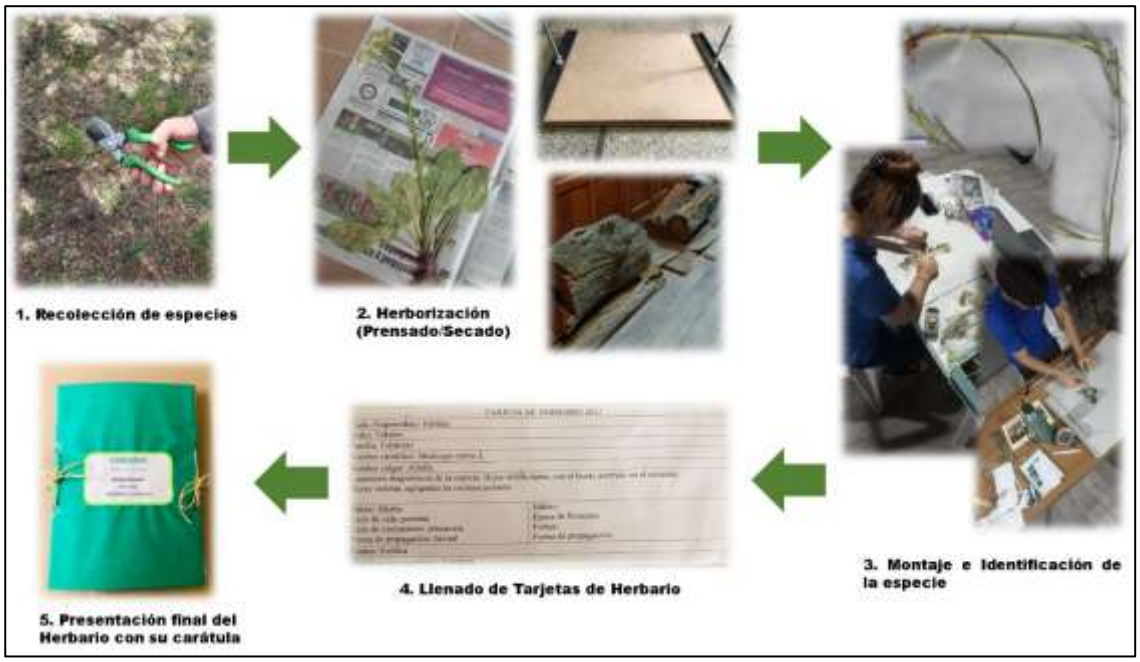
Instrumentos de recolección de datos

Análisis de herbarios

Se analizaron los herbarios que fueron presentados por los estudiantes al final del cursado de la materia. En la primera clase práctica que tienen los estudiantes se aborda la temática teóricamente. Se aborda el concepto de herbario, su importancia y las etapas para la confección de un herbario. En la misma clase se ofrecen algunas precauciones, consideraciones y un listado de errores frecuentes elaborado por los profesores. Se ofrece bibliografía de consulta (libros, capítulos de libros, artículos científicos y páginas webs seguras). La actividad no cuenta con una consigna escrita específica para su realización. La consigna es trasmitida oralmente por el equipo docente de una manera informal y los estudiantes consultan dudas durante el desarrollo del cuatrimestre. En esta consigna que es comunicada oralmente los alumnos deben seguir los siguientes pasos para la construcción de su propio herbario (Figura 1): 1) recolección de especies vegetales de interés, 2) herborización, 3) montaje e identificación de las especies, 4) llenado de tarjeta de herbario, 5) presentación final del herbario (Foresto, 2025).

Figura 1

Flujo de trabajo en la confección de un herbario



Se analizaron sistemáticamente los 91 herbarios presentados, cada uno compuesto por 20 especies vegetales debidamente montadas y etiquetadas. El análisis se centró en:

- Composición taxonómica: familias botánicas representadas.
- Categorización económica: malezas, forrajeras, ornamentales, etc.
- Estatus ecológico: especies nativas vs. exóticas.
- Completitud y precisión: presencia de nombres científicos, caracteres diagnósticos, órganos reproductivos.

Se utilizó una rúbrica analítica publicada por el grupo de investigación en el año 2025 (Foresto et al., 2025) con criterios predefinidos y escalas de valoración para garantizar la consistencia en la evaluación.

Entrevista a los docentes

Se llevaron a cabo entrevistas individuales y semiestructuradas a dos docentes de la cátedra, con una duración aproximada de una hora y treinta minutos cada una. Esta modalidad permitió que los profesores pudieran compartir con amplitud sus experiencias, impresiones y perspectivas personales (Stake, 1998). Con el fin de documentar con precisión el contenido de los diálogos, las sesiones fueron grabadas en audio para su posterior transcripción literal. Previo a la realización de las entrevistas, se obtuvo el consentimiento informado y la autorización expresa de cada uno de los participantes.

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

Cuestionario a los estudiantes

La recolección de datos se efectuó mediante la aplicación de un cuestionario diseñado específicamente para este estudio, denominado Aprendizajes y Herbario. Este instrumento fue administrado a la totalidad de los 91 estudiantes participantes. Para garantizar su validez y claridad, el cuestionario fue sometido a un proceso de validación que incluyó el juicio de cuatro expertos en didáctica de las ciencias y una prueba piloto con diez estudiantes de una cohorte anterior.

El objetivo principal del instrumento fue indagar sobre la percepción y las implicancias que tuvo, para los estudiantes, la elaboración de un herbario como estrategia didáctica para aprender botánica. El cuestionario se estructuró en dos secciones. La primera parte consistió en preguntas de opción cerrada que utilizaron una escala de Likert (Zorrilla & Mazzitelli, 2021) de cinco niveles: (1) *Totalmente en desacuerdo*, (2) *En desacuerdo*, (3) *Indeciso*, (4) *De acuerdo* y (5) *Totalmente de acuerdo*.La segunda parte del instrumento estuvo compuesta por preguntas abiertas, en las que no se ofrecieron opciones de respuesta predeterminadas. Este formato permitió a los estudiantes expresarse con libertad en el espacio proporcionado, fundamentar sus opiniones y aportar información cualitativa más rica y detallada sobre la temática investigada.

Análisis de las intervenciones en el foro virtual de la asignatura

Para ayudar y acompañar a los estudiantes en el proceso de realización de su herbario, se creó un foro, llamado *Herbario: ¿consultas?*, para el debate e intercambio. En este se registraron 100 intercambios entre estudiantes y docentes. A los fines de este escrito, se analizaron las interacciones y los relatos desarrollados en el marco de dicho foro.

Análisis de datos

El análisis se desarrolló en tres fases interrelacionadas, aplicando el método de análisis de contenido temático (Braun & Clarke, 2006):

Fase 1: Análisis cuantitativo descriptivo

- Los datos del cuestionario Likert se procesaron con SPSS v.28, se calcularon frecuencias, porcentajes y estadísticos descriptivos.
- Los herbarios se analizaron mediante la rúbrica diseñada, se generaron datos cuantitativos sobre frecuencias de familias, categorías económicas y errores.

Fase 2: Análisis cualitativo interpretativo

- Codificación abierta**.** Se realizó una lectura intensiva de entrevistas, respuestas abiertas e intervenciones en foros para identificar unidades de significado.
- Codificación axial. Las unidades se agruparon en categorías emergentes, que se relacionaron con los objetivos de la investigación.
- Codificación selectiva. Se integraron las categorías en núcleos temáticos centrales.

Se utilizó el software Atlas.ti v.23 para gestionar y organizar los datos cualitativos, con un diario de investigación que documentó las decisiones analíticas.

Fase 3: Triangulación y validación

- Triangulación de fuentes. Se contrastaron los hallazgos de herbarios, cuestionarios, entrevistas y foros.
- Triangulación de analistas. Dos investigadores codificaron independientemente una submuestra del 30 % de los datos cualitativos, con un coeficiente de concordancia interjueces de Kappa = 0.82.
- Validación por los participantes. Se compartió un resumen de los hallazgos con tres estudiantes y un docente para verificar la fidelidad interpretativa.
- Saturación teórica. El análisis continuó hasta que nuevas unidades de datos no generaron nuevas categorías ni propiedades.

Criterios de rigor metodológico

Para asegurar la calidad de la investigación cualitativa, se adoptaron los criterios de rigor metodológico propuestos por Guba y Lincoln (2002). La credibilidad del estudio se garantizó a través de una observación prolongada a lo largo de todo el cuatrimestre, la implementación de una triangulación múltiple de fuentes e instrumentos, la validación de los hallazgos mediante la devolución a los participantes y el ejercicio continuo de reflexividad por parte del equipo investigador. En cuanto a

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

la transferibilidad, se procuró ofrecer una descripción densa y detallada del contexto educativo, una caracterización exhaustiva de los participantes y una documentación minuciosa de los procesos metodológicos, lo que permite a lectores futuros evaluar la aplicabilidad de los resultados en otros entornos similares. La dependencia se aseguró mediante una auditoría externa realizada por un par experto, el mantenimiento de un diario de investigación que registró las decisiones y reflexiones a lo largo del estudio, y la conservación de un archivo organizado con todos los datos brutos recogidos. Finalmente, la confirmabilidad se respaldó con una trayectoria documentada de las decisiones analíticas, la realización de una codificación consensuada entre investigadores y la máxima transparencia en la descripción de los procedimientos metodológicos y analíticos seguidos.

Resultados y discusión

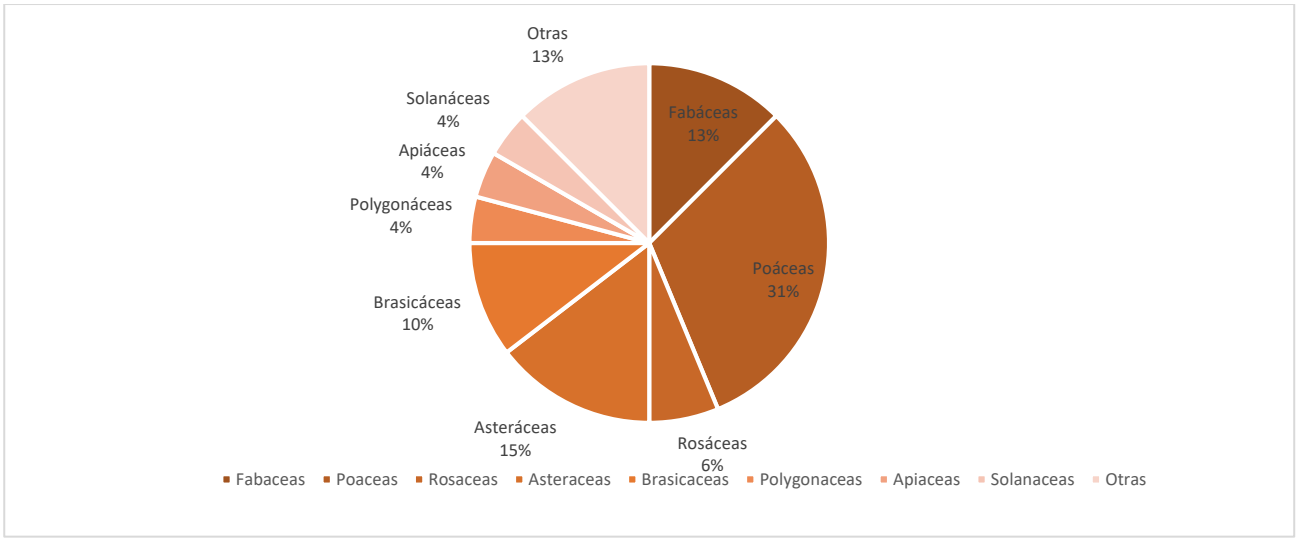
El análisis de los herbarios elaborados por los estudiantes de Ingeniería Agronómica (n = 91), junto con sus percepciones recogidas mediante cuestionarios y foros, reveló patrones significativos en el aprendizaje de conceptos botánicos clave. A continuación, se presentan los resultados organizados en torno a cuatro ejes analíticos, seguidos de una discusión integradora sobre sus implicancias pedagógicas.

Familias de plantas de importancia agronómica

En primer lugar, se indagó sobre las familias de plantas más frecuentes en los herbarios elaborados por el estudiantado. Se observó un predominio de *Poáceas* (31 %), seguidas por *Asteráceas* (15 %) y *Fabáceas* (13 %), concentrando en conjunto cerca del 60 % de las selecciones (Figura 2). Este patrón refleja el énfasis curricular en grupos de alta relevancia agronómica, como gramíneas y leguminosas, claves en sistemas productivos. Asimismo, coincide con lo reportado por Rodríguez et al. (2019), quienes vinculan esta priorización con su aplicabilidad en asignaturas posteriores. En línea con ello, los estudiantes destacaron su utilidad práctica: "Incluí *Poáceas* porque son la base de los pastizales que manejaré como ingeniero" (Estudiante n.º 45). En este sentido, el herbario se configura como un puente entre la identificación taxonómica y las demandas del ámbito profesional.

Figura 2

*Familias de plantas presentes en los herbarios (*n = *91)*



Categorías económicas de plantas de importancia agronómica

En segundo lugar, se indagó la categorización económica de las especies seleccionadas, considerando tanto aquellas beneficiosas (ornamentales, forrajeras, medicinales, alimenticias) como las perjudiciales, entre las que se incluyen malezas, plantas tóxicas e invasoras, con efectos negativos sobre las economías regionales y la salud (Cantero et al., 2019).

En este sentido, los herbarios presentan una diversidad de usos, con predominio de malezas (49 %), seguidas por forrajeras (18 %), ornamentales (7 %), forestales (7 %) y medicinales (6 %); el resto corresponde a otras categorías (13 %) (Figura 3). En promedio, la mitad de las especies relevadas son malezas, lo que podría vincularse con su importancia profesional, el énfasis en la asignatura y su

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

disponibilidad para la colecta. Este resultado coincide con propuestas como el "malherbario" (Abril Porras, 2015), donde su estudio fortalece competencias en protección vegetal. No obstante, este predominio plantea el desafío de equilibrar la enseñanza con especies de valor económico positivo para evitar una visión reduccionista.

En esta línea, el alumnado reconoce que el herbario favorece el aprendizaje sobre malezas, en tanto son especies elegidas por su relevancia percibida. En sus propias palabras:

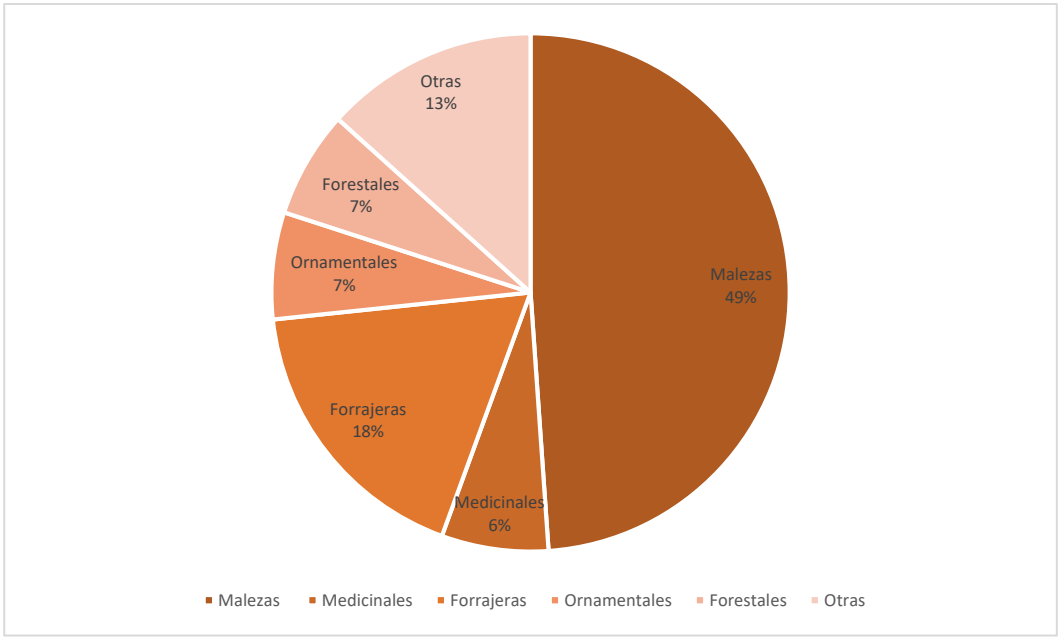
> Y también para reconocer unas malezas que veía todos los días en el campo y no sabía que planta eran (Estudiante n.º 3).
>
> En mi herbario puse muchas malezas, quiero que me sirva para cuando esté recibido (Estudiante n.º 80).

En relación con esto, el profesorado se muestra coincidente, pero creen que se fue equilibrando con el paso de los años, antes la materia estaba muy volcada al aprendizaje de las malezas, ya que la materia se apoyaba mucho en el estudio de este tipo de especies:

> En una determinada época eran malezas, todo maleza, casi el 90 %, entonces era un poco como se daba la asignatura, la asignatura hacía mucho hincapié en ellas. Después fue cambiando y hoy en día los estudiantes presentan malezas, sí, claro muchas, pero también forrajeras, ornamentales, árboles forestales, presentan más variedad ahora (Docente n.º 1).

Figura 3

*Categorías económicas de plantas presentes en los herbarios (*n *= 91)*



Cuando se analizaron las respuestas al cuestionario en relación con si la confección de su herbario contribuyó a aprender acerca de la importancia económica (especies beneficiosas o perjudiciales) mostraron que el 89 % está de acuerdo con esto, el 8 % está indeciso y tan solo el 3 % se mostró en desacuerdo con esta afirmación (Figura 4). Acerca de estos aprendizajes en relación con la botánica económica y la importancia antropogénica de las especies vegetales que incluyeron en sus herbarios, los estudiantes señalan:

> El poder comprender la importancia de cada especie, de su importancia económica, y el ver las plantas de otra forma a cuando las veía antes de tener esta materia (Estudiante n.º 9).
>
> Aprendí a reconocer ciertas especies que uno encuentra de interés agronómico (Estudiante n.º 44).

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

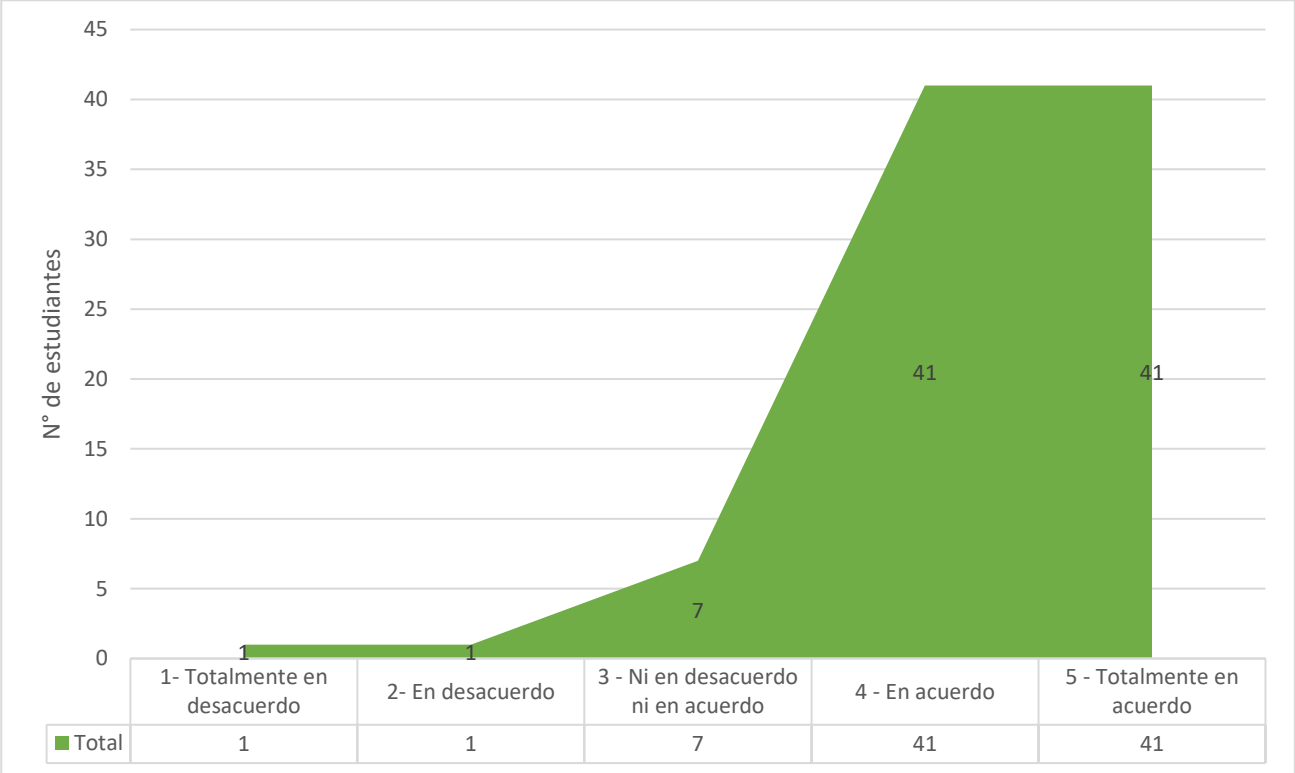
Clasificación económica, utilidades de ciertas plantas (Estudiante n.º 78).

En esta línea parece interesante poder pesquisar acerca de lo que los docentes de la cátedra piensan que el alumnado debe aprender en el transcurso de la asignatura. En la entrevista realizada a una de las docentes responsables de la asignatura, la docente reconoció la importancia de los aprendizajes que se relacionan a la importancia económica de las especies para el avance en el currículo de la carrera, especialmente en las producciones vegetales:

> El fuerte es que Botánica Sistemática Agrícola es la primera materia en la que el alumno descubre lo que puede llegar a ser la amplitud de su campo laboral, porque en ella vemos la mayor amplitud de las plantas de interés económico de Argentina y sobre todo del centro de Argentina, y profundizamos sobre esas especies, las aprenden a conocer y aprenden cuales son los usos. El fuerte es que el alumno a través de botánica descubre un poco esa parte que es la base de las producciones vegetales que va ir teniendo los sucesivos años (Docente n.º 1).

Figura 4

*Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (*n *= 91) con la afirmación: "La elaboración de mi propio herbario me permitió aprender acerca de la importancia económica de las especies vegetales (beneficiosas o perjudiciales)"*



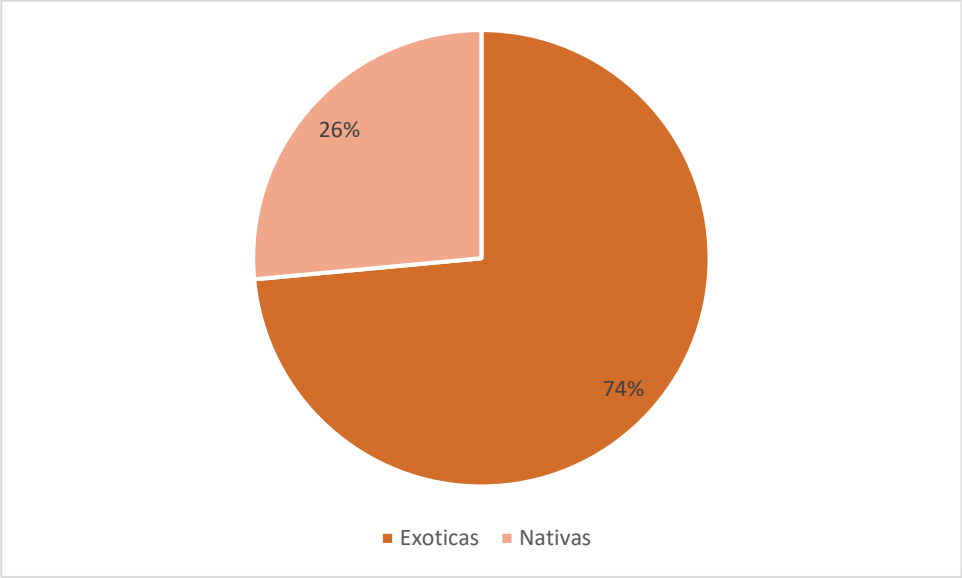
Estatus de plantas de importancia agronómica

Otro de los conceptos enfatizados es el estatus de las especies, distinguiendo entre nativas —aquellas que se desarrollan naturalmente en Argentina— y exóticas —introducidas fuera de su área de distribución por acción humana—. En este marco, se analizó si el alumnado (n = 91) incluía ambos tipos y en qué proporción. Los resultados muestran un claro predominio de especies exóticas (74 %) frente a nativas (26 %) (Figura 5). Este sesgo puede explicarse por la disponibilidad en entornos urbanos y agrícolas donde se realizaron las colectas, aunque también representa una oportunidad pedagógica. Como expresó un estudiante, el herbario permitió "descubrir cuántas plantas alrededor no son originarias de aquí" (Estudiante n.º 33). Este hallazgo coincide con estudios que articulan la enseñanza de la botánica con la educación ambiental (García & Bermúdez, 2018), y sugiere la necesidad de incorporar salidas a ecosistemas naturales para diversificar el registro de especies nativas y promover su conservación.

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

Figura 5

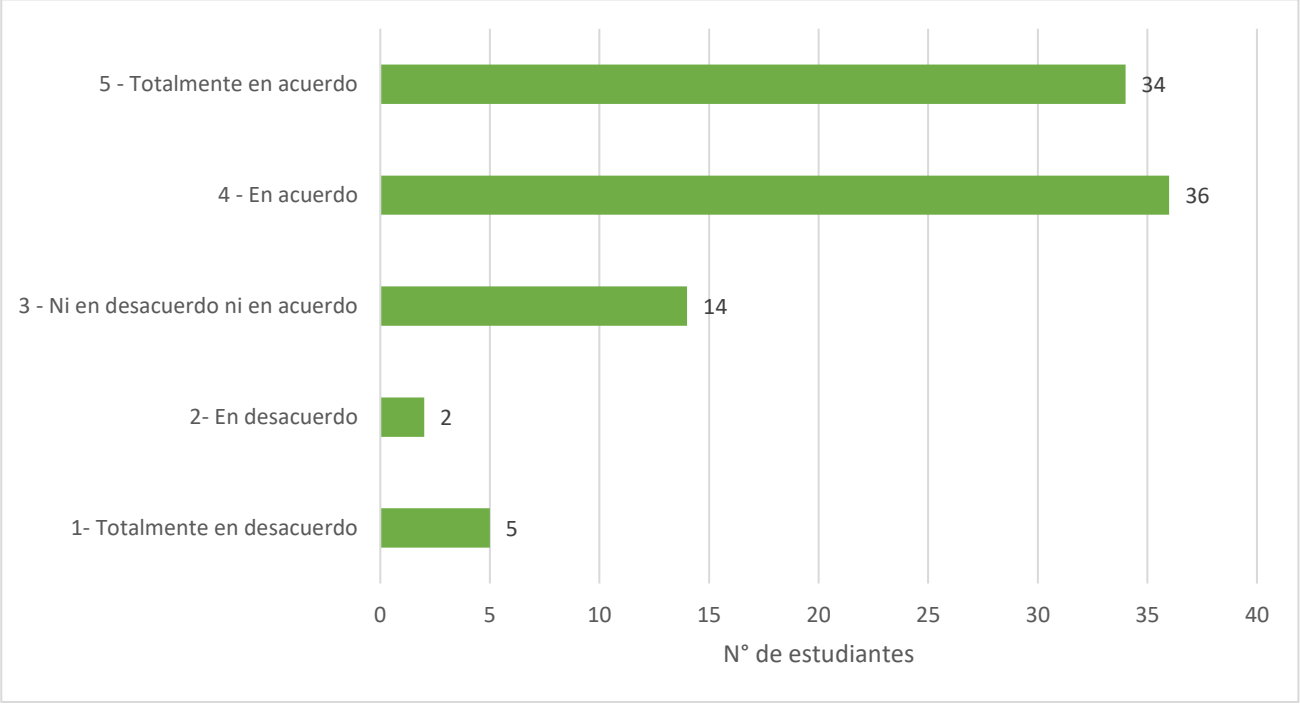
*Estatus de las plantas presentes en los herbarios (*n = *91)*



En la elaboración del herbario, el alumnado debe completar el campo estatus dentro de la tarjeta de la especie, ya que conocerlo es de gran importancia. En los resultados obtenidos en los cuestionarios, se puede observar que el alumnado cree que la realización del herbario contribuyó proactivamente a aprender acerca del estatus de las especies que decidieron incluir en sus producciones. En este sentido el 77 % de los estudiantes está de acuerdo con esto, el 16 % está indeciso y tan solo el 7 % se mostró en desacuerdo con esta afirmación (Figura 6).

Figura 6

*Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (*n = *91) con la afirmación: "La elaboración de mi propio herbario me permitió aprender acerca del estatus de las especies vegetales (nativas o exóticas)"*



Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

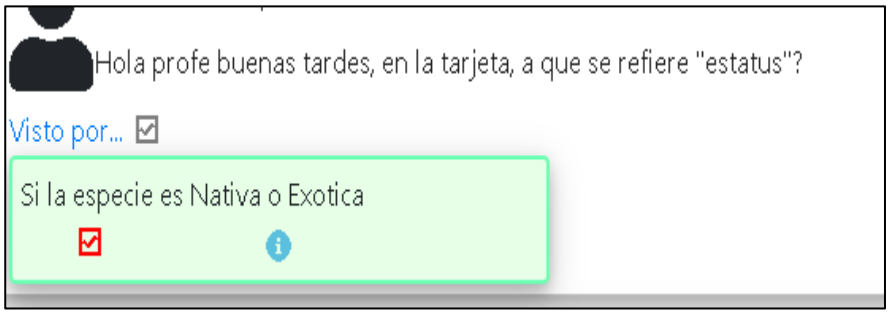
Estas expresiones del alumnado sirven de ejemplo para dar cuenta de los aprendizajes experimentados con la confección del herbario respecto de este tema:

> Pude aprender si eran nativas o exóticas (Estudiante n.º 11).
>
> Pude conocer algunas especies nativas y otras que compiten en la huerta orgánica (Estudiante n.º 88).
>
> Que hay muchas especies exóticas a nuestro al rededor, al menos la mayor parte de mi herbario tenía especies exóticas (Estudiante n.º 33).

A lo largo de los relatos se evidencia su interés en la temática, así como su desconocimiento. Comprender estos conceptos es una invitación y oportunidad para que el alumnado conozca más acerca de la biodiversidad y cómo protegerla, ya que es responsabilidad de los IA y de toda la comunidad en general la tarea de velar por la conservación de la naturaleza presente en el país. En la Figura 7 se observa una consulta realizada por una alumna en el foro sobre el llenado de la tarjeta en referencia al estatus, y cómo a través de la duda, la consulta y la construcción del herbario pueden ir acercándose a esta terminología botánica.

Figura 7

Captura de pantalla del foro Herbario ¿consultas?



Caracteres diagnósticos de plantas de importancia agronómica

Por último, interesó observar cuales son los errores frecuentes en los herbarios que fueron presentados durante la cursada de la asignatura. Los errores más frecuentes son: A) nombres científicos faltantes (34 %), B) caracteres diagnósticos faltantes o incompletos (34 %), C) especies mal determinadas (17 %), D) especies presentadas sin flor y/o fruto (9 %) y E) errores o dificultades en el formato de presentación, como tapas mal perforadas, medidas incorrectas, tarjetas mal pegadas, entre muchos otros más (6 %) (Figura 8).

En el análisis se consideró clave profundizar en los caracteres diagnósticos (CD), dada su centralidad en la asignatura y en la elaboración del herbario. Estos permiten diferenciar taxones en la práctica, priorizando rasgos macroscópicos, tanto vegetativos (hojas, tallo, tronco) como reproductivos (flor y/o fruto) (Alvarez Arnesi et al., 2019). En relación con ello, los resultados muestran una valoración ampliamente positiva: el 89 % del alumnado que completó el herbario considera que esta actividad favoreció el aprendizaje de los CD, mientras que el 9 % se mantuvo neutral y solo el 2 % manifestó desacuerdo (Figura 9).

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

Figura 8

*Errores más frecuentes en los herbarios (*n = *91)*

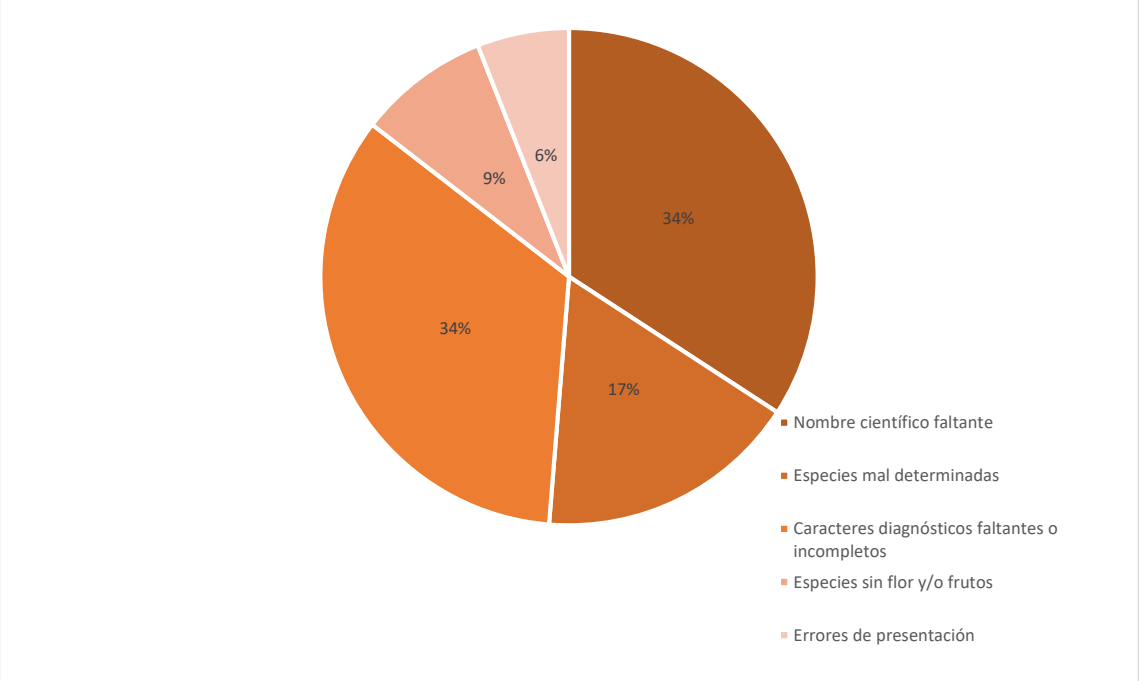
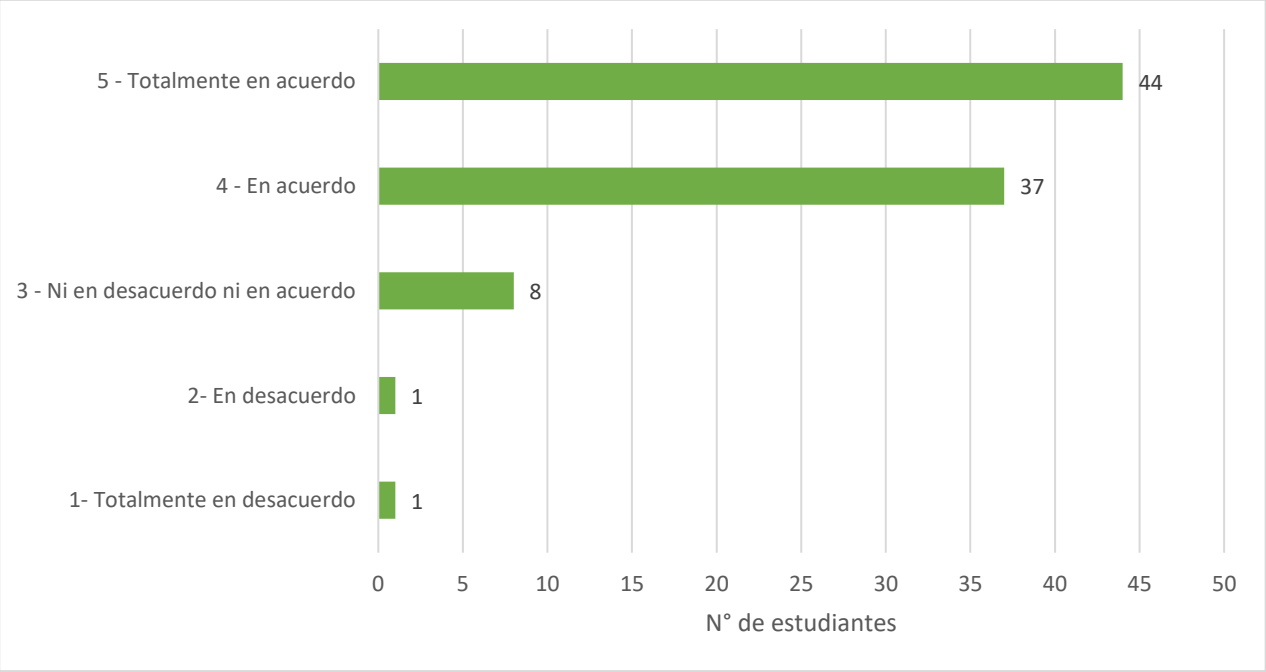


Figura 9

*Grado de acuerdo-desacuerdo de los estudiantes (*n = *91) con la afirmación: "La elaboración de mi propio herbario me permitió aprender acerca de los caracteres diagnósticos (vegetativos y reproductivos) de las especies vegetales"*



El alumnado también hizo referencia a esto en las respuestas abiertas brindadas en los cuestionarios, se rescatan algunos fragmentos que siguen la línea de las respuestas obtenidas en las preguntas cerradas:

> Aprendí a ejemplificar todos los caracteres morfológicos brindados en el primer cuatrimestre, y poder relacionar especies con las características de cada clado (Estudiante n.º 3).

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

> Aprendí varias características de especies que ya conocía y aprendí sobre especies que no conocía, fue muy interesante (Estudiante n.º 5).
>
> Aprendí a diferenciar por medio de caracteres diagnostico las distintas especies, lo cual tengo que usar el día de mañana (Estudiante n.º 9).

Con relación a este aprendizaje botánico, el profesorado manifiesta que la elaboración del herbario apoya fuertemente la construcción de estos saberes, ya que, al usarse CD exomorfólogicos, el alumnado puede ver, tocar y oler la planta, es decir, estar en contacto con ella para conocer sus características. Uno de los docentes entrevistados hace hincapié en que la formación de un IA requiere saber determinar estas especies a campo, por lo tanto, el herbario es un punto crítico en la construcción de este conocimiento:

> Estos caracteres exomorfólogicos le permiten al alumno, por ejemplo, decir esta planta es *Urtica urens* y no es *Parietaria debilis,* o sea son los caracteres exomorfólogico. No hay que perder de vista que estamos formando un Ingeniero Agrónomo, entonces estamos formando una persona que lo que más va a tener en el campo es una lupa de mano, entonces tiene y debe tener esos caracteres para poder distinguir a la planta, saber que esa planta es tal y no es la otra, esos son los caracteres de diagnóstico que nosotros hacemos hincapié (Docente n.º 2).

Se observó también que el estudiantado, en el foro, plantea inquietudes vinculadas a los caracteres diagnósticos (CD). En la Figura 10 se evidencia un intercambio entre un estudiante y un docente, donde el primero expone su interpretación y el segundo orienta la respuesta, corrigiendo errores y precisando conceptos. Resulta relevante que el alumno identifica varios CD de manera correcta, aunque también confunde algunos con el hábito de crecimiento, lo cual es señalado por el docente. Este tipo de interacción coincide con Gros Salvat y Adrián (2016), quienes destacan que la participación del docente favorece el involucramiento estudiantil, y con Marqués Graells (2013), quien subraya el valor de los entornos asincrónicos para incrementar la motivación. Asimismo, estas estrategias promueven un rol activo del alumnado en la construcción del aprendizaje (Turpo-Gebera et al., 2020).

Desde una perspectiva pedagógica, los errores no deben interpretarse solo como déficits, sino como insumos para mejorar la enseñanza. La omisión de nombres científicos y CD indica la necesidad de fortalecer el andamiaje, especialmente en el uso de claves taxonómicas y criterios de identificación. En este sentido, se sugiere incorporar instancias de retroalimentación formativa, actividades de observación guiada y comparación entre especies, así como el uso de ejemplos modelo y rúbricas más detalladas. Estos ajustes no solo permitirían reducir errores, sino profundizar el aprendizaje significativo de los contenidos botánicos.

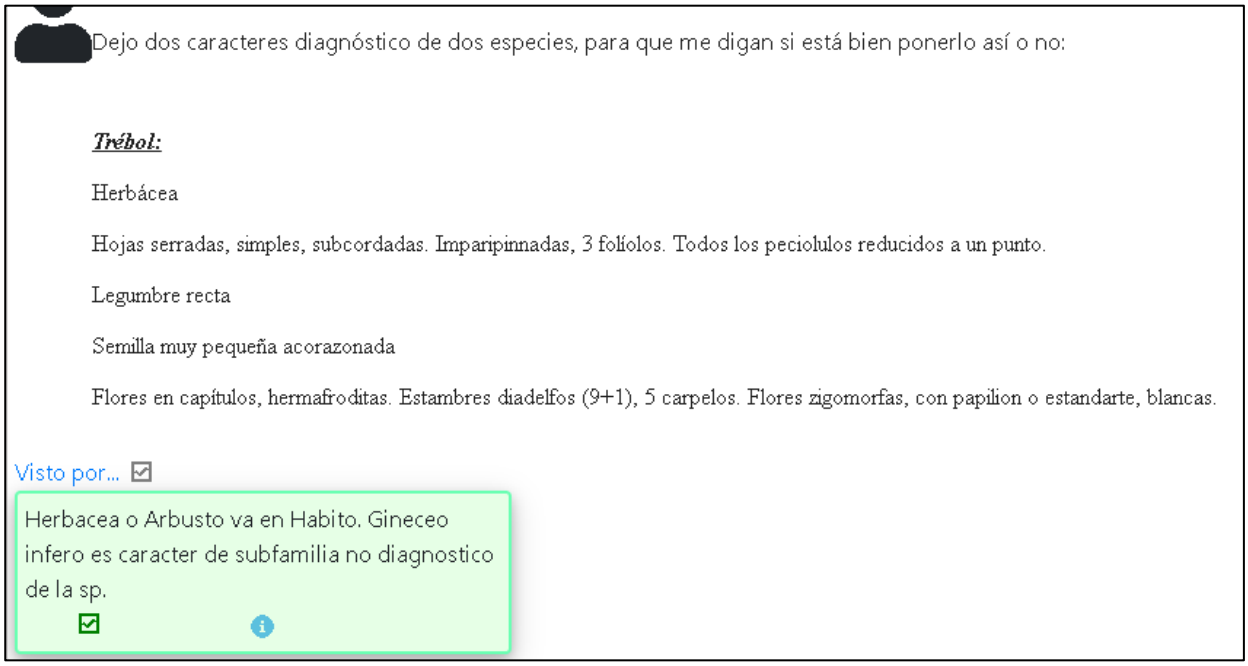
En síntesis, el análisis de los herbarios elaborados por el estudiantado (n = 91) permitió evidenciar patrones consistentes que refuerzan el valor de este recurso en la formación en botánica aplicada. Por un lado, la predominancia de familias como *Poáceas*, *Asteráceas* y *Fabáceas* confirma su centralidad en la formación agronómica y su articulación con contenidos posteriores (Rodríguez et al., 2019). Por otro, la alta presencia de malezas pone de manifiesto su relevancia profesional y su potencial como recurso didáctico, en línea con propuestas como el "malherbario" (Abril Porras, 2015) y su vinculación con el área de protección vegetal (Zamora, 2022).

Asimismo, la inclusión mayoritaria de especies exóticas, asociada a los contextos de colecta, no solo evidencia sesgos en la disponibilidad, sino que abre oportunidades para fortalecer la educación ambiental y la valoración de la biodiversidad local (García & Bermúdez, 2018). En paralelo, los resultados destacan el papel central de los caracteres diagnósticos en el aprendizaje botánico, donde el herbario actúa como mediador clave al promover la observación directa y el desarrollo de habilidades de identificación en contextos reales (Rico Trigo & Gelós Fernández, 2016).

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

Figura 10

Captura de pantalla del foro Herbario ¿consultas?



En conjunto, estos hallazgos permiten sostener que el herbario no solo constituye un instrumento técnico de registro, sino un dispositivo pedagógico que articula saberes disciplinares, prácticas profesionales y problemáticas socioambientales. En este sentido, se proyecta como un recurso con potencial para el desarrollo de propuestas innovadoras, con enfoques de educación para la sostenibilidad y ciencia ciudadana (Betancur & Cañón Barriga, 2016; Henderson, 2012), así como en futuras líneas de investigación orientadas al estudio de la flora nativa y su conservación (Bermúdez & García Capocasa, 2015; Foresto, 2021b; Parada, 2021).

Limitaciones del estudio

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, se trata de un estudio de caso instrumental circunscripto a una única asignatura y cohorte de estudiantes, lo que limita la posibilidad de generalizar los hallazgos a otros contextos educativos. Asimismo, la naturaleza cualitativa del diseño, si bien permite una comprensión profunda del fenómeno, no busca establecer relaciones causales ni extrapolaciones estadísticas. Por otro lado, las producciones analizadas responden a una consigna con cierto grado de flexibilidad, lo que puede haber influido en la heterogeneidad de los resultados. Finalmente, el sesgo hacia especies disponibles en entornos accesibles para los estudiantes podría haber condicionado la representatividad de la biodiversidad relevada.

Referencias

Abril Porras, V. H. (2015). *Elaboración de un "malherbario" como insumo de generación de competencias para la asignatura de "Control de malezas"*. En *XV Congreso de la Sociedad Española de Malherbología: la malherbología y la transferencia tecnológica* (pp. 481-486), Sevilla, 19-22 de octubre de 2015. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

Alvarez Arnesi, E., Klekailo, G. N., Freire, R., Cococcioni, A., Asmus, J. P., Tessore, Á., & Barberis, I. M. (2019). Caracteres vegetativos y reproductivos de *Bromelia serra* (*Bromeliaceae*): Variaciones a distintas escalas espaciales y efectos del ambiente lumínico. *Ecología austral*, *3*(29), 352-364.

Bermúdez, G. M. A., & García Capocasa, M.C. (2015). Capítulo 11. La enseñanza de las plantas como un obstáculo educativo y los caracteres de visibilidad ecológica que pueden ayudar a superarlo: ¿qué especies consideran nativas los estudiantes de Córdoba? En M. A. Bermúdez & De Longhi, A. L. (Coords.), *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy. Aportes para la formación docente* (pp. 293-325).

Betancur, E., & Cañón Barriga, J. E. (2016). La ciencia ciudadana como herramienta de aprendizaje significativo en educación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad*, *3*(2). https://revistas.udea.edu.co/index.php/CAA/article/view/323236

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, *3*(2), 77-101.

Bridson, D., & L. Forman (Eds.). 1992. *The Herbarium Handbook*. Royal Botanic Gardens Kew.

Canta Honores, J. L., & Quesada Llanto, J. (2021). El uso del enfoque del estudio de caso: Una revisión de la literatura. *Horizontes Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, *5*(19), 775-786. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i19.236

Cantero, J. J., Núñez, C. O., Bernardello, G., Amuchastegui, A., Mulko, J., Brandolin, P., Palchetti, M.V., Iparraguirre, J., Virginil, N., & Ariza Espinar, L. (2019). *Las plantas de importancia económica en Argentina* (1ª ed.). UniRío. http://www.unirioeditora.com.ar/producto/las-plantas-importancia-economica-argentina/

Ferriol, M., & Merle, H. (2009). Metodología de aprendizaje activo para la Botánica Forestal. *Jornadas de innovación e intercambio de experiencias sobre metodologías activas y estrategias de evaluación alternativas*.

Flannery, M. C. (2023). The road to herbaria: Teaching and learning about biology, aesthetics, and the history of botany. *Journal of Biosciences*, *48*(4), 58. https://doi.org/10.1007/s12038-023-00401-y

Foresto, E. (2020). Aprendizajes formales, no formales e informales. Una revisión teórica holística. *Contextos de Educación*, (29), 24-36.

Foresto, E. (2021a). ¿Cómo aprender botánica sin morir en el intento? Una aproximación para docentes, estudiantes y aprendices informales. *Revista Universitaria del Caribe*, *27*(2), 48-57.

Foresto, E. (2021b). Germinación y floración de aprendizajes informales en el contexto de una granja agroecológica. *EduSol*, (1), 25.

Foresto, E. (2022a). Ceguera verde y CTS en el aprendizaje de la botánica: ¿dónde estamos y hacia dónde vamos? *Boletim AIA CTS*, *17*, 34-40.

Foresto, E. (2022b). Más allá del aula: Los Jardines Botánicos como recursos educativos y contextos de aprendizaje. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (43), 107-122.

Foresto, E. (2025). Páginas verdes: herbarios como recurso educativo. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (122), 56-61.

Foresto, E., Manavella, A. M., & Martín, R. B. (2020). Construcción de ecosistemas de aprendizaje en clases de consulta en formación superior. *Revista Universitaria del Caribe*, *25*(2), 22-31.

Foresto, E., Nuñez, C. O., & Amuchástegui, M. A. (2025). Diseño conceptual y operativo de un curso virtual en EAD: Construcción de un herbario como herramienta educativa. *Ciencia y Educación*, *6*(1), 348-360.

Funk, V. A. (2003). 100 Uses for an Herbarium: well at least 72. *American Society of Plant Taxonomists Newsletter, 17*(2), 17-19.

García, L. P., & Bermúdez, G. M. Á. (2018). Salidas de campo para la enseñanza de la biodiversidad. Una oportunidad para incentivar el conocimiento y valoración del medio ambiente. In *Memorias de las Jornadas Nacionales y Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología* (Vol. 1, No. Extraordinario, pp. 555-563).

García, M. R. L., Llaguno Bajaña, B. G., Vera, A. R., & Solano Quintana, I. del C. (2023). Recursos didácticos en el aprendizaje significativo del sub nivel medio. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, *7*(1), 381-388.

Gros Salvat, B., & Adrián, M. (2016). Estudio sobre el uso de los foros virtuales para favorecer las actividades colaborativas en la enseñanza superior. *Education in the Knowledge Society (EKS), 5*(1). https://doi.org/10.14201/eks.14357

Guba, E., & Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. *Por los rincones. Antología de métodos cualitativos en la investigación social*, *3*(2), 113-145.

Henderson, S. (2012). Citizen science comes of age. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *10*(6), 283-283.

Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, *4*(1), 33-56.

Páginas de Educación enero-junio 2026; *19*(1), e5031
DOI: 10.22235/pe.v19i1.5031

Kemp, C. (2015). Museums: The endangered dead. *Nature*, *518*, 292-294. https://www.nature.com/news/museums-the-endangered-dead1.16942

Marqués Graells, P. (2013). Impacto de las Tic en la educación: Funciones y limitaciones. *3C TIC: Cuadernos de Desarrollo Aplicados a las TIC*, *2*(1), 2. https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/01/impacto-de-las-tic.pdf

Moreno, E. J. (2007). El herbario como recurso para el aprendizaje de la botánica. *Acta Botánica Venezuelica*, *30*(2), 415-427.

Parada, Y. K. (2021). *Herbario escolar digital como estrategia didáctica para el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de noveno grado del Colegio Integrado del Carare, municipio de Cimitarra, Santander* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga]. Repositorio Institucional UNAB http://hdl.handle.net/20.500.12749/13925

Rico Trigo, G., & Gelós Fernández, A. (2016). La salida de campo: su incorporación en formación docente desde la interdisciplinariedad y el trabajo colaborativo y en foros de aprendizaje. *Educación en Ciencias Biológicas, 1*(1), 21-28.

Robles, F. J., & Castaño, J. L. (2012). Uso de rúbricas como instrumento de autoevaluación de herbarios. En *Congreso Internacional de Innovación Docente Universitaria en Historia Natural* (1ª ed., pp. 356-362). Bioscripts.

Rodríguez, C. J. A., Martínez, J. R. C., & Martínez, I. M. (2019). Plantas como medios de enseñanza en prácticas de laboratorio de botánica, carrera ingeniería en agronomía. *Universidad & ciencia*, *8*, 185-200.

Sánchez, J. (2004). *Libro blanco del título de Grado en Biología*. ANECA.

Simons, H. (2011). *El estudio de caso: teoría y práctica.* Morata.

Stagg, B. C., & Dillon, J. (2023). Plants, education and sustainability: rethinking the teaching of botany in school science. *Journal of Biological Education*, *57*(5), 941-943. https://doi.org/10.1080/00219266.2023.2264617

Stake, J. (1998). *Investigación con estudios de caso.* Morata.

Suárez-Ramos, J. C. (2017). Importancia del uso de recursos didácticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias biológicas para la estimulación visual del estudiantado. *Revista Electrónica Educare*, *21*(2), 1-18. http://dx.doi.org/10.15359/ree.21-2.22.

Turpo-Gebera, O., Gonzales-Miñán, M., García-Peñalvo, F., & Pari Tito, F. (2020). La investigación universitaria sobre el blended learning en Perú: campos de conocimiento y tendencias metodológicas. *Revista Educación, 44*(2), 498-511. https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.40743

Vega, M. G., de Mercadal, M. C., & Marrero, Á. (2016). Günther Kunkel y el Herbario Las Palmas de El Museo Canario. *Botánica Macaronésica*, *29*, 35-53.

Villacís, X. M. A., Anasi, L. J. P., & Chango, J. P. T. (2023). Algunas reflexiones sobre el aprendizaje colaborativo en los entornos virtuales. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, *5*(4), 459-475. https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i4.681.

Zamora, I. L. (2022). Investigando a las malezas: una forma de aprender con la indagación. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, *9*(17).

Zorrilla, E. G., & Mazzitelli, C. A. (2021). Aproximación multimetodológica en el estudio de las representaciones sobre Trabajos Prácticos de Laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *2*(18), 101-118. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2601

Contribución de los autores (Taxonomía CRediT): 1. Conceptualización; 2. Curación de datos; 3. Análisis formal; 4. Adquisición de fondos; 5. Investigación; 6. Metodología; 7. Administración de proyecto; 8. Recursos; 9. Software; 10. Supervisión; 11. Validación; 12. Visualización; 13. Redacción: borrador original; 14. Redacción: revisión y edición.

E. F. ha contribuido en 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14; R. B. M. en 1, 3, 4, 12, 13, 14; D. S. D. en 4, 13, 14.

Editora científica responsable: Dra. Alejandra Balbi.