



Capítulo 5





Laboratorio vivo para el aprendizaje de pastos y forrajes

Alejandro Ortiz-Acevedo
*Zoot, MSc, Profesor de Cátedra,
Grupo de Investigación GRICA, UdeA*

Mateo Velásquez-Henao
Estudiante Zoot., Universidad de Antioquia, UdeA

Marisol Medina-Sierra
*Profesora Asociada, Ing. Agron., MSc, DrSc,
Grupo de Investigación GRICA, UdeA*

Resumen

La formación práctica de los zootecnistas es una de las prioridades de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia, por tanto, es fundamental que esta se encuentre ligada a los conceptos teóricos adquiridos en el salón de clase. En el desarrollo del curso Agrostología del sexto semestre de Zootecnia, las parcelas demostrativas de

la colección *in vivo* de pastos y forrajes permitieron generar conocimiento práctico sobre la identificación en campo, el comportamiento productivo y el desarrollo de los principales forrajes usados en la producción pecuaria en Colombia. Entre los años 2013 y 2019 se formaron 267 estudiantes que hicieron parte de los trabajos realizados en las parcelas demostrativas que a la vez funcionaron como un laboratorio vivo. En ellas, los estudiantes realizaron mediciones de variables agronómicas, ensayos prácticos de la respuesta a diferentes insumos agrícolas, e interactuaron con sus compañeros y docentes para la discusión de sus observaciones, lo cual les permitió generar sus propias conclusiones. Durante el desarrollo del curso, entre los años en que se ha ejecutado la metodología de enseñanza, los estudiantes obtuvieron una calificación promedio de 4,3 en esta actividad que representa el 30% de la evaluación total del curso. El método de enseñanza que utiliza colecciones vivas permitió a los estudiantes cumplir con los requisitos del curso, la puesta en práctica de los conceptos teóricos y la construcción participativa del conocimiento. La generación de metodologías educativas basadas en laboratorios vivos contribuye a la formación profesional del zootecnista, al ser un proceso articulado que favorece el desarrollo de las habilidades personales de los alumnos y genera una motivación en torno a la formación en el área de pastos y forrajes.

Palabras clave: *aprendizaje basado en investigación, aprendizaje significativo, métodos de enseñanza.*

Introducción

En Colombia la educación superior debe adaptarse a un sistema universal o globalizado en el que existen diversas herramientas que se transforman de una manera asertiva y que cuenta con estrategias pedagógicas

fundamentadas en lo disciplinario, lo pedagógico y lo didáctico (Gamboa & García, 2012). Actualmente, la formación del zootecnista requiere una vinculación práctica desde los primeros semestres hasta el final de su carrera universitaria, por eso una prioridad para la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia es vincular a los estudiantes a todos los espacios donde puedan integrar los conceptos a través de una mezcla de la teoría y la práctica, de reflexión-acción (Mauri et al., 2015; Restrepo et al., 2013). Ortiz y Mariño (2004) definen la forma de enseñar del docente y de aprender el alumno mediante la estrategia didáctica, invitando a pensar y a participar activamente a través de la creación de un concepto propio y reflexivo.

Briceño (2008) define las estrategias pedagógicas en cuatro parámetros fundamentales que soportan el desarrollo académico de los estudiantes:

- *Clases magistrales*: es donde se desarrollan todos los contenidos establecidos en el curso y se presentan todos los mecanismos pedagógicos.
- *Acompañamiento virtual*: juega un papel importante al momento de acordar tareas, actividades o cronogramas correspondientes al curso, además, es una herramienta para orientar a los estudiantes sobre los documentos que el docente entrega al principio o durante el transcurso del período académico.
- *Asesorías presenciales*: suelen ser de carácter personalizado (pequeños grupos de trabajo) o individual. En ellas se revisa el desarrollo de las actividades planeadas en el curso, la aplicación de las metodologías propuestas o simplemente se realizan orientaciones relacionadas sobre los temas de interés personal de cada estudiante.
- *Evaluaciones de tipo cuantitativas*: ayudan a determinar, numéricamente, el conocimiento o manejo de los contenidos del curso por

parte de los estudiantes. Se pueden realizar por medio de pruebas escritas, exposiciones, informes sobre trabajos o sustentaciones de los proyectos académicos. Esta cuantificación se realiza siguiendo los lineamientos plasmados en las guías y en los procesos pedagógicos acordados al inicio del ciclo académico.

Teniendo en cuenta lo anterior, la formación académica de un estudiante universitario debe estar ligada a la práctica además de a las estrategias pedagógicas frecuentes, pues es de gran relevancia al momento de desempeñar la profesión y para el desarrollo personal. Es así que se destaca dentro de esta formación el método *practicum*, que Martínez y Raposo (2011) definen como “el proceso de aprender”. El aprendizaje práctico es una herramienta que motiva e incita al estudiante facilitando la consolidación y producción de conocimientos cuando se repara en factores como la inteligencia del aprendiz y el método de enseñanza (Sánchez et al., 2019).

La estrategia de vincular la teoría y la práctica busca generar conocimientos, mejorar las habilidades y las competencias del estudiante (Martínez & Raposo, 2011). Es así como Trujillo (2007) afirma que hay estudios de psicología cognitiva que demuestran que la enseñanza debe estar basada en “eventos reales de aprendizaje”. De esta forma, el estudiante construye principios científicos mediante habilidades cognitivas como observaciones propias, la capacidad de inferencia y la experimentación ensayo-error, las cuales generan una mayor comprensión de la ciencia. El aprendizaje de los estudiantes y la aplicación del proceso docente, como parte de la enseñanza-aprendizaje, ha demostrado que eventos como la repetición, los apuntes y el recuerdo de la experiencia vivida favorecen el desarrollo de espinas dendríticas, lo que permitirá la aplicación de las habilidades incorporadas y utilizadas por el estudiante (Figuroa & Martínez, 2018).

Dentro de este contexto, los laboratorios vivos son creados como una herramienta para generar una sinergia entre espacios físicos adecuados y el programa de formación teórico, facilitando la generación de conocimiento e innovación a partir de la práctica (Salgado et al., 2017). Dentro de este concepto, Simmons y Muñoz (2005) señalan la importancia de las colecciones vivas, que se convierten en bancos de datos comparables con las bibliotecas o los centros de documentación a tal punto de ser consideradas fuentes primarias de conocimiento y de información. La metodología de los laboratorios vivos facilita la construcción de saberes entre los estudiantes, con el objetivo producir conocimiento útil para la vida profesional.

Un laboratorio es el escenario disponible para la generación de actividades de investigación e innovación (Salgado et al., 2017). La práctica mediante la implementación de laboratorios vivos se convierte en una estrategia pedagógica que facilita la construcción de competencias procedimentales, es decir, conocimientos relacionados con cosas que sabemos hacer pero no de manera consciente; por este motivo, estos laboratorios se utilizan en una amplia variedad de programas académicos, generalmente de la mano con la teoría correspondiente (Infante, 2014). Es así que los laboratorios vivos se destacan como herramientas que facilitan la mediación de los componentes del aula de clase, ya que el contacto con objetos vivos motiva al estudiante en su proceso de aprendizaje y es operativo para el docente como instrumento de enseñanza. Crear una relación entre los conceptos propios del estudiante y la temática tratada en el aula a través de la implementación de este tipo de herramientas hace que la información que en muchos casos suele ser abstracta se vuelva aplicable y clara, propiciando la construcción y consolidación de conocimientos en lo que se conoce como *aprendizaje significativo* (Ausubel et al., 1983).

Entre las ramas más importantes de la formación del zootecnista en Colombia, se encuentra la producción, manejo y conservación de forrajes. Esto se debe al carácter tropical del país, que le hace contar con una gran variedad de especies forrajeras entre gramíneas, leguminosas, arvenses, arbustos y árboles (Sierra, 2017). Por esta razón, los docentes del área deben hacer uso de herramientas de aprendizaje que permitan al estudiante conocer la amplia oferta de forrajes de interés para la producción pecuaria en Colombia. Como estrategia para hacerlo, se crearon parcelas demostrativas fundamentadas en una colección *in vivo* con algunos materiales forrajeros importantes. En estas parcelas estudian múltiples aspectos de los pastos y forrajes que incluyen la identificación, la adaptación, las variables agronómicas de producción y su calidad nutricional. Por lo anterior, el objetivo del trabajo consiste en promover la generación de conocimiento de una manera integral en los estudiantes de zootecnia de la Universidad de Antioquia, utilizando las parcelas experimentales y la colección *in vivo*.

Metodología

El trabajo se realizó en la colección *in vivo* de especies de pastos y forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia, ubicada en la ciudad de Medellín con latitud $6^{\circ} 16' 20.60''$ N, longitud $75^{\circ} 35' 21.82''$ O y una altura sobre el nivel del mar de 1.514m. La colección se encuentra en la parte posterior del campus universitario en un campo abierto rodeado de los laboratorios de peces, suelos, pastos y forrajes y la casas malla; en los dos últimos se almacena fertilizantes, herramientas y se tiene el espacio cubierto para realizar las prácticas de pesaje de plantas y mediciones que requieran equipos de laboratorio. Las parcelas se encuentran distribuidas en 1.681 m² y dividido en 63 parcelas experimentales en seis bloques (Figura 1), que permiten realizar mediciones y

evaluaciones de variables agronómicas de las especies, como respuesta a la aplicación de algunos insumos agrícolas y al manejo agronómico.

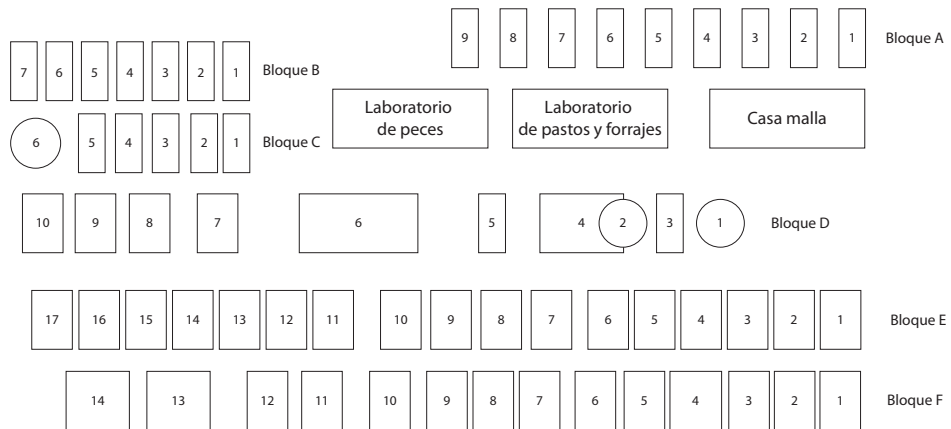


Figura 1. Distribución en 6 bloques y 63 parcelas de la colección *in vivo* de pastos y forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Fuente: elaboración propia.

Asignación de las parcelas

Se asignan a cada estudiante entre una y tres parcelas dependiendo de la cantidad de estudiantes por semestre académico, la actividad y el grado de dificultad. En cada inicio de semestre se realiza un inventario de la colección *in vivo* para definir las actividades necesarias. Estas actividades (Tabla 1) están contempladas dentro de algunas de las unidades del curso de Agrostología, de esta forma el estudiante aplica los conceptos elaborados en clase. La asignación es aleatoria y a cada estudiante se le explica la actividad y, durante el desarrollo del curso, el docente revisa la colección cada dos semanas para determinar la evaluación de seguimiento. Al inicio del semestre académico se establece un horario con el profesor y el estudiante auxiliar del área de pastos y forrajes para apoyar

las labores de mantenimiento de parcelas, la asesoría en el establecimiento de especies forrajeras y el préstamo de todo tipo de material para el desarrollo del trabajo.

Evaluación de las actividades de las parcelas

Las actividades que desarrolla el estudiante a lo largo del semestre son evaluadas por el docente obteniendo en promedio ocho evaluaciones. El trabajo de estas parcelas tiene una evaluación del 30% de la nota total del curso, porcentaje que se compone por un 15% producto del seguimiento al mantenimiento de la colección y otro 15% que corresponde al informe de la actividad; este último se presenta en formato tipo artículo con la estructura de título, resumen, introducción, materiales y métodos, resultados y discusiones, conclusiones y referencias bibliográficas. En la actividad de seguimiento se evalúa que el estudiante realice el mantenimiento, es decir, que mantenga las parcelas en condiciones óptimas, libres de arvenses y otras especies, con fertilización y control de plagas en el momento adecuado, que se realice el riego en las épocas de verano y en invierno evitar el encharcamiento. El rendimiento del estudiante se mide con una calificación entre 0.0 y 5.0 (Tabla 1).

Las actividades desarrolladas por el estudiante se describen bajo una metodología explicada en clase y puesta en práctica en las parcelas demostrativas. Para la medición de las variables agronómicas de altura de la planta se utiliza, en la etapa de desarrollo de las plantas asignadas para esta variable, la metodología reportada por Blessing y Hernández (2009) que consiste en tomar diez plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela y medirlas desde la base del suelo hasta el último nudo del tallo o la hoja bandera. La relación hoja-tallo y producción de forraje verde se establece usando la metodología descrita por Bustamante y colaboradores (1998), en la cual se toman las plantas evaluadas cuando

cumplen su ciclo productivo y se les realiza un aforo con un marco de 0,25 m², luego se pesa el material colectado en el marco, se anota el peso total para determinar la producción de forraje verde y luego se separa el material en hojas y tallos.

La actividad de establecimiento de especies forrajeras se realiza mediante dos métodos de preparación del terreno: labranza reducida y labranza cero, dependiendo del cultivo se utiliza semilla sexual o material vegetal. Bajo la metodología de la labranza reducida el estudiante usa herramientas como azadones, barretones y picos, el suelo se mueve a

Tabla 1. Principales actividades desarrolladas por los estudiantes de Agrostología en las parcelas demostrativas de la colección in vivo de pastos y forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias

Temática	Actividad	Unidad dentro del curso
VARIABLES agronómicas	Medición de las variables, altura de la planta, relación hoja tallo, producción de forraje verde.	Unidad 4. Determinación de las variables agronómicas de crecimiento. Índice de área foliar y los nutrientes de reserva.
Establecimiento de especies forrajes	Preparación del terreno, aplicación de enmiendas y fertilizantes, establecimiento de la especie forraje por semilla sexual o vegetativa.	Unidad 7. Propagación y multiplicación de especies forrajeras y leñosas perennes: viabilidad, letargo, calidad y vigor de semilla, densidad de siembra.
Identificación de las especies forrajeras más importantes	Identificación y práctica de morfología de las principales especies utilizadas en la alimentación animal. Práctica de nombres comunes y científicos de las especies.	Unidad 2. Nomenclatura botánica. Unidad 3. Morfología de las gramíneas y leguminosas.

una profundidad de máximo 20 cm con el fin de favorecer la germinación de la semilla y el desarrollo de las raíces, para el control de arvenses se emplean herbicidas no selectivos. En la labranza cero se realiza control de arvenses de forma manual con herramientas cortas y usando herbicidas no selectivos. Las semillas empleadas para el establecimiento de la colección *in vivo* se obtienen de sistemas productivos cercanos o de empresas de semillas que entregan muestras de prueba.

Componentes del laboratorio vivo

Algunas de las especies que se encuentran establecidas en la colección *in vivo* durante el período de estudio se presentan en la Tabla 2. Estas especies son de importancia zootécnica en la producción ganadera del país, por lo que los estudiantes del programa deben conocer desde su morfología hasta su comportamiento agronómico. En esta colección se encuentran muchas especies que se adaptan a climas cálidos con altura sobre el nivel del mar y por debajo de los 1.500m, característica que evita que los estudiantes se tengan que desplazar fuera de la ciudad de Medellín para observar el comportamiento de algunas de estas plantas.

Resultados y discusión

Entre los años 2013 y 2019 se formaron aproximadamente 267 estudiantes en estas parcelas demostrativas (Figura 2), tiempo en el que se desarrollaron 167 evaluaciones de variables de crecimiento y desarrollo de las especies forrajeras, 79 evaluaciones del manejo de la fertilización y 20 pruebas de establecimiento y métodos de siembra. Este trabajo permitió además la formación en la identificación de especies forrajeras tropicales. Los resultados permiten tener hoy profesionales formados interviniendo sistemas productivos en los cuales han puesto en práctica las actividades realizadas en las parcelas demostrativas; de igual forma,

el reconocimiento de especies forrajeras se ha facilitado debido al acercamiento que estos tuvieron durante su paso por el curso.

Tabla 2. Nombre común y científico de las principales especies forrajeras comunes en Colombia que hacen parte de la colección in vivo de pastos y forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Antioquia

Nombre común	Nombre científico
Pasto alemán	<i>Echinochloa polystachya</i> (H.B.K) Hitch.
Argentina	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.
Braquipará	<i>Urochloa plantaginea</i> (Link) R.D. Webster
Brizantha marandú	<i>Urochloa brizantha</i> cv <i>marandú</i> (A. Rich.) Stapf
Caña forrajera	<i>Saccharum officinarum</i> L.
Carimagua	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.
Estrella africana	<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst.
Guatemala	<i>Trypsacum laxum</i> Nash.
Guinea, India	<i>Panicum máximum</i> Jacq. – <i>Megathyrus maximus</i> (Jacq.) B. K. Simon & S.W.L. Jacobs
Imperial	<i>Axonopus scoparius</i> (Fluegge) Hitch.
King grass	<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum typhoides</i> Schum.
Maíz	<i>Zea mays</i> L.
Pará, admirable	<i>Urochloa mutica</i> (Forssk.) Nguyen
Pasto clavel	<i>Hemarthria altísima</i> (Poir.) Stapf y Hubb.
Pasto dulce – brachiaria humidicola	<i>Urochloa humidicola</i> (Rendle) Morrone & Zuloaga

Pasto peludo, pasto amargo	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster
Pasto ruzi, acriana	<i>Urochloa ruziziensis</i> (Gem. y Evrard) Morrone & Zuloaga
Puntero, Uribe	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Ness) Stapf
Sorgo forrajero	<i>Sorghum Vulgare</i> Pers.
Swazi	<i>Digitaria swazilandensis</i> Sten.
Urare, tanner	<i>Urochloa arrecta</i> (Hack- ex T. Durand & Schinz) Morrone Zuloaga
Maralfalfa	<i>Pennisetum purpureum</i> x <i>Pennisetum glaucum</i> - <i>Pennisetum violaceum</i> (Lam)
Canavalia	<i>Canavalia ensiformis</i> (Jacq). D.C.
Centrosema	<i>Centrosema macrocarpum</i> Benth.
Clitoria, campanita	<i>Clitoria ternatea</i> (L.)
Cratilia, veranera	<i>Cratylia argentea</i> (Desv.) O. Kuntze
Guandul	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.
Kudzú	<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.
Leucaena, acacia forrajera	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) De Witt
Maní forrajero	<i>Arachis pintoi</i> Kaprovickas
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Stend.
Vitabosa, mucuna	<i>Stizolobium deeringianum</i> Bort.
Morera	<i>Morus alba</i> L.
Nacedero, quiebrabarrigo	<i>Trichanthera gigantea</i> (H. et B.) Ness
Ramio	<i>Boehmeria nivea</i> (L.) Gaudich
San Joaquín, rosa de la china	<i>Hibiscus rosa – sinensis</i> L.
Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl) Gray
Acacia mágica	<i>Acacia mangium</i> Willd.
Búcaro	<i>Erythrina fusca</i> Loureiro
Vetiver	<i>Chrysopogon zizanioides</i> (Linn.) Nash

Lo anterior se puede comparar con los resultados reportados por Liñán y colaboradores (2017), quienes mediante la implementación de parcelas experimentales para la formación de profesionales agrónomos de sexto semestre de la Universidad Autónoma del Estado de México, lograron que los estudiantes interactuaran con los contenidos vistos en la formación teórica como la experimentación agropecuaria, fisiología vegetal, uso y manejo integral del suelo, uso y manejo de productos agroquímicos, y patología vegetal. En ese caso, se logró que los alumnos interpretaran los resultados obtenidos en sus diferentes pruebas desde un punto de vista integral, fusionando lo agronómico con lo económico y pudieran solucionar problemas basados en casos reales. Además, este tipo de ejercicio permitió validar la importancia de la aplicación de los temas vistos en clase en la formación de profesionales.

Presentación del informe final

El producto final por parte de los estudiantes es un informe escrito con la estructura de un artículo científico, a través de este ejercicio de escritura los estudiantes tienen un acercamiento a la rigurosidad y la calidad que implica elaborar este tipo de textos, además, esto genera una cultura investigativa alrededor de la búsqueda de referencias bibliográficas de calidad. En este mismo sentido, Gutiérrez (2002) define el texto bajo la modalidad de artículo científico, ya sea en modalidad experimental o de investigación, como:

“Es una publicación científica primaria o publicación válida o aceptable. Se publica como un informe escrito que describe los resultados originales de una investigación, lo cual permite a los colegas del autor comprender plenamente y utilizar lo que se divulga. Debe presentar la información suficiente para que los usuarios de los datos puedan evaluar las observaciones, repetir los experimentos y corroborar las conclusiones con el fin de valorar los procedimientos experimentales” (Gutiérrez, 2002).

Es por ello que autores como Briceño (2008) dan a conocer la importancia de la ejecución de proyectos de escritura, mostrando resultados donde el 70% de los estudiantes evaluados reflejan una efectividad al momento de presentar informes finales bajo una estructura de textos científicos. Adicionalmente, este mismo autor reporta que dentro de la investigación un bajo porcentaje de estudiantes (15%) no se ha apropiado de la metodología de escritura, ya que los textos reflejan una baja calidad en la producción escrita. Sin embargo, la gran mayoría de los participantes muestra que existe una estrecha relación entre el esfuerzo propio por desarrollar la actividad y el papel del docente mediante la orientación y la retroalimentación, teniendo como finalidad la calidad en la escritura basada en una estructura científica.

Rendimiento del estudiante

En promedio, el rendimiento de los estudiantes durante los últimos siete años fue de 4,3 (medida en una escala de 0,0 a 5,0, siendo 0,0 la nota más baja y 5,0 la más alta posible). En el 2013, año en el que se inició la evaluación y el seguimiento a las parcelas, se presentó el menor promedio (4,0), pues durante este año el docente y los estudiantes comenzaban a adaptarse a un sistema de calificación que evaluaba los trabajos en las parcelas y su seguimiento periódico. Para 2018 y 2019 el promedio de la calificación aumentó a 4,4 (Figura 3), producto del trabajo acumulado durante muchos años y de que los estudiantes semestre tras semestre informan la estrategia de calificación, el seguimiento del curso de Agrostología y el trabajo en las parcelas demostrativas. El resultado en las calificaciones resalta el método centrado en el aprendizaje, en el que los estudiantes tuvieron un mayor aprovechamiento en comparación al que obtienen cuando se utilizan métodos centrados en la enseñanza en el salón de clase (Martínez, 2010).

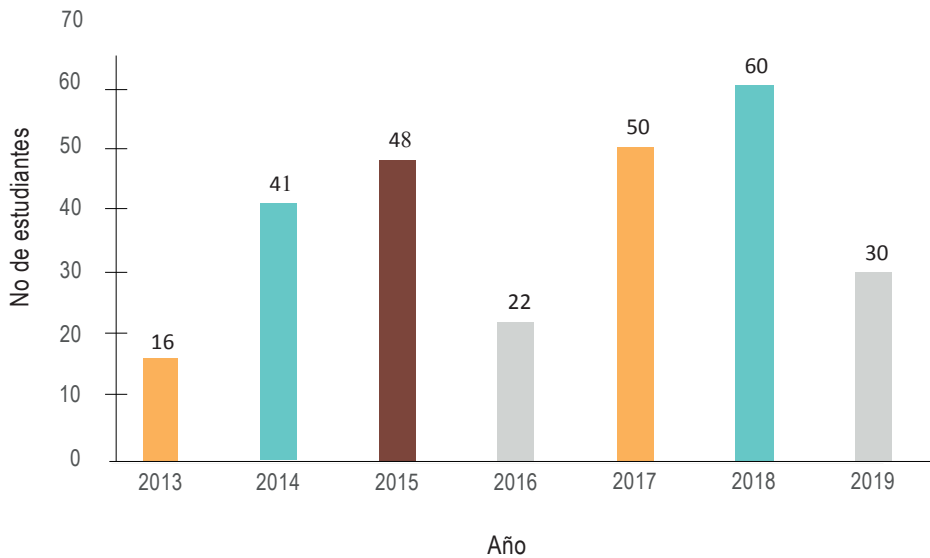


Figura 2. Número de estudiantes formados en el curso de Agrostología entre los años 2013 y 2019.

Fuente: elaboración propia.

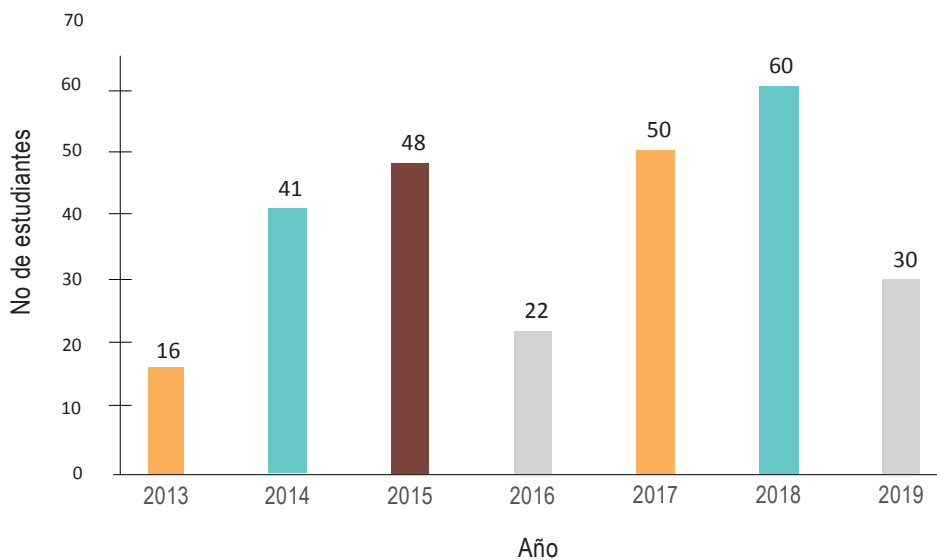


Figura 3. Notas promedio de los últimos siete años del grupo de los estudiantes del curso de Agrostología en las actividades realizadas en las parcelas demostrativas de la colección *in vivo* de pastos y forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la información generada por los estudiantes en el trabajo realizado en las parcelas demostrativas con la colección *in vivo*, 79 realizaron evaluaciones de fertilización en las que el interés investigativo fue evaluar dosis y tipos de fertilizantes en respuesta a las variables de crecimiento de los pastos y forrajes. Se destacan dentro del desarrollo de estos trabajos la evaluación de fuentes de materia orgánica como la caprinaza y el lombricompost en la nutrición de la planta. Lo anterior explica lo reportado por Solórzano (2010), quien resalta el método de enseñanza demostrativo como la aplicación de los conocimientos porque permite desarrollar las habilidades de observación para poner en práctica los nuevos conocimientos, también facilita la capacidad de analizar y la utilización de los cinco sentidos para el proceso de desarrollo de habilidades y destrezas.

Conclusiones

Se resalta la importancia de generar espacios dentro del campus de la Facultad de Ciencias Agrarias que permitan la integración de los estudiantes con los docentes en el marco del desarrollo práctico del curso de Agrostología.

El método de enseñanza que utiliza colecciones vivas permite a los estudiantes cumplir con los requisitos dentro del curso, la puesta en práctica de los conceptos teóricos dentro del mismo campus universitario, acercarse más al comportamiento productivo de las especies más comunes en la ganadería colombiana sin tener que desplazarse a otras regiones, y la construcción participativa del conocimiento.

La generación de metodologías educativas basadas en laboratorios vivos contribuye a la formación profesional del zootecnista por ser un proceso que articula la clase magistral, la práctica y la asesoría u orientación

por los docentes, favoreciendo el desarrollo de las habilidades personales de los alumnos y motivándolos durante el proceso de formación.

Referencias bibliográficas

- Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo* (2da Ed.). México: Editorial Trillas.
- Blessing, D. M. & Hernández, G.T. (2009). *Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento del maíz (Zea mays L.) VAR. NB -16 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca el plantel*. Nicaragua: Universidad Departamental de producción vegetal.
- Briceño. M. A. (2008). El escrito científico en la Universidad: propuesta de estrategias pedagógicas. *Rev Educ.educ.*, 11(2), 107-118.
- Bustamante, J., Ibrahim, M. & Beer, J. (1998). Evaluación agronómica de ocho gramíneas mejoradas en un sistema silvopastoril con poró (*Erythrina poeppigiana*) en el trópico húmedo de Turrialba. *Revista avances de investigación*, 5(19), 12-16.
- Figueroa, R. A. & Martínez, G. I. (2018). La neurociencia y su aplicación en el proceso de enseñanza - aprendizaje una mirada diferente en el ejercicio docente. En: Tolozano, M. & Arteaga, R. (Presidencia), *La formación y superación del docente "desafíos para el cambio de la educación en el siglo XXI*. Memorias del cuarto Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador. Ecuador: Instituto Superior Tecnológico Boliviano.
- Gamboa, Y. & García, M. (2012). Aprender haciendo en Investigación como estrategia de aprendizaje. *Revista de Investigaciones UNAD*, 11(2), 77-93.
- Infante, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 19(62), 917-937.
- Liñán, J. L. G., Gama, R. R., Gaona, C. A. N. & Sánchez, L. N. (2017). La parcela demostrativa como estrategia didáctica en los Ingenieros Agrónomos en Producción. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 4(4), 1-49.
- Martínez, E. & Raposo, M. (2011). Funciones generales de la tutoría en el Practicum: entre la realidad y el deseo en el desempeño de la acción tutorial. *Revista de Educación*, (354), 155-181.

- Martínez, G. J. (2010). *La elección de un método de enseñanza y aprendizaje. piedra angular de un curso de anatomía humana* (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España.
- Mauri, T., Clarà, M., Colomina, R. & Onrubia, J. (2015). Naturaleza de la interacción en procesos de reflexión conjunta sobre situaciones de la práctica por estudiantes de maestro. *Papeles de Trabajo sobre Cultura, Educación y Desarrollo Humano*, 11(2), 105-109.
- Ortiz E. & Mariño, M. (2004). Estrategias educativas y didácticas en la Educación Superior. *Pedagogía Universitaria*, 9(5):2.
- Restrepo, E. D. C., Nieto, L. E., Guzmán, L. D., Gómez, M., Ahumada, V. D. R., Puentes, E. & Meneses, R. D. (2013). *Metodologías, estrategias y herramientas didácticas para el diseño de cursos en ambientes virtuales de aprendizaje en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta ya Distancia UNAD.
- Salgado, P. M., Angulo Blanquicett, G. E., Romero Peñaranda, I. & Zúñiga Muñoz, M. (2017). *Proyecto educativo del programa de formación con enfoque de innovación social*. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Icultur. 48p.
- Sánchez, C. E., Ríos, M. D. & Sosa, R. M. 2019. Propuestas didácticas en educación superior rural. Caso Utopía. *Revista de la Universidad de la Salle* (79), 179- 199.
- Sierra, J. O. (2017). *Aprovechamiento racional y utilización eficiente de pasturas y cultivos forrajeros en el trópico*. Primera edición. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. 694p.
- Simmons, J. & Muñoz, Y. (2005). *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Solórzano, J. L. (2010). *La técnica demostrativa y de observación*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades. p. 23.
- Trujillo, E. (2007). Propuesta metodológica para la alfabetización científica de niños en edad preescolar. *Anales*, 7(1), 73-93.
- Gutiérrez, M. E. (2002). El aprendizaje de la ciencia y de la información científica en la educación superior. *Anales de documentación*, 5(1), 197-212.