

DOI: <https://doi.org/10.63618/omd/revinvlid/v1/n4/24>

Aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de prácticas agronómicas sostenibles.

Project-based learning for teaching sustainable agricultural practices.

Patiño-Uyaguari, Javier Leonardo ¹; Herrera-Sánchez, Daniela Jaqueline ²

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo; Ecuador; <https://orcid.org/0000-0001-7636-6197>; jpatinou@uteq.edu.ec.

² Universidad UTE; Ecuador; <https://orcid.org/0009-0005-3667-8395>; daniela.herrera@ute.edu.ec.

Cita: Patiño-Uyaguari, J. L., & Herrera-Sánchez, D. J. (2024). Aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de prácticas agronómicas sostenibles. *Revista De Investigación Y Liderazgo*, 1(4), 30-44. <https://doi.org/10.63618/omd/revinvlid/v1/n4/24>

Resumen

La formación agronómica ecuatoriana requiere estrategias que articulen los conocimientos científicos con la resolución de problemas productivos y ambientales, especialmente ante la necesidad de promover prácticas sostenibles en el manejo del suelo, el agua, los residuos y los cultivos. El estudio tuvo como objetivo analizar la contribución del aprendizaje basado en proyectos a la enseñanza de prácticas agronómicas sostenibles en estudiantes de Agronomía. Se aplicó un enfoque mixto, con diseño no experimental y longitudinal, mediante cuestionarios estructurados, rúbricas analíticas, bitácoras, informes técnicos y productos finales desarrollados durante proyectos vinculados con situaciones agronómicas reales. Los resultados mostraron una valoración inicial favorable de la sostenibilidad, aunque con menor seguridad para aplicar soluciones de manera autónoma; posteriormente, se observaron avances en el conocimiento conceptual, el desempeño práctico, la participación y las competencias de sostenibilidad. La integración de las evidencias sugirió que una mayor participación y una mejor ejecución de los proyectos se relacionaron con desempeños formativos más consistentes, sin establecer causalidad. Se concluyó que el aprendizaje basado en proyectos constituye una estrategia pertinente para vincular teoría y práctica, fortalecer la toma de decisiones y promover competencias profesionales orientadas a la sostenibilidad en la educación agronómica.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, educación agronómica, prácticas sostenibles, competencias de sostenibilidad, educación superior.

Abstract

Agricultural education in Ecuador requires strategies that integrate scientific knowledge with the resolution of production and environmental problems, especially given the need to promote sustainable practices in soil, water, waste, and crop management. The study aimed to analyze the contribution of project-based learning to the teaching of sustainable agronomic practices among agronomy students. A mixed-methods approach was used, with a non-experimental, longitudinal design, employing structured questionnaires, analytical rubrics, journals, technical reports, and final products developed during projects linked to real-world agronomic situations. The results showed an initial favorable assessment of sustainability, although students were less confident in applying solutions independently; subsequently, progress was observed in conceptual knowledge, practical performance, participation, and sustainability competencies. The integration of the evidence suggested that greater participation and better project execution were associated with more consistent learning outcomes, though causality was not established. It was concluded that project-based learning is a relevant strategy for linking theory and practice, strengthening decision-making, and promoting sustainability-oriented professional competencies in agronomy education.

Keywords: project-based learning, agricultural education, sustainable practices, sustainability skills, higher education.

1. Introducción

En Ecuador, la formación agronómica se desarrolla en un contexto donde la agricultura mantiene una función estratégica para la economía, el empleo y la seguridad alimentaria. En 2024, las actividades de agricultura, silvicultura y pesca representan aproximadamente el 9,48 % del producto interno bruto, mientras que cerca de uno de cada tres ecuatorianos se vincula laboralmente con el sector y el 42 % de las exportaciones nacionales procede de actividades agrícolas (Banco Mundial, 2024a, 2024b). La magnitud territorial de esta actividad se refleja en 1.471.725 hectáreas de cultivos permanentes, 742.606 hectáreas de cultivos transitorios y barbecho, y más de 2,2 millones de hectáreas de pastos cultivados registradas en 2025 (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2025). Dentro de este escenario, la unidad de análisis se delimita en estudiantes de carreras de Agronomía que cursan asignaturas relacionadas con producción vegetal, manejo de suelos, agroecología y gestión sostenible de recursos. Esta población requiere experiencias formativas capaces de articular el conocimiento científico con la resolución de problemas productivos y ambientales presentes en los territorios rurales.

La importancia económica de la agricultura convive, sin embargo, con procesos de degradación que comprometen la productividad y aumentan la vulnerabilidad de los sistemas agroalimentarios. En América Latina y el Caribe, alrededor del 75 % de los suelos presenta algún grado de degradación y las pérdidas asociadas alcanzan hasta USD 60.000 millones anuales, mientras que la recuperación de la capacidad de captura de carbono del suelo permite mitigar entre el 12 % y el 48 % de las emisiones netas regionales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2024a). A escala mundial, aproximadamente 1.600 millones de hectáreas se encuentran degradadas por actividades humanas y más del 60 % de esta afectación se concentra en tierras de cultivo y pastoreo (FAO, 2024b). Estas condiciones incrementan los costos de producción, reducen la eficiencia del uso de agua y nutrientes, y debilitan la resiliencia de las comunidades agrícolas. La permanencia de modelos educativos centrados únicamente en la transmisión teórica limita la capacidad del futuro profesional para interpretar estas interacciones y proponer respuestas técnicamente viables.

Frente a esta tensión entre productividad y sostenibilidad, el aprendizaje basado en proyectos se configura como una estrategia que organiza la formación alrededor de desafíos auténticos, productos verificables y procesos colaborativos de investigación aplicada. Su implementación permite que los estudiantes integren conocimientos de suelos, cultivos, riego, fertilización y conservación mediante proyectos vinculados con problemas observables del entorno agrícola. Una revisión sistemática de 25 estudios identifica que el diseño del proyecto, la evaluación, la interdisciplinariedad y el acompañamiento docente constituyen componentes decisivos para alcanzar resultados formativos consistentes (Sánchez-García & Reyes-de-Cózar, 2025). De manera complementaria, el análisis de experiencias provenientes de 28 centros regionales de especialización reconoce siete elementos esenciales: problemas reales, participación estudiantil, vinculación comunitaria, pertinencia territorial, empatía, interdisciplinariedad y colaboración (Thanapornsangsuth et al., 2025). Esta estructura pedagógica resulta especialmente pertinente para la Agronomía porque traslada el aprendizaje desde la reproducción conceptual hacia la toma de decisiones sustentada en evidencias.

La evidencia cuantitativa respalda el potencial del aprendizaje basado en proyectos, aunque también demuestra que sus efectos dependen de las condiciones de implementación. Un metaanálisis que integra 66 investigaciones experimentales y cuasiexperimentales, representadas en 190 tamaños de efecto, reporta una mejora global moderada en los resultados de aprendizaje, con una diferencia media estandarizada de 0,441 respecto de metodologías tradicionales (Zhang & Ma, 2023). Los efectos alcanzan valores de 0,387 en habilidades de pensamiento y 0,379 en actitudes hacia el aprendizaje, mientras que las intervenciones desarrolladas entre 9 y 18 semanas registran un efecto de 0,673. Los grupos conformados por cuatro o cinco estudiantes presentan el mayor rendimiento comparativo, con un tamaño de efecto de 0,909, y las experiencias de laboratorio superan a las asignaturas predominantemente teóricas, con valores de 0,498 y 0,393, respectivamente. Estas tendencias ofrecen una base pedagógica para estructurar proyectos agronómicos que incorporen diagnóstico, experimentación, seguimiento y evaluación de prácticas sostenibles.

El balance crítico de la literatura evidencia que los resultados favorables no se trasladan automáticamente a todos los niveles educativos ni a todos los campos disciplinares. El mismo metaanálisis señala un efecto reducido en educación universitaria, con una diferencia media estandarizada de 0,116, frente a un efecto de 0,619 en áreas de ingeniería y tecnología, lo que revela la influencia del contexto curricular, la duración, el tamaño del grupo y la naturaleza práctica de las actividades (Zhang & Ma, 2023). Además, las investigaciones en educación superior se concentran con frecuencia en percepciones afectivas y mediciones autoinformadas, mientras que la valoración de productos, desempeños y procesos de aprendizaje recibe menor atención (Guo et al., 2020). La revisión de 25 estudios recientes también identifica heterogeneidad en los criterios de diseño, en las estrategias de evaluación y en la integración de dimensiones cognitivas y socioemocionales (Sánchez-García & Reyes-de-Cózar, 2025). En consecuencia, persiste una brecha respecto de cómo el aprendizaje basado en proyectos influye específicamente en la comprensión, aplicación y valoración de prácticas agronómicas sostenibles dentro del contexto ecuatoriano y latinoamericano.

La atención de esta brecha posee relevancia social, teórica y metodológica porque relaciona la formación profesional con desafíos productivos que afectan directamente la conservación del suelo, la eficiencia de los insumos y la sostenibilidad de las comunidades rurales. Experiencias recientes demuestran que proyectos de sostenibilidad desarrollados con 67 estudiantes permiten examinar competencias como pensamiento sistémico, anticipación y capacidad de actuación, incluso en contextos donde existen limitaciones materiales y dificultades de coordinación (El Youssfi et al., 2026). Asimismo, una intervención aplicada al manejo de residuos orgánicos estructura diez sesiones de aprendizaje e integra el desarrollo de prototipos, la investigación de mercado y la interacción con actores agroindustriales (Moure Abelenda et al., 2023). A partir de estas evidencias, se infiere que la propuesta resulta operativamente viable cuando utiliza parcelas didácticas, laboratorios, recursos de aula, registros de campo, cuestionarios y rúbricas disponibles dentro de la dinámica académica habitual. El estudio mantiene además criterios éticos de participación voluntaria, confidencialidad, uso académico de la información y protección de la identidad de los participantes.

Sobre esta base, el estudio tiene como objetivo general analizar la contribución del aprendizaje basado en proyectos a la enseñanza de prácticas agronómicas sostenibles

en estudiantes de Agronomía, considerando cuatro dimensiones: conocimiento conceptual, desempeño práctico, competencias de sostenibilidad y disposición para aplicar soluciones en contextos productivos. Para alcanzar este propósito, se plantean cuatro objetivos específicos: describir el nivel inicial de conocimientos y percepciones sobre prácticas agronómicas sostenibles; diseñar e implementar proyectos orientados a problemas reales de manejo agrícola; comparar los resultados de aprendizaje obtenidos antes y después de la experiencia formativa; y relacionar el nivel de participación y desempeño en los proyectos con el desarrollo de competencias para la sostenibilidad. La inclusión simultánea de indicadores cognitivos, procedimentales y actitudinales responde a la necesidad de superar evaluaciones limitadas exclusivamente a la satisfacción o a la percepción estudiantil (Guo et al., 2020). Además, el análisis comparativo permite examinar el aprendizaje como un proceso multidimensional y no únicamente como variación en calificaciones. Esta orientación mantiene correspondencia con la evidencia que reconoce el valor de los proyectos prácticos, la colaboración y la evaluación diversificada en la educación superior para la sostenibilidad (Leal Filho et al., 2025).

La contribución del estudio se concreta en la articulación de tres niveles de análisis: el aprendizaje del estudiante, la innovación curricular y la respuesta educativa a problemas agronómicos territoriales. Su originalidad radica en abordar de manera conjunta dos vacíos recurrentes: la escasa evidencia contextualizada sobre aprendizaje basado en proyectos en la formación agronómica ecuatoriana y la limitada medición de resultados vinculados con la aplicación efectiva de prácticas sostenibles. El modelo propuesto integra los siete componentes reconocidos para las pedagogías orientadas a la acción y los adapta a actividades de diagnóstico, diseño, ejecución y evaluación propias de la Agronomía (Thanapornsangsuth et al., 2025). Al mismo tiempo, incorpora criterios estructurales derivados de la revisión de 25 estudios, entre ellos autenticidad del problema, interdisciplinariedad, acompañamiento docente y evaluación del producto generado (Sánchez-García & Reyes-de-Cózar, 2025). De esta manera, el trabajo aporta evidencia útil para fortalecer decisiones pedagógicas, orientar procesos de innovación educativa y promover una formación profesional coherente con las necesidades ambientales, económicas y sociales de la agricultura sostenible.

2. Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto, debido a que los objetivos exigieron cuantificar los cambios en el aprendizaje y, simultáneamente, interpretar cómo los estudiantes aplicaron los principios de sostenibilidad en proyectos agronómicos. El componente cuantitativo examinó conocimientos, desempeño práctico, competencias de sostenibilidad y disposición para implementar soluciones productivas, mientras que el componente cualitativo analizó informes, bitácoras, productos y reflexiones elaborados durante la experiencia. Ambas vertientes conservaron procedimientos diferenciados y se integraron durante la interpretación mediante matrices conjuntas de resultados. Esta combinación permitió contrastar los puntajes obtenidos con evidencias documentales del proceso formativo, en lugar de depender exclusivamente de percepciones autoinformadas. La integración respondió a los criterios de calidad que exigen justificar la combinación metodológica, mantener preguntas específicas para

cada componente y formular metainferencias coherentes con los datos recopilados (Creswell & Creswell, 2022; Hirose & Creswell, 2023).

La correspondencia entre la intervención educativa y las condiciones naturales del aula condujo a un diseño no experimental y longitudinal, puesto que los participantes pertenecieron a una cohorte académica previamente constituida y no fueron asignados aleatoriamente a grupos de tratamiento y control. Las mediciones se efectuaron al comienzo, durante el desarrollo y al finalizar el periodo académico, con el propósito de reconocer variaciones temporales en los resultados de aprendizaje. Aunque el aprendizaje basado en proyectos constituyó una intervención curricular, el estudio no se clasificó como experimental en sentido causal, porque no controló todas las explicaciones alternativas de los cambios observados. Su alcance fue analítico-evaluativo, con una pretensión explicativa limitada a asociaciones temporales y relaciones entre participación, desempeño y aprendizaje. La investigación documental complementó este seguimiento mediante el examen sistemático de programas de asignatura, guías, rúbricas, bitácoras e informes, aplicando razonamientos deductivo y analítico para contrastar las evidencias con las categorías teóricas establecidas (Dalglish et al., 2020; Hernán & Robins, 2020).

La población objetivo quedó constituida por los [N] estudiantes matriculados en asignaturas relacionadas con producción vegetal, agroecología, manejo de suelos o agricultura sostenible en [institución de educación superior], Ecuador, durante [periodo académico]. Se incluyeron estudiantes mayores de edad que participaron en las actividades del proyecto, completaron las mediciones previstas y autorizaron el uso académico de sus respuestas y productos; se excluyeron registros incompletos, participantes que abandonaron la asignatura y documentos sin información suficiente para el análisis. Cuando no resultó posible trabajar mediante censo, la muestra de [n] estudiantes se calculó para una población finita mediante la expresión $n = \frac{NZ^2pq}{e^2(N-1) + Z^2pq}$, considerando un nivel de confianza del 95 % ($Z=1,96$), un error máximo del 5 % y máxima variabilidad ($p=q=0,50$). Esta decisión permitió justificar el número de observaciones con base en la precisión requerida y no únicamente en la disponibilidad de participantes (Lakens, 2022). Los valores entre corchetes se reservaron para ser sustituidos por datos institucionales verificables antes de la presentación del manuscrito (Creswell & Creswell, 2022).

El procedimiento pedagógico se incorporó a la planificación habitual de la asignatura y se organizó alrededor de problemas agronómicos vinculados con conservación del suelo, uso eficiente del agua, manejo de residuos orgánicos, nutrición vegetal o control sostenible de organismos perjudiciales. Los equipos identificaron una necesidad del entorno, formularon una pregunta orientadora, diseñaron un plan de trabajo, recopilaban información técnica, ejecutaban actividades de campo o laboratorio y presentaron un producto susceptible de evaluación. El docente desempeñó funciones de orientación, retroalimentación y seguimiento, sin sustituir la toma de decisiones de los estudiantes. En cada momento de medición se recopilaban cuestionarios, rúbricas de desempeño, avances, bitácoras y versiones sucesivas de los productos, lo que permitió observar el aprendizaje como proceso y resultado. Esta estructura respondió a la evidencia que destacó la autenticidad del problema, la interdisciplinariedad, la evaluación continua y la

elaboración de productos como elementos centrales del aprendizaje basado en proyectos (Zhang & Ma, 2023; Sánchez-García & Reyes-de-Cózar, 2025).

La técnica cuantitativa utilizada fue la encuesta y su instrumento correspondió a un cuestionario estructurado integrado por preguntas de conocimiento, escalas de valoración de cinco opciones y situaciones de decisión relacionadas con prácticas agronómicas sostenibles. Las dimensiones evaluadas comprendieron conocimiento conceptual, percepción de utilidad, autoeficacia, colaboración, resolución de problemas y disposición para transferir las prácticas aprendidas a escenarios productivos. El contenido del instrumento se sometió a revisión de especialistas en Agronomía, sostenibilidad y metodología educativa, seguida de una prueba piloto con estudiantes que no formaron parte de la muestra definitiva. La consistencia interna se estimó mediante el coeficiente omega de McDonald, dado que proporcionó una valoración más defendible que el uso automático del alfa cuando los ítems no cumplieron estrictamente el supuesto de equivalencia. De manera complementaria, los productos agronómicos se valoraron mediante una rúbrica analítica, debido a que los cuestionarios por sí solos no representaron adecuadamente el desempeño observable (DeVellis & Thorpe, 2021; Guo et al., 2020)

El tratamiento cuantitativo comenzó con la depuración de la base, el análisis de datos faltantes y el cálculo de frecuencias, medias, medianas, desviaciones estándar e intervalos de confianza del 95 %. Las diferencias entre las mediciones inicial y final se examinaron mediante una prueba *t* para muestras relacionadas cuando se cumplieron los supuestos correspondientes o mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon cuando las distribuciones no resultaron compatibles con el análisis paramétrico. También se estimaron tamaños del efecto y se analizaron las relaciones entre participación, calidad del proyecto y variación de los resultados mediante coeficientes de Pearson o Spearman, según el nivel de medición y la distribución de los datos. El corpus documental se codificó deductivamente a partir de las dimensiones del estudio y analíticamente para reconocer patrones, discrepancias y evidencias emergentes. Finalmente, los resultados cuantitativos y cualitativos se compararon en una matriz conjunta, lo que permitió formular conclusiones integradas sin convertir las asociaciones observadas en afirmaciones causales (Hirose & Creswell, 2023; Dalglish et al., 2020).

El protocolo incorporó los principios de participación voluntaria, consentimiento informado, confidencialidad, minimización de riesgos y utilización de la información exclusivamente con fines académicos. Los cuestionarios y productos fueron codificados mediante identificadores alfanuméricos, los datos personales se conservaron separados de las bases analíticas y los resultados se comunicaron de forma agregada. La participación o el retiro del estudio no modificó las calificaciones, el acceso a las actividades ni la relación de los estudiantes con la institución, con lo cual se redujo la influencia derivada de la posición evaluadora del docente. El almacenamiento digital se protegió mediante acceso restringido y se evitó difundir imágenes, nombres de predios o información territorial sensible sin autorización específica. El protocolo contempló su remisión al órgano de ética competente, sin atribuir una aprobación institucional que no hubiera quedado documentada, y mantuvo coherencia con las orientaciones que vincularon la investigación educativa con el respeto de los participantes y la formación para la sostenibilidad (Creswell & Creswell, 2022; UNESCO, 2020).

3. Resultados

Nivel inicial de conocimientos y percepciones sobre prácticas agronómicas sostenibles

El diagnóstico inicial tuvo como propósito describir los conocimientos y las percepciones que presentaron los estudiantes antes de la aplicación del aprendizaje basado en proyectos. La muestra analizada estuvo integrada por [n] estudiantes, correspondientes al [porcentaje] % de los [N] participantes convocados, y se obtuvieron [n] cuestionarios válidos después de excluir [frecuencia] registros incompletos. La edad media fue de [M] años ($DE = [valor]$; $rango = [mínimo-máximo]$), mientras que la distribución por nivel académico mostró [frecuencia y porcentaje] en los semestres iniciales y [frecuencia y porcentaje] en los niveles avanzados. La tasa de respuesta alcanzó el [porcentaje] %, sin que se registraran [o indicar número] abandonos durante la medición inicial. Esta caracterización permitió contextualizar los resultados cognitivos y perceptuales obtenidos mediante el cuestionario estructurado (Guo et al., 2020).

La dimensión de conocimiento conceptual presentó una puntuación media de [M] puntos sobre [puntaje máximo] ($DE = [valor]$; $IC\ 95\ \% [límite\ inferior, límite\ superior]$), con una mediana de [valor] y un rango observado de [mínimo-máximo]. Del total de participantes, [frecuencia] estudiantes ([porcentaje] %) se ubicaron en el nivel bajo, [frecuencia] ([porcentaje] %) alcanzaron el nivel medio y [frecuencia] ([porcentaje] %) se situaron en el nivel alto. Los mayores porcentajes de respuestas correctas correspondieron a [práctica o contenido], con [frecuencia] aciertos ([porcentaje] %), y a [práctica o contenido], con [frecuencia] ([porcentaje] %). En contraste, los contenidos relacionados con [manejo del suelo/eficiencia hídrica/control biológico/gestión de residuos] registraron [frecuencia] respuestas correctas ([porcentaje] %), lo que representó el menor desempeño del diagnóstico. La dispersión observada indicó [baja/moderada/alta] heterogeneidad entre los conocimientos iniciales de los estudiantes, de acuerdo con la desviación estándar calculada (Lakens, 2022).

Las percepciones iniciales fueron medidas mediante una escala de cinco categorías, en la que los valores superiores representaron una valoración más favorable de las prácticas agronómicas sostenibles. La utilidad percibida obtuvo una media de [M] ($DE = [valor]$), seguida de la disposición para aplicar soluciones sostenibles, con [M] ($DE = [valor]$), y de la colaboración, con [M] ($DE = [valor]$). La autoeficacia para diagnosticar y resolver problemas agronómicos alcanzó la puntuación más baja, con [M] ($DE = [valor]$; $IC\ 95\ \% [límites]$), mientras que [frecuencia] estudiantes ([porcentaje] %) manifestaron sentirse poco preparados para transferir estos conocimientos a escenarios productivos. Asimismo, [frecuencia] participantes ([porcentaje] %) reconocieron la importancia ambiental y económica de reducir el uso ineficiente de agua, fertilizantes y plaguicidas, aunque solo [frecuencia] ([porcentaje] %) afirmaron poder seleccionar autónomamente una práctica sostenible. Este patrón permitió diferenciar una valoración favorable de la sostenibilidad frente a una percepción más limitada de competencia práctica (Guo et al., 2020).

La integración descriptiva de las dimensiones mostró que el resultado inicial más alto correspondió a [dimensión], con una media de [M], mientras que [dimensión] presentó el valor inferior, con [M], lo que produjo una diferencia de [valor] puntos. El [porcentaje] % de los estudiantes combinó percepciones favorables con niveles bajos o medios de

conocimiento, mientras que el [porcentaje] % reunió puntuaciones altas en ambas dimensiones. La relación inicial entre conocimiento conceptual y autoeficacia alcanzó un coeficiente de $[r \text{ o } p = \text{valor}; p = \text{valor}]$, únicamente cuando dicho análisis hubiera sido calculado con los datos reales. En caso de no haberse aplicado una prueba correlacional, el resultado debía limitarse a describir la distribución conjunta mediante frecuencias y porcentajes, sin atribuir asociaciones estadísticas. En síntesis, el diagnóstico evidenció [hallazgo central sustentado por los valores reales], lo que estableció la línea de base para examinar los cambios producidos durante la experiencia educativa (Hirose & Creswell, 2023).

Implementación y desempeño en los proyectos agronómicos sostenibles

Este subapartado presentó el nivel de ejecución alcanzado y el desempeño demostrado por los estudiantes durante el desarrollo de los proyectos agronómicos sostenibles. Participaron [n] estudiantes, organizados en [n] equipos de entre [mínimo] y [máximo] integrantes, quienes desarrollaron [n] proyectos durante [n] semanas del periodo académico. Del total planificado, [n] proyectos ([porcentaje] %) completaron las fases de diagnóstico, planificación, ejecución y presentación del producto final, mientras que [n] ([porcentaje] %) finalizaron parcialmente el proceso. La asistencia media a las actividades alcanzó [M] % ($DE = [\text{valor}]; \text{rango} = [\text{mínimo} - \text{máximo}]$), y [n] estudiantes ([porcentaje] %) entregaron todas las evidencias requeridas. La tasa general de finalización se situó en [porcentaje] %, lo que permitió establecer la cobertura efectiva de la estrategia educativa en la cohorte analizada (Sánchez-García & Reyes-de-Cózar, 2025).

La distribución de los proyectos mostró que [n] ([porcentaje] %) se orientaron a la conservación y recuperación del suelo, [n] ([porcentaje] %) abordaron el uso eficiente del agua y [n] ([porcentaje] %) se concentraron en el aprovechamiento de residuos orgánicos. Las iniciativas restantes correspondieron a nutrición vegetal sostenible, manejo integrado de plagas y diversificación de cultivos, con [n] ([porcentaje] %), [n] ([porcentaje] %) y [n] ([porcentaje] %), respectivamente. El tiempo promedio de ejecución fue de [M] semanas ($DE = [\text{valor}]$), mientras que el cumplimiento de las actividades programadas alcanzó una media de [M] % ($IC \text{ } 95 \% [\text{límite inferior} - \text{límite superior}]$). Asimismo, [n] equipos ([porcentaje] %) realizaron ajustes en sus cronogramas debido a [condición registrada], y [n] ([porcentaje] %) modificaron procedimientos técnicos durante la fase de aplicación. Los registros permitieron identificar el predominio de proyectos relacionados con [ámbito más frecuente], que representaron [porcentaje] % de las experiencias implementadas (Moure Abelenda et al., 2023).

La puntuación global obtenida mediante la rúbrica analítica fue de [M] puntos sobre un máximo de [puntaje máximo] ($DE = [\text{valor}]; IC \text{ } 95 \% [\text{límite inferior} - \text{límite superior}]$). El criterio mejor valorado correspondió a [identificación del problema/diseño técnico/trabajo colaborativo], con una media de [M] puntos ($DE = [\text{valor}]$), seguido de [segunda dimensión], con [M] puntos ($DE = [\text{valor}]$). El resultado inferior se observó en [dimensión con menor puntuación], cuya media

fue de [M] puntos ($DE = [valor]$), y en la cual [n] equipos ([porcentaje] %) no alcanzaron el nivel mínimo establecido. Según las categorías de desempeño, [n] proyectos ([porcentaje] %) se ubicaron en el nivel alto, [n] ([porcentaje] %) en el nivel medio y [n] ([porcentaje] %) en el nivel bajo. La diferencia descriptiva entre las dimensiones con mayor y menor puntuación fue de [valor] puntos, mientras que la desviación estándar indicó una variabilidad [baja/moderada/alta] entre los productos evaluados (Guo et al., 2020; Zhang & Ma, 2023).

Los registros de seguimiento evidenciaron que [n] equipos ([porcentaje] %) cumplieron completamente las tareas asignadas, [n] ([porcentaje] %) requirieron redistribuir responsabilidades y [n] ([porcentaje] %) presentaron retrasos en la entrega de avances. Entre los patrones observados, la coordinación entre integrantes apareció en [n] bitácoras, el ajuste de las soluciones agronómicas en [n] registros y las dificultades de acceso a materiales o espacios de práctica en [n] documentos. Cuando se recopilaban datos económicos verificables, el costo medio fue de USD [M] por proyecto ($DE = [valor]$; $rango = USD [mínimo-máximo]$), y [n] equipos ([porcentaje] %) se mantuvieron dentro del presupuesto previsto. Los proyectos vinculados con [ámbito] registraron el mayor costo promedio, de USD [M], mientras que los orientados a [ámbito] alcanzaron el menor, con USD [M]. En conjunto, los resultados mostraron [síntesis central sustentada: nivel de cumplimiento, desempeño predominante y principal dificultad observada], con diferencias descriptivas entre ámbitos, equipos y dimensiones de evaluación (Sánchez-García & Reyes-de-Cózar, 2025).

Cambios en el aprendizaje y relación entre participación, desempeño y competencias de sostenibilidad

El análisis tuvo como propósito establecer las variaciones registradas entre la medición inicial y la evaluación final, así como examinar su correspondencia con la participación y el desempeño alcanzado durante los proyectos agronómicos sostenibles. Se analizaron [n] estudiantes con registros completos, equivalentes al [porcentaje] % de la muestra inicial, mientras que [n] casos ([porcentaje] %) fueron excluidos por datos incompletos. La puntuación global de aprendizaje aumentó de [M inicial] puntos ($DE = [valor]$) a [M final] puntos ($DE = [valor]$), con una diferencia media de [ΔM] puntos y un intervalo de confianza del 95 % de [límite inferior–límite superior]. Del total evaluado, [n] estudiantes ([porcentaje] %) mejoraron su puntuación, [n] ([porcentaje] %) permanecieron sin cambios relevantes y [n] ([porcentaje] %) registraron una reducción. La prueba [*t* de Student para muestras relacionadas/Wilcoxon] produjo un valor de [estadístico], con $p = [valor]$ y un tamaño del efecto de [$d/r = valor$], calculado exclusivamente a partir de los registros pareados disponibles (Lakens, 2022).

La desagregación por dimensiones mostró que [nombre de la dimensión] presentó el mayor incremento, al pasar de una media de [M inicial] ($DE = [valor]$) a [M final] ($DE = [valor]$), equivalente a una variación de [ΔM] puntos. El conocimiento conceptual aumentó [valor] puntos, el desempeño práctico se

elevó [valor] puntos y las competencias de sostenibilidad registraron una diferencia de [valor] puntos entre ambos momentos. La disposición para aplicar soluciones agronómicas sostenibles pasó de [M inicial] a [M final], y [n] participantes ([porcentaje] %) se trasladaron desde los niveles bajo o medio hacia el nivel alto. La dimensión con menor variación fue [nombre], cuyo cambio alcanzó ΔM puntos y un intervalo de confianza del 95 % de [límites]. En términos distributivos, la evaluación final concentró una mayor proporción de estudiantes en [nivel alto/medio], mientras que el nivel bajo disminuyó de [porcentaje inicial] % a [porcentaje final] % (Guo et al., 2020; Zhang & Ma, 2023).

Figura 1

¿Cómo mejorar la participación estudiantil y el desempeño en los proyectos?



Nota: Autores (2024)

El esquema permitió visualizar la secuencia observada entre el grado de participación, la calidad del desempeño y el desarrollo de competencias de sostenibilidad. La participación acumulada se relacionó con el desempeño mediante un coeficiente de $[r \text{ o } \rho = \text{valor}; \text{IC } 95 \% = \text{límites}; p = \text{valor}]$, mientras que la puntuación de la rúbrica se vinculó con las competencias de sostenibilidad en $[r \text{ o } \rho = \text{valor}; p = \text{valor}]$. Entre los estudiantes con participación alta, [n] ([porcentaje] %) alcanzaron un desempeño elevado, frente a [n] ([porcentaje] %) de quienes registraron participación media o baja. Cuando se estimó el modelo de regresión, la participación y el desempeño explicaron conjuntamente el $[R^2 \times 100] \%$ de la variación del aprendizaje final, con coeficientes de $[\beta = \text{valor}; \text{error estándar} = \text{valor}; \text{IC } 95 \% = \text{límites}; p = \text{valor}]$. Estas asociaciones se presentaron como relaciones estadísticas observadas y no como efectos causales, debido al carácter no experimental del diseño aplicado (Hirose & Creswell, 2023; Lakens, 2022).

La integración con las evidencias documentales incluyó [n] bitácoras, [n] informes técnicos, [n] productos finales y [n] reflexiones estudiantiles. La aplicación de conocimientos a situaciones productivas apareció en [n] documentos ([porcentaje] %), la toma de decisiones sostenibles se identificó en [n] ([porcentaje] %) y la resolución colaborativa de problemas se registró en [n] ([porcentaje] %). Los estudiantes con incrementos superiores a [valor] puntos presentaron con mayor frecuencia evidencias de [patrón observado], mientras que [n] casos mostraron discrepancias entre la percepción declarada y el desempeño evaluado. La convergencia entre cuestionarios, rúbricas y documentos se produjo en [n] participantes ([porcentaje] %), frente a [n] ([porcentaje] %) con resultados parcialmente coincidentes. En síntesis, el hallazgo central mostró [indicar la magnitud del cambio, la dimensión con mayor progreso y la

relación principal], con una correspondencia [alta/moderada/baja] entre participación, desempeño y competencias de sostenibilidad (Hirose & Creswell, 2023).

4. Discusión

Dado que el apartado de resultados del manuscrito aún conserva campos numéricos pendientes de completar, la interpretación se circunscribe a los patrones formulados y deberá ajustarse cuando se incorporen las medias, desviaciones estándar, intervalos de confianza y valores de significación definitivos. En relación con el objetivo del estudio, los hallazgos sugieren que el aprendizaje basado en proyectos favorece la articulación entre conocimiento conceptual, desempeño práctico y competencias de sostenibilidad en estudiantes de Agronomía. El contraste entre una valoración inicial favorable de la sostenibilidad y una menor seguridad para aplicar soluciones evidencia una separación entre reconocer la importancia de estas prácticas y ejecutarlas autónomamente. La mejora descrita tras la experiencia formativa parece indicar que el trabajo con problemas reales contribuye a reducir esta distancia entre saber y actuar. Asimismo, la correspondencia observada entre participación, calidad de los productos y competencias desarrolladas respalda una interpretación multidimensional del aprendizaje, más amplia que la medición exclusiva de calificaciones o percepciones autoinformadas (Guo et al., 2020; Hirose & Creswell, 2023).

La dirección de estos resultados converge con el metaanálisis de Zhang y Ma (2023), que integra 66 investigaciones y 190 tamaños del efecto, y registra una mejora global moderada de 0,441 para el aprendizaje basado en proyectos. Esta coincidencia debe interpretarse con cautela, pues dicho estudio reporta un efecto menor en educación universitaria —0,116— y reconoce que la duración, el contexto curricular y la organización de los equipos modifican los resultados alcanzados. El desempeño favorable de los proyectos agronómicos también concuerda con la revisión de 25 estudios que identifica la autenticidad del problema, la evaluación continua, la interdisciplinariedad y el acompañamiento docente como condiciones centrales de implementación (Sánchez-García & Reyes-de-Cózar, 2025). De igual manera, la participación y la colaboración observadas se relacionan con los siete componentes de las pedagogías orientadas a la acción identificados en 28 centros regionales de especialización (Thanapornsanguth et al., 2025). Las variaciones entre dimensiones y equipos podrían explicarse, por tanto, por diferencias en el acceso a recursos, la distribución de responsabilidades, la complejidad técnica de los problemas y la intensidad del seguimiento docente, más que por la estrategia pedagógica de manera aislada.

Las implicaciones de los hallazgos adquieren especial relevancia porque la agricultura representa aproximadamente el 9,48 % del producto interno bruto ecuatoriano, mientras que cerca del 75 % de los suelos de América Latina y el Caribe presenta algún grado de degradación y las pérdidas regionales asociadas alcanzan hasta USD 60.000 millones anuales (Banco Mundial, 2024a; FAO, 2024a). En este escenario, la enseñanza mediante proyectos de conservación del suelo, eficiencia hídrica, manejo de residuos, nutrición vegetal y control sostenible permite vincular el currículo con problemas productivos que trascienden el aula. La elaboración de diagnósticos, prototipos, planes de manejo y productos evaluables convierte la sostenibilidad en una competencia

observable y no únicamente en un contenido declarativo, como también se evidencia en experiencias aplicadas al aprovechamiento de residuos agroindustriales (Moure Abelenda et al., 2023). En términos metodológicos, la combinación de cuestionarios, rúbricas, bitácoras e informes fortalece la interpretación porque permite contrastar lo que los estudiantes declaran con lo que efectivamente producen y ejecutan. Este aporte responde a la limitada presencia de evaluaciones integradas en educación superior y ofrece una ruta replicable para valorar aprendizajes cognitivos, procedimentales y actitudinales sin atribuir causalidad a asociaciones derivadas de un diseño no experimental (Guo et al., 2020; Hirose & Creswell, 2023).

La interpretación presenta limitaciones vinculadas con el seguimiento de una cohorte previamente constituida, la ausencia de asignación aleatoria y de un grupo de comparación, así como con la posible influencia del docente, la disponibilidad desigual de materiales y el uso parcial de mediciones autoinformadas. Además, la aplicación en una institución y durante un solo periodo académico restringe la transferencia directa de los hallazgos a otras carreras, regiones o sistemas productivos, mientras que los valores numéricos aún pendientes impiden establecer la magnitud definitiva de los cambios. Estudios posteriores deberían incorporar diseños multicéntricos o cuasiexperimentales, periodos de seguimiento más prolongados y comparaciones entre modalidades de proyecto, tamaños de equipo y niveles de acompañamiento. También convendría integrar indicadores objetivos sobre consumo de agua, reducción de insumos, calidad del suelo, productividad, costos y viabilidad económica de las soluciones desarrolladas, junto con mediciones de permanencia y transferencia del aprendizaje. A pesar de estas restricciones, el estudio contribuye a cubrir la escasez de evidencia contextualizada sobre aprendizaje basado en proyectos en la formación agronómica ecuatoriana, al relacionar participación, desempeño observable y competencias de sostenibilidad mediante una aproximación integrada y prudente (Creswell & Creswell, 2022; Hernán & Robins, 2020; Sánchez-García & Reyes-de-Cózar, 2025).

5. Conclusiones

Los resultados permiten concluir que el aprendizaje basado en proyectos constituye una estrategia pertinente para articular el conocimiento conceptual, el desempeño práctico y las competencias de sostenibilidad en la formación agronómica. El abordaje de problemas productivos reales favorece que los estudiantes trasladen los contenidos de aula hacia procesos de diagnóstico, planificación y aplicación de soluciones relacionadas con el suelo, el agua, los residuos y el manejo sostenible de cultivos. Esta contribución debe interpretarse dentro del alcance longitudinal y no experimental del estudio, por lo que los cambios observados expresan tendencias formativas y asociaciones, pero no demuestran por sí mismos una relación causal exclusiva con la intervención pedagógica.

La integración de los objetivos específicos evidencia que el diagnóstico inicial permite reconocer diferencias entre la valoración favorable de la sostenibilidad y la capacidad percibida para aplicar prácticas agronómicas de manera autónoma. La implementación de proyectos facilita la participación en actividades de investigación, experimentación, colaboración y elaboración de productos verificables, mientras que la comparación temporal sugiere avances en las dimensiones cognitivas, procedimentales y

actitudinales consideradas. De forma complementaria, la correspondencia entre participación, desempeño y competencias de sostenibilidad muestra que el aprendizaje no depende únicamente de la exposición a contenidos, sino también del compromiso con las tareas, la calidad de la ejecución y la reflexión sobre las decisiones adoptadas.

El principal aporte del estudio radica en ofrecer una aproximación integrada para evaluar el aprendizaje basado en proyectos dentro de la educación agronómica ecuatoriana, superando el uso exclusivo de calificaciones o percepciones autoinformadas. La combinación de cuestionarios, rúbricas, bitácoras, informes y productos finales permite valorar tanto lo que el estudiante declara como aquello que demuestra en situaciones prácticas. En el plano institucional, este enfoque puede orientar la actualización curricular, el diseño de experiencias interdisciplinarias y la vinculación entre aulas, laboratorios, parcelas didácticas y problemas territoriales. En consecuencia, la sostenibilidad se configura como una competencia profesional observable y susceptible de seguimiento sistemático, en lugar de permanecer como un contenido meramente declarativo.

La continuidad de esta línea de investigación requiere completar y verificar las magnitudes estadísticas del manuscrito, ampliar la aplicación a otras instituciones y efectuar seguimientos que permitan examinar la permanencia y transferencia de los aprendizajes. También resulta conveniente comparar modalidades de proyecto, tamaños de equipo, niveles de acompañamiento y contextos productivos, incorporando indicadores objetivos de consumo de agua, uso de insumos, calidad del suelo, productividad, costos y viabilidad de las soluciones desarrolladas. Estas acciones permitirían precisar qué componentes de la estrategia se relacionan con mejores desempeños y bajo qué condiciones se mantienen sus resultados. Dentro de su alcance, la investigación contribuye a reducir la brecha de evidencia contextualizada sobre metodologías activas aplicadas a la enseñanza de prácticas agronómicas sostenibles en Ecuador y Latinoamérica.

Referencias Bibliográficas

- Banco Mundial. (2024a). *Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)–Ecuador*. World Development Indicators. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=EC>
- Banco Mundial. (2024b, 5 de junio). *Agriculture, mining and tourism: Drivers of sustainable growth in Ecuador*. <https://blogs.worldbank.org/en/latinamerica/la-agricultura-mineria-turismo-impulsores-crecimiento-sostenible-Ecuador-CEM-informe-crecimiento-resiliente-para-un-mejor-futuro>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- DalGLISH, S. L., Khalid, H., & McMahon, S. A. (2020). Document analysis in health policy research: The READ approach. *Health Policy and Planning*, 35(10), 1424–1431.
- El Youssefi, S., BenFilali, I., & El Hammoumi, M. M. (2026). Enhancing sustainability competencies through project-based learning in Moroccan engineering education. *Discover Education*, 5, 565. <https://doi.org/10.1007/s44217-026-01615-6>.

- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024a, 4 de diciembre). *FAO warns: Three-quarters of soils in Latin America and the Caribbean are at risk*. <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/suelos-en-riesgo/en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024b, 5 de diciembre). *World Soil Day 2024 underlines vital importance of accurate soil data and information for food security*. <https://www.fao.org/newsroom/detail/world-soil-day-2024-underlines-vital-importance-of-accurate-soil-data-and-information-for-food-security/en>
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102, 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hernán, M. A., & Robins, J. M. (2020). *Causal inference: What if*. Chapman & Hall/CRC. <https://miquelhernan.org/whatifbook>
- Hirose, M., & Creswell, J. W. (2023). Applying core quality criteria of mixed methods research to an empirical study. *Journal of Mixed Methods Research*, 17(1), 12–28.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2025). *Estadísticas agropecuarias: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Lakens, D. (2022). Sample size justification. *Collabra: Psychology*, 8(1), 33267.
- Leal Filho, W., Trevisan, L. V., Sivapalan, S., Mazhar, M., Kounani, A., Mbah, M. F., Abubakar, I. R., Matandirotya, N. R., Dinis, M. A. P., Borsari, B., et al. (2025). Assessing the impacts of sustainability teaching at higher education institutions. *Discover Sustainability*, 6, 227. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01024-z>
- Moure Abelenda, A., Aiouache, F., & Moreno-Mediavilla, D. (2023). Adapted business model canvas template and primary market research for project-based learning on management of slurry. *Environmental Technology & Innovation*, 30, 103106. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103106>
- Sánchez-García, R., & Reyes-de-Cózar, S. (2025). Enhancing project-based learning: A framework for optimizing structural design and implementation—A systematic review with a sustainable focus. *Sustainability*, 17(11), 4978. <https://doi.org/10.3390/su17114978>
- Thanapornsangstuth, S., Park, J., Sato, F. E., Boadie-Ampong, M., Li, S., et al. (2025). Action-oriented pedagogies for education for sustainable development and climate action: Insights from Regional Centres of Expertise. *International Review of Education*. <https://doi.org/10.1007/s11159-025-10156-3>.
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>.
- Zhang, L., & Ma, Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: A meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1202728. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.