

Unidad agroambiental El Vergel, campo de aprendizaje para la formación de profesionales en Ciencias Agrarias de la Universidad de Cundinamarca, vereda Mancilla, Facatativá: estudio de caso prepandemia

Agro-Environmental Unit El Vergel, Learning Field for the Training of Professionals in Agricultural Sciences at the Universidad de Cundinamarca, vereda Mancilla, Facatativá: Pre-Pandemic Study Case

Carlos Alberto Calderón-Ricardo¹ , Diego Alexander Hernández-Contreras¹ 

¹Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca. Facatativá, Cundinamarca, Colombia.

*Autor de correspondencia: calbertocalderon@ucundinamarca.edu.co

Recibido: 25/09/2022

Aceptado: 18/12/2022

Publicado: 30/12/2022

Cómo citar:

Calderón-Ricardo, C. A. y Hernández-Contreras, D. A. (2022). Unidad agroambiental El Vergel, campo de aprendizaje para la formación de profesionales en Ciencias Agrarias de la Universidad de Cundinamarca, vereda Mancilla, Facatativá: estudio de caso prepandemia. *Ciencias Agropecuarias*, 8(2), 23-47. <https://doi.org/10.36436/24223484.698>

Resumen

Este aporte es una introspección sobre las ventajas académicas de que, una institución de educación superior posea una propiedad rural, y el significado de dicha propiedad como recurso pedagógico para la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Cundinamarca [UCundinamarca], sede Facatativá. En este artículo se presenta el análisis de un estudio de caso bajo las funciones sustantivas de la institución: Formación y Aprendizaje; Ciencia, Tecnología e Innovación [CTel]; e Interacción Social Universitaria [ISU]. La inauguración de la Unidad Agroambiental [UAA] El Vergel se realizó en 2019 y permitió a los estudiantes tener un espacio

idóneo para sus prácticas académicas, dado a que en esta finca se han desarrollado un total de 146 Proyectos Integradores Semestrales [PIS], bajo la tutoría de los docentes.

Palabras clave: agroecosistemas, agronomía, comunidad académica, desarrollo sostenible, proyecto de investigación.

Abstract

This contribution is an Introspection on the Academic Advantage of having a Rural Property, and its Meaning as Pedagogic Resource for the Agronomic Engineering Program, at Universidad de Cundinamarca [UCundinamarca], Facatativá. In this Paper we present a Case Study and its analysis, at the Light of the Institutional Substantive Functions: Training and Learning, Science, Technology and Innovation, and University Social Interaction. The opening of the Agro-Environmental Unit El Vergel in 2019, Allowed the Students to have an Ideal Place to Develop their Academic Practices, and Around 146 Biannual Integrative Projects [PIS], have been executed, Under Professors' Guidelines.

Keywords: Academic Community, Agroecosystems, Agronomy, Research Project, Sustainable Development.

Introducción

La Universidad de Cundinamarca [UCundinamarca] es una entidad pública que tiene como propósito formar profesionales con capacidades académicas, científicas y humanas, formados en los aspectos fundamentales del conocimiento posmoderno y coherentes con el contexto socioeconómico nacional y global. En este sentido, las funciones sustantivas de esta institución se enmarcan en tres pilares: la Formación y el Aprendizaje; la CTEI; y la ISU.

Ahora bien, el Modelo Educativo Digital Transmoderno [Medit], de la Universidad de

Cundinamarca, plantea que la formación es un proceso mejorado que se logra en un campo de aprendizaje Multidimensional (1, 2) y traza la necesidad de comprender, particularmente, el proceso de aprendizaje en las Ciencias Agropecuarias, más allá del aula de clase, conformando procesos de interacción, acción y transformación (3).

De modo que, para el año de 2018, la universidad adquirió la UAA El Vergel, que fue inaugurado en febrero de 2019. Ubicado en la vereda Mancilla del municipio de Facatativá, este espacio se enmarca en los procesos de mejoramiento y potencialización de la calidad

en las prácticas académicas de los programas de pregrado y posgrado de la universidad, ofertados en la Extensión Facatativá. La institución pretende fortalecer el proceso de aprendizaje fuera de las aulas, en un espacio práctico que articule la Formación y el Aprendizaje; la ctei; y la isu. Mediante el Acuerdo 000009 del 07 de mayo de 2019 (4), se creó el Centro de Estudios Agroambientales de la Universidad de Cundinamarca “Agroucundinamarca”, que se define como:

un campo de aprendizaje que funciona como centro de práctica, creación y apropiación del conocimiento, en el que integra las dimensiones económicas, social, cultural, ambientales y técnico productivo, a través de la Ciencia, la Innovación, la Formación y el Aprendizaje, y la Interacción Universitaria, para contribuir con el avance de la investigación formal, aplicada y formativa y el mejoramiento de la calidad de vida de la región (4).

El Centro de Estudios Agroambientales se compone de Unidades Agroambientales [UAA], entendidas como espacios físicos ubicados en tres municipios de Cundinamarca: La Esperanza, en el municipio de Fusagasugá; El Tibar en Ubaté; y El Vergel en Facatativá (4), su funcionamiento y reglamentación se rige por la Resolución 000003, del 10 de julio de 2019, la cual pretende apoyar la ejecución de los ejes misionales institucionales en las UAA (4) y fortalecer el modelo educativo institucional desde la participación activa de la comunidad académica en las regiones (2).

Es así como desde la inauguración de la UAA El Vergel se han desarrollado múltiples ejercicios

prácticos en los frentes misionales. Respecto a la Formación y el Aprendizaje, los docentes y estudiantes de los programas de Ingeniería Agronómica y Ambiental desarrollan, en las instalaciones adquiridas, la estrategia pedagógica denominada Proyecto Integrador Semestral [PIS], en la que los estudiantes diseñan una pregunta de investigación que se desarrolla en términos prácticos con el uso de organismos modelo que, por lo general, son especies vegetales de ciclo corto, como las hortalizas y algunos cultivos perennes. En cuanto al eje de ctei, este se ha enfocado hacia la formulación y ejecución de proyectos de investigación que se llevan a cabo desde la participación de los profesores en convocatorias de financiación internas o externas, así como iniciativas propias desarrolladas por semilleros de investigación. Otras actividades incluyen la realización de pasantías en aspectos técnico-administrativos de la UAA.

Por otra parte, el eje de isu tiene como propósito acercar la institución a las comunidades, desde el diálogo y la transferencia de conocimiento (2), factores importantes para el desarrollo del programa de Ingeniería Agronómica, pues se han ejecutado proyectos como *Territorio, paz y vida como estrategia de Ecoaprendizaje*, que tuvo como objetivo vincular a la comunidad del municipio de Facatativá con la academia, mediante la socialización de herramientas metodológicas que permitieran a las nuevas generaciones enfrentar los desafíos del siglo XXI —como el posconflicto colombiano o el cambio climático— con herramientas

de sostenibilidad y protección del entorno natural. Algunas de las actividades desarrolladas incluyeron talleres de recolección de semillas, siembras de árboles nativos, agrónomo por un día, entre otras. Sin embargo, hasta el momento no se ha realizado un análisis descriptivo inicial sobre cuál ha sido el impacto de la UAA en las actividades del programa de Ingeniería Agronómica, es por ello que, el objetivo de este trabajo fue describir los procesos misionales que el programa de Ingeniería Agronómica desarrolló en la UAA El Vergel, en el período prepandémico [2019-2020] como estrategia pedagógica clave para la formación de nuevos profesionales en el área de las Ciencias Agrarias.

Metodología

Área de trabajo y datos descriptivos

El abordaje metodológico del presente trabajo se realizó mediante un estudio de caso de tipo descriptivo, desarrollado en la UAA El Vergel. Los datos e información descriptiva se obtuvieron de fuentes académicas e institucionales, en un periodo de descripción de dos años. Los datos descriptivos que determinaron las áreas de infraestructura y las medidas de las parcelas productivas fueron tomadas por los autores en el campo, mediante el decámetro [50 m] y la cartografía se construyó con Google Earth [Figuras 1 y 2].

La recopilación sistemática de información sobre las actividades desarrolladas en la UAA El Vergel, por parte de los estudiantes y docen-



Figura 1. Infraestructura: A. Salones de clase. B. Bodega y almacén. Distribución Parcelas UAA: Parcela (1). 1246 m². (2). 1202 m². (3). 1074 m². (4). 865 m². (5). 618 m². (6). 414 m². (7). 495 m². (8). 619 m². (9). 358 m². (10). 1100 m². (11). 1010 m². (12). 1050 m² y (13). 1015 m²

Nota. Fotografía tomada con drone, cortesía de Robledo D, [2021]

Fuente: elaboración propia.

tes, durante los períodos académicos del primer y segundo semestre de 2019 y el primer semestre de 2020 [pre-pandemia] se estructuró con base a lo realizado en los siguientes campos de aprendizaje [materias]: Introduc-



Figura 2. Estudiantes realizan trazados y aplicación de herbicida en los lotes, bajo la capacitación que les ofrece el técnico agrícola de la UAA, Libardo Cabrera Garzón

Fuente: elaboración propia.

ción a los Sistemas de Producción Agrícola [ISPA]; Fisiología vegetal; Fisiología de cultivos y semillas; Propagación y producción de viveros, y Nutrición vegetal. Lo anterior, se realizó para determinar qué labores implementaron los estudiantes en las parcelas asignadas para el componente práctico en los campos de aprendizaje.

Proyecto Integrador Semestral [PIS]

Se elaboró una matriz de datos en Excel con la información contenida en los títulos de los PIS realizados por los estudiantes, que contaron con la asesoría de los docentes de cada campo de aprendizaje. Esta información se obtuvo de las guías de presentación de PIS, elaboradas por en 2019 por Padilla y García (5), y en 2020 por García (6, 7). En este análisis se tuvieron en cuenta tres períodos semestrales: primer Período Académico de 2019 [IPA-2019], segundo Período Académico de 2019 [IIPA-2019] y el primer Período Académico de

2020 [IPA-2020]. Los resultados se presentan mediante estadística descriptiva.

Se identificaron 47 palabras clave de los títulos para obtener los siguientes datos de los cultivos sembrados en la UAA El Vergel, en cada uno de los períodos académicos: 1. Número de PIS desarrollados. 2. Especies vegetales cultivadas. 3. Tipo de cultivos sembrados según las categorías identificadas de cultivos —aromáticas, follaje, frutales, granos, hongos, hortalizas, nativas, ornamentales y tubérculos—.

Se realizó un análisis independiente para los PIS de sexto semestre, toda vez que la metodología abordada por los docentes de los campos de aprendizaje de dicho semestre se enfocó en reconocer problemáticas socioeconómicas de agroecosistemas diferentes a los establecidos en El Vergel, es decir, aquellos PIS que fueron ejecutados en diferentes veredas del municipio de Facatativá y de Cundinamarca.

Resultados y discusión

Caracterización de la UAA El Vergel

La vereda Mancilla se ubica al costado norte del municipio de Facatativá y colinda al oriente con las veredas: Cuatro Esquinas y Prado; al occidente con San Rafael y La Selva y; al sur, con el casco urbano (8). Cuenta aproximadamente con 2464.07 hectáreas [ha] de extensión, donde se ubica la cuenca de la quebrada homónima de esta vereda (8).

La vereda se caracteriza por tener un relieve quebrado, con una altitud entre los 2600 a 3000 m s. n. m., temperatura media del 12°C y una humedad del 80 % (9, 10). La vegetación presente se encuentra entre bosque natural primario y de sucesión secundaria (10), además se caracteriza por contar con áreas de producción agropecuaria intensivas y semi-intensivas con sistemas de producción ganadero, agrícola intensivo y tradicional, entre otros (9). La UAA El Vergel es un predio que cuenta con una extensión de 20 ha, ubicado en la vereda Mancilla, a una distancia de aproximadamente 6 km del campus de la Universidad de Cundinamarca Extensión Facatativá (8). La estructura geológica en el paisaje de la finca se compone de unidades lito-estratigráficas de los períodos cretácico superior y cuaternario, con una topografía irregular a lo largo del predio (10). Además, se ha reportado que este predio presenta dos tipos de unidades geológicas: “Formación Guaduas y grupo Guadalupe” (10, p. 26), caracterizada

por la formación de arenisca tierna y de labor [Figura 3].

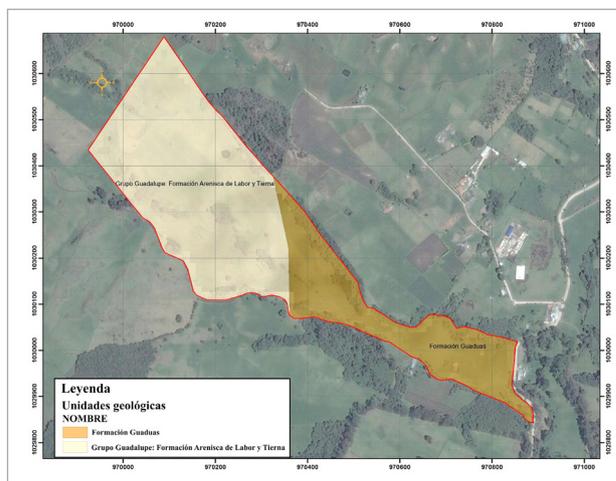


Figura 3. Unidades geológicas UAA El Vergel. Facatativá, Cundinamarca

Fuente: Acosta (10).

Según el Plan de Ordenamiento Territorial [POT] (8) de la Secretaría de Urbanismo del municipio de Facatativá, el suelo de la UAA El Vergel está clasificado como rural, con dos tipos de suelo: por un lado, el suelo de tipo 6b —un suelo de uso agropecuario tradicional, con actividades agropecuarias convencionales— y, por otra parte, un suelo dirigido hacia actividades forestales protectoras y productoras —cercas vivas y barreras rompevientos, así como sistemas agrosilvopastoriles—. Además, la Secretaría ha establecido que el 20 % del área como mínimo, debe dedicarse para uso forestal productor-protector (8, 10).

En términos administrativos, la UAA El Vergel se divide en dos unidades [Figura 4]. La unidad A contiene 14 ha y se encuentra en arriendo a un tercero —habitante de la vereda

y se dedica a la producción ganadera extensiva de doble propósito a pequeña escala—. Esta unidad presenta un sistema de pastoreo tecnificado con uso de suplemento alimenticio que depende el ciclo y la edad de los animales, y la rotación de potreros en función de la demanda animal. El sistema de producción es de tipo “agrícola familiar”, según lo expuesto por Calderón-Ricardo (9).

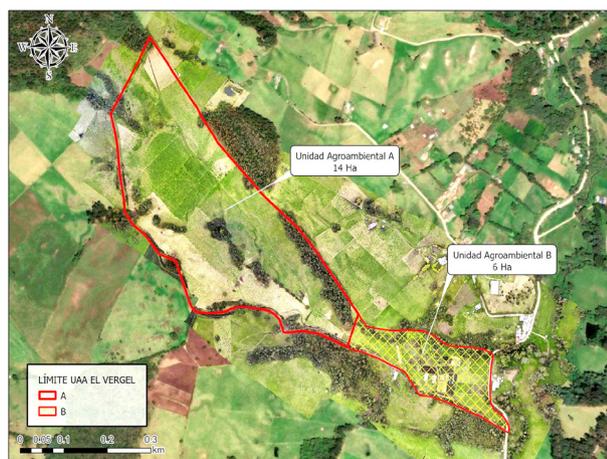


Figura 4. División Administrativa de la UAA El Vergel

Fuente: Composición integrada por fotografías de dron, por Robledo, DA y fotografía traspuesta de Google maps (11).

La unidad B, está compuesto por 6 ha destinadas a los procesos de Formación y Aprendizaje y de ctei, de los programas de pregrado de la UCundinamarca Extensión Facatativá. Su función es generar un campo de aprendizaje que garantice los procesos misionales y la formación de profesionales al servicio de la comunidad que, para el caso puntual de la Ingeniería Agronómica, se espera generar un acercamiento de la academia con los pobladores rurales y a los sistemas de producción que en ellos se generan.

La UAA cuenta con dos espacios construidos: el primero, tiene un área de 150 m² aprox. y se utiliza como bodega de herramientas e insumos agropecuarios; el segundo espacio es de 230 m² aproximadamente y equivale a una casa con dos plantas, adecuada para oficinas y aulas de clase. Además, cuenta con espacio de parqueadero y áreas de pradera para la recreación. Según los reportes de visitantes a la UAA, en el primer semestre del 2019 hubo una asistencia de 1403 visitantes y para el segundo semestre del mismo año, la cifra fue cercana a 1800 visitantes entre los que se cuentan estudiantes, profesores y administrativos.

Distribución de lotes agrícolas pedagógicos

En el espacio a campo abierto, los estudiantes de primero a noveno semestre, del programa de Ingeniería Agronómica, cuentan con zonas delimitadas en las que, guiados por los docentes, desarrollan ejercicios prácticos de clase enmarcados en el pis. Con el inicio de cada período semestral el comité técnico de la UAA El Vergel establece la distribución y dimensiones de los lotes asignados para cada núcleo temático [Figura 1], lo cual permite organizar las labores a realizar semanalmente.

Labores de adecuación de la unidad B

En promedio, cada grupo recibe, por semestre, un área de 800 m² aproximadamente. La primera labor asignada para cada grupo fue el control de la cobertura vegetal para una posterior mecanización. El control fue efectuado



Figura 5. Mecanización del suelo

Fuente: elaboración propia.

con el uso de herbicida de amplio espectro, en una dosis de 50 gr por cada 20 litros de agua. En cada lote fue aplicado en promedio 100 litros de solución con bomba de espalda en horas de la mañana, siguiendo los protocolos de bioseguridad [Figura 2].

La actividad seguida al trazado y al control de la cobertura vegetal fue la mecanización. Esta labor se llevó a cabo mediante el contrato de un tercero, el cual empleó un tractor con tres implementos: rotovator, cincel vibratorio y surcadora [Figura 5].

Los implementos fueron utilizados en el orden mencionado con el propósito de adecuar los lotes para la siembra de las especies vegetales

dispuestas en cada campo de aprendizaje. El levantamiento de camas, siembra y establecimiento de ejercicios de clase estuvo a cargo de equipos compuestos por los estudiantes y docentes asignados a cada parcela [Figura 6].

Formación y Aprendizaje [Casos]

Caso 1. Fisiología vegetal, Fisiología de cultivos y Semillas, propagación y producción de viveros y Nutrición vegetal

El contexto de cambio climático global, con lluvias irregulares, episodios extremos de sequía y disminución continua de los recursos hídricos (12) proyecta necesario reconocer y manejar los factores que pueden afectar o



Figura 6. Adecuación del suelo y siembra de plantas

Fuente: elaboración propia.

potenciar la morfo-fisiología de las plantas en condiciones de estrés hídrico (13), lumínico (14) y con acumulación de CO_2 (12). De este modo, la línea de contenidos disciplinares para la formación de ingenieros agrónomos de la UCundinamarca, proyecta como fundamental el entendimiento del funcionamiento y fenología de las plantas para la generación de capacidades técnico-científicas en el manejo de agroecosistemas.

En este sentido, los sistemas agrícolas de hoy requieren un mayor control de las condiciones de estrés que afectan los rasgos agronómicos de las plantas —incluyendo la simulación de factores abióticos que inciden en su capacidad fotosintética, la fijación de carbono y el de nitrógeno atmosférico (15)—, factores que

son determinantes en la productividad de los cultivos (13, 16). Por lo anterior, es que la UAA El Vergel es un laboratorio agroambiental idóneo para que los estudiantes puedan simular y experimentar con condicionantes bióticos y abióticos las diferentes respuestas fisiológicas de las plantas.

A continuación, se presentan la distribución de los campos de aprendizaje en el lote 5, el cual tiene un área total de 5618 mts² [Figura 7] y se encuentra físicamente delimitado en las áreas de trabajo para cada curso. Esta distribución del suelo se presenta a los estudiantes al inicio del semestre, lo que ha resultado en una óptima organización de los espacios de trabajo, así como en armonía y respeto entre ellos.

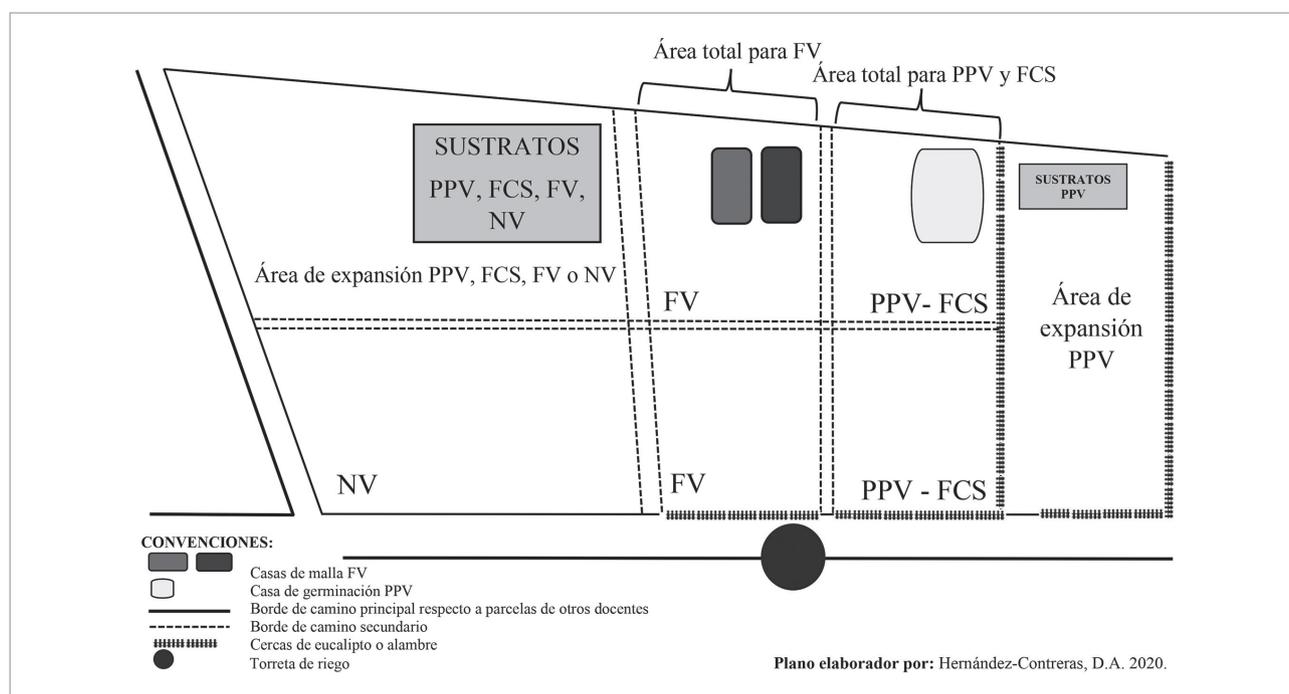


Figura 7. Plano de lote 5 en UAA El Vergel. Cursos orientados: NV=Nutrición Vegetal; FV=Fisiología Vegetal; FCS=Fisiología de Cultivos y Semillas; PPV=Producción y Propagación de Viveros

Fuente: elaboración propia.

Una de las actividades desarrolladas en el lote 5 fue la construcción de la casa de germinación —realizada durante los períodos IPA-2019 e IIPA-2019—. Esta casa se construyó con el fin de tener un lugar apropiado para el almacenaje y propagación de plántulas —ornamentales, nativas y hortalizas—, ya que cuando la UAA inició operaciones no se tenían espacios de este tipo y algunas plántulas se almacenaban al aire libre [Figura 8A.] o en el almacén de herramientas. Se elaboraron soportes para germinadores cónicos con el fin de realizar prácticas de germinación de semillas forestales [Figura 8F.].

En el campo de aprendizaje de Fisiología vegetal se llevaron a cabo otras labores como

la construcción de dos casas de polisombra, con poros de malla al 50 % y al 80 %, para realizar experimentos de control de factores abióticos y fenología de las plantas [Figura 9].

Este tipo de experimentos, de respuesta de las plantas a la luz, son necesarios para que los ingenieros agrónomos en formación comprendan cómo la tasa fotosintética, la asimilación de la luz y la clorofila pueden modificar las funciones reguladoras, el crecimiento, la productividad y la adaptación vía plasticidad fenotípica de las plantas como respuesta al cambio climático (15, 17).

También se inició la construcción de una torre de riego con soportes de guadua, como una



Figura 8. *Actividades de construcción de espacios de trabajo en campos de aprendizaje de Propagación y Producción de Viveros y Fisiología de Cultivos y Semillas. A. Disposición de material vegetal al aire libre. B-F. Interior de casa de germinación con plántulas a propagar y germinadores cónicos —caja azul con soportes en madera—*

Fuente: elaboración propia.



Figura 9. Construcción de dos casas de malla en el lote 5, por los estudiantes del campo de aprendizaje de Fisiología vegetal

Fuente: elaboración propia.

contribución al futuro sistema de riego que se instalará en la UAA El Vergel [Figura 10].

En los campos de aprendizaje o cursos orientados se realizan labores de siembra en los lotes asignados, aplicando en este proceso las etapas del método científico, según las hipótesis que plantean para los PIS [Figura 11].

Los PIS se han ejecutado en conjunto con las asignaturas y según el semestre en el que se encuentren los estudiantes, entre estas se encuentran: Bioestadística, Diseño expe-

rimental, Topografía, Hidráulica, Riegos y drenajes, Biología molecular, Microbiología, entre otras.

Caso 2. Introducción a los Sistemas de Producción Agrícola [ISPA]

El núcleo de ISPA se encontraba —y se sigue encontrando— en el primer semestre del pensum académico y su objetivo consistía en presentar una visión del funcionamiento de los sistemas de producción agrícola a nivel local, regional y nacional.



Figura 10. Inicio de construcción de torreta de riego de los estudiantes de Fisiología de Cultivos y semillas en el período IIPA-2019

Fuente: elaboración propia.



Figura 11. Labores de adecuación de camas, siembra y monitoreo agronómico de diferentes especies vegetales, por parte de los estudiantes

Fuente: elaboración propia.

Los temas tratados dentro del núcleo transitaban desde aspectos generales como manejos agronómicos de cultivos; la definición de la Ingeniería Agronómica y su importancia en el abastecimiento de alimentos; la historia de la agricultura, los problemas ambientales de la producción agropecuaria, la comercialización y la distribución de la producción, entre otros.

Para los estudiantes que integraron el IPA del 2019, en la clase de ISPA, el PIS representó el primer espacio de aproximación a la producción agrícola y al abordaje científico de la experimentación.

Campos de Aprendizaje Integrados en el PIS

Expuesto lo anterior, al grupo ISPA le correspondió la mitad de la parcela número 1, con aproximadamente un área de 600 m² [Figura 12] y se establecieron 6 grupos de trabajo, con el objetivo de comparar dos métodos de fertilización —química y orgánica— y un tratamiento testigo, sin fertilización.

La primera labor asignada a todo el grupo fue el control de la cobertura vegetal y disponer el terreno para labores de adecuación mecánica. Se efectuó una aplicación del herbicida sistémico de amplio espectro, con una dosis



Figura 12. Efectos de aplicación de herbicida en pradera de kikuyo [*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.]

Fuente: elaboración propia.



Figura 13. Parcela mecanizada ISPA

Fuente: elaboración propia.

de 50 gramos en cada 20 litros de agua. Los efectos de la aplicación se evidenciaron una semana después, la pastura inició con el amarillamiento del follaje y posterior secamiento del área foliar [Figura 12].

Posterior al control de la pradera, se procedió a mecanizar la parcela. La mecanización tuvo como propósito triturar e incorporar los residuos de material vegetal [Figura 13], por lo que se utilizó un rotovator —como implemento del tractor— para obtener un suelo en condiciones óptimas y susceptible a preparación y levantamiento de camas.

Cada grupo estuvo conformado por tres integrantes a quienes les fue asignado un espacio

de terreno de 4 m de ancho por 14 m de largo. Luego de la mecanización, la labor consistió en retirar los restos de raíces de mayor tamaño y disponerlos fuera de la parcela. Seguido de esto, se delimitaron las camas con el uso de cuerda y estacas de madera. Finalmente, en este espacio, los estudiantes levantaron tres camas de 1 metro de ancho por 14 metros de largo y espacios entre camas [caminos] de 20 centímetros [Figura 14].

Sumado a lo anterior, se llevó a cabo el establecimiento de los tratamientos y la siembra de las especies vegetales. En este caso, el material vegetal se obtuvo de propagadoras de la zona en estado de plántulas; todos los



Figura 14. Limpieza y levantamiento posterior a la mecanización de camas ISPA

Fuente: elaboración propia.

grupos sembraron plantas hortalizas, de las especies: Brócoli [*Brassica oleracea* var. *italica* Plenck], Espinaca [*Spinacia oleracea* L.], Lechuga Crespa [*Lactuca sativa* var. *crispa* L.], Lechuga Morada [*Lactuca sativa* var. *longifolia* Lam], Apio [*Apium graveolens* L.] y Coliflor [*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.].

En cada cama fueron sembradas un número de plántulas según la especie y se comparó el desarrollo del grupo de plantas en función al tipo de fertilizantes: Tratamiento 1 [T1]: aplicación de 3 Kg de fertilizantes, químico triple [15-15-15] por cama. T2: aplicación de 3 Kg de fertilizante orgánico [Biofort] y, T0: tratamiento testigo sin ninguna aplicación. Semanalmente, los estudiantes de cada grupo tomaron los datos de dos tipos de muestreos, teniendo en cuenta las siguientes variables: altura de la planta, número de hojas –muestreos no destructivos– y peso de la planta –muestreos destructivos– [Figura 15].

Descripción general de PIS IPA-IIPA-2019 e IPA-2020

Los estudiantes del programa de Ingeniería Agronómica, entre los periodos IPA-2019, IIPA-

2019 e IPA-2020, realizaron en la UAA El Vergel un total de 146 proyectos tipo PIS, bajo la tutoría de los docentes a cargo de cada núcleo temático [Tabla 1].

Tabla 1. Relación por período académico y por cada semestre de los PIS desarrollados por los estudiantes del programa de Ingeniería Agronómica Extensión Facatativá en 2019 y 2020

Relación de PIS por período académico				
Semestre	IPA-2019	IIPA-2019	IPA-2020	Total PIS por semestre
I	10	4	8	22
II	12	14	9	35
III	11	10	6	27
IV	7	0	12	19
V	7	7	9	23
VI	9	5	6	20
TOTAL	56	40	50	146

Fuente: elaboración propia.

Se evidenció que, el período académico con un mayor número de proyectos fue el IPA-2019 y el período con menor número de proyectos fue el IIPA-2019, lo cual se explica porque los estudiantes de cuarto semestre no lograron consolidar un PIS, pues las condiciones de sequía en la vereda Mancilla, entre los



Figura 15. Muestreos en plántulas de variables seleccionadas en camas ISPA

Fuente: elaboración propia.

meses de agosto a septiembre de 2019, afectaron significativamente la fisiología y morfología de los cultivos establecidos durante dicho período de tiempo.

Especies vegetales cultivadas en la UAA El Verge [Períodos IPA e IIPA-2019] por estudiantes de la V semestre

Se determinó que, en la UAA, en el período IPA-2019, del total de 56 PIS realizados por los estudiantes, 47 realizaron labores de siembra en dicha unidad [Figura 16].

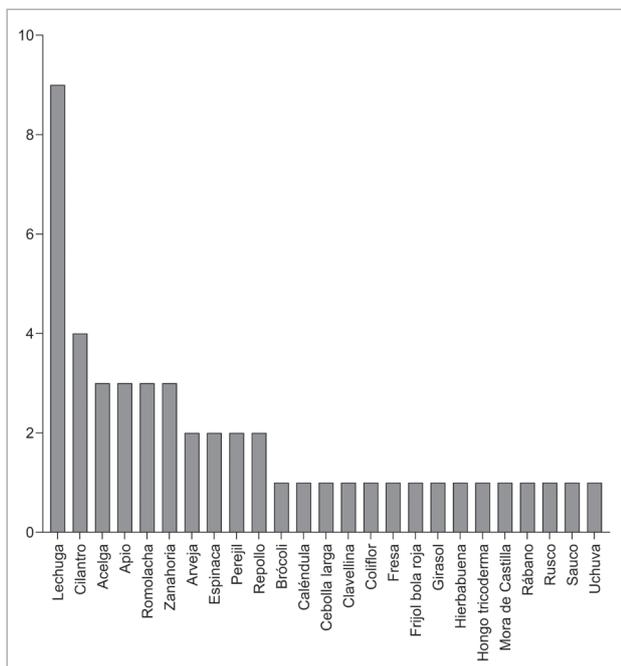


Figura 16. Número de proyectos que sembraron diferentes especies vegetales en la UAA durante el período IPA-2019

Nota. En total se contabilizaron 48 especies sembradas, porque en dos proyectos se cultivaron dos especies diferentes.

Fuente: elaboración propia.

En este listado no se contabilizó un proyecto enfocado en la identificación de microorganismos presentes en el agua utilizada para el riego de los cultivos de la UAA, pues en este no

se realizaron labores de siembra. Del total de PIS, en 9 se sembró alguna variedad de lechuga; en 4 cilantro; en 12 proyectos se sembraron zanahoria, acelga, remolacha o apio. 8 proyectos se centraron en la siembra de arveja, espinaca, repollo o perejil y otro grupo, de 15 proyectos, sembró diferentes tipos de cultivos de plantas aromáticas, frutales, hongos, hortalizas, nativas y ornamentales.

En el segundo semestre de 2019 se realizaron 40 PIS, pero en este caso varios de los proyectos no manejaron necesariamente una sola especie vegetal, sino que se centraron en comparar los efectos de diferentes tratamientos, en un mayor número de especies por proyecto, por esta razón se contabilizaron 46 especies vegetales sembradas en la UAA durante el IIPA 2019 [Figura 17].

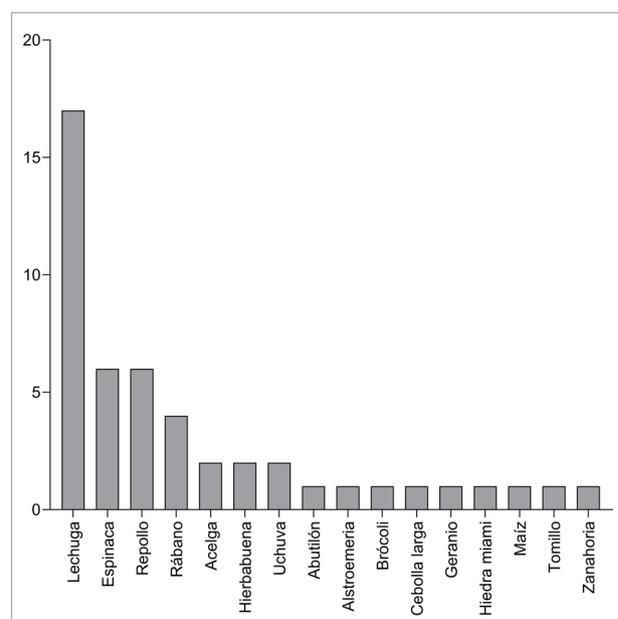


Figura 17. Número de proyectos que sembraron diferentes especies vegetales en la UAA durante el período IIPA-2019

Nota. En total se contabilizaron 46 especies sembradas.
Fuente: elaboración propia.

Durante el IIPA 2019, en 17 proyectos la siembra de lechuga predominó como la principal elección de los estudiantes. La espinaca y el repollo se sembraron en 6 proyectos cada una; el rábano en 4 proyectos; y la acelga, la hierbabuena y la uchuva en 2 proyectos cada una estas. Por último, hortalizas como el brócoli, la cebolla larga y la zanahoria, los granos como el maíz y las plantas ornamentales como el abutilón, geranio, hiedra miami y alstroemeria se sembraron en un proyecto cada una.

Tipo de cultivos sembrados en la UAA El Vergel [Períodos IPA e IIPA-2019] por estudiantes de I a V semestre

Se encontró que los procesos pedagógicos que requieren la siembra de plantas en la UAA están asociados en su mayoría a la siembra de hortalizas, con un 81 % de los proyectos enfocados a la siembra, mantenimiento las labores culturales y la evaluación de los diferentes tratamientos que aprenden los estudiantes en cada campo de aprendizaje [Figura 18].

En segundo lugar, están las plantas ornamentales con un 7 % de siembra, en tercer y cuarto lugar se encuentra la siembra de especies frutales y aromáticas, con un 4 %. Por último, las especies nativas y aquellas usadas para follaje y granos, representan el 1 % de los PIS.

Cultivos y temáticas evaluados por estudiantes de VI semestre en PIS [períodos IPA-2019, IIPA-2019, IPA-2020] en diferentes municipios de Cundinamarca

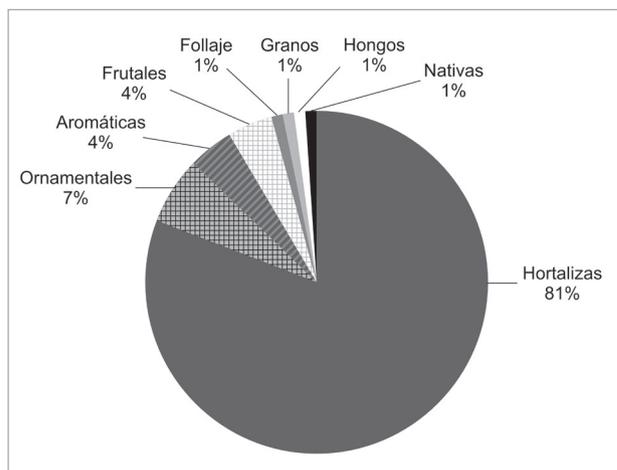


Figura 18. Relación de tipos de cultivos sembrados por los estudiantes en la UAA El Vergel entre IPA-2019 e IIPA-2019

Fuente: elaboración propia.

En los tres períodos académicos analizados, los estudiantes de sexto semestre han desarrollado un total de 20 proyectos tipo PIS, realizando visitas técnicas a diferentes sistemas productivos de Cundinamarca. Se identificó que la fresa es el cultivo que mayor interés ha despertado en la elaboración de los PIS, con 7 proyectos en total [Figura 19]. En una segunda escala se encuentran 2 proyectos que sembraron mora y 2 proyectos específicos en agroecología desarrollados en diferentes agroecosistemas de los municipios de Albán y Guaduas. Los demás proyectos se han desarrollado en cultivos de arveja, café, caña de azúcar, *Cocculus laurifolius* DC., limón Tahití, rosas, tomate de árbol y yuca, al menos en una ocasión [Figura 19].

Respecto a los municipios impactados por las iniciativas de PIS, se observa que los estudiantes han visitado diferentes sistemas pro-

ductivos en 9 municipios del departamento de Cundinamarca, durante los períodos IPA-2019, IIPA-2019 e IPA-2020 [Figura 20].

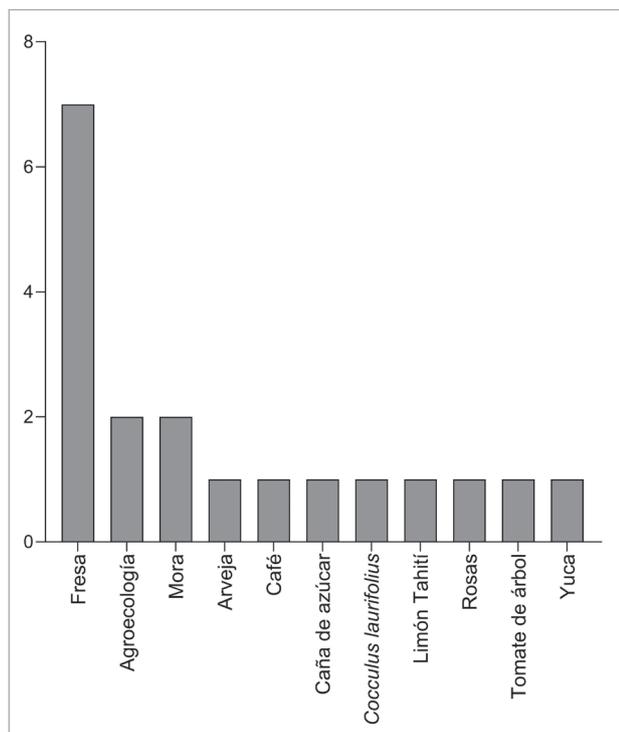


Figura 19. Cultivos que visitaron los estudiantes de sexto semestre durante IPA, IIPA 2019 e IPA 2020 para desarrollar sus PIS

FUENTE: elaboración propia.

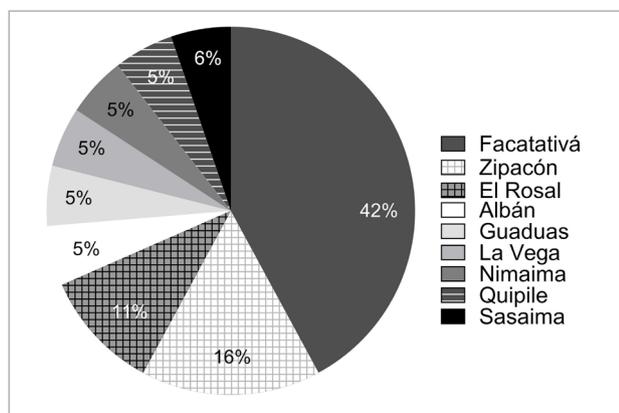


Figura 20. Porcentaje de pis ejecutados por los estudiantes de VI semestre en visitas técnicas que realizan a diferentes sistemas productivos de municipios en Cundinamarca

Fuente: elaboración propia.

Lo anterior, denota que los estudiantes no sólo se interesan por los sistemas productivos que puedan encontrar con mayor facilidad en Facatativá, sino que intentan conocer las dinámicas de producción de cultivos ubicados en otros municipios con diferentes pisos térmicos. No obstante, es evidente que la mayoría de PIS se ha desarrollado en Facatativá, con un 42 % del total de proyectos desarrollados, seguido de Zipacón, con 16 %, y en tercer lugar, se encuentra El Rosal, con 11 %. Estos tres municipios ofrecen a los estudiantes la cercanía necesaria con el campus universitario, que facilita la movilidad y el acceso a los sistemas productivos de regiones no tan alejadas de Facatativá. Por último, se encuentran los municipios de Sasaima, con un 6 %, y un grupo conformado por los municipios de Albán, Nimaima, La Vega, Quipile y Guaduas, con un 5 % del total de proyectos para cada municipio.

PIS de Período IPA-2020, en tiempos de pandemia

El primer período académico de 2020 generó la necesidad de adaptarse a las restricciones de la pandemia global de COVID-19. En las primeras semanas del semestre se logró la siembra de plantas que se utilizarían para los PIS, no obstante, con la declaración de la cuarentena nacional fue necesario abordar este ejercicio pedagógico desde una estrategia teórica, en donde los estudiantes integraron los diferentes campos de aprendizaje de sus PIS, pero abordaron las temáticas de cada proyecto por

medio de la escritura de artículo tipo *Review*. Se contabilizó un total de 50 PIS realizados en este período académico [Figura 21].

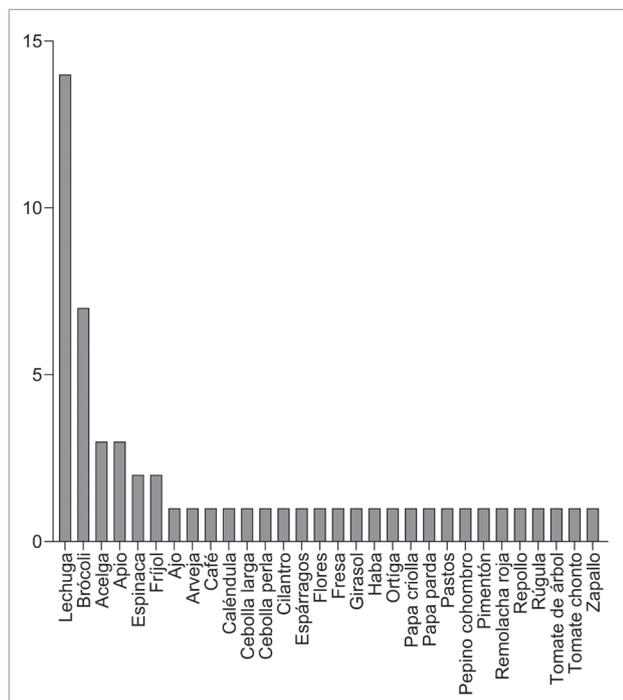


Figura 21. Número de especies empleadas para la revisión bibliográfica de los PIS teóricos elaborados por los estudiantes en el IPA-2020

Fuente: elaboración propia.

Para este ejercicio, los estudiantes seleccionaron las hortalizas en un 70 % como tema de investigación en sus proyectos y en menor proporción, eligieron otros tipos de cultivos [Figura 22].

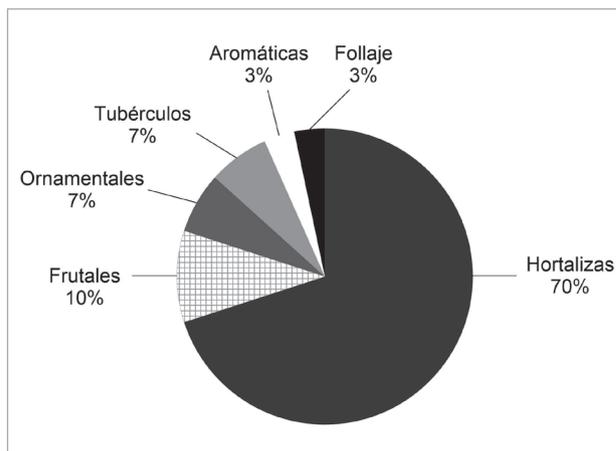


Figura 22. Porcentaje de proyectos tipo *Review* y enfoque por tipo de cultivo desarrollados en el IPA-2020

Fuente: elaboración propia.

Interacción social universitaria [Casos]

Caso 1. Taller de recolección de semillas nativas

El taller de recolección de semillas nativas es una iniciativa pedagógica que nació en el comité de docentes de interacción universitaria y que tiene como propósito, al igual que el PIS, generar un puente que conecte los contenidos de algunos campos de aprendizaje en un ejercicio práctico que permita el reconocimiento de la UAA El Vergel.

El abordaje metodológico parte desde la observación y desde los ejercicios prácticos de los tres campos de aprendizaje: Agroecología; Propagación y producción de viveros; y Diseño experimental, el abordaje metodológico consta de cinco momentos que se describen a continuación: el primer momento consiste en la recolección de semillas nativas, junto con la

toma de fotografías de las plantas que habitan en un trayecto de bosque ubicado al costado norte de la UAA y que recorre la quebrada presente en la finca. En el segundo momento se hace la identificación botánica de las semillas, mediante el uso de claves taxonómicas. En el tercer momento los estudiantes de Agroecología entregan las semillas identificadas a los estudiantes de Propagación y producción de viveros para que estos realicen la germinación y propagación vegetal. En el cuarto momento los estudiantes de Diseño experimental recolectan los datos de las especies de plantas propagadas para analizar variables de crecimiento. En el quinto momento los estudiantes y docentes de todos los campos de aprendizaje involucrados participan en jornadas de reforestación con las plantas producidas en escuelas rurales de las veredas Mancilla y San Rafael de Facatativá [Figura 23].

En esta oportunidad se sembraron 208 árboles de especies nativas como *Sambucus* sp. L. [Sauco], *Eugenia* sp. L., *Nacedero trichanthera gigantea* [Bonpl.], Nees [Nacedero] y se estableció un bosque de frutales con 14 plantas

de las siguientes especies: *Physalis peruviana* L. [Uchuva], *Solanum betaceum* Cav. [Tomate de árbol], *Rubus ulmifolius* Schott [Zarzamora], *Solanum quitoense* Lam. [Lulo], y *Vasconcellea pubescens* A. DC. [Papayuela].

Caso 2. Revegetalización de especies nativas

En febrero de 2020 el programa de Ingeniería Agronómica se unió a una iniciativa de reforestación y recuperación ecológica de la parte alta de la UAA El Vergel, iniciativa liderada por el programa de Ingeniería Ambiental, en colaboración con el Batallón de infantería N° 38 y la Escuela de Carabineros de Facatativá. Esta iniciativa se ajusta a los objetivos que desarrolla el comité de interacción social con el proyecto *Territorio, paz y vida como estrategia de Ecoaprendizaje* que impulsa jornadas continuas de revegetalización con especies nativas en diferentes veredas del municipio de Facatativá. En esta ocasión, los estudiantes y docentes de la Universidad de Cundinamarca, así como los habitantes de la vereda Mancilla y personal militar, sembraron 500 árboles de diferentes especies nativas como *Sambucus*



Figura 23. Actividades de recolección y siembra de semillas desarrolladas por el comité de interacción social

Fuente: elaboración propia.

sp. y *Nacedero trichanthera gigantea*, con el fin de aportar a la recuperación ambiental de la UAA El Vergel en su componente ecológico [Figura 24].

Perspectivas de desarrollo de la UAA El Vergel

Los casos presentados, de las actividades desarrolladas durante dos períodos académicos de 2019 y uno de 2020, muestran la importancia que representa para los programas de pre y posgrado de la Universidad de Cundinamarca —y en general en otras universidades de Colombia— contar con espacios experimentales, como la UAA El Vergel. La implementación de este tipo de espacios académicos ha demostrado ser un modelo pedagógico exitoso en otras instituciones de Colombia que ofertan el programa de Ingeniería Agronómica y afines, como el Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira [CEUNP], en donde se han dedicado las 17 hectáreas de extensión para generar investigación y producción agropecuaria, así como programas de fitomejora-

miento y asesorías a los técnicos, profesionales y productores agrícolas y pecuarios que lo requieran (18, 19). Otro ejemplo es la granja experimental Villamarina de la Universidad de Pamplona [Pamplonita, Norte de Santander], enfocada a la producción pecuaria, la conservación de ecosistemas de bosque andino y de recreación (20). Otras instituciones como la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia [Boyacá], la Universidad de Nariño [Nariño], la Universidad Francisco de Paula Santander [Norte de Santander] y la Granja Experimental Tinguavita de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia [UPTC], también implementan en sus granjas experimentales procesos de producción, investigación e innovación (21-23). Estos ejemplos en gestión de unidades agroambientales pueden orientar la proyección del modelo de desarrollo sostenible, a largo plazo, que se pretende implementar en la UAA El Vergel y generar un espacio de mayor interacción entre la comunidad universitaria y los habitantes del área rural del municipio de Facatativá.



Figura 24. *Actividades de reforestación en la UAA El Vergel*

Nota. Evento desarrollado en conjunto por los programas de la Extensión Facatativá, Ingeniería Agronómica y Ambiental y en colaboración con el Ejército Nacional.

Fuente: elaboración propia.

Este modelo tiene dentro de sus particularidades la ejecución de PIS en los diferentes lotes de la UAA. Los resultados descriptivos de los PIS mostraron que la mayoría de los proyectos se han desarrollado con hortalizas y la lechuga es la especie vegetal que más se ha cultivado hasta el momento; sin dejar de lado especies como el cilantro, brócoli y algunas plantas aromáticas, ornamentales o de interés forestal que también son reconocidas y evaluadas durante la ejecución de los PIS. Lo anterior, denota la predilección de estudiantes y docentes por seleccionar plantas de ciclos de vida corto en sus PIS, las cuales ofrecen ventajas de producción como organismos modelo, debido a su facilidad de siembra, ciclos de producción cortos y mayor posibilidad de comercialización, características que permiten realizar experimentos en la UAA con diferentes tratamientos bióticos y abióticos, enfocados al aprendizaje de los estudiantes en proyectos pedagógicos y de investigación.

Los requerimientos de luz de la lechuga oscilan entre 300 y 400 $\mu\text{mol. m}^{-2}\text{s}^{-1}$, con fotoperíodo de 14 a 15 horas (24), condiciones de acceso a la luz que pueden garantizarse en El Vergel para esta y otros tipos de hortalizas. Estas condiciones de germinación y producción, junto al alto contenido de fibra que tiene la lechuga y

otras hortalizas (25, 26), las proyectan como plantas ideales para implementar estrategias pedagógicas de corto plazo en granjas o huertos experimentales con vocación institucional (27-29). Lo anterior, es un aspecto importante para considerar en el desarrollo de la UAA El Vergel, pues el establecimiento de cultivos de ciclo corto en este espacio académico y la posterior rotación de cultivos que se está implementando luego de cada ciclo productivo, ha permitido potenciar en los estudiantes su capacidad de interacción y resolución de problemas con diferentes sistemas de cultivo. No obstante, el comité técnico de la UAA El Vergel pretende que a mediano y largo plazo se mejoren las condiciones de los sistemas de riego en la UAA para lograr establecer cultivos permanentes y de ciclo de vida largo —por ejemplo, se estima sembrar tomate de árbol, fresa, yacón y algunas variedades nativas de frijol y papas, entre otras— para generar procesos de investigación, afines a las necesidades productivas de la región Sabana de Occidente.

El programa de Ingeniería Agronómica tiene la expectativa de aportar, desde la investigación en Ciencias Agropecuarias y afines, a la implementación de procesos que lleven al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible [ODS] de las Naciones Unidas, en especial, lo que compete al objetivo 12, enfocado en la producción y consumo responsable y el objetivo 15, que gestiona la vida de los ecosistemas terrestres para detener la pérdida de la biodiversidad (30), tanto en la

vereda Mancilla como en otros municipios de Cundinamarca. Sin embargo, esta importante labor social y académica debe considerar algunos retos locales que pueden incidir en el avance de estas metas, como los conflictos socio-económicos por el uso de la tierra, especialmente, el aumento de la frontera agrícola y la sobreutilización de recursos naturales en algunos sectores de la cuenca alta del río Botello (31), junto a la calidad y cantidad del recurso hídrico y la disponibilidad del caudal ecológico que aporta la quebrada de Mancilla al sector veredal y urbano de Facatativá (32). Además, otro problema relevante a contemplar es que en la vereda Mancilla se viene presentando el fenómeno de algunos jóvenes que muestran desinterés en continuar asociados a las labores del campo como opción laboral en su territorio (33), lo cual indica que la dinámica y efectividad de las iniciativas comunitarias pueden limitarse en su repercusión por la falta aparente de relevo generacional.

En este sentido, las actividades enfocadas a la sostenibilidad ambiental, como las jornadas de revegetalización, realizadas en la UAA El Vergel, pueden impulsar una mayor colaboración entre la Universidad de Cundinamarca y los habitantes de la vereda Mancilla para reforestar otras zonas de la vereda que tienen baja cobertura arbórea e impactar positivamente en los proyectos de vida de las nuevas generaciones. Algunas iniciativas en otros sectores de Facatativá, como en la vereda Cuatro esquinas, han planteado que las áreas

consideradas para implementar procesos de reforestación, no sólo deben contemplar el aspecto técnico de las especies nativas a re-introducir en el ecosistema, sino el tipo de suelos, la disponibilidad del recurso hídrico y a el largo plazo, la apropiación de estos aspectos por parte de las comunidades de la zona (34), lo que requiere implementar un trabajo de educación agro-ambiental importante entre los actores para lograr el éxito y sostenibilidad del proceso. En este orden de ideas, ha sido clave la apertura a la comunidad desde el programa de Ingeniería Agronómica, mediante estrategias comunicativas que socializan este conocimiento adquirido en los proyectos de investigación, como por ejemplo, la organización de talleres, seminarios, y foros translocales que, en conjunto con el uso de las redes sociales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cundinamarca, han permitido ampliar el espectro y la eficacia en la divulgación de este conocimiento, lo que posiciona al programa como un actor clave que promueve el diálogo de saberes con el sector rural en la región.

Conclusiones

Los Proyectos Integradores de Semestre [pis] son una herramienta pedagógica fundamental, que potencia las capacidades técnico-científicas de los ingenieros agrónomos en formación y se encontró que, en cada período académico, las hortalizas conforman el principal modelo experimental que eligen profesores y estudiantes para realizar sus proyectos de aula.

Las actividades de Formación y Aprendizaje, Ciencia, Tecnología e Innovación [cte] e Interacción Social Universitaria [isu], que el programa de Ingeniería Agronómica realiza en la UAA El Vergel proyectan a este espacio académico de la Universidad de Cundinamarca como un eje dinamizador de los procesos de transferencia de conocimiento y tecnología que se espera, logren impactar positivamente en el desarrollo agropecuario sostenible de la vereda Mancilla y el municipio de Facatativá.

Agradecimientos

A los estudiantes, docentes y personal administrativo del programa de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Cundinamarca —especialmente, a Libardo Cabrera y Sara Sánchez—, Extensión Facatativá, que han participado activamente en el desarrollo de la UAA El Vergel. A Liliana García y a Pedro Padilla, por la generación de las guías de programación sobre los Proyectos Integradores de Semestre [pis] que realizan los estudiantes. A Daniel Robledo, por el aporte de la fotografía tomada con dron para la composición de la Figura 1.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos no estar inmersos en conflicto de intereses alguno que impidan el tratamiento imparcial de la información aquí reportada.

Referencias

1. Stiglitz J, Greenwald B. La creación de una sociedad del aprendizaje. Una nueva aproximación al crecimiento, el desarrollo y el progreso social. Libros LE de los, editor. Madrid, España; 2015.
2. Muñoz A. Educación para la vida, los valores democráticos, la civilidad y la libertad. Rev. Pen. Udecino; 2019 febr.;3(1):11-8. Disponible en: <https://www.ucundinamarca.edu.co/documents/varios/2019/medit-1.pdf>
3. Moreno V. Modelo Educativo Digital Transmoderno [Medit]: Una mirada desde la formación para la vida en la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Rev. Ciencias Agropec.; 2019 jun.;5(2): 5-8. DOI: <https://doi.org/10.36436/24223484.303>
4. Universidad de Cundinamarca. Acuerdo No. 000009 [Internet]. Consejo Académico. Soacha, Cundinamarca. 2019 p.1-3. Disponible en: <https://www.ucundinamarca.edu.co/documents/normatividad/acuerdos-academico/2019/009.pdf>
5. Padilla P, García J. Guía presentación de PIS-IPA 2019. Facatativá, Cundinamarca, Colombia: Programa de Ingeniería Agronómica; 2019 p. 1-11.
6. García J. Guía presentación de PIS-IPA 2019. Facatativá, Cundinamarca, Colombia: Programa de Ingeniería Agronómica; 2019 p. 1-9.
7. García J. Guía de presentación de PIS-IPA 2020. Facatativá, Cundinamarca, Colombia: Programa de Ingeniería Agronómica; 2020 p. 1-11.
8. Alcaldía Cívica de Facatativá. Plan de ordenamiento territorial Facatativá 2001-2021. Oficina Asesora de Planeación Municipal. Facatativá, Cundinamarca, Colombia; 2002 p. 159-399.
9. Calderón-Ricardo C. Conflicto ambiental por la distribución y uso del agua en la microcuenca de la quebrada cerro negro durante el periodo comprendido entre los años 1950 al 2016. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. Colombia; 2017.

10. Acosta O. Análisis del conflicto ambiental generado por el uso del suelo, zonificación de tierras y usos propuestos para la UAA El Vergel con la comunidad educativa. Facatativá. Universidad de Cundinamarca, Facatativá, Colombia; 2019.
11. Google maps. [Internet]. Facatativá: Mapa satelital del Centro Agroambiental El Vergel. [citado 2002 jul. 9]. Disponible en: https://www.google.com/maps/place/CENTRO+AGROAMBIENTAL+EL+VERGEL/@4.8678312,-74.3431298,856m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x8e3f7dd-4294ca287:0xd621011097137b90:8m2!3d4.86719!4d-74.3414423!16s%2Fg%2F11j5vv-7b_s?hl=es&entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTEyNC4xIKXMDSoASAFQAw%3D%3D
12. Farooq M, Hussain M, Ul-Allah S, Siddique K. Physiological and Agronomic Approaches for Improving Water-Use Efficiency in Crop Plants. *Agricultural Water Management*; 2019 jun.;219: 95–108. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.04.010>
13. Nemeskéri E, Helyes L. Physiological Responses of Selected Vegetable Crop Species to Water Stress. *Agronomy*; 2019 jul.;9(8): 1–19. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9080447>
14. Carón M, De Frenne P, Verheyen K, Quinteros A, Ortega-Baes P. Germination responses to light of four Neotropical Forest tree species along an elevational gradient in the southern Central Andes. *Ecological Research*; 2020 abr.;35(3): 550–8. DOI: <https://doi.org/10.1111/1440-1703.12112>
15. Yang B, Tang J, Yu Z, Khare T, Srivastav A, Dattir S, et al. Light Stress Responses and Prospects for Engineering Light Stress Tolerance in Crop Plants. *Journal of Plant Growth Regulation*; 2019 mzo.;38(4): 1489–506. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00344-019-09951-8>
16. Singh B, Sanwal S, Rai M, Rai A. Source of Biotic Stress Resistance in Vegetable Crops: A Review. *Vegetable Science*; 2009 en.;36(2): 133–46. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/274067004_SOURCES_OF_BIOTIC_STRESS_RESISTANCE_IN_VEGETABLE_CROPS_A_REVIEW
17. Stotz G, Salgado-Luarte C, Escobedo V, Valladares F, Gianoli E. Global Trends in Phenotypic Plasticity of Plants. *Ecology Letters*; 2021 oct.;24(10): 2267–81. DOI: <https://doi.org/10.1111/ele.13827>
18. Roveiro J, Aragón M, Llanos Y, Madero E. Cartografía ultradetallada de suelos y evaluación de tierras del Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia (CEUNP) Sede Palmira. *Acta Agronómica*; 1997 en.;47(1): 23–34. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta-agronomica/article/view/48226>
19. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Centro Experimental Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira (CEUNP) [Internet]. 2020 [citado 2020 jul. 12]. Disponible en: <https://www.palmira.unal.edu.co/index.php/lasede/recursos>
20. Universidad de Pamplona. Granja experimental Villamarina [Internet]. 2020 [citado 2020 jul. 12]. Disponible en: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_7/recursos/2018/08102018/nuestra_sede.jsp
21. Universidad de Nariño. Fondo de Granjas [Internet]. 2020 [citado 2020 ag. 3]. Disponible en: <https://www.udenar.edu.co/dependencias/vice-rectoria-academica/granjas/botana/>
22. Universidad Francisco de Paula Santander. Granja Experimental UFPSo [Internet]. 2020 [citado 2020 ag. 3]. Disponible en: <https://ufpso.edu.co/granja/Presentacion>
23. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Granja Experimental Tinguavita [Internet]. 2021 [citado 2020 ag. 3]. Disponible en: https://www.uptc.edu.co/export/sites/default/vie/extension/doc/port_servicios_granja_T.pdf
24. Park M, Lee Y. Effects of CO2 concentration, light intensity and nutrient level on growth of leaf

- lettuce in a plant factory. *Acta Horti*; 2001 548: 377-383. DOI: <https://doi.org/10.17660/Acta-Hortic.2001.548.43>
25. Park JE, Park YG, Jeong BR, Hwang SJ. Growth and Anthocyanin Content of Lettuce as Affected by Artificial Light Source and Photoperiod in a Closed-type Plant Production System [Internet]. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*. Korean Society of Horticultural Science; 2012 dic.;31(1): 673-9. DOI: <https://doi.org/10.7235/hort.2012.12020>
 26. Kim M, Moon Y, Tou J, Mou B, Waterland N. Nutritional Value, Bioactive Compounds and Health Benefits of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*; 2016 jun.;49: 19-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2016.03.004>
 27. Bermudez C, Otálora J, Vásquez V. Huerto pedagógico comunitario: un aporte para el fortalecimiento de la educación ambiental en la institución educativa La Buitrera, Cali, Colombia. Vol. 21. Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ciencias Básicas, Programa de Administración Ambiental; 2020.
 28. Rodríguez R. Las granjas integrales autosuficientes como escenario de prácticas pedagógicas en Instituciones educativas en Colombia [Tesis en Especialización en Gestión de Proyectos; Internet]. [Bogotá]: Universidad Nacional Abierta y a Distancia [UNAD]; 2017. Disponible en: <https://www.oreilly.com/library/view/designing-data-intensive-applications/9781491903063/%0Ahttp://shop.oreilly.com/product/0636920032175.do%0Ahttps://www.packtpub.com/web-development/getting-started-webrtc%0Ahttps://www.oreilly.com/library/view/getting-s>
 29. Saavedra G, Corradini F, Antúnez B, Felmer S, Estay P, Sepúlveda P. Manual de producción de Lechuga. Boletín INIA. Santiago de Chile, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA]; 2017. 1-149 p.
 30. Organización de las Naciones Unidas. Objetivos y metas de desarrollo sostenible [Internet]. 2020 [citado 2020 jul. 12]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
 31. Figueroa E. Evaluación del estado de los conflictos del uso de la tierra en la cuenca alta del río Botello del municipio de Facatativá. [Bogotá, Colombia]: Universidad Santo Tomás, Facultad de Ingeniería Civil; 2015. p. 1-54.
 32. Hernández-Caballero A, Silva-Herrera Á. Formulación de estrategias para la gestión de la microcuenca quebrada Mancilla a partir del cálculo del balance hídrico y el caudal ecológico en Facatativá, Cundinamarca. [Trabajo de grado Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Ambiental; Internet]. [Facatativá, Cundinamarca]: Universidad de Cundinamarca; 2019. p. 1-105.
 33. Fiorillo G, Guzmán P, Vivas J, Castro M. Propuesta de alianza académico-humanista de ingeniería con el sector social. Caso de éxito: mejoramiento de vida y desarrollo sostenible en la vereda La Mancilla Facatativá. En: Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI [EIEI ACOFI]. Cartagena de Indias, Colombia; 2022. p. 1-13.
 34. Rivera A. Propuesta de reforestación como alternativa para la conservación de áreas de interés estratégico en la vereda Cuatro Esquinas del municipio de Facatativá, Cundinamarca. [Trabajo de grado Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Ambiental]. [Bogotá]: Universidad El Bosque; 2019. p. 1-57.