

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

DISEÑOS EXPERIMENTALES COMO COMPETENCIA TRANSVERSAL PARA LA FORMACIÓN AGROPECUARIA: INTEGRACIÓN CURRICULAR, APLICACIONES PRÁCTICAS Y DESAFÍOS METODOLÓGICOS

EXPERIMENTAL DESIGNS AS A TRANSVERSAL COMPETENCE FOR AGRICULTURAL TRAINING: CURRICULAR INTEGRATION, PRACTICAL APPLICATIONS AND METHODOLOGICAL CHALLENGES

PhD. Segress García Hevia^{1*}, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6178-9872>

Dra. MSc. Sheila Cárdenas García², ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8433-2912>

Dra. Rachel Cárdenas García², ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-9154-6684>

Ing. Agr. M.Sc. Rubén Torres Tene¹, <https://orcid.org/0000-0002-4137-2930>

¹Universidad de Guayaquil, Ecuador

²Universidad Bolivariana del Ecuador, Ecuador.

*Autor de correspondencia: segress.garciah@ug.edu.ec

Recibido: 24/mayo/2025 **Aprobado:** 15/junio/2025 **Publicado:** 30/junio/2025

Resumen:

La formación agropecuaria contemporánea exige profesionales capaces de liderar procesos de innovación científica y tecnológica mediante la aplicación de herramientas metodológicas rigurosas. Entre ellas, el diseño experimental constituye una competencia transversal indispensable para el desarrollo de investigación aplicada en sistemas agropecuarios. El presente estudio realiza una revisión crítica de la literatura académica y de informes técnicos relevantes (2010–2024), con el objetivo de identificar el estado del arte, las principales tipologías de diseños experimentales utilizados, sus aplicaciones didácticas y los desafíos pedagógicos en su enseñanza. Los resultados evidencian una brecha entre la formación teórica y la aplicación práctica, así como la escasa incorporación de tecnologías digitales y metodologías activas. Se proponen lineamientos para la modernización curricular, la profesionalización docente en

estadística aplicada y el fortalecimiento de redes universitarias de investigación agropecuaria.

Palabras clave: Diseños experimentales, sistemas agropecuarios, enseñanza aprendizaje

Abstract:

Contemporary agricultural education demands professionals capable of leading innovation through the application of rigorous methodological tools. Among these, experimental design emerges as a key transversal competence for developing applied research in agricultural systems. This study presents a critical review of academic literature and technical reports (2010–2024), aiming to identify the state of the art, key experimental design typologies, their pedagogical applications, and teaching challenges. The findings reveal a gap between theoretical instruction and practical application, along with limited integration of digital technologies and



Es un artículo de acceso abierto con licencia Creative Commons de Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional, lo que permite copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas para fines no comerciales y de revistas de OPEN JOURNAL SYSTEMS (OJS).

Página 22



OJS / PKP

ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

active methodologies. Guidelines are proposed for curriculum modernization, faculty training in applied statistics, and strengthening research networks in agricultural education.

Key words: Experimental designs, agricultural systems, teaching and learning

I. Introducción

La educación superior en el ámbito agropecuario enfrenta el desafío creciente de preparar profesionales capaces de abordar problemáticas complejas vinculadas con la seguridad alimentaria, el cambio climático, la sostenibilidad ambiental, la innovación tecnológica y el desarrollo rural inclusivo (FAO, 2022). En este contexto, la formación en métodos científicos rigurosos es esencial para lograr una toma de decisiones basada en evidencia. Los diseños experimentales, como componente de la estadística aplicada, emergen como herramientas clave para evaluar tecnologías agrícolas, validar tratamientos, optimizar sistemas de producción y desarrollar conocimiento nuevo en contextos locales.

Sin embargo, múltiples estudios reportan que los programas de formación en ciencias agropecuarias aún presentan debilidades importantes en la enseñanza-aprendizaje del diseño experimental. Estas fallas se manifiestan tanto en la escasa articulación entre teoría y práctica como en la limitada apropiación de herramientas estadísticas por parte del estudiantado (Montgomery, 2020; Rodríguez & Cordero, 2018).

Autores como Bravo et al. (2023) y Soto-Peña et al. (2021), han señalado que esta situación afecta la calidad investigativa de los egresados y limita su capacidad para liderar procesos de innovación agrícola. Asimismo, estudios recientes destacan que el aprendizaje activo, la

incorporación de software especializado y la investigación formativa temprana son elementos fundamentales para revertir esta tendencia (FAO, 2022; Carrasco & Morales, 2020).

En este marco, el presente artículo se propone analizar el estado actual de la enseñanza y aplicación de los diseños experimentales en la educación agropecuaria universitaria, con énfasis en América Latina. El objetivo general es identificar los fundamentos, desafíos y estrategias innovadoras que permiten mejorar la integración curricular y pedagógica de la competencia transversal. El estudio se justifica por la urgencia que amerita actualizar los enfoques educativos, de cara a una agricultura más sostenible, eficiente y adaptada a los cambios globales.

Este trabajo aborda la importancia de integrar de manera efectiva de los diseños experimentales en los planes de estudio de las carreras agropecuarias, competencia transversal indispensable en la formación profesional.

El diseño experimental se sitúa en el corazón del método científico, permitiendo inferencias causales válidas mediante la manipulación controlada de variables independientes. En el contexto agropecuario, esta capacidad es fundamental para evaluar prácticas agronómicas, protocolos sanitarios y tecnologías de producción sostenible (Montgomery, 2020; Casler & Carter, 2015).

Autores como Biggs y Tang (2011) han enfatizado que competencias como la investigación, el análisis estadístico y la toma de decisiones deben articularse como ejes transversales del currículo, especialmente en contextos donde el aprendizaje práctico es esencial. El diseño experimental cumple un papel clave en esa arquitectura competencial.



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

1.1. Fundamentos teóricos de los diseños experimentales

1.1.1. Definición y clasificación

Gómez y Gómez (2020) explican que un diseño experimental es un esquema que determina cómo se manipulan las variables independientes para observar su efecto sobre las dependientes. En el contexto agropecuario, esto puede incluir experimentos de fertilización, genética animal, tratamientos veterinarios, entre otros. Los principales tipos de diseños incluyen: Diseños completamente aleatorizados, diseños en bloques completos al azar, diseños factoriales, diseños de parcelas divididas y diseños cuasi-experimentales

1.2. Metodología

1.2.1 Diseño metodológico

El artículo realiza una revisión documental con un estudio cualitativo de casos múltiples como lo sugiere (Stake, 2005), donde se analizan prácticas curriculares en la Universidad de Guayaquil. Ello incluyó entrevistas a docentes y análisis de planes de asignatura para ampliar el alcance del estudio.

1.2.2. Importancia metodológica

La correcta aplicación de estos diseños permite controlar el error experimental, mejorar la precisión de los resultados y aumentar la validez interna y externa de los estudios realizados en entornos agrícolas o ganaderos.

1.3. Aplicación en las carreras agropecuarias

Numerosas investigaciones en agronomía, zootecnia y medicina veterinaria utilizan diseños experimentales para evaluar rendimientos de cultivos, eficiencia alimentaria, resistencia genética o la eficacia de tratamientos sanitarios.

Autores como Saltos y colaboradores (2024), resaltan cómo el uso real de diseños experimentales en el ámbito pecuario favorece la consolidación de habilidades analítico-prácticas, analizando variables independientes (alimentación, manejo) y dependientes (crecimiento, salud). Ello enmarca una investigación aplicada en unidades de crianza bovina intensiva para desarrollar competencias técnicas, aplicación de diseño experimental en campo real, con evaluación de desempeño, variables productivas y sanitarias, así como la identificación de mejoras significativas en conocimientos técnicos y aplicación de procesos controlados mediante diseño de experimentos.

1.4. Enseñanza-aprendizaje de la estadística experimental

La enseñanza de los diseños experimentales debe ir más allá de la teoría matemática. La utilización de software para procesamiento estadístico (como R, SAS o InfoStat), el diseño de experimentos en campos experimentales, y la resolución de problemas reales contribuyen significativamente al desarrollo de competencias profesionales.

1.5. Desafíos y perspectivas

Entre los principales desafíos se encuentran: a) la baja comprensión estadística por parte del estudiantado, b) la falta de articulación entre teoría y práctica y c) limitaciones en infraestructura y recursos tecnológicos. Para superarlos, se propone una estrategia integradora como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el uso de laboratorios virtuales y la integración de la investigación formativa en los diversos niveles de formación.



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

II. Materiales y Métodos

Este artículo se enmarca en una investigación de tipo documental y analítica, orientada a la reflexión crítica sobre la enseñanza y aplicación de los diseños experimentales en las carreras agropecuarias. Se empleó un enfoque cualitativo con alcance descriptivo-interpretativo, que permitió identificar y sistematizar los principales fundamentos teóricos, aplicaciones prácticas y desafíos pedagógicos asociados a esta temática.

La revisión se guio por la técnica de análisis de contenido temático, complementada con codificación manual y matrices categoriales, lo cual permitió una sistematización rigurosa de los hallazgos.

Se utilizó una estrategia de búsqueda sistemática en las bases de datos Scopus, Web of Science, Scielo y Google Scholar, entre los años 2010 y 2024. También se consultaron informes técnicos de organismos como FAO, INTA (Argentina), EMBRAPA (Brasil) y CIAT (Colombia).

Para los criterios de inclusión se tomaron en cuenta publicaciones con revisión por pares, artículos en español o inglés, como los de Roberts et al (2016), Meseguer et al. (2021), Bunch, et al (2015), donde realizan estudios relacionados con educación agropecuaria, diseños experimentales, enseñanza estadística y metodologías activas.

De igual forma se tuvo en cuenta criterios de exclusión tales como documentos duplicados, publicaciones sin respaldo académico o de divulgación no científica.

Se seleccionaron 52 documentos relevantes: 34 artículos académicos, 8 informes técnicos y 10 estudios de caso provenientes de universidades latinoamericanas. La revisión se concentró en

experiencias de Argentina, Colombia, Ecuador, México, Brasil y Perú.

2.1. Procedimientos de análisis

El análisis temático incluyó categorías como: tipos de diseños experimentales aplicados, enfoques pedagógicos, herramientas estadísticas utilizadas, barreras educativas y estrategias de innovación. Se realizó triangulación metodológica entre fuentes documentales, contrastes empíricos y análisis contextual. Las herramientas de apoyo utilizadas fueron Excel académico y codificación estructurada en matrices cualitativas.

2.2. Limitaciones del estudio

Dado que se trata de un estudio documental, no se realizaron encuestas o entrevistas directas, lo cual limita el alcance empírico de los resultados. Sin embargo, la solidez del análisis se sustenta en la diversidad y calidad de las fuentes revisadas, así como en el enfoque crítico y sistemático adoptado.

2.3. Estrategia de revisión bibliográfica

Se realizó la revisión bibliográfica sistemática para recopilar, analizar y sintetizar información relevante y actualizada sobre el uso de los diseños experimentales en el contexto de la educación agropecuaria. Para ello, se utilizaron bases de datos académicas reconocidas, como Scopus, Web of Science, Scielo y Google Scholar, así como fuentes institucionales de organismos especializados (como INTA y FAO).

Los criterios de inclusión de los documentos fueron: publicaciones entre los años 2010 y 2024. Estudios empíricos, revisiones teóricas y reportes técnicos relacionados con educación



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

agropecuaria y diseño experimental, artículos en español e inglés.

Se excluyeron textos duplicados, publicaciones sin revisión por pares y aquellos cuyo enfoque no se relacionaba directamente con el objeto de estudio.

2.4. Análisis de contenido

Los documentos seleccionados fueron sometidos a un análisis cualitativo de contenido temático, el cual permitió extraer categorías clave para la discusión: tipos de diseños experimentales aplicados, enfoques pedagógicos para su enseñanza, ventajas y limitaciones en su implementación, y propuestas metodológicas innovadoras.

La codificación de la información se realizó de forma manual y fue triangulada con el apoyo de matrices categoriales que permitieron identificar patrones recurrentes, contradicciones y vacíos teóricos o metodológicos. Este análisis facilitó la construcción de un marco interpretativo sólido y contextualizado en la realidad de la educación agropecuaria en América Latina.

2.5. Validación y contraste

Para fortalecer la validez del estudio, se contrastaron los hallazgos obtenidos en la literatura con experiencias documentadas de universidades latinoamericanas que han implementado estrategias de enseñanza innovadoras en el área de estadística y diseño experimental. Asimismo, se recurrió a informes técnicos institucionales y estudios de caso que ilustran aplicaciones prácticas en entornos reales de producción agropecuaria.

Esta estrategia permitió no solo fundamentar teóricamente el análisis, sino también vincularlo con contextos de aplicación concreta,

lo cual enriquece la discusión y aporta elementos útiles para la toma de decisiones en el diseño curricular.

III. Resultados y discusión

3.1 Construcción de competencias a través del diseño experimental

La incorporación de diseños experimentales ha mostrado impacto significativo en dimensiones como: pensamiento analítico sistémico: al integrar variables múltiples en entornos complejos, competencia en investigación aplicada: medida por la calidad de proyectos desarrollados, alfabetización estadística: evaluada mediante rúbricas analíticas en universidades como la UNAL y Chapino (UNAL, 2022).

3.2 Transversalidad curricular real vs. declarada

Aunque muchos programas declaran integrar el enfoque por competencias, solo el 26% vinculan de forma efectiva la estadística experimental con módulos productivos, lo que revela una disociación entre el currículo formal y las prácticas docentes (FAO, 2022).

3.3. Tipologías más frecuentes de diseños experimentales aplicados

Los resultados del análisis documental reflejan que los diseños completamente aleatorizados (DCA), los diseños en bloques completos al azar (DBCA) y los diseños factoriales (DF) representan más del 75% de las estrategias metodológicas empleadas en investigaciones agropecuarias universitarias. Esta tendencia responde a su simplicidad, adaptabilidad a distintos entornos y utilidad para responder preguntas agronómicas o zootécnicas en condiciones reales.



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

A continuación, se presenta una tabla comparativa basada en los estudios de Casler & Carter (2015), INTA (2021) y Rodríguez & Cordero (2018):

Tabla 1. Comparación de diseños experimentales en agropecuaria

Tipo de diseño	Contexto de aplicación	Ventajas principales
DCA (Diseño Completamente al Azar)	Ensayos preliminares de fertilización, evaluación varietal inicial.	Simplicidad, bajo costo, adecuado para condiciones homogéneas.
DBCA (Diseño de Bloques Completamente al Azar)	Evaluación de cultivos bajo condiciones variables (suelo, clima).	Control de variabilidad ambiental, mayor precisión.
Diseños Factoriales	Interacciones entre factores: riego × fertilización, genética × ambiente.	Ánálisis simultáneo de múltiples factores, eficiencia experimental.
Parcelas divididas (Diseño jerárquico)	Cultivos permanentes, rotaciones, agroforestería.	Flexibilidad para evaluar jerarquías de tratamientos.

Se destaca además el creciente uso de software como InfoStat, SAS y R para el diseño, simulación y análisis estadístico, promoviendo autonomía investigativa en los estudiantes.

3.4. Impacto educativo de la aplicación práctica

Los datos extraídos indican que las universidades que incorporan prácticas reales de diseño experimental evidencian mejoras significativas en el desarrollo de competencias estudiantiles. Según un metaanálisis de

experiencias documentadas en México, Colombia y Brasil (Montgomery, 2020; Soto-Peña et al., 2021; Bravo et al., 2023), los efectos más relevantes son: aumento del pensamiento estadístico (+42%), mejora de la capacidad de resolución de problemas (+35%), incremento en la comprensión del método científico (+48%), mayor motivación para la investigación (+39%). Estas cifras surgen del análisis de rubricas institucionales y encuestas de autoevaluación en cohortes universitarias en Argentina, México y Colombia, destacando la efectividad del enfoque práctico sobre el meramente teórico.

Por ejemplo, la Universidad Nacional de Colombia reportó que tras integrar el diseño experimental en módulos intersemestrales con trabajo de campo en maíz criollo y rotación de cultivos, los estudiantes mejoraron en 28% sus calificaciones promedio en asignaturas metodológicas (UNAL, 2022).

3.4. Incorporación curricular e institucional
Pese a estos beneficios, solo el 42% de los programas revisados integran componentes prácticos en el área, y menos del 30% emplea software estadístico como herramienta pedagógica formal (FAO, 2022; Carrasco & Morales, 2020). Esto evidencia una brecha crítica entre currículo y demandas reales del entorno profesional.

Estas experiencias sustentan la necesidad de repensar los enfoques pedagógicos tradicionales, orientándose hacia modelos basados en competencias, interdisciplinariedad y aprendizaje activo desde etapas tempranas



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

3.5. Tipologías de diseños experimentales más utilizados

El análisis de la literatura reveló que los diseños completamente aleatorizados, los diseños en bloques completos al azar y los diseños factoriales son los más empleados en investigaciones agropecuarias. Estos se aplican principalmente en estudios de evaluación de cultivares, ensayos de fertilización, mejoramiento genético animal, y pruebas de tratamientos veterinarios. La elección de un tipo de diseño depende del objetivo experimental, el número de tratamientos, las condiciones del entorno y la disponibilidad de recursos.

Por ejemplo, el diseño en bloques completos al azar resulta especialmente útil en ensayos de campo, donde se busca controlar la variabilidad ambiental. Los diseños factoriales, por su parte, se destacan por su capacidad para analizar interacciones entre factores, lo que los convierte en una herramienta valiosa para estudios complejos en agroecología y nutrición animal. El análisis sistemático de la literatura permitió identificar una alta recurrencia en el uso de ciertos tipos de diseños experimentales dentro de las investigaciones agropecuarias, destacando los diseños completamente aleatorizados (DCA), diseños en bloques completos al azar (DBCA) y los diseños factoriales (DF). Estos diseños han sido empleados en más del 75% de los estudios revisados (Rodríguez & Cordero, 2018; INTA, 2021; Casler & Carter, 2015), dada su versatilidad, bajo costo de implementación relativa y capacidad de generar resultados con alto grado de confiabilidad.

DCA: común en ensayos iniciales de fertilización o pruebas con bajo número de tratamientos.

DBCA: particularmente útil en contextos donde existe heterogeneidad ambiental, lo cual es frecuente en entornos agrícolas.

DF: valioso para evaluar interacciones entre factores agronómicos o zootécnicos, como dosis de riego \times tipo de fertilizante.

También se evidenció un creciente interés en diseños con medidas repetidas, especialmente en estudios de crecimiento animal o evaluación de parámetros fisiológicos, y en diseños de parcelas divididas, que se adaptan bien a sistemas agroforestales o rotaciones de cultivos complejas.

3.6. Fortalezas y limitaciones en su aplicación educativa

Uno de los principales hallazgos fue la baja apropiación conceptual y procedimental que los estudiantes demuestran respecto al diseño experimental. Diversos autores (Rodríguez & Cordero, 2018; INTA, 2021) coinciden en señalar que, aunque los contenidos sobre diseño experimental están presentes en los programas de estudio, su abordaje tiende a ser teórico, descontextualizado y fragmentado.

La falta de espacios prácticos, la escasa articulación con proyectos de investigación reales y el uso limitado de software estadístico especializado limitan la comprensión profunda de esta herramienta metodológica. No obstante, se reconocen avances en universidades que han integrado el aprendizaje basado en proyectos, el uso de simuladores virtuales y el trabajo interdisciplinario como estrategias para superar estas deficiencias.

El corpus documental analizado reveló que solo el 42% de los programas académicos en agropecuaria de universidades latinoamericanas revisadas incluyen módulos prácticos de diseño experimental. De este porcentaje, menos del



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

30% utiliza software estadístico como parte del aprendizaje activo. Esto denota una brecha crítica entre el currículo formal y las exigencias investigativas del campo profesional.

3.7. Estrategias pedagógicas innovadoras

El análisis permitió identificar diversas prácticas pedagógicas que han mostrado eficacia en la enseñanza del diseño experimental: a) Diseño y ejecución de experimentos reales en fincas universitarias, lo que fortalece la conexión entre teoría y práctica, b) simulación de datos y análisis estadístico con software como R, InfoStat y SAS, que promueven el pensamiento crítico y el análisis autónomo, c) integración temprana de la investigación formativa, incluso desde los primeros niveles de la carrera, como una vía para fomentar la cultura científica y el trabajo colaborativo.

Estas estrategias han mostrado impacto positivo no solo en la comprensión de los diseños experimentales, sino también en el desarrollo de competencias investigativas, pensamiento estadístico y toma de decisiones basada en datos.

Fortalezas identificadas: a) integración con proyectos productivos estudiantiles, b) interdisciplinariedad con materias como microbiología, nutrición animal y climatología, c) Estímulo del trabajo colaborativo y cultura científica.

Limitaciones recurrentes: a) falta de docentes especializados en metodología estadística aplicada, b) escasa disponibilidad de software licenciado o infraestructura computacional adecuada, c) resistencia al cambio en modelos pedagógicos tradicionales.

Estas debilidades se ven acentuadas en universidades rurales con limitado acceso a

conectividad o recursos digitales, lo cual obstaculiza la implementación de laboratorios virtuales o análisis con R y SAS, considerados estándares internacionales.

Discusión crítica

Los resultados permiten afirmar que los diseños experimentales deben dejar de ser concebidos como una materia exclusivamente estadística y pasar a ser tratados como una herramienta transversal para la investigación agropecuaria. Esto implica cambios curriculares, metodológicos y culturales en la formación profesional.

Asimismo, se evidencia la necesidad de formar docentes capacitados en pedagogía de la investigación y en el uso de tecnologías educativas que favorezcan el aprendizaje activo y significativo. En concordancia con Montgomery (2020) y Casler & Carter (2015), se plantea que la mejora en la enseñanza del diseño experimental no solo fortalece la calidad de la formación académica, sino que también contribuye al desarrollo de soluciones innovadoras para los desafíos del sector agropecuario, tales como la sostenibilidad, la eficiencia productiva y la seguridad alimentaria. La revisión crítica permitió identificar al menos tres líneas de innovación exitosas:

Proyectos integradores intersemestrales, donde los estudiantes diseñan, ejecutan y analizan experimentos como parte de un ciclo productivo (ej. evaluación de variedades de maíz criollo bajo distintas condiciones edafoclimáticas).

Gamificación estadística, mediante plataformas como Kahoot y Labster, para afianzar conceptos complejos como la aleatorización o el análisis de varianza.

Microcredenciales en análisis de datos, asociadas a certificaciones en software como



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

InfoStat, que mejoran la empleabilidad de los egresados.

En universidades como la Universidad Nacional de Colombia o la Universidad Autónoma de Chapingo, estas estrategias han generado una mejora documentada del rendimiento académico en módulos de estadística superior (incrementos entre 15% y 28%) y un mayor involucramiento de los estudiantes en redes de investigación agropecuaria.

Los hallazgos apuntan a la urgencia de reposicionar los diseños experimentales como un eje transversal de la formación agropecuaria. Esto requiere, la actualización de mallas curriculares, pero también el rediseño de metodologías docentes centradas en el estudiante, el aprendizaje experiencial y la investigación-acción.

Desde una perspectiva de políticas públicas, se propone:

- ✓ Incorporar indicadores de competencia metodológica en los perfiles de egreso.
- ✓ Establecer alianzas con centros de investigación agropecuaria como ejemplo el INIAP, para prácticas aplicadas.
- ✓ Fomentar la formación continua docente en didáctica de la estadística experimental.
- ✓ Falta de integración epistemológica. En muchos programas agropecuarios, el diseño experimental es abordado de forma fragmentada, como contenido aislado, sin conexión con epistemologías propias de la agroecología, la zootecnia o la innovación tecnológica rural. Esto debilita su impacto formativo.

✓ Innovación didáctica como necesidad estructural. Se requieren modelos integradores como el Research-Based Learning o el Project-Based Learning, que vinculen el diseño experimental con desafíos reales del entorno, reforzando el rol del estudiante como generador de conocimiento útil (Biggs, 2011; Carrasco & Morales, 2020).

Conclusiones

Los diseños experimentales constituyen un pilar fundamental en la investigación agropecuaria y deben ocupar un lugar central en la formación profesional. Su correcta enseñanza y aplicación permiten desarrollar profesionales críticos, analíticos y capaces de generar conocimiento útil para el desarrollo del sector rural.

Se requiere de renovaciones de los enfoques pedagógicos, modernizaciones de los recursos tecnológicos, así como el fomento de la cultura investigativa desde etapas tempranas para que el diseño experimental deje de ser percibido como una materia difícil y se convierta en una herramienta de empoderamiento profesional.

Transformar el diseño experimental en eje curricular articulador, no como asignatura aislada sino como componente metodológico presente en módulos de cultivos, ganadería, agroindustria, etc.

Implementar laboratorios virtuales, simuladores y plataformas gamificadas que acerquen a los estudiantes al análisis estadístico sin la carga técnica inicial que produce rechazo.

Fomentar comunidades de práctica docente en estadística agropecuaria mediante cursos de formación continua con certificación en InfoStat, R o SAS.

Incentivar proyectos integradores institucionales, donde el diseño experimental no



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

solo sirva como método de evaluación, sino como motor de innovación tecnológica local.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en la publicación de este artículo.

Contribución de los autores

Segress García Hevia: concepción y redacción del artículo. Sheila Cárdenas García: revisión bibliográfica y análisis crítico. Rachel Cárdenas García: estructuración metodológica y discusión de resultados, Rubén Torres Tene revisión bibliográfica y análisis crítico.

Referencias Bibliográficas

- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University*. Open University Press.
- Bravo, D., Ramírez, P., & Figueroa, M. (2023). Enseñanza de la estadística aplicada en programas de ingeniería agronómica: retos y perspectivas. *Revista Colombiana de Educación Agrícola*, 21(2), 45–62. <https://doi.org/10.32445/rcea.2023.21.2.45>
- Bunch, J. C., Blackburn, J. J., & Stephens, C. A. (2015). Assessing methods of instruction in school-based agricultural education. *Advances in Agricultural Development*, 1(1), 13-25. <https://agdevresearch.org/index.php/aad/article/view/235>
- Carrasco, E., & Morales, V. (2020). Diseño de estrategias didácticas para el aprendizaje activo en estadística agropecuaria. *Educación y Ciencia Agropecuaria*, 5(1), 20–34.
- Casler, M. D., & Carter, P. R. (2015). *Design and Analysis of Experiments in Agronomy*. *Agronomy Journal*, 107(4), 1237–1250. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0045>
- FAO (2022). Transforming agricultural education and extension systems for sustainable development.
- FAO. (2022). *Innovation in Agricultural Education and Extension Systems*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org/3/cb8484en/cb8484en.pdf>
- Gómez, K. A., & Gómez, A. A. (2020). *Statistical procedures for agricultural research* (2.ª ed.). John Wiley & Sons.
- INTA (2021). *Manual de diseño experimental para ensayos de campo*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- INTA. (2021). *Manual de diseño experimental en agroecología*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/publicaciones/manual-diseno-agroecologia>
- Martínez-Abad, F., & Chaparro-Cabrero, J. (2020). Innovación metodológica en la educación agrícola superior: revisión de buenas prácticas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 11(32), 45–63.
- Meseguer-Dueñas, J. M., Molina-Molina, S., & Rodríguez-Martínez, M. C. (2021). Active methodologies in higher education: Perceptions of university students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), 11838. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211838>
- Montgomery, D. C. (2020). *Design and Analysis of Experiments* (10th ed.). Wiley.
- Casler, M. D., & Carter, P. R. (2015). *Crop science: Principles and practices*. Springer.
- Montgomery, D. C. (2020). *Design and Analysis of Experiments* (10th ed.). Wiley. <https://www.wiley.com/en-us/Design+and+Analysis+of+Experiments%2C+10th+Edition-p-9781119691977>



ECOAgropecuaria

Revista Científica Ecológica Agropecuaria

- Penuel, W. R., Fishman, B. J., Yamaguchi, R., & Gallagher, D. J. (2007). What makes professional development effective? *American Educational Research Journal*, 44(4), 921–958.
- Roberts, T. G., Harder, A., & Brashears, M. T. (2016). Trends in experimental and quasi-experimental research in agricultural education: A synthesis of literature. *Journal of Agricultural Education*, 57(4), 118-134.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1200297.pdf>
- Rodríguez, A., & Cordero, J. (2018). Evaluación de diseños estadísticos en investigación agropecuaria. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrícolas*, 12(3), 33–45.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rlca/article/view/71648>
- Rodríguez, G., & Cordero, M. (2018). Enseñanza de los diseños experimentales en carreras agropecuarias: retos y oportunidades. *Revista Educación y Ciencia Agropecuaria*, 12(2), 45–59.S.
- Saltos Sotomayor, A. G., Cevallos Orbe, W. P., Alvarado Leon , B. L., & Garcia Hevia , S. (2024). Ganadería estabulada técnica de crianza bovina para fortalecer las competencias en el módulo animales mayores. *Dominio De Las Ciencias*, 10(3), 1751–1770.
<https://doi.org/10.23857/dc.v10i3.4006>
- Saltos, A., Morales, P., & Rivas, F. (2024). Evaluación de diseños experimentales en producción bovina intensiva. *Revista AgroCiencia*, 58(1), 55–73. <https://agrociencia.colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/1724>
- Soto-Peña, G. A., Gómez, L. A., & Ugalde, J. (2021). Percepción estudiantil sobre el uso de software estadístico en la formación agropecuaria. *Educación y Desarrollo Rural*, 18(2), 91–109.
<https://doi.org/10.22198/edr.2021.18.2.91>
- Stake, R. E. (2005). *Multiple Case Study Analysis*. Guilford Press.

