

Diseño de experimentos agrícolas como proyectos de aula implementados en el proceso de enseñanza y aprendizaje

Design of agricultural experiments as classroom projects implemented in the teaching and learning process

Rubén Darío Carreño Correa  **Rubén Darío Carreño Correa**
rubendariocc@ufps.edu.co *rubendariocc@ufps.edu.co*

Seir Antonio Mercado Salazar  **Seir Antonio Mercado Salazar**
seirantoniosm@ufps.edu.co *seirantoniosm@ufps.edu.co*

Universidad Francisco de Paula Santander
(Cucuta - Colombia)

Universidad Francisco de Paula Santander
(Cucuta - Colombia)

Resumen

En la actualidad persiste la necesidad de implementar estrategias que permitan combinar la teoría con la práctica, trascender de la clase magistral y lograr que el estudiante comprenda la utilidad del conocimiento adquirido. Una alternativa son los proyectos de aula que permiten la inclusión de la formación investigativa, la generación de espacios de dialogo y el trabajo en equipo. En esta investigación se presenta la experiencia

Abstract

Nowadays persist the need to implement strategies that allow combining theory with practice, transcend the master class and make the student understand the usefulness of the knowledge acquired. An alternative is classroom projects that allow the inclusion of the investigative training, the generation of spaces for dialogue and teamwork. In this research presents the teaching experience of implementing for the first-time

docente de implementar por primera vez el aprendizaje basado en proyectos de aula que consistían en el desarrollo de experimentos en condiciones de parcelas didácticas aplicando la temática de la asignatura de Diseño Experimental del programa Ingeniería Pecuaria e Ingeniería Agronómica de la Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta. Se resaltan algunos de los proyectos exitosos y no viables, el análisis de los datos registrados a partir del experimento más representativo (cultivo de arroz en bloques al azar balanceado) y el análisis de la percepción de algunos de los estudiantes que participaron en los proyectos. Los resultados son prometedores para continuar implementando esta estrategia didáctica en los procesos de enseñanza.

Palabras clave: aprendizaje significativo, habilidades, metodologías activas, pensamiento crítico, diseño experimental.

learning based on classroom projects that consisted in the development of experiments under conditions of didactic plots applying the Experimental Design subject of the Livestock Engineering and Agronomic Engineering program of the Francisco de Paula Santander Cúcuta University. Some of the successful and non-viable projects are highlighted, the analysis of the data registered from the most representative experiment (balanced random block rice crop) and the analysis of the perception of some of the students who participated in the projects. The results are promising to continue implementing this strategy didactic in the teaching processes.

Key words: significant learning, skills, active methodologies, critical thinking, experimental design.

I. Introducción

El proceso de enseñanza y aprendizaje debe ser recíproco, permitiendo que el estudiante articule el conocimiento emergente con el conocimiento aprendido previamente, estableciéndose como un “diagnóstico pedagógico inicial” (Ocampo-González *et al.*, 2020, Vega y Salazar, 2021) esto fundamentado entre otros aspectos, en la acción del diálogo, la crítica, la retroalimentación y la puesta en práctica de los saberes construidos. Sin embargo, autores como Caballero y Bolívar (2015) manifiestan que persiste la necesidad de transformar el escenario típico de un sistema de enseñanza tradicional, en el cual los estudiantes reciben y acumulan información teórica, pero no desarrollan la capacidad de pensar por sí mismo y de tomar posición frente al propio conocimiento, es decir, no logran comprender qué, cómo y para qué aprenden, situación que implica un cambio en la formación y el desempeño docente transformando las tradicionales prácticas pedagógicas en innovadores enfoques constructivistas (Defaz, 2020).

En este sentido, uno de los propósitos de la docencia es formar al estudiante fundamentados en la necesidad de aprender a aprender (Gargallo *et al.*, 2020) aceptando al docente como un orientador para llegar al conocimiento (Sánchez *et al.*, 2018). La educación se debe proyectar más allá de la transmisión de saberes, favoreciendo la construcción del conocimiento por medio de la reflexión y pensamiento crítico (Maldonado, 2016) siendo necesario implementar en el aula técnicas de aprendizaje apropiadas que

promuevan la construcción de dichos conocimientos (Núñez-López *et al.*, 2017, Salazar y Arévalo, 2019) promoviendo así, la creatividad e inventiva, el cuestionamiento sobre las actividades desarrolladas, la capacidad de tomar decisiones y seleccionar e interpretar la información compartida (Maldonado, 2016), fomentando un pensamiento dialógico como estrategia para la resolución de problemas (Alt e Itzkovich, 2019).

Ante esta situación, el docente debe reevaluar las estrategias de enseñanza utilizadas cotidianamente, logrando combinar el desarrollo de la clase magistral con espacios de formación, por ejemplo, las metodologías activas (Suárez-Lantarón, 2023) como el dialogo crítico y/o discusión en grupo (Núñez-López *et al.*, 2017), la inclusión de la formación investigativa (Martínez *et al.*, 2018) y el desarrollo de proyectos de aula (PA) (Toledo y Sánchez, 2018, Saldaña-Acosta, 2021), siendo esta última estrategia, el tema de interés en el presente estudio.

Los PA son considerados una estrategia de enseñanza en donde, los estudiantes planifican, realizan y evalúan proyectos que tienen aplicaciones en el mundo real y que va más allá de lo que sucede en los salones de clases (Balsalobre y Herrada, 2018) permitiendo así, el desarrollo de las investigaciones, integrar la teoría y la práctica, emplear los conocimientos y habilidades para desarrollar una solución viable a un problema determinado (Yacchirema *et al.*, 2022); además de contribuir a mantener motivados y comprometidos con las actividades a realizar (Saldaña-Acosta, 2021). Al considerarse una experiencia práctica, esta estrategia permite mayor apropiación del conocimiento adquirido, frente a un menor nivel de retención de la información impartida a través de clases magistrales e incluso a través de espacios de discusión en grupo (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2010).

Algunas experiencias recientes corresponden a Saldaña-Acosta (2021) quien presentó la estrategia de construir un brazo robótico empleando un micro controlador Arduino por parte de los alumnos de tercer grado de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Santa Catarina, México, investigación que identificó mejora en la capacidad de trabajo en equipo y el pensamiento crítico del estudiante; Vargas *et al.*, (2021) integrando las tecnologías de información y comunicación como estrategia para fomentar el manejo de datos estadísticos de la asignatura de estadística descriptiva en la carrera de negocios internacionales de la Universidad de La Guajira (Colombia), encontrando mayor comprensión de datos estadísticos contextualizados y articulación del contenido teórico con la práctica; Ochoa *et al.*, (2021) quienes aplicaron los PA como herramientas facilitadoras para el aprendizaje de Ciencias Naturales en estudiantes de quinto grado, en este caso los autores analizaron los resultados de pruebas aplicadas pre (diagnostico) y post implementación de los PA, con resultados favorables para el desarrollo de esta estrategia de enseñanza; y Yacchirema *et al.*, (2022) quienes realizaron una revisión bibliográfica del tema sintetizando que se fomenta el trabajo en equipo, la creatividad y el autoaprendizaje en situaciones contextualizadas a problemas cotidianos y reales.

En el escenario de los PA, el personal docente debe ser mediador en el desarrollo de capacidades, habilidades y destrezas de los alumnos, promoviendo el trabajo colaborativo y vivencial; y los estudiantes deben ser vistos como seres con determinación, con la potencialidad de desarrollar actividades y solucionar problemas creativamente en el entorno educativo (Arias, 2017). De esta forma, esta estrategia contribuye a satisfacer

uno de los desafíos de la pedagogía, como lo es la apropiación de ideas teóricas presentadas en los cursos y su posterior aplicación a la solución de circunstancias reales por parte de los alumnos (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2010).

Desde esta perspectiva, en la asignatura teórico práctica de Diseño experimental (estadística inferencial) impartida en los programas de Ingeniería Pecuaría (IP) e Ingeniería Agronómica (IA) de la Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente de la Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta (UFPS Cúcuta), impera la necesidad de implementar estrategias que faciliten la apropiación del conocimiento, en especial, al momento de comprender la puesta en marcha de los principales diseños de experimentos, seguido de la recolección y análisis de datos reales, trascendiendo la barrera del uso de datos procedentes de libros o ejemplos hipotéticos e “inventados” por el docente que orienta la asignatura. Bajo esta premisa, se desarrollaron actividades que implicaron la participación de los estudiantes, permitiendo la ejecución de PA que involucraron temáticas agronómicas (cultivo de maíz *Zea mays*, frijol *Phaseolus vulgaris*, arroz *Oryza sativa*, pimentón *Capsicum annum*, *Leucaena leucocephala*) y el diseño de modelos completamente al azar (DCA), bloques al azar (BCA) y un factorial AB completamente al azar (FCA).

El propósito de este estudio, es presentar la experiencia docente vivenciada en el proceso, exponer los proyectos exitosos y no viables, analizar la percepción de algunos estudiantes que cursaron la asignatura Diseño experimental acerca del desarrollo de estos proyectos y mostrar un análisis de los datos registrados a partir del PA más representativo.

2. Metodología

Esta experiencia se desarrolló durante el año 2019 (un semestre académico, iniciando post primer previo, con 10 semanas disponibles para ejecución). Durante el primer semestre se desarrollaron actividades de adecuación del lugar y alistamiento de elementos requeridos. En el segundo semestre se planearon y ejecutaron los PA. En total participaron 51 estudiantes matriculados en la asignatura, distribuidos en 16 del grupo de IP y 35 de IA. Se conformaron grupos de trabajo de 4 a 6 personas, según criterio de los mismos estudiantes. Se disponía del apoyo de un estudiante de Trabajo de grado modalidad tesis o investigación de IP. El área de trabajo está ubicada detrás del Laboratorio de Nutrición de Peces y Laboratorio de Anatomía y Fisiología Animal, en la sede Campos Elíseos (UFPS Cúcuta), municipio de Los Patios, Norte de Santander (Colombia).

El propósito de los PA fue plantear y ejecutar un experimento de interés agronómico bajo las características de un modelo de DCA, BCA y FCA, permitiendo registrar, organizar, tabular y analizar datos de procedencia real. Considerando el corto tiempo que representa un semestre académico para la ejecución de los PA, la estrategia consistió en que, el docente hace entrega del esquema básico que implica cada experimento y a través de asesorías (horarios diferentes al desarrollo de la clase) se orienta al estudiante en la adaptación del PA a ejecutar.

Para la ejecución de los PA se utilizó bovinaza seca, gallinaza compostada (volteos día por medio durante 30 días con riego diario), suelo común. Para las unidades experimentales se emplearon pimpinas plásticas cortadas en dos partes y tablas de

madera. Se utilizaron semillas certificada de arroz (*O. sativa*), maíz (*Z. mays*), pimentón (*C. annuum*) y no certificada de *leucaena* (*L. leucocephala*). El riego fue diario con manguera de uso doméstico.

Para la implementación y ejecución se coordinaron jornadas de trabajo según disponibilidad de tiempo y horarios de clase de los estudiantes. El registro de datos fue semanal, para lo cual se destinó 30 minutos de las cuatro horas semanales estipuladas para la asignatura (aproximadamente después de segundo previo según calendario académico, coincidiendo después de la siembra de los cultivos), espacio en el cual, los estudiantes registraban las variables de interés y el docente corroboraba la veracidad de los datos; a su vez, se realizaban actividades de manejo técnico (agronómico) según naturaleza del PA.

El sistema de calificación implicó una valoración para el segundo previo del documento con la propuesta definitiva a ejecutar, una nota como apreciación del desarrollo tangible del experimento a promediarse en la tercera nota (o tercer previo) y una calificación del informe final equivalente al 60% del total de la tercera nota.

El documento de la propuesta debía especificar las variables dependientes a evaluar incluyendo los formatos a utilizar al momento de registrar los datos, los factores de interés (variable independiente según diseño de experimento), la unidad experimental, las variables a controlar (homogéneas) y no controlables, un esquema de la distribución de unidades experimentales y las descripciones disciplinares requeridas según naturaleza del PA. El informe final debía contener una secuencia fotográfica que permitiese contar visualmente la historia, el detalle del registro de datos (formatos diligenciados), los datos organizados y tabulados, las salidas del software utilizado para el análisis (InfoStat versión estudiantil) y la correspondiente interpretación estadística.

Para analizar la percepción de los estudiantes acerca del desarrollo de estos PA, se utilizó un instrumento tipo cuestionario, el cual se adaptó a partir de los ítems o preguntas utilizadas por Torres *et al.*, (2016) y Rodríguez-Sandoval *et al.*, (2010) y se validó a través de una prueba piloto aplicada a un grupo de estudiantes. El cuestionario se estructuró de una pregunta abierta (*Escriba sus opiniones y recomendaciones para lograr ejecutar los proyectos de aula de manera más exitosa con los estudiantes que cursaran la materia en próximos semestres*) y cinco preguntas cerradas con opción de respuesta a) De acuerdo, b) Indiferente, c) En desacuerdo. A continuación se indica las preguntas cerradas:

1. ¿El desarrollo de los proyectos de aula ayuda a que el estudiante comprenda mejor los temas vistos en clase?
2. ¿El proyecto de aula es importante para su formación profesional?
3. ¿Considera qué aplicaron los conceptos vistos en clase para poder desarrollar el proyecto de aula?;
4. ¿El tiempo estipulado para el desarrollo del proyecto de aula es suficiente?
5. ¿Considera usted qué la orientación “asesoría, acompañamiento” del docente para el desarrollo del proyecto de aula fue adecuada?

3. Resultados

3.2 Socializar la experiencia vivenciada

Las primeras actividades realizadas corresponden con la limpieza y adecuación del lugar. Esta actividad implicó control de vegetación, remoción de escombros, nivelación del terreno, adecuación de una capa de triturado sobre el suelo, instalación de poli sombra utilizando guayas y tubo metálico como columnas (Figura 1).

Los PA se ejecutaron durante el segundo semestre de 2019 y fueron agronómicos. Las condiciones climáticas del lugar se caracterizaron por una temperatura promedio mínima y máxima de 26,3 y 27,0 °C; la humedad relativa promedio fue de 67% variando desde 54 a 86 %; y la precipitación estuvo en 10,9 ml/día durante las semanas que se presentaron lluvias (Sepúlveda, 2020).



Figura 1. Proceso de limpieza y adecuación del lugar de trabajo para el desarrollo de los PA.

Algunas actividades de apoyo general para lograr el funcionamiento de los PA correspondieron al proceso de cernir la bovinaza seca, mezcla de los sustratos para la siembra, el riego de los cultivos y el desarrollo de actividades en laboratorio y en vivero (Figura 2).



Figura 2. Actividades de manejo agronómico (cernir sustrato, siembra de semillas); y registro de datos según variables dependientes para el seguimiento de los proyectos de aula.

3.3 Vivencias de proyectos exitosos y no viables

Algunos proyectos que no se lograron culminar, en su mayoría por la no germinación y desarrollo del cultivo seleccionado, corresponde al planteamiento de un BCA bloqueando según la pendiente del terreno y utilizando la variedad del cultivo como tratamientos (TTO), en el cual experimentaron sembrar arroz (*O. sativa*) y posteriormente maíz (*Zea mays*), utilizando una mezcla en partes iguales de bovinaza seca, compostaje de bovinaza, cienago o sedimento de las orillas de río y gallinaza pre compostada como sustrato (Figura 3a).

Otra experiencia que requiere ser ajustada para próximos semestres fue el desarrollo de un cultivo de pimentón (*C. annuum*) utilizando una mezcla de lombrinaza, gallinaza pre compostada, bovinaza seca y arena. En este PA se planteó el sustrato como bloque (diferente contenido de arena; cada cajón representa un bloque) y los tratamientos correspondían a la distancia entre plantas al momento de la siembra (Figura 3b).

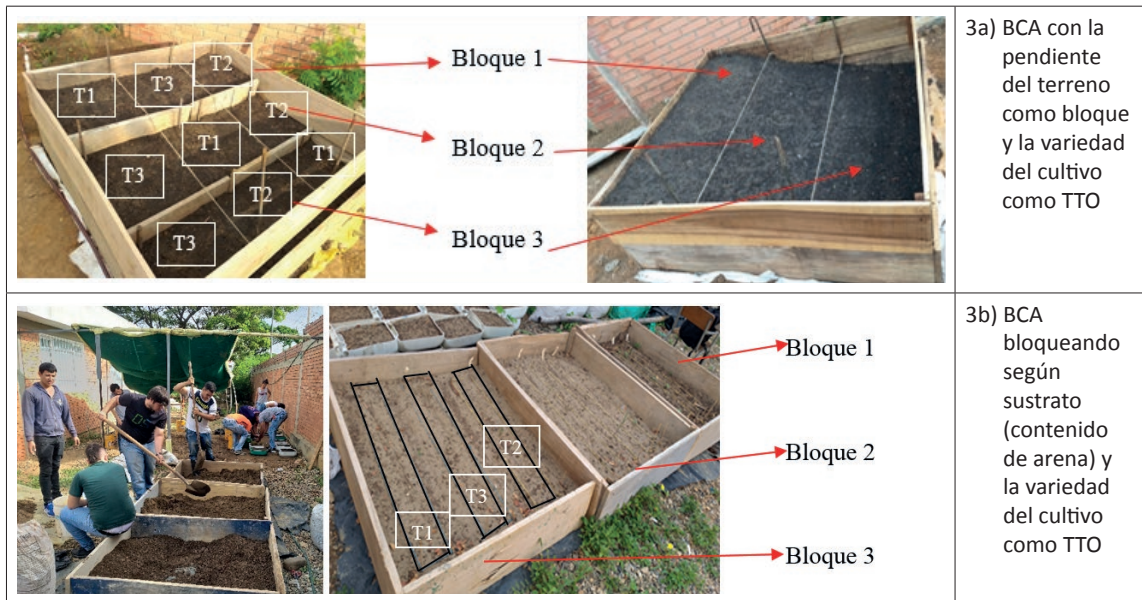


Figura 3. Estructura de dos PA planteados como BCA no viables durante el semestre académico.

Una experiencia enriquecedora fue un cultivo de frijol (*P. vulgaris*) desarrollado como FCA, en el cuál la mayoría de plantas fueron defoliadas por presencia de animales en el lugar (posiblemente iguanas).

A continuación se describen los dos proyectos que sobresalieron y culminaron exitosamente. El primero corresponde a un cultivo de maíz (*Z. mays*) en un DCA utilizando tres densidades de siembra como TTO, y como sustrato una mezcla de abono orgánico y arena (partes iguales). Se evaluó el porcentaje de germinación y la altura semanal de la planta (mm), adicional, 30 días después de la siembra se registró biomasa fresca (g) y materia seca (%) (Figura 4).



Figura 4. PA: Cultivo de maíz en DCA con tres densidades de siembra y tres repeticiones (unidad experimental pimpinas de color azul); se muestra el registro de datos (imágenes a la derecha).

El segundo proyecto corresponde a un BCA. Se evaluaron tres variedades comerciales de *O. sativa* como TTO (T1: Fedearroz 60; T2: Fedearroz 68 y T3: Fedearroz 2000) en parcelas demostrativas. Se plantearon tres bloques, cada uno representando un suelo

con características diferentes (Bloque 1: Tres partes de sustrato orgánico maduro y una parte de arena. Bloque 2: Una parte de sustrato orgánico maduro y tres partes de arena. Bloque 3: Dos partes de bovinaza no madurada y dos partes de arena). Físicamente cada bloque está conformado por un cajón de madera de 0.80 m de largo y 0.60 m de ancho. La unidad experimental corresponde a un surco de 0.60 m x 0.08 m. En cada bloque se delimitaron tres unidades experimentales, permitiendo aleatorizar los tres TTO dentro del mismo bloque. A su vez, se establecieron tres puntos de 0.05 m x 0.05 m dentro de cada surco (unidad experimental) para el registro de datos (Figura 5).

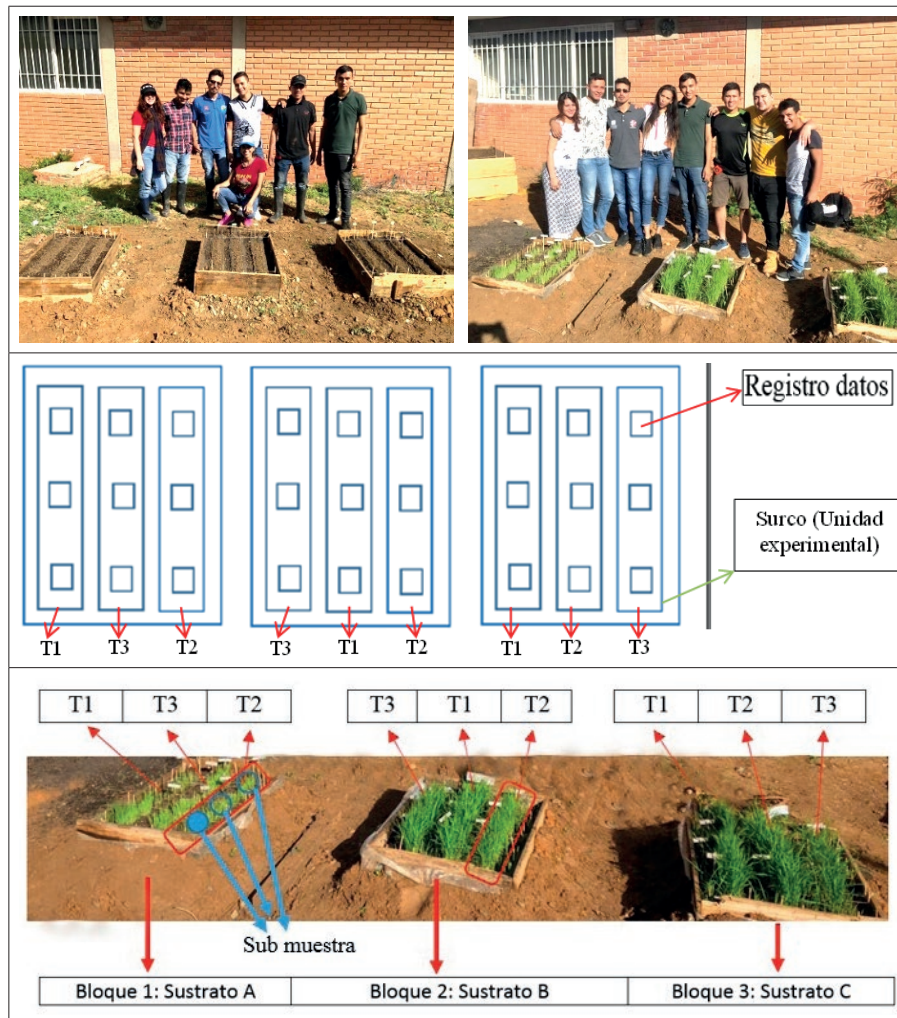


Figura 5. Proyecto de aula: Cultivo de arroz *O. sativa*. Diseño de experimento en BCA indicando distribución aleatoria de tratamientos (surcos) en cada bloque y puntos para registro de datos.

Se registraron las variables de nivel de germinación (%), altura (cm) al día 22 y 29 post siembra y biomasa fresca al día 29 (planta completa sin raíz en g). Se consideró homogéneo la densidad y profundidad de siembra, las dimensiones del surco, el control de arvenses, el sistema de riego manual, uso de semilla certificada, el tiempo y forma de almacenada la semilla hasta el día de la siembra. No se implementó técnica de pre germinación. Como Variables no controladas se consideró las condiciones climáticas del lugar de trabajo.

Los datos se sometieron a pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene). El registro de germinación medido en # de plantas/0.0025 m², a pesar de ser una variable tipo conteo, cumplió con estos dos supuestos. Los datos de altura (cm) cumplieron con normalidad y homocedasticidad; y la variable de biomasa fresca no cumplió con homocedasticidad a partir de los TTO (Levene p-valor=0,0368), en este caso se utilizó Kruskal-Wallis. Se utilizó análisis de varianzas (ANOVA) para el restante de variables. Se aplicó Tukey con 95% de confiabilidad. Los datos de biomasa fresca presentaron un coeficiente de variación medio (CV = 33,27 %) y un coeficiente de determinación ajustado medio (R² = 56%); en el caso de la germinación y la altura de la planta post siembra registraron un CV bajo (CV = ≤ 15%) y un R² alto (R² = 80%).

La variedad del cultivo (TTO) solo generó diferencias significativas en el nivel de germinación, evidenciándose el mejor resultado a partir la Variedad Fedearroz 68. En el caso de los sustratos (Bloque), el menor crecimiento se presentó en el bloque 3 representativo de un sustrato conformado por dos partes de abono no maduro (bovinaza seca) más dos partes de arena. La biomasa fresca evidenció diferencias, registrándose mayor biomasa en el bloque 1 y 2, coherente con la mayor altura de las plantas (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación entre grupos según Kruskal-Wallis para biomasa y ANOVA en el restante de variables, se indica test de comparaciones de medias de Tukey 95%.

	Germinación (# plantas/0.0025 m ²)	Altura (cm) al día 22	Altura (cm) al día 29	Biomasa fresca (g)
TTO1	25.77 ± 5.19 a	12.07 ± 3.87 a	19.50 ± 3.97 a	0.092 ± 0.048 a
TTO2	53.43 ± 1.40 b	12.77 ± 5.01 a	19.40 ± 6.56 a	0.111 ± 0.074 a
TTO3	34.57 ± 5.61 a	12.07 ± 4.30 a	17.60 ± 5.52 a	0.079 ± 0.017 a
Bloque 1	39.00 ± 17.09 A	15.33 ± 1.36 B	22.33 ± 2.73 B	0.142 ± 0.051 B
Bloque 2	36.43 ± 14.18 A	14.27 ± 0.21 B	21.30 ± 0.70 B	0.089 ± 0.001 AB
Bloque 3	38.33 ± 12.71 A	7.30 ± 0.26 A	12.87 ± 1.97 A	0.051 ± 0.007 A

Se indica promedio ± desviación estándar. Letras iguales en la misma columna indican homogeneidad en la variable, letras diferentes heterogeneidad. Letras minúsculas para relacionar TTO y letras mayúsculas para referirse a bloques.

3.4 Análisis de la percepción de algunos estudiantes acerca del desarrollo de los PA

De los 55 estudiantes que cursaron la asignatura en el segundo semestre de 2019, se logró enviar el link del formulario Google a través de WhatsApp a 41 de ellos. Se tuvo respuesta cercana al 50% de los invitados a responder la encuesta. Los 20 estudiantes que respondieron el formulario Google manifestaron haber aprobado la asignatura en esta ocasión; la totalidad respondió estar de acuerdo con las preguntas ¿El desarrollo de los proyectos de aula ayuda a que el estudiante comprenda mejor los temas vistos en clase?, ¿El proyecto de aula es importante para su formación profesional?, ¿Considera qué aplicaron los conceptos vistos en clase para poder desarrollar el proyecto de aula?, ¿Considera usted qué la orientación del docente para el desarrollo del proyecto de aula fue adecuada?.

Ante la pregunta, ¿El tiempo estipulado para el desarrollo del proyecto de aula es suficiente?, se anuló la opinión de un participante (5%) debido a que marco dos de las opciones de respuesta. El 10% de las 19 respuestas indicó no estar de acuerdo, otro 10% manifestó que el tiempo de ejecución es indiferente y el 75% respondió si estar de acuerdo.

Al realizar la pregunta “Escriba sus opiniones y recomendaciones para lograr ejecutar los proyectos aula de manera más exitosa con los estudiantes que cursaran la materia en próximos semestres” se identificó las siguientes respuestas: Es pertinente tener un lugar adecuado con los recursos necesarios para la ejecución de los PA “... *tener un buen sitio en donde se va a realizar*” “... *hubiese un espacio mejor adecuado*” “... *buenos terrenos y materiales para que los estudiantes puedan realizar un buen proyecto*”.

Es necesario proporcionar indicaciones muy específicas dejando claridad de la secuencia del proceso a desarrollar con cada PA “*establecer un orden en el momento de entregar la información a los estudiantes para que haya una secuencia y sea más fácil la comprensión de los temas*”, manteniendo constante asesoría y acompañamiento de parte del profesor “*el profesor oriente mucho durante el semestre*”. Se debe establecer una comunicación abierta y certera entre estudiantes y docente “*una buena comunicación de estudiante y docente*” para lograr comprender el alcance de los PA y las actividades que implica desarrollarlos “*Qué el estudiante tenga claro lo del proyecto*”.

Además, resalta la necesidad de que el estudiante participe con compromiso y atentos a las indicaciones “... *los alumnos presten atención a las clases*” “*que todos los integrantes del grupo estén presentes el día de las asesorías*” “... *todos los integrantes del grupo cumplan la función correspondiente dentro del proyecto de aula*”. El trabajo en equipo es fundamental “*Un buen grupo de trabajo para éxito del proyecto – trabajo en equipo*”.

Otras sugerencias obedecen a la importancia de realizar cada semestre PA que impliquen experimentos en diferentes temas o disciplinas “*realizar nuevos proyectos en cuanto a que no se realicen los mismos... poder obtener conocimientos diferentes*”. Posiblemente se debería ajustar una parte de los horarios de clase (un bloque con dos de las 4 horas semanales) en la sede de Los Patios, lugar donde se desarrollan los PA, esto facilitaría el registro de datos y el seguimiento a los experimentos “... *que las clases de diseño experimental sean en la sede de los patios*”.

4. Discusión

Durante el segundo semestre de 2019 se planificaron cerca de diez PA de los cuales, dos se desarrollaron y culminaron exitosamente (cultivo de *maíz* en DCA y cultivo de *O. sativa* en BCA), un proyecto fue afectado por defoliadores (cultivo de *P. vulgaris*), dos germinaron parcialmente (un cultivo de *O. sativa* y otro de *Z. mays*) y los restantes no evidenciaron germinación (cultivos de *C. annuum*, *L. leucocephala*). Considerando que fue la primera experiencia y que aún se desarrollaban actividades de adecuación del lugar, lograr socializar dos PA viables, es considerado un éxito, además los PA no culminados dejaron enseñanzas para una segunda oportunidad en próximos semestres presenciales. En últimas, el propósito de los PA como una metodología activa en el

proceso de enseñanza es lograr la motivación y participación de los estudiantes en el desarrollo del conocimiento construido (Suárez-Lantarón, 2023) aprendiendo así, de la experiencia relacionada directamente al contexto de la profesión (Naranjo, 2020).

La situación coloca en evidencia la necesidad manifestada por los estudiantes a través de la encuesta “... tener un buen sitio en donde se va a realizar... buenos terrenos y materiales para que los estudiantes puedan realizar un buen proyecto”. Esta posición es coherente con el estudio de Torres *et al.*, (2016) quienes reportaron que 8 de cada 10 estudiantes consideró no suficiente los recursos disponibles para el desarrollo de los experimentos. Al respecto es necesario seguir acondicionando el área de trabajo, delimitando y encerrando el terreno total disponible, además de adecuar un cerco perimetral individual por experimento y fortalecer la disponibilidad de recursos básicos según naturaleza de los proyectos. Esta premisa es coherente con autores como Vargas *et al.*, (2021) quienes plantean la importancia de entregar oportunamente al estudiantado los recursos necesarios para la viabilidad de los PA, logrando así, el desarrollo exitoso de los mismos.

Un aspecto relevante para el éxito de los PA es el compromiso de los estudiantes y el acompañamiento docente. Los estudiantes manifestaron la pertinencia de que “*todos los integrantes del grupo cumplan la función correspondiente dentro del proyecto de aula*” y “*el profesor oriente mucho durante el semestre*”; a su vez, es necesario “*realizar nuevos proyectos para poder obtener conocimientos diferentes*”. Estos aspectos son coherentes con la metodología implementada por autores como Vargas *et al.*, (2021) y Saldaña-Acosta (2021) quienes enfocaron la asesoría y acompañamiento docente en la construcción del conocimiento desde la contextualización de problemas cotidianos. Esta posición también es coherente con Toledo y Sánchez, (2018) quienes afirman que este método requiere que los alumnos sean estudiantes activos y responsables de su propio aprendizaje; a su vez, es relevante trascender la barrera de hacer las mínimas actividades asignadas en el proyecto, actuando con co-responsabilidad (Yacchirema *et al.*, 2022).

La situación descrita puede estar relacionada con el hecho que algunos estudiantes manifestaron a través de la encuesta que el tiempo para la ejecución de los PA no es el adecuado, posiblemente un semestre académico, no da oportunidad de corregir las equivocaciones que se presentan al momento de colocar en marcha los PA. Al respecto Torres *et al.*, (2016) indicaron haber logrado tomar a favor la limitante de recursos (físicos, tecnológicos, similares) y las dificultades de los PA como estrategia para fortalecer la capacidad de dar solución a los problemas. En la ejecución de los PA con los estudiantes de la UFPS Cúcuta, el factor tiempo (un semestre académico) es el principal limitante para solventar los imprevistos de los PA, esto a razón que, las ideas producto de la creatividad para superar dicho imprevisto se materializan en función del tiempo y los recursos disponibles.

Posiblemente, se debe cambiar la estrategia al momento de indicar el PA a desarrollar, es decir, los estudiantes deberían proponer que quieren evaluar, seleccionando temas de interés para la vida profesional (Balsalobre y Herrada, 2018), cumpliéndose con la flexibilidad propuesta por Arias (2017) en donde los docentes y alumnos consensuan propuestas variadas, innovadoras y significativas. De esta forma, el estudiante experimentará interés desde el inicio en lo que aprende y profundizará más en lo que desea aprender (Toledo y Sánchez, 2018) es decir, si los aprendices están

comprometidos y consideran que este tipo de aprendizaje es importante, tendrán una actitud y disposición propicia para afrontar el PA planteado (Rodríguez-Sandoval *et al.*, 2010); sin embargo, esta situación demanda que el estudiante disponga de conocimientos propios de la asignatura en la cual se está implementando el PA y esto se logra como mínimo posterior al primer previo (según calendario académico de la Universidad), lo que reduce el tiempo a 12 semanas de las cuales se debe disponer de un espacio de ideas y planificación del PA (Vargas *et al.*, 2021), acortando considerablemente el tiempo disponible para la ejecución; y por ende, la corrección y ajuste de inconveniente propios del PA.

Una alternativa podría ser, lograr dar continuidad durante todo el año a los proyectos (cultivos, cría de animales), es decir, en el periodo intersemestral, esto con el apoyo de estudiantes de práctica profesional, pasantes y/o tesis, de esta forma algunos de los experimentos (PA) se implementarán sobre sistemas en funcionamiento y no necesariamente desde “cero”, ahorrando tiempo en la fase pre-experimental. Una opción en los programas IP e IA de I UFPS Cúcuta podría ser, diversificar los temas incluyendo especies pequeñas como codornices, conejos, cuy, lombricultura; además de PA a desarrollarse en un laboratorio de biología o química y algunas ideas agroindustriales. Sin embargo, se debe mantener la censura que los PA dependen de los recursos y técnicas disponibles según las posibilidades del estudiantado y las características de la Institución educativa (Arias, 2017) en este caso, los recursos ya disponibles para la ejecución de los PA.

Coherente con lo ya expresado, otro aspecto de interés es la planificación de los PA. Los estudiantes hicieron hincapié en “una buena comunicación de estudiante y docente” logrando “que el estudiante tenga claro lo del proyecto”. Esta opinión es coherente con Toledo y Sánchez, (2018) quienes afirman que es muy importante que todos los involucrados tengan claridad sobre los objetivos a lograr en el PA, logrando una adecuada planificación y adaptación de los recursos disponibles. Al respecto, los estudiantes que respondieron la encuesta manifestaron haber recibido adecuada orientación y asesoría por parte del docente de la asignatura, garantizándose acompañamiento para la ejecución. A su vez, de acuerdo con los estudiantes, el desarrollo de los PA les permitió comprender adecuadamente los temas trabajados en clase y estos contribuyen con la formación profesional. Estas opiniones son similares a los hallazgos reportados por Rodríguez-Sandoval *et al.*, (2010) y Torres *et al.*, (2016) afirmándose una vez más, que estas estrategias de enseñanza es una experiencia enriquecedora que genera espacios al dialogo, fomenta la auto consulta, abre espacios de asesoría, permite colocar en práctica los conocimientos teóricos vistos en el aula de clase y en algunos casos, favorece el desarrollo de una formación investigativa.

Finalmente, referente a los cultivos que no germinaron, uno de los factores atribuibles es el uso de un sustrato no maduro como lo fue, la bovinaza seca y la gallinaza pre compostada. Todos los PA en que se utilizó parcial o totalmente gallinaza pre compostada se concluyeron como no viables. El menor crecimiento registrado en el bloque 3 del cultivo de *O. sativa* en BCA con dos partes de abono no maduro (bovinaza seca), ratifica el efecto negativo de este sustrato en estado fresco. Estos resultados coinciden con Huerta-Muñoz y Cruz-Hernández, (2018) quienes indicaron que usar un sustrato con más del 50% de compost de bovinaza en plantas de geranio (*Geranium*) y belén (*Impatiens walleriana*), la producción de hojas fue relativamente

pobre con evidencias de efectos negativos en el crecimiento; aunque Barrios y Pérez (2018) afirmaron que el uso continuo de este abono favoreció el crecimiento de plantas de maíz, descartándose los efectos fitotóxicos en las plantas.

Respecto a la gallinaza, Barahona y Ezequiel (2015) manifestaron que mientras más estabilizado este el abono, mejora el proceso de mineralización y las propiedades del suelo; a su vez, indicaron que dosis elevadas de gallinaza podrían traer efectos negativos en algunos aspectos, por ejemplo, la conductividad eléctrica del sustrato. Arce-Solano *et al.*, (2020) indican que el uso de gallinaza fresca o sin procesar, puede producir efectos adversos al suelo y las plantas, situación en la cual autores como Casas *et al.*, (2020) recomiendan el compostaje con un óptimo nivel de aireación y humedad.

5. Conclusión

Los proyectos de aula son una estrategia que se puede implementar como parte de la metodología de enseñanza en asignaturas teórico prácticas de naturaleza agropecuaria. El éxito y viabilidad de esta metodología se basa en la correcta planificación de los proyectos, etapa que a su vez, se fundamenta en tres aspectos, el diálogo entre el docente y los estudiantes, el compromiso e interés de los estudiantes por aprender desarrollando los proyectos, y la disponibilidad de recursos para la ejecución de los mismos.

Referencias

- Alt, D., Itzkovich, Y. (2019). The connection between perceived constructivist learning environments and faculty uncivil authoritarian behaviors. *Revista Higher Education*, 77(3), 437-454. <https://doi.org/10.1007/s10734-018-0281-y>
- Arce-Solano, O., Campos-Rodríguez, R., Brenes-Peralta, L. (2020). Evaluación del manejo y disposición final de la gallinaza de reproductora pesada usada como abono orgánico en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 33(1), 165-177. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i1.5030>
- Arias, L. (2017). El aprendizaje por proyectos: Una experiencia pedagógica para la construcción de espacios de aprendizaje dentro y fuera del aula. *Revista Ensayos Pedagógicos I*. 12(1), 51-68. <https://doi.org/10.15359/rep.12-1.3>
- Balsobre Aguilar, L., Herrada Valverde, R.I. (2018). Aprendizaje basado en proyectos en educación secundaria: el orientador como agente de cambio. *Revista española de orientación y psicopedagogía*, 29(3), 45-60. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.29.num.3.2018.23320>
- Barahona, A., Ezequiel, J. (2015). *Efecto de la gallinaza en las propiedades físicas y químicas del suelo*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Poster. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25859.50723>
- Barrios, M., Pérez, D. (2018). Efecto de la aplicación continua de estiércol bovino sobre el crecimiento y producción de maíz y características químicas del suelo. *Bioagro*, 30(2), 117-124.

- Caballero, K., Bolívar, A. (2015). El profesorado universitario como docente: hacia una identidad profesional que integre docencia e investigación. *REDU. Revista de docencia universitaria*, 13(1), 57-77. <https://doi.org/10.4995/redu.2015.6446>
- Casas Rodríguez, S., Guerra Casas, L.D. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32(3), 87-102.
- Defaz, M.D. (2020). Metodologías activas en el proceso enseñanza-aprendizaje. (Revisión). *Roca: Revista Científico-Educaciones de la provincia de Granma*, 16(1), 463-472. <https://doi.org/10.4995/redu.2023.19310>
- Gargallo López, B., Pérez-Pérez, C., Garcia-Garcia, F.J., Giménez Beut, J.A., Portillo Poblador, N. (2020). La competencia aprender a aprender en la universidad: propuesta de modelo teórico. *Educación XX1*, 23(1), 19-44. <https://doi.org/10.5944/educXX1.23367>
- Huerta-Muñoz, E. Cruz-Hernández, J. (2018). Efectos de los abonos orgánicos en el crecimiento de plantas de geranio (*Geranium*) y belén (*Impatiens seedlings*). *Revista Acta agrícola y pecuaria*, 4(2), 44-53. <https://doi.org/10.30973/aap/2018.4.2/3>
- Maldonado, L. (2016). Aprendizaje reflexivo. Una aproximación teórica. *Arjé. Revista de Postgrado FaCE-UC*, 11(20), 146-158.
- Martínez Mora, S., Medina Pinoargote, F., Salazar Carranza, L. (2018). Desarrollo de competencias investigativas en los estudiantes. *Opuntia Brava*, 10(1), 336-341. <https://doi.org/10.46925//rdluz.31.26>
- Naranjo, A., Lemus, F.C. (2020). La academia en acción: aprendizaje basado en proyectos en entornos universitarios. *Revista Boletín Redipe*, 9(1), 70-78. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i1.893>
- Núñez-López, S. Ávila-Palet, J. Olivares-Olivares, S. (2017). El desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios por medio del aprendizaje basado en problemas. *Revista iberoamericana de educación superior*, 8(23), 84-103. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2017.23.3012>
- Ocampo-González, Á.A., Otálvaro-Garcés, S.J., Sánchez-Borrero, A.M. (2020). La Interculturalidad y la construcción de los saberes.: Un reto para la formación social del individuo. *Revista CoPaLa*, (10), 54-68. <https://doi.org/10.35600.25008870.2020.10.0176>
- Ochoa Londoño, E.D., Herrera Pérez, J.C., Romero, E. (2021). Proyectos de aula integrados como herramienta facilitadora de aprendizaje en el área de ciencias naturales. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*. 9(3), 83-103.
- Rodríguez-Sandoval, E. Vargas-Solano, E. Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia "aprendizaje basado en proyectos". *Revista Educación y Educadores*, 13(1), 13-25. <https://doi.org/10.5294/edu.2010.13.1.1>
- Salazar, S.A., Arévalo, M.A. (2019). Implementación del portafolio como herramienta didáctica en educación superior: revisión de literatura. *Revista complutense de educación*, 30(4), 965-981. <https://doi.org/10.5209/rced.59868>

- Saldaña-Acosta, J.M. (2021). Desarrollo de Actitudes de Colaboración, Cooperación e Innovadoras en el Aula Basado en Proyectos. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(1), 130-139. <https://doi.org/10.37843/rted.v11i1.201>
- Sánchez Cabezas, P.D.P., López Rodríguez del Rey, M.M., Alfonso Moreira, Y. (2018). La orientación educativa en la actividad pedagógica profesional del docente universitario. *Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos*, 14(65), 50-57.
- Sepúlveda, O. (2020). Técnicas de pre germinación en Leucaena (*Leucaena leucocephala* w.) y botón de oro (*Tithonia diversifolia* g.) como forrajeras con potencial para alimentación animal. Tesis de pregrado, Ingeniería Pecuaria. Universidad Francisco de Paula Santander Cúcuta.
- Suarez-Lantarón, B.S. (2023). Uso de metodologías activas en las aulas: experiencia educativa de aprendizaje-servicio y fotovoz. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 21(1), 53-69. <https://doi.org/10.4995/redu.2023.19310>
- Toledo, P. Sánchez, J. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria, *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 22(2), 471-491. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i2.7733>
- Torres, J. Acevedo, D. Montero, P. (2016). Proyectos de aula semestrales como estrategia pedagógica para la formación en ingeniería. *Revista Formación Universitaria*, 9(3), 23-30. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000300004>
- Vargas, J.D., Arregocés, I.C., Solano, A.D., Peña, K.K. (2021). Aprendizaje basado en proyectos soportado en un diseño tecnopedagógico para la enseñanza de la estadística descriptiva. *Formación universitaria*, 14(6), 77-86. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000600077>
- Vega, N., Salazar, S., Arévalo, M. (2021). El portafolio como herramienta didáctica para el desarrollo de competencias en la asignatura de bioquímica. *Actualidades Pedagógicas*, (76). <https://doi.org/10.19052/ap.vol1.iss76.4>
- Yacchirema, M.G., Trujillo, K.E., Barros, H.A. (2022). Aprendizaje Basado en Proyectos: Una oportunidad para aprender a aprender (Original). *Revista científica Olimpia*, 19(1), 127-143.