



RESOLUCIÓN 12 DE 2023

(14 de febrero)

Por la cual se aprueba el Proyecto Académico Educativo - PAE del programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA, adscrito a la Facultad de Ingeniería,

EL CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

En uso de sus atribuciones legales y en especial las conferidas por la Ley 30 de 1992 y el Artículo 24 del Acuerdo 066 de 2005 y

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con lo establecido en la Ley 30 de 1992, las instituciones de educación superior son autónomas para ejercer y desarrollar sus programas académicos, teniendo como objetivo prestar a la comunidad un servicio de alta calidad, como resultado de su formación.

Que el Ministerio de Educación Nacional expidió el Decreto 1075 de 2015 - Único Reglamentario del Sector Educación.

Que el Ministerio de Educación Nacional expidió el Decreto 1330 de 2019 por el cual se sustituye el Capítulo 2, Título 3 Parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015 – Único Reglamentario del Sector Educación.

Que el capítulo 2 del Decreto 1330 de 2019 compilado del Decreto 1075 de 2015 del Ministerio de Educación Nacional establece las condiciones de calidad para la obtención de Registro Calificado de Programas Académicos de Educación Superior y el artículo 2.5.3.2.6.1 del decreto en mención, establece que los programas de posgrados son la formación posterior al título de pregrado que se desarrolla según el marco normativo vigente, en los niveles de especialización, maestría y doctorado.

Que mediante Acuerdo 085 de 2022, se crea el programa de posgrado de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, adscrito a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Que el artículo 6 del Acuerdo 085 del 19 de diciembre de 2022, establece que el Consejo Académico aprobará mediante Resolución, el Proyecto Académico Educativo, PAE, del programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA.

Que el Comité Curricular, en sesión 19 del 29 de abril de 2022, determinó recomendar ante el Consejo de Facultad de Ingeniería el proyecto de creación del Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA.



Que el Consejo de Facultad de Ingeniería, en sesión 09 del 19 de mayo de 2022, previa recomendación del Comité Curricular, recomendó la creación del Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA.

Que el Consejo Académico en sesión 05 del 14 de febrero de 2023, aprobó el Proyecto Académico Educativo PAE del programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA, adscrito a la Facultad de Ingeniería.

En mérito de lo expuesto, el Honorable Consejo Académico de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,

RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Aprobar el Proyecto Académico Educativo del programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA, adscrito a la Facultad de Ingeniería.

ARTÍCULO 2.- IDENTIFICACIÓN DEL PROGRAMA: El Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA se identifica por las siguientes características generales:

Nombre del Programa	Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura
Código SNIES	
Sede del Programa	Tunja
Facultad /Seccional	Facultad de Ingeniería
Ubicación del Programa	Boyacá – Tunja
Nivel Académico	Posgrado
Nivel de Formación	Especialización
Modalidad	Presencial
Título que Otorga	Especialista en Tecnologías Digitales para la Agricultura.
Norma Interna de Creación	Acuerdo No. 085 del 19 de diciembre de 2022
Número de Créditos Académicos	24 créditos
Periodicidad de Admisión	Semestral
Duración del Programa	2 Semestres
Valor de la Matrícula	Seis (6) SMMLV
Número Máximo de admitidos por cohorte	30 estudiantes
Programa en Convenio	No
*Clasificación Internacional Normalizada de Educación – CINE 2013 AC	
Campo Amplio	Ingeniería, Industria y Construcción.
Campo Específico	Ingeniería y profesiones afines.
Campo Detallado	Tecnología de Protección del medio ambiente – Electricidad y Energía – Electrónica y Automatización.

***Núcleo Básico del Conocimiento**

Área de Conocimiento	Ingeniería, Arquitectura, Urbanismo y afines.
Núcleo Básico del Conocimiento - NBC	Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y afines.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

ARTÍCULO 3.- PERTINENCIA Y PROPÓSITOS DEL PROGRAMA

3.1. Marco jurídico específico del programa

El programa de Especialización en Tecnologías Digitales para Agricultura, es un programa adscrito a la Escuela de Posgrados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, el cual se establece dentro del marco jurídico definido por:

La Constitución Política de Colombia, en la cual se establece que la Educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social, garantiza la autonomía universitaria y consagra las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra.

La Ley 30 de 1992, por la cual se organiza el servicio público de la Educación Superior en Colombia y en especial su Artículo 28, el cual concede la autonomía universitaria para modificar sus estatutos, designar sus autoridades académicas y administrativas, crear, organizar y desarrollar sus programas académicos, definir y organizar sus labores formativas, académicas, docentes, científicas y culturales, otorgar los títulos correspondientes, seleccionar a sus profesores, admitir a sus alumnos y adoptar sus correspondientes regímenes, y establecer, arbitrar y aplicar sus recursos para el cumplimiento de su misión social y de su función institucional.

La Ley General de Educación (Ley 115 de 1994), en la cual se plantea que la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes, que requiere un educador de reconocida idoneidad moral, ética, pedagógica y profesional.

La ley 1188 de 2008, en la cual se regula el registro calificado de programas académicos.

El Decreto 1279 de 2002, por el cual se establece al régimen salarial y prestacional de los docentes de las universidades estatales.

El Decreto 1075 del 2015, por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector educación.

El Decreto 1330 de 2019, por el cual se sustituye el Capítulo 2 y se suprime el Capítulo 7 del título 3 de la parte 5 del Libro 2 del Decreto 1075 de 2015 – Único Reglamentario del Sector Educación.

El Acuerdo 021 de 1993, por el cual se modifica y adopta el Estatuto del profesor Universitario de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

El Acuerdo 063 de 2016, Por el cual se deroga el Acuerdo 038 del 30 de julio de 2001, se determina la Estructura Orgánica, para la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y se establecen las funciones de las dependencias.

Acuerdo 053 de 2011, reglamenta la oferta de programas de pregrado acreditados, y posgrados en extensión, en otras regiones del país o en las Seccionales de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

El Acuerdo 025 de 2012, por el cual se reglamentan los estudios de formación posgraduada de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.



El Acuerdo 052 de 2012, por el cual se establece el reglamento estudiantil de posgrados de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

El Acuerdo 031 de 2015, por el cual se aprueba el Plan Maestro de Desarrollo Institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia 2015-2026.

Acuerdo 015 de 2016, por el cual se establece la política de internacionalización de la UPTC

El Acuerdo 070 de 2015, por el cual se expide el Estatuto Académico de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Acuerdo 070 de 2016, por la cual se modifican y se derogan algunas disposiciones de los Acuerdo Nos: 012 de 1999, 025 de 2012, se deroga el Acuerdo 010 de 2016 y se dictan otras disposiciones.

Acuerdo 001 de 2018, Por el cual modifica el Acuerdo 063 de 2018, que determina la Estructura Orgánica, para la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Acuerdo 019 de 2018, Por el cual se modifica artículo 44 del Acuerdo 052 de 2012.

Acuerdo 022 de 2018 Por el cual se modifica el parágrafo del Artículo 1, se realizan unas modificaciones del Acuerdo 066 de 2005.

Acuerdo 041 de 2018 Por el cual se modifican los Artículos 1º, 2º, 3º y 5º del Acuerdo 070 de 2016 y los artículos 21 y 22 del acuerdo 025 de 2012.

Acuerdo 051 de 2018 Por el cual se aprueba la unificación, integración y ajuste de los Acuerdo 032 de 2015 y N° 019 de 2017: Plan de Desarrollo Institucional 2015 – 2018.

Acuerdo 053 de 2018 Por el cual se establece la Política Académica para la Formación Posgraduada en la Universidad pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Resolución 39 de 2018 por el cual se modifica la resolución 20 de 2018- áreas disciplinares de los programas de Posgrados.

Resolución 28 de 2018 por el cual se aprueba el modelo pedagógico de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - “Edificando Futuro”

Acuerdo 040 de 2019 por el cual se modifica el Artículo 9 del Acuerdo 052 de 2012, Reglamento Estudiantil de Posgrados.

Acuerdo 059 de 2019, por el cual se aprueba el Plan Estratégico de Desarrollo, de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, periodo 2019 – 2030.

Acuerdo 060 de 2019, por el cual se aprueba el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, periodo 2019 – 2022.

3.2. Justificación del programa

La Universidad reconoce la planeación universitaria como el mecanismo apropiado para orientar la transformación institucional en búsqueda de la excelencia académica y administrativa. En consecuencia, se rige por un plan estratégico de desarrollo diseñado para un periodo de doce años y por planes de desarrollo institucionales cuatrienales; los cuales, se articulan a los planes de Desarrollo vigentes de la Nación, el Departamento y el Municipio. En este orden de ideas, la



Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, es un programa que permite cumplir estos propósitos en forma sectorial en concordancia con dichas proyecciones.

El análisis del desarrollo y la economía de un país se mide por la renta que éste genere, y es el resultado de la producción agregada que incluye el consumo, la inversión, el gasto público y las exportaciones netas (exportaciones menos importaciones). Bajo estos términos se resalta el comportamiento de la economía colombiana en dependencia de los componentes del sector agrario que demuestran una gran tradición y participación en el PIB. La intención sectorial es fortalecer el uso eficiente y responsable de la tierra y la producción agropecuaria a escala y en forma tecnificada.

La agricultura y su tecnificación tienen una gran importancia en la economía del país, gracias a su significativo aporte a la producción interna, a las formas de vida rural del país, a los ingresos de exportación, al desarrollo regional y a la seguridad y soberanía alimentaria. En las áreas estratégicas de mejoramiento económico y social del país y de la región central, se entiende que la tecnificación agrícola tiene incidencia en todos los niveles de los planes de desarrollo, por lo que, la agroindustria es un paso a seguir para fortalecer las acciones orientadas al crecimiento y desarrollo del país, y más aún en el marco actual de la recuperación pospandemia.

Por muchas generaciones, el agricultor colombiano ha dedicado gran parte de su tiempo a las labores de preparación de la tierra, siembra, cuidado y cosecha de sus productos en el marco de la economía campesina. Históricamente, el campesinado ha utilizado su experiencia y conocimiento ancestral para lograr un equilibrio entre los acontecimientos del clima y sus decisiones de producción. La agricultura digital y de precisión integra información y herramientas tecnológicas para gestionar de manera automática, óptima y eficiente los recursos e insumos a aplicar a los cultivos; para incrementar la producción, disminuir los costos y reducir los impactos ambientales.

El uso de tecnologías digitales para la agricultura en Colombia actualmente es una realidad, la integración hardware y software especializado para gestionar y controlar procesos agroindustriales pueden por ejemplo, optimizar la producción agrícola a través del manejo de la variabilidad (espacial y temporal) de los factores de producción del cultivo haciendo uso de tecnologías como: el posicionamiento global satelital (GPS), sensores láser en tierra para medir el nivel del terreno e imágenes aéreas para evaluar las diferentes variables de cada determinada parcela, esto solo por hablar de una de sus múltiples aplicaciones.

La combinación de estas tecnologías que expresan una fortaleza en el valor agregado, evidencian en el país una necesaria revolución de eficiencia ecológica y tecnológica de última generación y demuestran como la agroindustria se puede convertir en una solución innovadora en la evolución de la agricultura tradicional hacia la agricultura digital.

Por las consideraciones anteriores, el programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura propiciará la formación del talento humano de la región, en la apropiación del conocimiento necesario para diseñar, aplicar e implementar estas tecnologías en el sector agrícola de la región y el país. Esta propuesta académica se convierte en una respuesta a la problemática del incremento de la efectividad de la producción agroindustrial de la región y apoya la generalización del uso de estas herramientas tecnológicas para el desarrollo y mejora de los incipientes niveles de valor agregado y de generación de conocimiento en el sector agroalimentario.



Código: D-FP-P04-F01	Versión: 01	Página 6 de 69
----------------------	-------------	----------------

El actor significativo con potencial de interacción lo constituye el sector agroalimentario y agroindustrial ya que el Departamento de Boyacá es considerado como la segunda despensa alimentaria de Colombia. La diversidad ecosistémica, agroecológica, variedad de zonas climáticas y áreas pluviométricas, así como su posición estratégica y cercanía a principales centros de abastecimiento, comercialización y consumo benefician la producción agrícola y los procesos de transformación con un aporte significativo para la economía municipal, regional y nacional.

Los desafíos y retos del sector agrícola para garantizar seguridad alimentaria y producción de alimentos sostenible es una cuestión de interés global, nacional y local, que no distingue profesiones, estratos, nivel educativo o género. Es un campo de estudio en el cual todos los ciudadanos están inmersos y todos los conocimientos aportan. Es allí donde cobra importancia y pertinencia el conocimiento y aplicación de recursos tecnológicos impartido en la ETDA para actuar de manera efectiva y eficiente sobre la recuperación, desarrollo y crecimiento del sector agrario, con el fin de satisfacer las necesidades y demanda alimentaria en la región, el país y el mundo.

La oferta global de programas que abordan las temáticas relacionadas con tecnologías enfocadas al desarrollo agrícola y agroindustrial se encuentra en aumento y responde al momento presente del desarrollo de la agricultura, con la irrupción de la revolución tecnológica y digital, bautizada como Revolución Industrial 4.0.

Adicionalmente, analizando la oferta nacional obtenida de los programas de posgrado ofertados con tendencia a la tecnificación y automatización de procesos, se identifica claramente la ausencia de un programa de posgrado en la región y en el país que forme a profesionales en la aplicación de tecnologías digitales de instrumentación, control, procesamiento de señales y telecomunicaciones en procesos agrícolas, que es una ventaja académica para los interesados en estudiar la especialización ETDA.

3.3. Misión

El programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, aportará al entorno local, regional y nacional mediante la formación de profesionales especializados con competencias orientadas al diseño, desarrollo, gestión y administración de proyectos tecnológicos aplicados al mejoramiento de procesos agrícolas desde una perspectiva interdisciplinaria e integral.

3.4. Visión

En el año 2030 la Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura será un programa referente y líder a nivel regional y nacional como pilar de formación en conocimiento para la generación y articulación de desarrollos productivos en el sector agrario, a través de la aplicación de referentes teóricos, metodológicos y tecnológicos para el mejoramiento del rendimiento y calidad de las prácticas agrícolas mediante la explotación eficiente y sustentable de los recursos naturales, energéticos y ambientales del país.

3.5. Objetivos del programa

3.5.1. General

Formar especialistas del área de Ingeniería en el desarrollo y aplicación de herramientas tecnológicas basados en agricultura digital, para el mejoramiento y optimización de los procesos agrícolas.

3.5.2. Objetivos Específicos:

Los objetivos específicos que se persiguen con el programa de especialización son:

- Desarrollar competencias para el uso, selección, integración, adaptación y aplicación de herramientas tecnológicas que permitan a los especialistas la gestión eficiente de recursos agrarios para el mejoramiento de la productividad y calidad en procesos agrícolas.
- Proporcionar un espacio de formación complementaria para profesionales en ingeniería donde se orienten conocimientos enfocados al diseño e implementación de herramientas tecnológicas para la agricultura, con el fin de identificar problemas del sector y formular soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible.
- Operacionalizar los principales desarrollos conceptuales, metodológicos y tecnológicos de la agricultura digital, en un espacio de formación y participación multidisciplinario, enfocado a la discusión y resolución de problemáticas, formulación y planificación de proyectos orientados al cierre de brechas tecnológicas en el sector agrícola.

3.6. Perfiles

3.6.1. Perfil de Ingreso

La Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura está dirigida a profesionales en Ingenierías: electrónica, telecomunicaciones, sistemas, informática, electromecánica, agronómica, ambiental, ciencias agrícolas o agrarias y afines a los objetivos y áreas de formación del programa de especialización, debe contar con el título otorgado por una universidad colombiana o extranjera debidamente reconocida.

Requisitos de admisión:

Según el acuerdo 052 del 2012 artículo 07, Quien aspire a ingresar a un programa de posgrado, deberá presentar, ante la Coordinación Académica del respectivo programa, los siguientes documentos:

- a) Formulario de inscripción debidamente diligenciado.
- b) Hoja de vida, anexando los soportes correspondientes.
- c) Fotocopia del título profesional en un área del conocimiento.



- d) Recibo de pago de los derechos de inscripción.
- e) Fotocopia del documento de identidad o su equivalente para el caso de aspirantes extranjeros.
- f) Certificado de calificaciones de pregrado.
- g) Los demás requisitos que estipule cada programa de posgrado.

Para el ingreso de estudiantes por transferencia, el Comité de Currículo de cada programa, tendrá en cuenta los siguientes criterios: cupos disponibles, historia académica del candidato, motivo de retiro certificado oficialmente por la Institución de procedencia, plan de estudios vigente, al cual se incorpora el candidato y promedio acumulado de calificaciones, establecido por cada programa en el pregrado.

3.6.2. Perfil de Egreso

El Especialista en Tecnologías Digitales para la Agricultura, reconoce los fundamentos agronómicos que influyen en el rendimiento de la producción agrícola y diseña e implementa tecnologías basadas en la industria 4.0, que garanticen la productividad y sustentabilidad de los recursos agrícolas. Contribuye con el desarrollo de la región, apropiando necesidades y especificaciones técnicas y legales asociadas a los procesos productivos, garantizando el uso apropiado de los recursos financieros y de las energías renovables.

ARTÍCULO 4.- ASPECTOS CURRICULARES DEL PROGRAMA

4.1. Componentes Formativos:

El plan general de estudios de la especialización ETDA se ha definido acorde a lo estipulado en el sistema de créditos académicos, la estructura curricular y los resultados de aprendizaje proyectados, la formación integral del especialista, las actividades académicas que evidencian estrategias de flexibilización curricular, y el perfil de egreso, en armonía con las habilidades del contexto internacional, nacional, y local orientadas al desarrollo de las capacidades para aprender a aprender.

4.1.1. Sistema de créditos

En correspondencia a los lineamientos establecidos en el Decreto 1330 de 2019 (Artículo 2.5.3.2.4.2.), un crédito académico es la unidad de medida del trabajo académico del estudiante, que equivale a 48 horas para un periodo académico. La proporción entre la relación directa con el profesor y la práctica independiente del estudiante será de 1 hora de trabajo directo por 2 horas de trabajo independiente. El programa se desarrolla en dos (2) semestres académicos, cada semestre con una duración de dieciséis (16) semanas. El total de los créditos del programa de la Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA es de 24 créditos.

4.1.2. Estructura Curricular del Programa

A continuación, en la Tabla 1 se resumen los componentes de la estructura curricular del programa Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA.

Tabla 1 Distribución curricular prevista para la ETDA

Componente	Porcentaje %	Total Créditos
Básica/ Interdisciplinar	33%	8
Profundización ¹	50%	12
Complementaria (Electiva)	17%	4
TOTAL	100%	24

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

Tabla 2 Estructura Curricular ETDA

Componente	Cursos	Tipo de Crédito ²
Básica/ Interdisciplinar	Herramientas Tecnológicas de la Agricultura Digital.	Teórico- Práctico
	Fundamentos Agronómicos para la Agricultura Digital.	Teórico- Práctico
Profundización	Sistemas de Información Geográfica SIG y Teledetección para Agricultura Digital.	Teórico- Práctico
	Maquinaria y Robótica Aplicada a la Agricultura Digital.	Teórico- Práctico
	Redes de Sensores e IoT para Agricultura Digital.	Teórico- Práctico
Complementaria (Electiva)	Electiva I	Teórico- Práctico

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

El programa está distribuido en tres componentes de formación: Interdisciplinar que está constituido por 8 créditos académicos, Profundización constituido por 12 créditos y Complementario o Electivo de 4 créditos.

Componente Básico/ Interdisciplinar:

Cuenta con dos cursos de 4 créditos cada una, para un total de 8 créditos (33% del plan de estudios). La finalidad de este componente, como su nombre lo indica, es proporcionar una base académica de fundamentación al estudiante en conceptos agronómicos, articulado con herramientas tecnológicas de la agricultura digital. Los cursos que conforman este componente son: Herramientas Tecnológicas de la Agricultura Digital y Fundamentos Agronómicos para la Agricultura Digital.

Componente Profundización:

Cuenta con tres cursos de 4 créditos cada una, para un total de 12 créditos (50% del plan de estudios). La finalidad de este componente es profundizar en el conocimiento en ingeniería electrónica haciendo énfasis en soluciones tecnológicas para la agricultura de precisión. Los cursos que constituyen este componente de formación son: Sistemas de Información Geográfica SIG y

¹ Entiéndase por componente Disciplinar y Profundización como los saberes, competencias y prácticas que determinan el perfil estricto y específico que define y responde a los campos del saber de la respectiva disciplina el cual está acorde con las líneas de formación y responde al énfasis del respectivo programa.

² Teórico; Teórico-Práctico; Práctico.

Teledetección para Agricultura Digital, Maquinaria y Robótica Aplicada a la Agricultura Digital y Redes de Sensores e IoT para Agricultura Digital.

Componente Complementario/ Electiva:

Cuenta con un curso electivo de 4 créditos académicos (17% del plan de estudios) esta será de tipo teórico - práctico, cuenta con cuatro temáticas propuestas a continuación: Sistemas Inteligentes Aplicados a la Agricultura Digital, Tecnologías de Energías Limpias en Agricultura Digital, Sistemas de Riego Automático, Gerencia y Gestión de Proyectos Tecnológicos en Agricultura Digital.), de las cuales el estudiante podrá hacer -elección según su preferencia y propósitos de formación. El banco de cursos electivos está sujeto a modificaciones por parte del Comité de Currículo según las tendencias, líneas de desarrollo e innovaciones que presente el sector y la disciplina.

4.1.3. Plan General de Estudios

El detalle del Plan de estudios del programa de posgrado ETDA se ilustra en la Tabla 3, donde se puntualiza la naturaleza, créditos, y horas de trabajo académico definido para cada curso del programa en su respectivo semestre.

Tabla 3 Plan de estudios y distribución de Horas de Trabajo académico.

Curso	Obligatorio	Electivo	Créditos académicos	Horas de trabajo académica			Componentes de formación del currículo			Número Máximo de Estudiantes
				Horas de trabajo directo	Horas de trabajo independiente	Horas de trabajo total	Básica/ Interdisciplinar	Profundización	Complementaria	
Primer Semestre										
Herramientas Tecnológicas de la Agricultura Digital.	X		4	64	128	192	X			30
Fundamentos Agronómicos para la Agricultura Digital.	X		4	64	128	192	X			30
Sistemas de Información Geográfica SIG y Teledetección para Agricultura Digital.	X		4	64	128	192		X		30
Segundo Semestre										
Maquinaria y Robótica Aplicada a la Agricultura Digital.	X		4	64	128	192		X		30
Redes de Sensores e IoT para Agricultura Digital.	X		4	64	128	192		X		30



Código: D-FP-P04-F01	Versión: 01	Página 11 de 69
----------------------	-------------	-----------------

Electiva I.	X	4	64	128	192		X	30
Total Número de horas			384	768	1152			
Total porcentaje horas			33.33%	66.66%	100%			
Total Número Créditos	20	4	24			8	12	4
Total Porcentaje Créditos	83%	17%	100%			33%	50%	17%

Fuente: Comité de currículo del Programa, 2022

Requisitos de Grado:

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia a través del Acuerdo 019 de 2018 establece los requisitos que debe cumplir el estudiante de la ETDA para la obtención del título de posgrado, los cuales se enuncian a continuación:

- Haber cursado y aprobado la totalidad del plan de estudios.
- Tener matrícula vigente.
- Estar a paz y salvo por todo concepto con la institución.
- Cancelar los derechos de grado.
- Cumplir con los requisitos correspondientes al nivel de formación posgraduada así:
Para las especializaciones: haber aprobado la totalidad de cursos del plan de estudios.

4.1.4. Determinación de los Resultados de Aprendizaje

Tabla 4 Resultados de Aprendizaje del Programa y por curso.

Componente	RA de Programa	Curso	Resultado de Aprendizaje por Curso- Taxonomía Bloom
BÁSICA / INTERDISCIPLINAR	Reconoce las principales tecnologías digitales para la Agricultura Digital, acorde con los procesos, necesidades y problemas asociados al sector agroalimentario.	Herramientas Tecnológicas de la Agricultura Digital.	<p>a) Reconoce las tecnologías aplicadas en la agricultura digital como herramientas de soporte y apoyo para el mejoramiento de los procesos agrícolas.</p> <p>b) Interpreta los principios de operación de los sistemas y desarrollos tecnológicos que intervienen y se integran en la Agricultura Digital para que proponga aplicaciones en los procesos agrícolas.</p> <p>c) Identifica las aplicaciones tecnológicas de la Agricultura Digital y su importancia en los procesos de medición y monitoreo de variables físicas en campo (suelo, agua, ambiente), como insumo para el procesamiento de información, toma de decisiones y gestión de producción en los cultivos agrícolas.</p> <p>d) Interpreta los requerimientos necesarios para la aplicación de una determinada tecnología en las labores agrícolas</p>
	Identifica y asocia las características, propiedades y factores que determinan el rendimiento de los cultivos desde el punto de vista ambiental, suelo y agua para	Fundamentos Agronómicos para la Agricultura Digital.	<p>a) Examina los fundamentos agronómicos básicos que definen la producción vegetal como elementos conceptuales en la aplicación de tecnologías digitales en la agricultura.</p> <p>b) Revisa las características y propiedades de los aspectos que definen el rendimiento de los cultivos</p>



Componente	RA de Programa	Curso	Resultado de Aprendizaje por Curso– Taxonomía Bloom	
PROFUNDIZACIÓN	la implementación de tecnologías digitales en la agricultura.		<p>como el suelo, agua y ambiente en la agricultura, como insumos para la implementación de sistemas de agricultura de precisión.</p> <p>c) Reconoce la importancia de los factores ambientales, fenológicos, característicos del suelo y agua, y ecológicos que determinan el crecimiento y rendimiento de los cultivos.</p>	
	Identifica e integra las características asociadas al diseño, implementación e integración de bases de datos espaciales georreferenciadas, con tecnologías de sensado remoto utilizadas para la medición y detección de variables en procesos de Agricultura Digital.	Sistemas de Información Geográfica SIG y Teledetección para Agricultura Digital.		<p>a) Aplica los fundamentos y principios conceptuales del diseño e implementación de las Bases de Datos Georreferenciadas y los sistemas de teledetección como herramientas tecnológicas aplicadas al sector agrícola.</p> <p>b) Gestiona los manejadores de bases de datos espaciales tales como: MySql Spatial, Postgis, pgSphere, Spatial support in DB2, Oracle 11g spatial, Microsoft SQL Server 2008 Spatial, Arcview, ArcGIS.</p> <p>c) Integra modelos utilizando colección de datos espaciales y georreferenciación para el análisis espacial y producción de mapas, junto con sistemas de sensado remoto como insumo para el procesamiento de información de las condiciones medioambientales, climáticas, del terreno y de la cobertura vegetal de los cultivos y su evaluación en la toma de decisiones.</p>
	Identifica y usa sistemas automáticos en procesos agroalimentarios considerando las necesidades y especificaciones de la aplicación final.	Maquinaria y Robótica Aplicada a la Agricultura Digital.		<p>a) Identifica las diferentes tecnologías que se tienen actualmente para la automatización de los procesos mediante máquinas robóticas concretas.</p> <p>c) Analiza las diferentes aplicaciones de los drones en función al trabajo a desarrollar en un cultivo determinado.</p> <p>d) Desarrolla adecuadamente una estrategia de aplicación de máquinas robóticas de acuerdo a las necesidades del usuario final.</p>
	Reconoce los elementos y parámetros que rigen el comportamiento de una red de sensores inalámbricos en un entorno de IoT e integra sus tecnologías para aplicaciones en Agricultura Digital.	Redes de Sensores e IoT para Agricultura Digital.	<p>a) Aplica los fundamentos y principios conceptuales de las redes de sensores en aplicaciones de agricultura digital como una herramienta para facilitar el análisis de la información.</p> <p>b) Comprende los principios de operación de los sistemas operativos para redes de sensores y sistemas de análisis de información que involucran IoT, aplicados en sistemas de medición, monitoreo y visualización de variables en procesos agrícolas.</p> <p>c) Desarrolla redes de sensores y aplicaciones que usen herramientas IoT para la medición y monitoreo de variables físicas en campo, como insumo para el procesamiento de información, toma de decisiones y accionamiento sobre cultivos.</p>	

TEMÁTICAS DE ELECTIVA I





Componente	RA de Programa	Curso	Resultado de Aprendizaje por Curso– Taxonomía Bloom
COMPLEMENTARIA (ELECTIVA I)	Desarrolla tecnologías basadas en herramientas de aprendizaje de máquina, agentes y multi-agentes para aplicaciones en procesos de la Agricultura Digital.	Sistemas Inteligentes Aplicados a la Agricultura Digital.	<p>a) Identifica los fundamentos y principios conceptuales de los sistemas inteligentes aplicados en la agricultura digital para el mejoramiento de los procesos productivos.</p> <p>b) Utiliza y configura sistemas inteligentes y de aprendizaje de máquina empleando herramientas tecnológicas aplicadas a procesos productivos de la agricultura digital.</p> <p>c) Aplica sistemas de predicción, clasificación o estimación aplicados en procesos agrícolas como apoyo en la toma de decisiones para la gestión de cultivos, utilizando técnicas de inteligencia artificial y Machine Learning.</p>
	Integra y aplica sistemas de alimentación basados en energías limpias, a partir de especificaciones para procesos agrícolas.	Tecnologías de Energías Limpias en Agricultura Digital.	<p>a) Comprende los fundamentos y principios conceptuales de los sistemas de generación de energías limpias que pueden ser usados en agricultura digital como una herramienta de ahorro y eficiencia energética.</p> <p>b) Diseña e instala sistemas de alimentación energética haciendo uso de Energías limpias en aplicación a cultivos y procesos agroindustriales.</p> <p>c) Evalúa la eficiencia energética en sistemas de alimentación para procesos de agricultura digital, identificando su impacto e importancia en el consumo.</p>
	Desarrolla y aplica sistemas de riego automático o precisión para el mejoramiento de la dosificación de recurso hídrico en cultivos agrícolas.	Sistemas de Riego Automático.	<p>a) Identifica la importancia de la medición y monitoreo de variables tales como lluvia, precipitación, evapotranspiración y factores suelo ambientales que determinan la necesidad de riego en los cultivos.</p> <p>b) Examina los principios de operación de los diferentes sistemas de riego automáticos y de precisión, sus tecnologías y campos de aplicación, para que proponga soluciones tecnológicas que mejoren la calidad de irrigación en los cultivos agrícolas.</p> <p>c) Utiliza y configura tecnologías de riego automático y de precisión, mediante el desarrollo de prácticas en campo de cultivo para el suministro apropiado de agua en cultivos agrícolas.</p> <p>d) Diseña e instala adecuadamente un sistema de riego automático o precisión en un cultivo agrícola de acuerdo a las necesidades del usuario final.</p>
	Formula y aplica estrategias gerenciales y de gestión de proyectos para el beneficio administrativo y financiero de proyectos tecnológicos que involucren procesos del sector agrícola.	Gerencia y Gestión de Proyectos Tecnológicos en Agricultura Digital.	<p>a) Examina los fundamentos administrativos de gestión de proyectos en la agroindustria, vinculando tecnología como pilar de desarrollo.</p> <p>b) Aplica los principios del mercadeo en empresas agroindustriales, proporcionando herramientas para la mejora y beneficio financiero de los negocios de este tipo.</p>



Componente	RA de Programa	Curso	Resultado de Aprendizaje por Curso- Taxonomía Bloom
			<p>c) Utiliza técnicas y herramientas para la gestión de recursos humanos, financieros y tecnológicos en la realización de proyectos que involucran Agricultura Digital.</p> <p>d) Desarrolla adecuadamente una propuesta de gestión de proyecto tecnológico en agricultura de acuerdo a las necesidades del usuario final.</p>

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

Caracterización de los Resultados de Aprendizaje en el Programa

La **Tabla 5**, relaciona la caracterización de los Resultados de Aprendizaje del Especialista en Tecnologías Digitales para la Agricultura conforme lo proyectado en el perfil de egreso:

Tabla 5 Caracterización de los Resultados de Aprendizaje del programa en articulación con el/ los perfiles de egreso:

Semestre	Perfil de Egreso	Resultados de Aprendizaje definido de acuerdo a la caracterización
I	El especialista en Tecnologías Digitales para la Agricultura, reconoce los fundamentos agronómicos que influyen en rendimiento de la producción agrícola	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica y asocia las características, propiedades y factores que determinan el rendimiento de los cultivos desde el punto de vista ambiental, suelo y agua para la implementación de tecnologías digitales en la agricultura. - Identifica e integra las características asociadas al diseño, implementación e integración de bases de datos espaciales georreferenciadas, con tecnologías de sensado remoto utilizadas para la medición y detección de variables en procesos de Agricultura Digital. - Identifica y usa sistemas automáticos en procesos agroalimentarios considerando las necesidades y especificaciones de la aplicación final.
I	Diseña e implementa tecnologías basadas en la industria 4.0	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce los elementos y parámetros que rigen el comportamiento de una red de sensores inalámbricos en un entorno de IoT e integra sus tecnologías para aplicaciones en Agricultura Digital. - Desarrolla tecnologías basadas en herramientas de aprendizaje de máquina, agentes y multi-agentes para aplicaciones en procesos de la Agricultura Digital. - Desarrolla y aplica sistemas de riego automático o precisión para el mejoramiento de la dosificación de recurso hídrico en cultivos agrícolas.
II	Garantiza la productividad y sustentabilidad de los recursos agrícolas.	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica y asocia las características, propiedades y factores que determinan el rendimiento de los cultivos desde el punto de vista ambiental, suelo y agua para la implementación de tecnologías digitales en la agricultura.
I y II	Contribuye con el desarrollo de la región, apropiando necesidades y especificaciones	



Semestre	Perfil de Egreso	Resultados de Aprendizaje definido de acuerdo a la caracterización
	técnicas y legales asociadas a los procesos productivos, garantizando el uso apropiado de los recursos financieros y de las energías renovables.	<ul style="list-style-type: none"> - Formula y aplica estrategias gerenciales y de gestión de proyectos para el beneficio administrativo y financiero de proyectos tecnológicos que involucran procesos del sector agrícola. - Integra y aplica sistemas de alimentación basados en energías limpias, a partir de especificaciones para procesos agrícolas. - Reconoce las principales tecnologías digitales para la Agricultura Digital, acorde con los procesos, necesidades y problemas asociados al sector agroalimentario.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

4.1.5. Estrategias de flexibilización Curricular

a. Posibilidad de electivas

El plan de estudio del Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, comprende una electiva, la cual cuenta con 4 temáticas. Estas serán definidas por el comité de currículo del programa de acuerdo a las preferencias de los estudiantes y el número de inscritos en cada semestre.

Tabla 6 Cursos Electivos

Semestre	Temáticas / Nombre de las Electivas	Línea de Investigación
Segundo	Sistemas Inteligentes Aplicados a la Agricultura Digital.	Agrónica, Telemetría.
	Tecnologías de Energías Limpias en Agricultura Digital.	Agrónica, Gestión Energética.
	Sistemas de Riego Automático.	Agrónica.
	Gerencia y Gestión de Proyectos Tecnológicos en Agricultura Digital.	Agrónica.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

b. Posibilidad de Homologación ³

El Acuerdo 052 de 2012 capítulo II, contempla el tipo de homologaciones permitidas en posgrados 1. Es posible que en orden jerárquico un doctorado permita homologar cursos de maestría y que una maestría permita homologar cursos de especialización, pero nunca lo contrario. 2. También debe existir un proceso de transición y/o homologación cuando se modifica el plan de estudios.

³ Acuerdo No. 052 de 2012 art. 22: "Por homologación se entiende la equivalencia otorgada a los créditos del plan de estudios que hayan sido cursados y aprobados por los estudiantes en otro programa de posgrado, contenidos que respondan a la estructura curricular del mismo. ...". Por demás, la homologación por reforma al plan de estudios se entiende según el Acuerdo No 052 art. 25 "es el proceso académico, mediante el cual el Comité de Currículo convalida o reconoce los créditos aprobados por el estudiante con el propósito de acogerse a un nuevo plan de estudios".



El programa de Especialización en tecnologías Digitales para la Agricultura se registrará por la normatividad vigente de la UPTC.

4.1.6. Estrategias de Interdisciplinariedad

Según el Acuerdo 070 de 2015 de Política Académica y el Acuerdo 053 de 2018 por el cual se establece la Política Académica para la Formación Posgraduada de la UPTC, la interdisciplinariedad es interpretada como la condición para enfrentar el trabajo académico e investigativo, aceptando la pluralidad de enfoques y su posibilidad de coincidencia, la complejidad de los problemas y su impacto social dependiente del punto de vista propuesto. La interdisciplinariedad permite que una disciplina recurra y aplique métodos que han sido empleados con éxito en otra disciplina, que se transfieran a partir de la base de una justificación.

El programa ETDA pertenece a la Escuela de Posgrados de Ingeniería y a la Escuela de Ingeniería Electrónica; dentro de su componente interdisciplinar hacen parte dos cursos a desarrollar en el primer semestre del plan de estudios, correspondientes a: Herramientas Tecnológicas de la Agricultura Digital y Fundamentos Agronómicos para la Agricultura Digital, los cuales podrán ser dirigidos por docentes de otras escuelas, universidades o instituciones públicas o privadas que aporten al desarrollo de la estructura y temáticas del programa.

Adicionalmente, esta interdisciplinariedad se podrá evidenciar con la inclusión de cursos en la ELECTIVA I, la cual incluye variadas temáticas asociadas con otros campos del saber, como son: Sistemas Inteligentes Aplicados a la Agricultura Digital; Tecnologías de Energías Limpias en Agricultura Digital; Sistemas de Riego Automático; Gerencia y Gestión de Proyectos Tecnológicos en Agricultura Digital, cursos soportados en líneas de investigación orientadas a la Agrónica, Gestión Energética y Telemetría.

En definitiva, la interacción de saberes permite conformar un sistema integrado de conocimiento que ofrece nuevos desarrollos tecnológicos, los cuales, facilitan la asertividad en la toma de decisiones, fortalecen la productividad agrícola y satisfacen la demanda alimentaria, proporcionado a los agricultores la información necesaria para hacer frente a los desafíos actuales, con el fin de, mejorar el rendimiento de los procesos agrícolas y aprovechar las oportunidades de crecimiento y desarrollo regional.

La ETDA como una propuesta de formación especializada, a través de su plan de estudios, estructura curricular y componentes de formación, articula y aborda diferentes escenarios de aplicación de las herramientas tecnológicas de vanguardia en el sector agroindustrial. La

convergencia del dialogo de conocimiento ingenieril, agronómico, ambiental, climático, electrónico, informático, económico y financiero, busca el uso eficiente de los recursos asociados a la agricultura en una versión genuina y facilitadora los procesos productivos sectoriales de manera eficiente.

4.1.7. Estrategias de Transdisciplinariedad

Según el Acuerdo 053 de 2018, por el cual se establece la Política Académica para la Formación Posgraduada de la UPTC, la transdisciplinariedad es entendida como una forma de organización



de los conocimientos que trasciende las disciplinas. La transdisciplinariedad busca lo que está entre las disciplinas, lo que las atraviesa y lo que está más allá de ellas, en la necesidad de que los conocimientos científicos se nutran y aporten una mirada global que vaya más allá de las disciplinas, en la dirección de considerar el mundo en su unidad diversa.

Como estrategia de transdisciplinariedad, el programa podrá realizar actividades de investigación a través de los grupos y sus líneas de investigación que se articulan con las herramientas tecnológicas de la industria 4.0 con las necesidades de la agricultura moderna y la implementación de sistemas de eléctricos sostenibles.

El programa se soportará en el grupo de investigación de Ingeniería Electrónica de la UPTC, Grupo de Investigación I²E con sus integrantes y sus Líneas de Investigación del programa, (Agrónica, Telemetría y Gestión Energética).

4.1.8. Formación Integral

El programa ETDA propende por la formación de líderes en el marco nacional y regional, fortalecidos integralmente con valores éticos, morales, autónomos y responsables en el ejercicio de la labor profesional.

De acuerdo con los componentes de formación del programa, el proceso de formación integral que se plantea es el siguiente:

- **Básica / Interdisciplinar:** Cursos que generan una base para las siguientes áreas de formación.
- **Profundización:** Estos cursos serán de profundización en el conocimiento de la ingeniería agronómica y electrónica, pero que requieren un aprendizaje de habilidades blandas que lo lleven a lograr la solución a problemas. Se exige el trabajo en equipo, el conocimiento de herramientas adicionales a las de su campo.
- **Complementaria Electiva:** De temas avanzados que generen una habilidad superior en un campo específico de la agricultura. Son a su vez instrumento de soporte para la investigación, por lo que se dirigirán de acuerdo a las líneas de investigación de los grupos que apoyan el programa. Exigen un aprendizaje de habilidades blandas que lo lleven a plantear y resolver problemas en su entorno. Se exige el trabajo en equipo, el conocimiento de herramientas adicionales a las de su campo.

4.2. Componentes Pedagógicos:

La Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, busca promover ambientes de aprendizaje oportunos e inclusivos que propicien el intercambio de saberes entre docente y estudiante, a través del uso de metodologías y estrategias pedagógicas que fomenten la autonomía, la creatividad y el trabajo en equipo. Para lograrlo se debe integrar de manera eficaz conocimientos previos del estudiante con los saberes del docente y los adquiridos en el desarrollo de los cursos propuestos.

Es importante que los principales actores del proceso enseñanza – aprendizaje puedan responder a la propuesta curricular del programa en concordancia con el modelo pedagógico institucional que cita “El modelo pedagógico institucional debe estar orientando desde el enfoque educativo humanista para un diseño curricular que afiance la autonomía del estudiante y derive en la formación de ciudadanos éticos, líderes, críticos, competentes internacionalmente, responsables, solidarios, y promotores de paz, tal como se plantea en la Misión y Visión Institucional” para dar sentido a lo anteriormente expresado se proponen los siguientes lineamientos pedagógicos en la Tabla 7.

Tabla 7 Lineamientos Pedagógicos Estudiante – Docente.

Estudiante:	Docente:
<p>A través del aprendizaje autónomo y significativo el estudiante podrá ser activo y demostrar aptitudes en el proceso de aprendizaje como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pensamiento crítico. • Adaptabilidad al proceso formativo. • Capacidad de trabajo en equipo colaborativo. • Profundizar en los temas propuestos. • Hacer uso de herramientas tecnológicas. • Responsable frente a su propio proceso de aprendizaje. • Sentido de pertenencia institucional. 	<p>El docente debe ser un agente integrador con la capacidad de generar espacios de interacción y construcción de conocimiento en el aula. Para ello el docente debe tener la capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interactuar con los estudiantes. • Ser creativo en el proceso formativo. • Liderazgo. • Promover una escucha efectiva. • Diálogo asertivo con los estudiantes. • Fomentar la innovación tecnológica. • Respetar los lineamientos curriculares. • Responder de manera ágil y oportuna las inquietudes de los estudiantes.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

4.2.1 Modelo pedagógico del programa

La relación entre la academia y el entorno se complementa mediante la aplicación de saberes y desarrollo de trabajos y proyectos de investigación con impacto social, realización de prácticas con instituciones de diferentes sectores (educación, industria, agricultura, entre otras). Así mismo, la interacción en la ETDA entre disciplinas como la Ingeniería Electrónica, Sistemas, Agronómica, Ambiental, entre otras se propone sea mediada por procesos de investigación conjuntos, participación en eventos académicos, integración extracurricular, entre otras.

Lo anterior hace explícito el componente de interrelación que es necesario para la integralidad del proceso de aprendizaje, más aún, teniendo en cuenta la formación profesional y personal como eje central de los principios y valores institucionales. Así mismo, la Institución, la Facultad de Ingeniería y la Escuela de Ingeniería Electrónica tiene los medios educativos requeridos que convergen en estados definidos por las áreas del plan de estudios.

El plan de estudios de la ETDA, en primera medida introduce al estudiante en la cosmovisión de la Agricultura Digital en un ambiente académico donde se propicia el desarrollo del *pensamiento crítico reflexivo* en forma transversal a los cursos de acuerdo a los componentes establecidos: Interdisciplinar, de profundización y complementaria (Electiva), lo proyecta hacia la aplicación de las tecnologías digitales en procesos integrales en áreas de conocimiento relacionadas con el Sector Agroindustrial, que a su vez permiten el cambio de la visión paradigmática universitaria hacia una realidad sustentada en el hecho y la acción vista desde la teoría de los primeros saberes y la interacción social.

El currículo de la ETDA integra el conocimiento base y la generación de una actitud de aprehensión de la información necesaria para el entendimiento y conceptualización de saberes, esto es, el *pensamiento analítico y convergente*. En este estado, el estudiante enfrenta la teoría general de manera que encuentra sentido a la información que recibe, analiza el concepto y su desarrollo a nivel práctico desde el desarrollo de ejercicios y trabajos donde se requiera la aplicación de tecnologías, principios, leyes naturales y métodos que lo lleven a la comprensión formal de los procedimientos definidos por un análisis del enunciado del problema y su contextualización en un área específica.

De igual manera, la interacción relevante y fundamentada entre la teoría y la práctica, el fundamento de la experimentación basada en una adecuada interpretación de la realidad, define la *creación de un pensamiento sintetizador y divergente* ligado al análisis crítico y especializado adquirido en el programa. La aplicabilidad del conocimiento busca formar la habilidad para el diseño, la construcción, la creatividad, la inventiva, la innovación y la formalización de la información, se define el campo de la utilidad y la usabilidad de los sistemas implementados por el especialista en los diferentes campos de acción del sector agrícola, que están interrelacionados por los saberes y a su vez son complementarios en su visión axiológica. Cada elemento adquirido es aplicable a un entorno y la construcción de una solución basada en las características del problema permite la definición del criterio propio del Especialista en Tecnologías Digitales para la Agricultura.

Finalmente, la percepción de los diferentes campos de desarrollo profesional en los que se enmarca la Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, permite la observación de áreas de desempeño, que tienen como principal característica, estar actualizadas a lo que exige el mundo actual, por lo tanto, se define la *visión especializada del futuro profesional*. Este componente visto al final del programa comprende áreas muy específicas del conocimiento donde docentes capacitados son transmisores de la verdad basada en la experiencia, que han estado en contacto con dichos campos de conocimiento. Para el estudiante es muy importante conocer su entorno profesional una vez se proyecte en su vida profesional de manera que pueda definir el camino a seguir posterior a la graduación; la impronta institucional es vista como un factor diferenciador del egresado, quien ya se reconoce a sí mismo en un contexto como puede ser la aplicación de tecnologías como las Sistemas de Información Geográfica, Teledetección y Sensores Remotos, Maquinaria y Robótica, la automatización de procesos, la programación de sistemas basados en inteligencia artificial, la implementación de sistemas IoT, los sistemas de energías limpias, el desarrollo social sostenible, la política medioambiental, la creación de empresa, la gestión adecuada de recursos, entre otras muchas áreas de desempeño, aplicadas al sector agrícola, que también se promueven desde el componente Electivo de la ETDA.

La Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura plantea impulsar ambientes de aprendizaje oportunos e inclusivos que propicien el intercambio de saberes entre docente y estudiante, a través del uso de metodologías y estrategias pedagógicas que propicien la autonomía, la creatividad y el trabajo en equipo.

4.2.2 Modelo pedagógico del programa y su articulación con el Modelo Pedagógico Institucional:

El Modelo Pedagógico de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia tiene como lema "*Edificamos Futuro*", cuya consigna orienta a la universidad a propender por un currículo flexible,



abierto e incluyente que pretende formar de manera integral a los estudiantes mediante un entendimiento de las realidades y contextos territoriales del orden local, nacional e internacional. El programa mediante la planeación, la organización e implementación del Proyecto Académico Educativo (PAE) se articula a los pilares del Modelo Pedagógico Upetecista.

El Consejo Académico de la UPTC, en el año 2018 mediante Resolución No. 28 aprobó el Modelo Pedagógico de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, donde promulga los siguientes principios: Libertad y Ética; Inclusión, participación, democracia; Desarrollo Profesional; Cultura Política; Construcción de Conocimiento e Investigación; Sentido de Pertinencia e Identidad; Autonomía; Crítico Dialógico y Cultura de Participación y Autoevaluación. Estos principios se articulan con los lineamientos de la Facultad de Ingeniería y los Programas Académicos de Pregrado y Posgrado asociados para definir sus criterios de formación profesional en los momentos de enseñanza y aprendizaje.

El Modelo Pedagógico de la UPTC reconoce dos actores fundamentales. Un primer actor es el “*estudiante*” como sujeto activo del proceso de formación personal y profesional, el cual, desde un ejercicio autónomo, ético, creativo y con *pensamiento crítico* se integra a los contextos territoriales con mecanismos individuales y colectivos para proponer e implementar estrategias de solución a las problemáticas de las comunidades y de su entorno liderando proyectos que incluyen los fundamentos teóricos, metodológicos y legales. Un segundo actor es el “*docente*” quien tiene una función mediadora entre los principales pilares de la Universidad, el de investigación, el académico y el de extensión y el campo de estudio.

Los anteriores actores suman sus capacidades y buscan de forma conjunta fortalecer, producir e implementar el conocimiento tanto en el ámbito académico como en su función social en la medida en que interactúa con la comunidad y con otras áreas del conocimiento en pro del desarrollo de las regiones y de las instituciones.

En este sentido, el Modelo Pedagógico de la UPTC promueve una interacción constante, proactiva, participativa e integradora que se articula con los principios fundamentales de formación de Especialistas en Tecnologías Digitales para la Agricultura como son: la creación, valoración y reconstrucción de la práctica disciplinar e investigativa con responsabilidad social, ambiental y profesional.

Ante esta premisa, el programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura – ETDA, diversifica la interacción docente-estudiante desde diferentes aspectos que conllevan estrategias, métodos, protocolos y actividades donde se crea diálogo, controversia, discusión, concertación e integración de saberes, conocimientos, experiencias y habilidades desarrolladas durante diferentes etapas del proceso educativo.

Estrategias de Enseñanza – aprendizaje

El plan de estudios de la Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, se presenta como un conjunto articulado de cursos que se interrelacionan en aspectos como conocimiento, habilidad y aptitud de acuerdo a la forma gradual y evolutiva en que se aborda el aprendizaje. Cabe anotar que, el aprendizaje del estudiante es un proceso en construcción que busca generar desde el currículo, cambios que determinen la aparición de nuevas herramientas de estudio, métodos pedagógicos, y el descubrimiento de conocimiento.



Es por ello, que el planteamiento general de resultados de aprendizaje a nivel de los componentes de formación Básica/Interdisciplinar, Disciplinar y Complementario de la ETDA, se enmarcan dentro de un hilo conductor en la construcción de un programa académico moderno y que cumpla con los requisitos de calidad exigidos en la normatividad educativa nacional vigente.

Las connotaciones del reconocer, examinar, interpretar, identificar, asociar, integrar, aplicar, comparar, desarrollar, analizar, formular y sintetizar definen una ruta pedagógica que cada curso del plan de estudios de la ETDA tiene como base para su diseño conceptual. El Especialista en Tecnologías Digitales para la Agricultura debe ser consciente de su realidad y de los problemas que ella deriva, de tal forma que pueda analizar desde la complejidad, los posibles caminos que se deban llevar en la consecución de soluciones que aporten valor agregado desde su trabajo.

El pensamiento debe ser adaptable a las situaciones de forma que el estudiante pueda enmarcar los problemas desde el análisis de sus características, limitaciones, ventajas y desventajas, riesgos, aportes significativos y relevancia de sus decisiones y actuaciones; la habilidad no solo debe ser conceptual sino también metódica en el uso de las herramientas tecnológicas que son usadas en su campo, donde el ejemplo y la caracterización de situaciones, lo lleven a generar el pensamiento divergente que busque múltiples alternativas y convergente hacia un aporte real óptimo como se define en el perfil de egreso.

De esta forma, los resultados de aprendizaje conforman un mecanismo diferenciador de los procesos académicos que podrán ser socializados dentro del aula bajo el conocimiento previo del estudiante, pero también, son susceptibles a ser evaluados desde el análisis del cuerpo de profesores. Por ello en el programa se propone el desarrollo de la racionalidad lógica del estudiante, complementada con habilidades participativas y comunicativas, poniendo al alcance

de la comunidad espacios y tiempos para el desarrollo de actividades académicas, tecnologías de última generación, personal académico y administrativo capacitado, conectividad con el mundo, procesos certificados y diálogo permanente entre disciplinas.

En general cada curso del plan de estudios de la ETDA adopta la siguiente metodología de enseñanza por parte del docente. Cada curso se define mediante un enfoque Teórico - Práctico y posee cuatro créditos académicos correspondiente a una intensidad horaria total de 64 horas de trabajo directo con el docente y 128 horas de trabajo independiente, para un total de 192 horas.

En el espacio de Trabajo Directo la metodología se basa en la exposición en forma magistral de las temáticas por parte del docente en forma presencial, donde se hace énfasis sobre los conceptos y aplicaciones las áreas temáticas relacionadas en cada curso, complementando metodologías tradicionales con metodologías de aprendizaje activo como el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje colaborativo.

Las clases magistrales se complementan con las actividades y estrategias de enseñanza que el docente considere pertinentes para el logro de los objetivos de aprendizaje, de acuerdo con la naturaleza de los contenidos del curso, tales como: resolución de problemas, entrega de material de apoyo, entrega de talleres de aplicación, simulaciones, emulaciones y guías prácticas de laboratorio para la aplicación de conceptos adquiridos en clase durante cada semana.



Las clases teóricas son planeadas y desarrolladas por parte del docente, mediante la exposición de los conceptos básicos para su posterior desarrollo utilizando bibliografía del tema de estudio. Se proyecta la participación permanente del estudiante mediante la realización de discusiones sobre los temas que se abordan en cada sesión, presentación de investigaciones documentales, trabajo de aula y la lluvia de ideas.

Se establece también verificar en este espacio el alcance de los resultados de aprendizaje mediante evaluaciones escritas, exposiciones y/o sustentaciones prácticas, que incluyen dado el caso, simulación e implementación de sistemas (componentes, dispositivos o procesos), con el objetivo de que las competencias y conocimientos que el estudiante debe adquirir sean validados y afianzados en diferentes condiciones de trabajo.

Así mismo, dentro de la metodología de cada curso se plantean actividades que fortalezcan habilidades de lectoescritura como la redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto.

También se propone contar con el espacio de tutoría y acompañamiento donde el estudiante tiene la oportunidad de contactarse con el docente, para dilucidar dudas relacionadas con las temáticas vistas en el curso, los ejercicios planteados en los talleres o inquietudes con respecto al desarrollo de prácticas de laboratorio.

Aquí el docente orienta la aclaración de dificultades en el desarrollo de las actividades académicas planteadas, relaciona los conocimientos que el estudiante ha obtenido mediante el estudio de autoaprendizaje, refuerza o aclara los temas en donde el estudiante manifieste dificultad o debilidad. De acuerdo a la asesoría se propondrán trabajos de recuperación y nivelación si se requiere, mediante charlas, realización de ejemplos y exposición por parte del estudiante de sus interrogantes.

El docente puede hacer acompañamiento y seguimiento al desarrollo de la componente práctica del curso, donde se considera la realización de las guías de trabajo, laboratorio o visita de campo.

Como estrategias de aprendizaje por parte del estudiante se plantea desarrollar una metodología de trabajo participativo e integral en la que el estudiante forme sus habilidades del pensamiento y de relaciones de grupo. Se resalta la labor del docente como agente guía en la asimilación del conocimiento del estudiante; siendo el estudiante el agente activo del aprendizaje, quien, mediante el desarrollo de actividades individuales y grupales, adquiere las habilidades cognoscitivas necesarias para contextualizar las temáticas de cada curso.

Para complementar y reforzar la comprensión de los conocimientos teóricos expuestos en clase durante el espacio de trabajo directo presencial, se plantea en el espacio de trabajo independiente fuera del aula, que el estudiante desarrolle de manera autónoma estrategias de aprendizaje como: uso del material entregado y disponible en clase para preparar evaluaciones, dar solución a problemas y talleres de aplicación planteados en clase, realizar consultas o lecturas complementarias, síntesis y elaboración de resúmenes, y desarrollo de prácticas de laboratorio.

Este trabajo lo podrá realizar en forma individual o grupal según la naturaleza de la actividad y permite el uso de plataformas de software para simulación, herramientas de hardware si se



requiere, así como la revisión de lecturas, artículos científicos y/o textos especializados para dar solución a casos de estudio reales en el contexto de cada curso.

La Tabla 8, resume por curso de la ETDA el componente pedagógico en relación con los Resultados de Aprendizaje establecidos.

Tabla 8 Componente Pedagógico de los Cursos acorde con los Resultados de Aprendizaje.

Curso	Resultados de Aprendizaje	Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje y Acciones para alcanzar los Resultados de Aprendizaje
Herramientas Tecnológicas de la Agricultura Digital.	<p>a) Reconoce las tecnologías aplicadas en la agricultura digital como herramientas de soporte y apoyo para el mejoramiento de los procesos agrícolas.</p> <p>b) Interpreta los principios de operación de los sistemas y desarrollos tecnológicos que intervienen y se integran en la Agricultura Digital para que proponga aplicaciones en los procesos agrícolas.</p> <p>c) Identifica las aplicaciones tecnológicas de la Agricultura Digital y su importancia en los procesos de medición y monitoreo de variables físicas en campo (suelo, agua, ambiente), como insumo para el procesamiento de información, toma de decisiones y gestión de producción en los cultivos agrícolas.</p> <p>d) Interpreta los requerimientos necesarios para la aplicación de una determinada tecnología en las labores agrícolas.</p>	<p>Metodologías tradicionales de enseñanza aprendizaje, clases magistrales, aprendizaje colaborativo, redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto, uso de plataformas de software para simulación, herramientas de hardware y revisión de lecturas, artículos científicos y/o textos especializados.</p>
Fundamentos Agronómicos para la Agricultura Digital.	<p>a) Examina los fundamentos agronómicos básicos que definen la producción vegetal como elementos conceptuales en la aplicación de tecnologías digitales en la agricultura.</p> <p>b) Revisa las características y propiedades de los aspectos que definen el rendimiento de los cultivos como el suelo, agua y ambiente en la agricultura, como insumos para la implementación de sistemas de agricultura de precisión.</p> <p>c) Reconoce la importancia de los factores ambientales, fenológicos, característicos del suelo y agua, y ecológicos que determinan el crecimiento y rendimiento de los cultivos.</p>	<p>Metodologías tradicionales de enseñanza aprendizaje, clases magistrales, aprendizaje colaborativo, juego de roles, salidas de campo, Uso de Software ARC GIS y redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto.</p>



Código: D-FP-P04-F01	Versión: 01	Página 24 de 69
----------------------	-------------	-----------------

Curso	Resultados de Aprendizaje	Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje y Acciones para alcanzar los Resultados de Aprendizaje
Sistemas de Información Geográfica SIG y Teledetección para Agricultura Digital.	<p>a) Aplica los fundamentos y principios conceptuales del diseño e implementación de las Bases de Datos Georreferenciadas y los sistemas de teledetección como herramientas tecnológicas aplicadas al sector agrícola.</p> <p>b) Gestiona los manejadores de bases de datos espaciales tales como: MySql Spatial, Postgis, pgSphere, Spatial support in DB2, Oracle 11g spatial, Microsoft SQL Server 2008 Spatial, Arcview, ArcGIS.</p> <p>c) Integra modelos utilizando colección de datos espaciales y georreferenciación para el análisis espacial y producción de mapas, junto con sistemas de sensado remoto como insumo para el procesamiento de información de las condiciones medioambientales, climáticas, del terreno y de la cobertura vegetal de los cultivos y su evaluación en la toma de decisiones.</p>	<p>Metodologías tradicionales de enseñanza aprendizaje, clases magistrales aprendizaje basado en problemas (ABP), activo y colaborativo, uso de software ARC GIS y redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto.</p>
Maquinaria y Robótica Aplicada a la Agricultura Digital.	<p>a) Identifica las diferentes tecnologías que se tienen actualmente para la automatización de los procesos mediante máquinas robóticas concretas.</p> <p>b) Analiza las diferentes aplicaciones de los drones en función al trabajo a desarrollar en un cultivo determinado.</p> <p>c) Desarrolla adecuadamente una estrategia de aplicación de máquinas robóticas de acuerdo a las necesidades del usuario final.</p>	<p>Metodologías tradicionales de enseñanza aprendizaje, clases magistrales, aprendizaje basado en problemas (ABP), activo y colaborativo.</p> <p>Uso del Software PYTHON y ensayos de campo.</p>
Redes de Sensores e IoT para Agricultura Digital.	<p>a) Aplica los fundamentos y principios conceptuales de las redes de sensores en aplicaciones de agricultura digital como una herramienta para facilitar el análisis de la información.</p> <p>b) Comprende los principios de operación de los sistemas operativos para redes de sensores y sistemas de análisis de información que involucran IoT, aplicados en sistemas de medición, monitoreo y visualización de variables en procesos agrícolas.</p> <p>c) Desarrolla redes de sensores y aplicaciones que usen herramientas IoT para la medición y monitoreo de variables físicas en campo, como insumo para el procesamiento de información, toma de decisiones y accionamiento sobre cultivos.</p>	<p>Metodologías tradicionales de enseñanza aprendizaje, clases magistrales, aprendizaje basado en problemas (ABP), activo y colaborativo, salidas de campo, uso del Software DataView y redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto.</p>



Curso	Resultados de Aprendizaje	Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje y Acciones para alcanzar los Resultados de Aprendizaje
Electiva I Temática I: Sistemas Inteligentes Aplicados a la Agricultura Digital.	a) Identifica los fundamentos y principios conceptuales de los sistemas inteligentes aplicados en la agricultura digital para el mejoramiento de los procesos productivos. b) Utiliza y configura sistemas inteligentes y de aprendizaje de máquina empleando herramientas tecnológicas aplicadas a procesos productivos de la agricultura digital. c) Aplica sistemas de predicción, clasificación o estimación aplicados en procesos agrícolas como apoyo en la toma de decisiones para la gestión de cultivos, utilizando técnicas de inteligencia artificial y machine learning.	Metodologías tradicionales de enseñanza aprendizaje, clases magistrales, aprendizaje basado en problemas (ABP), activo y colaborativo, salidas de campo y redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto.
Electiva I Temática II: Tecnologías de Energías Limpias en Agricultura Digital.	a) Comprende los fundamentos y principios conceptuales de los sistemas de generación de energías limpias que pueden ser usados en agricultura digital como una herramienta de ahorro y eficiencia energética. b) Diseña e instala sistemas de alimentación energética haciendo uso de Energías limpias en aplicación a cultivos y procesos agroindustriales. c) Evalúa la eficiencia energética en sistemas de alimentación para procesos de agricultura digital, identificando su impacto e importancia en el consumo.	Metodologías tradicionales de enseñanza aprendizaje, clases magistrales, aprendizaje basado en problemas (ABP), activo y colaborativo, salidas de campo y la redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto
Electiva I Temática III: Sistemas de Riego Automático.	a) Identifica la importancia de la medición y monitoreo de variables tales como lluvia, precipitación, evapotranspiración y factores suelo ambientales que determinan la necesidad de riego en los cultivos. b) Examina los principios de operación de los diferentes sistemas de riego automáticos y de precisión, sus tecnologías y campos de aplicación, para que proponga soluciones tecnológicas que mejoren la calidad de irrigación en los cultivos agrícolas. e) Utiliza y configura tecnologías de riego automático y de precisión, mediante el desarrollo de prácticas en campo de cultivo para el suministro apropiado de agua en cultivos agrícolas.	Metodologías tradicionales de enseñanza aprendizaje, clases magistrales, aprendizaje basado en problemas (ABP), activo y colaborativo, salidas de campo y redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto

Curso	Resultados de Aprendizaje	Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje y Acciones para alcanzar los Resultados de Aprendizaje
Electiva I Temática IV: Gerencia y Gestión de Proyectos Tecnológicos en Agricultura Digital.	<p>d) Diseña e Instala adecuadamente un sistema de riego automático o precisión en un cultivo agrícola de acuerdo a las necesidades del usuario final.</p> <p>a) Examina los fundamentos administrativos de gestión de proyectos en la agroindustria, vinculando tecnología como pilar de desarrollo.</p> <p>b) Aplica los principios del mercadeo en empresas agroindustriales, proporcionando herramientas para la mejora y beneficio financiero de los negocios de este tipo.</p> <p>c) Utiliza técnicas y herramientas para la gestión de recursos humanos, financieros y tecnológicos en la realización de proyectos que involucran Agricultura Digital.</p> <p>d) Desarrolla adecuadamente una propuesta de gestión de proyecto tecnológico en agricultura de acuerdo a las necesidades del usuario final.</p>	<p>Metodologías tradicionales de enseñanza aprendizaje, clases magistrales, aprendizaje basado en problemas (ABP) activo y colaborativo, salidas de campo, redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto y uso del Software Project.</p>

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

4.2.2.1 Talento humano que apoya el proceso pedagógico

Con base en la definición de Componente Pedagógico que entrega el Ministerio de Educación que expresa: “El componente pedagógico privilegia la interacción comunicativa que se establece entre el docente y los estudiantes en contextos específicos; en ella se busca crear un ambiente de aprendizaje que facilite oportunidades a los estudiantes para que ellos construyan conceptos, desarrollen habilidades de pensamiento, valores y actitudes”. En la Tabla 9, se muestra la relación del talento humano que apoya el proceso pedagógico para la Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura:

Tabla 9 Componentes Pedagógicos y Talento Humano que apoya el Proceso Pedagógico de la Especialización en TDA.

Componente	Descripción	Tipo de Personal (Profesor, Tutor, Asesor, Monitor)
Desarrollo del Pensamiento Crítico Reflexivo.	Se desarrolla a partir del Área Interdisciplinar que se suma a procesos integrales, que permiten el cambio de la visión paradigmática universitaria hacia una realidad sustentada en el hecho y la acción vista desde la teoría de los primeros saberes (cursos del componente de Fundamentación) y la interacción social.	Profesor

Componente	Descripción	Tipo de Personal (Profesor, Tutor, Asesor, Monitor)
Pensamiento Analítico y Convergente	<p>Tanto el docente como el estudiante son responsables de construir un conocimiento crítico y reflexivo</p> <p>Perfil Docente: Estudios de doctorado/maestría o especialización con Título en Ingeniería Electrónica, de Sistemas, o de Ingeniería Agronómica. Tarjeta o matrícula profesional en los casos reglamentados por la Ley.</p> <p>Busca que el estudiante enfrente la teoría general de manera que encuentre sentido a la información que recibe, analice el concepto y su desarrollo a nivel práctico desde el desarrollo de ejercicios y trabajos donde se requiera la aplicación de tecnologías, principios, leyes naturales y métodos que lo lleven a la comprensión formal de los procedimientos definidos por un análisis del enunciado del problema y su contextualización en un área específica (cursos del componente Disciplinar).</p>	Profesor
Creación de Pensamiento Sintetizador y Divergente	<p>Perfil Docente: Estudios de doctorado/maestría o especialización con Título en Ingeniería Electrónica, de Sistemas, de Telecomunicaciones, o de Automatización y Control. Tarjeta o matrícula profesional en los casos reglamentados por la Ley.</p> <p>La aplicabilidad del conocimiento busca formar la habilidad para el diseño, la construcción, la inventiva, la innovación y la formalización de la información recabada hasta el momento, se define el campo de la utilidad y la usabilidad de los sistemas implementados por el ingeniero en diferentes campos de acción que están interrelacionados por los saberes y a su vez son complementarios en su visión axiológica. (cursos del componente Disciplinar y Profundización).</p>	Profesor
Visión Especializada del Futuro Profesional	<p>Perfil Docente: Estudios de doctorado/maestría o especialización con Título en Ingeniería Electrónica, de Sistemas, de Telecomunicaciones, de Automatización y Control, Agronómica o Ambiental, Administración. Tarjeta o matrícula profesional en los casos reglamentados por la Ley.</p> <p>Comprende áreas muy específicas del conocimiento donde docentes capacitados son transmisores de la verdad basada en la experiencia fuera del campo académico o, que, en la mayoría de veces, han estado en contacto con dichas áreas (cursos del componente Electivo)</p>	Profesor

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

A partir de los componentes pedagógicos se definen los roles y estrategias de los distintos actores que intervienen en el proceso de formación, donde los docentes, como orientadores y facilitadores de los fundamentos teóricos y metodológicos, son quienes brindan un apoyo fundamental al estudiante en el momento de abordar las temáticas de cada una de los cursos. La política y los mecanismos de Evaluación de profesores se reglamentan en la Resolución 30 de 2012, que aprueba los formatos para registrar el Plan de Trabajo Académico y los instrumentos de evaluación de desempeño, entre otras.



4.2.3 Estrategias de innovación pedagógica y didáctica

El programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, propone escenarios de discusión crítica, motivados por los docentes del programa o por invitados nacionales e internacionales dentro del desarrollo de las actividades curriculares o en contextos externos para alimentar la visión global del área de estudio.

4.2.4 Organización de las Actividades Académicas

Tabla 10 Organización de las actividades académicas – Fundamentación.

Semestre Académico	Curso	Código	Tipo de Crédito	Resultado De Aprendizaje Esperado
Primer	Herramientas Tecnológicas de la Agricultura Digital	-	Teórico practico	<ul style="list-style-type: none"> - Reconoce las tecnologías aplicadas en la agricultura digital como herramientas de soporte y apoyo para el mejoramiento de los procesos agrícolas. - Interpreta los principios de operación de los sistemas y desarrollos tecnológicos que intervienen y se integran en la Agricultura Digital para que proponga aplicaciones en los procesos agrícolas. - Identifica las aplicaciones tecnológicas de la Agricultura Digital y su importancia en los procesos de medición y monitoreo de variables físicas en campo (suelo, agua, ambiente), como insumo para el procesamiento de información, toma de decisiones y gestión de producción en los cultivos agrícolas. - Interpreta los requerimientos necesarios para la aplicación de una determinada tecnología de en las labores agrícolas.

Contenidos Temáticos Centrales

- Unidad I: Introducción a la Agricultura Digital (6 horas).
- Unidad II: Sistemas Globales de Navegación Satelital (GPS) (6 horas)
- Unidad III: Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (6 horas)
- Unidad IV: Sensores y análisis de suelo para la Agricultura Digital (8 horas)
- Unidad V: Robótica y Maquinaria para la Agricultura Digital (8 horas)
- Unidad VI. Sistemas de Irrigación y Fertilización (8 horas)
- Unidad VII. Teledetección y Redes de Sensores Remotos (8 horas)
- Unidad VIII. Internet de las cosas para la Agricultura Digital (6 horas)
- Unidad IX. Inteligencia Artificial y sistemas de apoyo a la decisión en Agricultura Digital (8 horas)

Semestre Académico	Curso	Código	Tipo de Crédito	Resultado De Aprendizaje Esperado
--------------------	-------	--------	-----------------	-----------------------------------



Código: D-FP-P04-F01	Versión: 01	Página 29 de 69
----------------------	-------------	-----------------

Primer	Fundamentos Agronómicos para la Agricultura Digital.	-	Teórico práctico	<ul style="list-style-type: none"> - Examina los fundamentos agronómicos básicos que definen la producción vegetal como elementos conceptuales en la aplicación de tecnologías digitales en la agricultura. - Revisa las características y propiedades de los aspectos que definen el rendimiento de los cultivos como el suelo, agua y ambiente en la agricultura, como insumos para la implementación de sistemas de agricultura de precisión. - Reconoce la importancia de los factores ambientales, fenológicos, característicos del suelo y agua, y ecológicos que determinan el crecimiento y rendimiento de los cultivos
--------	--	---	---------------------	--

Contenidos Temáticos Centrales

- Unidad I: Introducción a los Fundamentos Agronómicos (6 horas).
- Unidad II: Las Especies Vegetales. Morfología e Identificación (8 horas)
- Unidad III: El Clima y sus efectos sobre los cultivos (8 horas)
- Unidad IV: El suelo y sus características (8 horas)
- Unidad V: El Recurso Hídrico en los Cultivos (10 horas)
- Unidad VI. La fertilidad del Suelo (10 horas)
- Unidad VII. Fenología Vegetal (8 horas)
- Unidad VIII. Ecología y Calidad Ambiental. (6 horas)

Semestre Académico	Curso	Código	Tipo de Crédito	Resultado De Aprendizaje Esperado
Primer	Sistemas de Información Geográfica SIG y Teledetección para Agricultura Digital.	-	Teórico práctico	<ul style="list-style-type: none"> - Aplica los fundamentos y principios conceptuales del diseño e implementación de las Bases de Datos Georreferenciadas y los sistemas de teledetección como herramientas tecnológicas aplicadas al sector agrícola. - Gestiona los manejadores de bases de datos espaciales tales como: MySQL Spatial, Postgis, pgSphere, Spatial support in DB2, Oracle 11g spatial, Microsoft SQL Server 2008 Spatial, Arcview, ArcGIS. - Integra modelos utilizando colección de datos espaciales y georreferenciación para el análisis espacial y producción de mapas, junto con sistemas de sensado remoto como insumo para el procesamiento de información de las condiciones medioambientales, climáticas, del terreno y de la cobertura vegetal de los cultivos y su evaluación en la toma de decisiones.

Contenidos Temáticos Centrales

- Unidad I: Fundamentos de Sistemas de Información Geográfico (10 horas)
- Unidad II: Fundamentos de Sensores Remotos (8 horas)
- Unidad III: Modelos de Bases de Datos Espaciales (14 horas)
- Unidad IV: Infraestructura Espacial y Metadatos (12 horas)
- Unidad V: Características Espectrales de Suelo, Agua y Vegetación (6 horas)
- Unidad VI. Sensores Ópticos, Medición de Variables y Parámetros Biofísicos (6 horas)
- Unidad VII: Machine Visión. Procesamiento Digital de Imágenes para Agricultura de Precisión (10 horas)



Semestre Académico	Curso	Código	Tipo de Crédito	Resultado De Aprendizaje Esperado
Segundo	Maquinaria y Robótica Aplicada a la Agricultura Digital.	-	Teórico practico	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica las diferentes tecnologías que se tienen actualmente para la automatización de los procesos mediante máquinas robóticas concretas. - Analiza las diferentes aplicaciones de los drones en función al trabajo a desarrollar en un cultivo determinado. - Desarrolla adecuadamente una estrategia de aplicación de máquinas robóticas de acuerdo a las necesidades del usuario final.

Contenidos Temáticos Centrales

- Unidad I: Introducción y Definiciones (6 horas)
- Unidad II: Sistemas de Corrección Diferencial (8 horas)
- Unidad III: Banderillero Satelital (8 horas)
- Unidad IV: Sistemas Autoguiados - Drones (12 horas)
- Unidad V: Monitoreo de Rendimiento Agrícola (10 horas)
- Unidad VI. Sistemas de Aplicación de Tasa Variable (VRT) (10 horas)
- Unidad VII. Sistemas de Cosecha Automáticos (10 horas)

Semestre Académico	Curso	Código	Tipo de Crédito	Resultado De Aprendizaje Esperado
Segundo	Redes de Sensores e IoT para Agricultura Digital.	-	Teórico practico	<ul style="list-style-type: none"> - Aplica los fundamentos y principios conceptuales de las redes de sensores en aplicaciones de agricultura digital como una herramienta para facilitar el análisis de la información - Comprende los principios de operación de los sistemas operativos para redes de sensores y sistemas de análisis de información que involucran IoT, aplicados en sistemas de medición, monitoreo y visualización de variables en procesos agrícolas. - Desarrolla redes de sensores y aplicaciones que usen herramientas IoT para la medición y monitoreo de variables físicas en campo, como insumo para el procesamiento de información, toma de decisiones y accionamiento sobre cultivos.

Contenidos Temáticos Centrales

- Unidad I: Introducción a Las Redes de Sensores (6 horas)
- Unidad II: Fundamentos de Redes de Sensores (6 horas)
- Unidad III: Factores que influyen en el diseño de WSN (8 horas)
- Unidad IV: Tecnología Básica de Sensores Inalámbricos (10 horas)
- Unidad V: Protocolos de Control de Acceso al Medio para WSN (8 horas)
- Unidad VI. Sistemas operativos para WSN (8 horas)
- Unidad VII. Aplicaciones de IoT para WSN (18 horas)

ELECTIVA I : TEMÁTICAS

Semestre Académico	Curso	Código	Tipo de Crédito	Resultado De Aprendizaje Esperado
Segundo	Sistemas Inteligentes Aplicados a la Agricultura Digital	-	Teórico práctico	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza y configura sistemas inteligentes y de aprendizaje de máquina empleando herramientas tecnológicas aplicadas a procesos productivos de la agricultura digital. - Identifica los fundamentos y principios conceptuales de los sistemas inteligentes aplicados en la agricultura digital para el mejoramiento de los procesos productivos. - Aplica sistemas de predicción, clasificación o estimación aplicados en procesos agrícolas como apoyo en la toma de decisiones para la gestión de cultivos, utilizando técnicas de inteligencia artificial y machine learning.

Contenidos Temáticos Centrales

- Unidad I: Introducción a los Sistemas Inteligentes (6 Horas)
- Unidad II: Fundamentos de Inteligencia Artificial (6 Horas)
- Unidad III: Machine Learning (28 Horas)
- Unidad IV: Agentes Inteligentes (8 horas)
- Unidad V: Sistemas Multi-Agente (SMA) (8 horas)
- Unidad VI: Sistemas Distribuidos (8 horas)

Semestre Académico	Curso	Código	Tipo de Crédito	Resultado De Aprendizaje Esperado
Segundo	Tecnologías de Energías Limpias en Agricultura Digital.	-	Teórico práctico	<ul style="list-style-type: none"> - Diseña e instala sistemas de alimentación energética haciendo uso de Energías limpias en aplicación a cultivos y procesos agroindustriales. - Comprende los fundamentos y principios conceptuales de los sistemas de generación de energías limpias que pueden ser usados en agricultura digital como una herramienta de ahorro y eficiencia energética. - Evalúa la eficiencia energética en sistemas de alimentación para procesos de agricultura digital, identificando su impacto e importancia en el consumo.

Contenidos Temáticos Centrales

- Unidad I: Energía y Electricidad (6 horas)
- Unidad II: Características de la generación convencional y renovable (12 horas).
- Unidad III: Sistemas de almacenamiento de Energía (12 horas)
- Unidad IV: Ahorro y Eficiencia Energética (8 horas)
- Unidad V: Ahorro y eficiencia energética asociado a nuevas tecnologías de siembra (8 horas)
- Unidad VI. Ahorro y eficiencia energética asociado a la localización de malas hierbas (8 horas)
- Unidad VII. Ahorro y eficiencia energética asociado a tecnologías de abonado y recolección (10 horas)



Semestre Académico	Curso	Código	Tipo de Crédito	Resultado De Aprendizaje Esperado
Segundo	Sistemas de Riego Automático.	-	Teórico practico	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica la importancia de la medición y monitoreo de variables tales como lluvia, precipitación, evapotranspiración y factores suelo ambientales que determinan la necesidad de riego en los cultivos - Utiliza y configura tecnologías de riego automático y de precisión, mediante el desarrollo de prácticas en campo de cultivo para el suministro apropiado de agua en cultivos agrícolas. - Examina los principios de operación de los diferentes sistemas de riego automáticos y de precisión, sus tecnologías y campos de aplicación, para que proponga soluciones tecnológicas que mejoren la calidad de irrigación en los cultivos agrícolas. - Diseña e Instala adecuadamente un sistema de riego automático o precisión en un cultivo agrícola de acuerdo a las necesidades del usuario final.

Contenidos Temáticos Centrales

- Unidad I: Necesidades de agua de los cultivos: evapotranspiración de los cultivos (8 horas).
- Unidad II: Riego por Superficie (8 horas)
- Unidad III: Modelos de simulación, proyecto y evaluación del riego por superficies (10 horas)
- Unidad IV: Riego por aspersión (10 horas)
- Unidad V: Sistemas estacionarios de riego (8 horas)
- Unidad VI. Riego localizado (8 horas)
- Unidad VII. Riego de precisión (14 horas)

Semestre Académico	Curso	Código	Tipo de Crédito	Resultado De Aprendizaje Esperado
Segundo	Gerencia y Gestión de Proyectos Tecnológicos en Agricultura Digital.	-	Teórico practico	<ul style="list-style-type: none"> - Examina los fundamentos administrativos de gestión de proyectos en la agroindustria, vinculando tecnología como pilar de desarrollo. - Aplica los principios del mercadeo en empresas agroindustriales, proporcionando herramientas para la mejora y beneficio financiero de los negocios de este tipo. - Utiliza técnicas y herramientas para la gestión de recursos humanos, financieros y tecnológicos en la realización de proyectos que involucran Agricultura Digital. - Desarrolla adecuadamente una propuesta de gestión de proyecto tecnológico en agricultura de acuerdo a las necesidades del usuario final.

Contenidos Temáticos Centrales



- Unidad I: Gestión de agronegocios: Objeto, funciones, tareas, organización y contexto (8 horas)
- Unidad II: Gestión de la Tecnología para la agricultura digital. (12 horas).
- Unidad III: Evaluación de Proyectos Tecnológicos en Agricultura Digital. (12 horas)
- Unidad IV: Gestión de mercadeo para agronegocios. (12 horas)
- Unidad V: Gestión financiera para agronegocios. (10 horas)
- Unidad VI. Gestión operacional para agronegocios. (10 horas)

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

4.3 Componente de Interacción

En el contexto local y regional existe una capacidad de interacción significativa del Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, en la medida en que aporta referentes teóricos, metodológicos y tecnológicos innovadores sin dejar de lado los normativos y prospectivos para los municipios agrícolas y corporaciones autónomas, considerando la Secretaría de Agricultura adscrita a la Gobernación e Instituciones Educativas que tienen injerencia específica en el territorio. Para ello, el Programa ETDA propone fortalecer y potencializar las capacidades productivas, agrícolas e industriales de desarrollo económico del territorio, a través del conocimiento, la investigación, la tecnología y la innovación, con el ánimo de preservar la seguridad alimentaria, impulsar procesos de desarrollo productivo sostenibles, generar valor agregado y fomentar el comercio y la cooperación regional.

Dentro de los propósitos del Plan de Desarrollo Departamental está lograr que Boyacá abastezca alimentariamente al país. En la crisis alimentaria actual, existe la oportunidad de reaccionar de la mejor manera, posicionando el valor de la agricultura y al sector agrícola como baluarte de desarrollo, estableciendo estrategias tecnológicas para afrontar la escasez alimentaria y proponiendo políticas de nutrición que beneficien a la población. Dentro de las cadenas productivas del departamento se destacan la papa, las hortalizas, el cacao, el café, los frutales, la quinua y cereales. Estas cadenas han sido priorizadas en los últimos años, tanto por la Secretaría

de Agricultura como por el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario, (PECTIA, 2016), y cuentan con diagnósticos en actualización, con el fin de mejorar la información para la toma de decisiones y, de ese modo, contribuir a su productividad y competitividad.

Dichas cadenas y sus líneas productivas son un componente fundamental para el desarrollo económico y social del departamento y se constituyen como una de las principales fuentes de empleo e ingreso económico para miles de familias campesinas que habitan el medio rural.

En Boyacá, además existen 24.100 hectáreas con cobertura en infraestructura de riego y drenaje, beneficiando a 17.600 familias de agricultores, esta área corresponde al 1,7% del área productiva del departamento. De esta manera, existen 73 distritos de riego de pequeña escala ubicados en 47 municipios (40% de ellos no operan u operan parcialmente) que cubren 12.100 hectáreas y benefician a 8.417 familias, de mediana escala el distrito ASUSA-Samacá con 3.000 Hectáreas (3.000 familias) y un distrito a gran escala UsoChicamocha, que cubre 9.000 hectáreas para beneficio de 6.000 familias (Secretaría de Agricultura, 2019).

Otro tema de preocupación e interacción en el departamento tiene que ver con la poca aplicación de buenas prácticas agrícolas, lo que ha dificultado el manejo adecuado de los recursos naturales, económicos y sociales, asociados a la producción sostenible, de tal forma que se constituye en una



barrera para mejorar la productividad y el valor agregado. Este comportamiento se puede observar, dado que, según la práctica de protección del suelo, el 74,9% de las UPA, incorporan el enrastramiento, frente al 9,9% que incorporan siembra directa o manual y solamente el 12,8% incorporan labranza mínima.

De igual manera, mediante el uso eficiente de recursos energéticos e hídricos, se plantea la atención oportuna a la crisis climática, para que la región se prepare frente a las consecuencias del cambio climático, mediante acciones tecnológicas que apuestan por el desarrollo sostenible como principio transversal, para la protección de los ecosistemas naturales y su biodiversidad. La gestión insuficiente del recurso hídrico, aunada con el uso no controlado de agroquímicos y demás sustancias, afecta la calidad del agua y las propiedades físico-químicas de los suelos. (FAO; Gobernación de Boyacá, 2019).

Las razones que se esgrimen tienen que ver con la baja transferencia tecnológica, la poca capacitación y asistencia técnica agropecuaria especializada. De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, en el departamento la mayoría de los municipios presentan algún tipo de riesgo por cambio climático: En riesgo muy alto se encuentra el recurso hídrico con un 5.4%. En riesgo alto la biodiversidad con un 11% y en riesgo medio la seguridad alimentaria con un 34.4% (IDEAM, DNP, 2018).

Es importante anotar que la ocurrencia de eventos de climas extremos tales como heladas, oleadas de calor, cambio en el régimen de precipitaciones especialmente en zonas de clima frío seco y seco, se ha incrementado en las últimas décadas, lo que hace que Boyacá sea altamente vulnerable a la variabilidad y al cambio climático, consolidándose en una amenaza para las actividades de producción agrícola. Los estudios realizados sobre el campo en el departamento, han identificado como una debilidad del sector agropecuario la carencia de dotaciones de activos productivos, lo que ha generado pocos avances en el desarrollo tecnológico, industrialización y modernización en procesos de producción agropecuaria.

En el contexto nacional el territorio está marcado por dos estructuras geográficas significativas como es zonas elevadas pertenecientes al sistema andino y las zonas de valle y sabana. Cada una con características de suelos, de pendientes, de actividades económicas y culturales marcadas las cuales realizadas de manera repetitiva con impactos fuertes en el ambiente generan escenarios de producción agrícola. Todo lo anterior sumado a unas condiciones meteorológicas y dinámicas climáticas específicas debido a la ubicación del país en un contexto ecuatorial con fenómenos marcados como el niño y la niña que influyen en los territorios y en las comunidades.

El país está apostando por la Transformación Empresarial para el desarrollo productivo, la innovación y adopción tecnológica para la productividad, en donde el sector agrícola cobra importancia para dinamizar el desarrollo de la Colombia rural. En consecuencia, el Gobierno Nacional ha propuesto pactos transversales en pro de la Seguridad Alimentaria, la Sostenibilidad, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, la Transformación Digital de Colombia y la Calidad de Recursos como el agua y la energía para promover la competitividad y el bienestar de todos.

En el campo internacional los procesos anteriormente descritos se presentan en mayor o menor medida debido a las capacidades profesionales e institucionales involucradas y desarrolladas. Los anteriores escenarios se alinean en forma global a los Objetivos de Desarrollo Sostenible donde el

programa de ETDA mediante el estudio y aplicación de las tecnologías de la agricultura digital, apunta a promover el cumplimiento de algunos ODS como el Hambre Cero, el Uso eficiente del Agua y Sanidad, Industria e Innovación en Infraestructura, entre otros, donde se propende por proteger el planeta y garantizar que todas las personas del mundo sin distinción gocen de paz y prosperidad, mediante un trabajo mancomunado de los gobiernos, sus instituciones y el trabajo multidisciplinar del capital humano.

En este sentido, el programa de ETDA específicamente se relaciona e interactúa para demostrar la capacidad de fortalecimiento de vínculos con una gran variedad de actores que permiten desarrollar las habilidades de los estudiantes y de los docentes en los campos académicos, de extensión y de investigación aplicados al sector agroalimentario.

A nivel internacional existen diversas redes de conocimiento especializado que aportan a la comunidad científica y profesional documentos, herramientas y metodologías que son prioritarias de abordar en el programa. Por lo cual, se hace necesario el fortalecimiento del desarrollo de una segunda lengua de tal manera que se puedan abordar todos estos conocimientos generados en el ámbito internacional. La interacción internacional, favorece la internacionalización del currículo, la vinculación de estrategias y propuestas que fortalezcan la internacionalización en el programa, las cuales, son experiencias enriquecedoras para los estudiantes, los docentes y la especialización en sí.

La **Tabla 11** define las actividades de interacción propuestas en el Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura:

Tabla 11 Actividades de Interacción de la ETDA

Tipo de Actividad	Interacción
Cursos del Programa de Especialización.	Con participación y experiencias del docente, o profesor invitado, representante de gremio o empresa del sector agrícola.
Prácticas o Salidas de Campo.	Para el desarrollo de trabajo experimental en instalaciones de la Universidad, o visitas a empresas el CIAT (Centro de investigación de Agricultura Tropical), AGROSAVIA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) o institución educativa aliada como la Universidad de los Llanos.
Asistencia o Participación en Eventos Académicos y Científicos.	Espacios de interacción del conocimiento, con participación de entidades educativas, externas públicas y privadas.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

4.3.1 Articulación de los componentes de interacción con el proceso formativo

El desarrollo de los procesos académicos requiere que los actores-mediadores (estudiantes y docentes) se encuentren en contacto e interacción constante; el docente actúa en un principio como un facilitador de la información para ser, posteriormente, un orientador de la ruta de aprendizaje delimitada por el Proyecto Académico Educativo de la Especialización, en cuanto a contenidos mínimos y la información que el docente plantea desde su libertad de cátedra.

Los contenidos básicos de los cursos del Componente Básica/Interdisciplinar son orientados por docentes de áreas como la Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones, Agronómica o Agrícola, y los contenidos, denominados expertos, se encuentran soportados en los cursos del Componente Disciplinar y de Profundización por docentes formados en Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones, Control y Automatización, Sistemas o Informática, Agronómica o Agrícola y Administración, cada uno con niveles de experticia y conocimientos en las diferentes áreas disciplinares.

La interacción de cada docente, que tiene dominio sobre los contenidos de cada curso, se hace importante cuando existe la comunicación con los estudiantes, sin embargo, existen aspectos no académicos que priman en la interacción académica como son motivación, estado de ánimo, realidad psicosocial, estrato económico y otros.

Tabla 12 Articulación de los componentes de interacción con el proceso formativo del programa (Relación estudiantes - profesores).

Articulación de los componentes de interacción con el proceso formativo del Programa (Relación Estudiantes - Profesores)

Tipo	Descripción
Acompañamiento Directo Docente en Clase y Laboratorio	La relación directa entre estudiantes y profesor se da a nivel del aula, del laboratorio o de los espacios internos de la Universidad. En ellos se crea la difusión por parte del docente hacia los estudiantes y el intercambio de pensamientos, creencias y sentimientos derivados del proceso de enseñanza – aprendizaje.
Tutoría	Durante el proceso formativo se generan espacios de apoyo y orientación entre los docentes y los estudiantes, con aplicación de metodologías presenciales o virtuales de ser necesarios. Los espacios tutoriales se definen para un grupo reducido de estudiantes o de forma personalizada en función a las necesidades que demande una clase o sesión previa. La virtualidad será utilizada ante eventos donde por espacio o tiempo no sea posible la reunión presencial.
Proyectos de Aula	Escenario formativo con capacidad de retroalimentar al estudiante el cual se aborda a través de un trabajo de investigación formativa, estudios de caso específicos que se adelantan en los cursos durante todo el semestre.
Investigación Formativa	En forma opcional el estudiante de la Especialización tiene la posibilidad de vincularse al Grupo de Investigación de la Escuela de Ingeniería Electrónica para desarrollar actividades de investigación formativa, donde el estudiante con plena libertad se integra, bajo el marco de una motivación personal. La actividad de investigación en el Grupo de investigación específicamente en la Línea de Investigación en Agrónica, prevé que existen diferentes niveles de conocimiento en los estudiantes que lo integran (ya que el ingreso es abierto a todas las disciplinas) por lo que se realizan charlas periódicas que enfocan a todos por igual en una misma temática; el grado de profundidad en temas avanzados o actualizados dependerá en gran medida de la participación, continuidad y permanencia en el grupo. Se realizan sesiones presenciales en alguno de los laboratorios de la escuela, salas de tutoría, biblioteca o salones disponibles; generalmente, son reuniones cada semana en un espacio de 2 horas donde se genera debate y se definen tareas para desarrollar en espacios de trabajo independiente.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

4.3.2 Interacción de profesores y estudiantes a la dinámica del entorno

Las relaciones de cooperación interinstitucional entre la UPTC y las diferentes empresas o entidades públicas y privadas de la región y el país, han dado paso a la generación de convenios marco que permiten a los estudiantes del programa de ETDA, desarrollar actividades de

interacción con el sector externo, en donde se proyecta y amplía la visión del especialista en la aplicación de los conocimientos en el entorno real.

Tabla 13 Interacción de profesores y estudiantes a la dinámica del entorno (Estudiantes y profesores con el entorno).

Interacción de profesores y estudiantes a la dinámica del entorno	
Tipo	Descripción
Visita de Campo	Espacios externos a la estructura física de la Universidad en donde es posible promover el desarrollo y fomento del aprendizaje. Secretaria de Agricultura de del Departamento de Boyacá, CIAT, AGROSAVIA, Universidad de los Llanos, entre otros.
Conferencias Especializadas	Invitación a expertos nacionales o internacionales para que comenten, presenten, orienten procesos innovadores en el área a través de mecanismos presenciales.
Asistencia o Participación en Eventos Académicos y Científicos.	Espacios de interacción del conocimiento, con participación de entidades educativas, externas públicas y privadas. Estudiantes y docentes tienen la oportunidad de asistir a Eventos de naturaleza Académica para conocer los avances de la Agricultura Digital, o socializar en calidad de ponentes los desarrollos académicos o investigativos como resultado de trabajos de aula o proyectos de investigación a la comunidad académica nacional o internacional.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

En las actividades prácticas el estudiante puede desarrollar una serie de actividades específicas en una empresa del sector productivo relacionada con el sector agrícola, que son definidos por la entidad en función a sus necesidades y su objeto social, permitiendo desempeñarse en campos de aplicación como el Sensado Remoto y Teledetección, Redes de Sensores, Sistemas de Información Geográfica, Sistemas de control de procesos, instrumentación e IoT, sistemas de energías renovables limpias, automatización de sistemas de riego y cualquier campo afín a la Agrónica, entre otras.

Los logros de aprendizaje se definen en 3 aspectos fundamentales: el conocimiento, la habilidad y la aptitud del estudiante. El modelo pedagógico siempre incluye la participación activa del docente como gestor del conocimiento y puente entre la vida académica y el entorno siendo un guía, asesor y evaluador del desempeño en función a su aporte y calidad humana. La comunicación constante entre los coordinadores designados por la UPTC y la empresa es un factor primordial, así como, la evidencia constante y programada referenciada en informes periódicos y contacto personal vía email, chat, llamada telefónica o videoconferencia que existe entre coordinadores y estudiante.

4.3.3 Relaciones y dinámicas que aporten a los aspectos curriculares

Las actividades descritas en la Tabla.15, relacionan las dinámicas de los aspectos curriculares de la ETDA en concordancia con los contenidos curriculares establecidos en el plan de estudios. Estas relaciones involucran la necesidad de avanzar, actualizar y mejorar los procesos de formación, interacción con el sector externo, relación con los egresados y mejoramiento continuo de los procesos curriculares, para aumentar el cumplimiento de misión del programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura.

Tabla 14 Relaciones y dinámicas que aporten a los aspectos curriculares

Relaciones y Dinámicas que aporten a los Aspectos Curriculares

Tipo	Descripción
Proyectos de Investigación y Extensión	Se incluyen los referentes teóricos y metodológicos desarrollados e implementados en los proyectos desarrollados en el Grupo de Investigación I2E en la Línea de Investigación en Agrónica, y en procesos - convenios de extensión con entidades que desarrollan actividades de desarrollo tecnológico y científico relacionadas con el sector agrícola.
Actividades de Práctica con Proyección Social	Se cuenta con la articulación en la investigación aplicada en la Agricultura de Precisión con la Universidad de los Llanos (Villavicencio - Meta) a través del Grupo de Investigación MACRYPT de la Facultad de Ciencias e Ingeniería y de la Pontificia Universidad Católica del Perú (Lima - Perú) a través del Grupo de Investigación PUCP (Grupo de Apoyo Tecnológico al Sector Rural). A través de las experiencias de formación de recurso humano soportado en la participación de los estudiantes y docentes del programa en actividades enfocadas en la solución de problemas del entorno, dando evidencia de los temas necesarios a incorporar en los contenidos curriculares del programa para satisfacer las necesidades identificadas por entidades, agremiaciones e instituciones del sector tanto locales como regionales.
Experiencia de los Docentes del Programa	La experiencia laboral y extensionista de los docentes adscritos al programa es una base importante, este conocimiento refuerza los contenidos curriculares
Procesos de Autoevaluación y Actualización Curricular del Programa de ETDA	Con el desarrollo de los procesos de autoevaluación periódica del programa por parte del Comité de Currículo de la Especialización, que permita identificar falencias presentes en los aspectos de relación con el sector externo y la relación con egresados, lo cual brinda un espacio para la formulación de mejoras en los procesos curriculares y generales del programa para enfrentar estas deficiencias y realizar la actualización de contenidos y cursos de acuerdo a los retos de formación.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

4.4 Componentes de investigación:

La Especialización en Tecnologías Digitales aplicadas a la Agricultura - ETDA define, planea y desarrolla la investigación acorde a los lineamientos institucionales normados en el Plan Estratégico de Desarrollo, Plan de Desarrollo Institucional y Plan Maestro Institucional.

Este último en su marco estratégico, en el *Lineamiento I: Investigación e Innovación* define programas para el fortalecimiento institucional de la investigación y la innovación en torno a proyectos y metas a través de la asignación de recursos.

Como programa de especialización, la investigación formativa es un pilar que fomenta el proceso de aprendizaje y fortalece los contenidos curriculares en la medida que implementa entre otras la sistematización y análisis de información, el uso de tecnologías de la información, fomentando el pensamiento crítico, formulación y resolución de problemas, promoción de la creatividad, capacidad de análisis, identificación de estrategias y conocimiento innovador, entre otras.

El Plan Estratégico de Desarrollo 2019-2030 motiva a la interacción del conocimiento de las aulas con el entorno y las comunidades, como mecanismo que promueve el desarrollo sustentable y la apropiación social del conocimiento. De igual manera, el Acuerdo 053 de 2018 capítulo VI, establece los criterios para el fortalecimiento de los posgrados con la investigación, en este sentido, la Facultad de Ingeniería cuenta con el Centro de Investigación y Extensión CEDEC que se



encarga de articular y promover las actividades de investigación en las escuelas, por medio de los grupos de investigación con los docentes, estudiantes y egresados.

4.4.1 Estrategias para promover la investigación en el programa.

Los contenidos curriculares planteados en el Plan de Estudios de la ETDA, obedecen a procesos paralelos adelantados en su consolidación: el estudio de mercado, la consulta con expertos de instituciones tanto nacionales como internacionales, y, el trabajo colaborativo en su creación por parte expertos en el campo de estudio de la Agricultura de Precisión y Digital a nivel mundial, nacional y local, que están alineados con los desafíos y necesidades identificados en los planes de Desarrollo Nacional, Departamental e Institucional.

De forma periódica, las anteriores instancias desarrollan actividades de difusión, fomento y fortalecimiento del conocimiento, escenarios en los cuales tanto docentes como estudiantes y futuros egresados de la ETDA pueden participar como ponentes y/o asistentes sin dejar de lado las capacidades colaborativas en organización o generación de eventos desde el mismo programa en donde se demuestre el desarrollo específico del conocimiento en el área de la agricultura digital, como también de las habilidades y actitudes de los futuros especialistas.

Desde la Coordinación del programa, en articulación con funcionarios especializados de la biblioteca se generan espacios orientativos sobre el manejo y uso de la plataforma de la UPTC y el ingreso y uso de las bases de datos. Se promueve a través de los trabajos de aula, la articulación con la investigación formativa mediante la promoción de actividades investigativas que incluyan metodologías estadísticas y bibliométricas para análisis de tendencias del conocimiento.

Actividades académicas desde los cursos que incluyen tutorías, seguimiento y retroalimentación propenden por el mejoramiento del proceso académico e investigativo formativo.

Adicionalmente, la generación de espacios de estudio en el Grupo de Investigación I²E, las líneas de investigación que abordan y los proyectos de investigación y extensión, son estrategias de vinculación futura de los estudiantes a niveles superiores de formación en la temáticas y áreas del conocimiento complementarias, definidas en el curso Electivo.

En este sentido, la Especialización en Tecnologías Digitales en la Agricultura, adscrita a la Escuela de Ingeniería Electrónica de la UPTC Tunja motiva una cultura de investigativa soportada por el grupo de *Investigación en Ingeniería Electrónica – I²E* y diferentes Grupos de Investigación de la Universidad con los cuales se tiene amplia colaboración y cooperación en la formulación y ejecución de proyectos de investigación. El proceso investigativo ha estado acompañado y asesorado por los Grupos de Investigación de la Sede Principal de Ingeniería Electrónica de Sogamoso (Procesamiento de Señales – DSP UPTC, en Telecomunicaciones – GINTEL y en Robótica y Automatización Industrial - GIRA), cuya trayectoria y experiencia permitieron consolidar el quehacer del grupo de investigación en Ingeniería Electrónica I²E.

El Grupo I²E, fue creado para fortalecer los indicadores de generación de nuevo conocimiento, apropiación social de conocimiento y formación de recurso humano definidos por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, con propósitos de categorización del grupo y sus investigadores, mejoramiento de los factores de calidad definidos por el Ministerio de Educación y con el fin de ampliar el proceso de formación investigativa de estudiantes y docentes del programa de posgrado propuesto, específicamente en la Línea de Investigación en Agrónica.



La participación y vinculación de los estudiantes de posgrado en los semilleros de investigación adscritos al grupo de investigación I²E, es ampliamente fomentada. En estos espacios extracurriculares, se dispone de trabajo colaborativo interdisciplinar entre docentes y estudiantes para complementar la formación investigativa, con miras a orientar al estudiante en la aplicación del método científico, para identificar y plantear soluciones a problemas reales del entorno.

En este sentido, a continuación, se presenta la descripción de las actividades que el programa adelanta para articular su estructura curricular con la investigación:

Tabla 16 Descripción de la forma en que las actividades académicas, docentes y formativas se nutren de la investigación o la innovación.

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
Actividades académicas	Con el desarrollo de los cursos el estudiante accederá al conocimiento por sí mismo para contribuir a su formación profesional. Aplicará el enfoque de la educación cuyo objetivo es la creación del conocimiento, al mismo tiempo que irá desarrollando la actitud y las habilidades necesarias para desarrollar actividades investigativas y se motiva para ingresar a los grupos de investigación. La actualización de los saberes en los cursos se ve reforzada por la actividad investigativa, ya que es por medio de esta actividad que los saberes se renuevan continuamente a la luz de los nuevos descubrimientos o problemáticas que se logra vislumbrar con la investigación.
Actividades Formativas	Los estudiantes de la Especialización podrán hacer parte del programa de jóvenes investigadores y a su vez tener el apoyo de los mismos en la realización de alguna investigación. Según la disponibilidad de presupuesto y convocatorias que existan institucionalmente.
Actividades Docentes	Todos los docentes del programa pertenecen a un grupo de investigación, de modo que tienen experiencia en el campo. La actividad investigativa les permite a los docentes actualizar sus saberes a la luz de los retos actuales. La actividad docente no es solo vista como un encuentro con estudiantes sino también es una oportunidad de crecimiento del docente como guía de los estudiantes de especialización. El docente ofrece nuevas perspectivas a los problemas que trata el programa, y establece una actualización de la dinámica científica en la que se desenvuelve.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

4.4.2 Grupos y líneas de investigación que soportan el desarrollo del programa

El programa de Especialización en Tecnologías Digitales en la Agricultura – ETDA desarrollará sus procesos de investigación con el soporte, guía y apoyo del Grupo de Investigación I²E y sus semilleros de investigación (adscrito a la Escuela de Ingeniería Electrónica de la UPTC Tunja). Su descripción se evidencia en la Tabla 15 que se encuentra a continuación:

Tabla 15 Descripción de Grupo de Investigación I²E.

Nombre del Grupo de Investigación	Objetivos	URL GrupLac
-----------------------------------	-----------	-------------



Código: D-FP-P04-F01	Versión: 01	Página 41 de 69
----------------------	-------------	-----------------

Grupo de Investigación en
Ingeniería Electrónica – I²E

Categoría B

(Convocatoria Nacional para
el Reconocimiento y
Medición de Grupos SNCTI
894 de 2021)

Fecha de Creación: Agosto
del 2015

Formular y ejecutar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que brinden soluciones al entorno académico, industrial y productivo de la región y el país enmarcados en las siguientes líneas de investigación: Agrónoma (para aportar al desarrollo de proyectos interdisciplinarios a necesidades de las Escuelas de Ingeniería Agronómica y Ambiental de la UPTC), Telemetría (Ingeniería Civil, Metalúrgica, Agronómica y Sistemas) y Gestión Energética (Ambiental y Agronómica).

<https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000016767>

Fuente. Elaboración propia. GrupLac. <https://scienti.minciencias.gov.co>, 2022.

La experiencia investigativa del grupo de investigación I²E soportará el proceso investigativo de la Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, contando además con el acompañamiento y asesoría de los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería y el programa principal de la Seccional Sogamoso con los cuales la Escuela de Ingeniería Electrónica de la UPTC Tunja ha tenido vínculos investigativos y con los cuales ha emprendido y ejecutado proyectos inter y transdisciplinarios. Por otro lado, la oferta propuesta de Especialización fue elaborada con el asesoramiento de expertos en el área de estudio de la Agricultura de Precisión de la Universidad de los Llanos (Villavicencio - Meta) a través del Grupo de Investigación MACRYPT de la Facultad de Ciencias e Ingeniería y de la Pontificia Universidad Católica del Perú (Lima - Perú) a través del Grupo de Investigación PUCP (Grupo de Apoyo Tecnológico al Sector Rural).

El Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura fue propuesto para profundizar en un campo de aplicación interdisciplinar de la Ingeniería, donde la investigación es un componente inherente en su carácter de búsqueda y contextualización permanente del conocimiento, como soporte del proceso de enseñanza-aprendizaje que orienta las actividades académicas de los docentes y estudiantes.

En el desarrollo de los cursos del plan de estudios, de manera intrínseca se realiza investigación formativa por parte del estudiante mediante la exploración y profundización de cada una de las temáticas asociadas, donde se plantea una dinámica que relacione el conocimiento entre teoría y experiencia.

Así mismo, dentro de la metodología de cada curso se plantea la redacción de ensayos, resúmenes y/o artículos de revisión de contexto, así como el desarrollo de prácticas que promueven el trabajo experimental, contando con los recursos y apoyo del Grupo de Investigación I²E, reconocido ante el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación en Categoría B según los resultados de la Convocatoria 894 para el reconocimiento y medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y para el reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación - SNCTI 2021.

4.5 Componentes de internacionalización:

La Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura aborda el componente de internacionalización que incluye estrategias que crean y fortalecen vínculos de la Universidad y





del programa de especialización con actores, instituciones y entidades internacionales con las cuales la UPTC posee convenios vigentes a través de la Oficina de Relaciones Internacionales y Cooperación Interinstitucional – ORIC.

La ORIC de la UPTC plantea políticas de Cooperación Internacional, en aras de promover su visibilidad, y se convierte en embajadora ante instituciones de Educación Superior de prestigio de orden nacional e internacional para proponer estrategias encaminadas a la cooperación internacional e interinstitucional. Así mismo, procura la movilidad académica entrante y saliente de estudiantes y de profesores.

El objetivo de la ORIC es promover la Internacionalización de la UPTC mediante la definición de políticas, planes, programas, proyectos, procesos y acciones de cooperación internacional. De la misma manera, procura la identificación de pares internacionales con el fin de adquirir una visión y un desarrollo comprometido con las dimensiones sociales, económicas, éticas y científicas, que deben caracterizar la Educación Superior de acuerdo con las exigencias y expectativas del momento. De esta manera la academia, la investigación y la cultura en la universidad se fortalecen con información foránea, y finalmente se proyecta un posicionamiento de liderazgo académico-científico, logrado mediante la gestión de la internacionalización

Con base en estos criterios, la UPTC a través de la ORIC se apoya en las siguientes modalidades de movilidad académica:

- Intercambio Institucional.
- Intercambio Académico recíproco.
- Transferencia Académica.
- Experiencia Intercultural.
- Prácticas.
- Conferencias y eventos especiales.

La cooperación e internacionalización de la UPTC y los diferentes programas académicos están encaminados a contribuir en la preparación de la institución y de su comunidad para enfrentar los retos del siglo XXI que contribuyan a su modernización. La cooperación científica y tecnológica engloba un conjunto de actividades que, a cualquier nivel, individual, institucional, o nacional, y a través de múltiples modalidades, implican una asociación y colaboración para la consecución de objetivos comunes y un beneficio mutuo en el ámbito de la investigación y extensión.

Para la organización del plan de estudios, la ETDA tomó como referencia las tendencias, el estado del arte de la disciplina y los indicadores de calidad reconocidos por la comunidad académica nacional e internacional; y propone estimular el contacto con miembros distinguidos de esas comunidades, promoviendo la cooperación con instituciones y programas afines en el país y en el exterior.

La internacionalización del programa de ETDA se plantea como un proceso gradual, que va de la mano de los mismos procesos planteados por la Universidad, en aras de fomentar la movilidad docente y estudiantil, así mismo, se proyecta la creación de redes de investigación en función de la participación en eventos académicos e investigativos que se desarrollan acorde a las dinámicas internas del programa.

La capacidad del recurso humano, científico y tecnológico de la Universidad, permitirá la realización de eventos presenciales así como, el apoyo económico y logístico para la participación

docente y estudiantil; de esta forma, desde el grupo de investigación I2E se plantea la masificación de la producción científica propia con presentación en eventos internacionales de charlas, conferencias, artículos, capítulos de libro, conference paper, pósters y demás productos que permitan la divulgación del conocimiento al exterior y la posible vinculación en redes de conocimiento y proyectos macro que sean de interés regional a nivel de Latinoamericano e Internacional con base en aportes sobre temas como cambio climático, participación en los 16 objetivos de desarrollo sostenible, políticas medioambientales, producción científico-industrial, educación y formación profesional, entre otras.

4.5.1 Movilidad académica y de investigadores

La movilidad académica de docentes e investigadores estimula la generación de conocimiento y el fortalecimiento de las capacidades de los involucrados en el proceso. La Institución tiene un especial interés en que los investigadores compartan sus vivencias por medio de redes de investigación a través de grupos o eventos, impactando en la calidad de la educación y en la visibilidad de la Universidad, lo cual da como resultado convenios y una mayor participación de investigadores en redes internacionales.

4.5.2 Profundización en lenguas y culturas extranjeras

La internacionalización como atributo del currículo se constituye en un proceso de transformación que busca incorporar nuevas dimensiones en el conocimiento disciplinar, en los planes de estudios, en las rutas de aprendizaje, en las competencias del egresado, en los resultados de aprendizaje, en los procesos de evaluación, es decir, es un proceso de transformación integral de todo el currículo que tiene como objetivo potenciar la formación integral del estudiante en el marco de una estrategia integral de internacionalización y la coherencia con el Plan de Desarrollo Institucional, periodo 2019 – 2022.

El uso práctico de una segunda lengua como el inglés, ha sido definido como un valor agregado en cada curso, teniendo espacios para la lectura técnica de textos y bibliografía, la generación de contenidos orales y escritos, el uso de material audiovisual desde diversas plataformas, la lectura de manuales técnicos y la comprensión lectora. Así mismo, se resalta el soporte que el Instituto Internacional de Idiomas de la UPTC brinda para favorecer el uso y práctica de otros idiomas a los estudiantes mediante una oferta continua en lenguas como portugués, italiano, ruso, francés, alemán, coreano y chino mandarín.

4.6 Conceptualización teórica y epistemológica del programa:

4.6.1 Fundamentos Teóricos del programa

La Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura –ETDA, conceptualmente está relacionada con el campo amplio de la Ingeniería y el campo específico Ingeniería y profesiones afines como la Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones, Sistemas, Control y Automatización. El trabajo interdisciplinar del campo de estudio permite el desarrollo de áreas de estudio detalladas, enfocadas al uso de la Tecnología en protección del medio ambiente, el uso de la electricidad y la energía y la electrónica y automatización, donde profesionales de otros campos



ingenieriles aportar como en Ingeniería Electromecánica, Mecatrónica, Agronómica, Agrícola y Ambiental.

En este sentido, ésta rama de conocimiento y aplicación de la ingeniería históricamente ha tenido una evolución global donde se interrelacionan y entrelazan diferentes áreas del saber. A continuación, se sustentan los fundamentos teóricos y conceptuales del programa desde un enfoque histórico de las bases de conocimiento que las apoyan, las aplicaciones, impactos y tendencias de desarrollo de lo que es la *Agricultura de Precisión*, evolucionando a lo que se conoce como la *Agricultura Digital*, *Agricultura Inteligente* y/o *Agricultura Digital*.

Históricamente el desarrollo de la sociedad ha estado estrechamente ligado a la evolución de la agricultura y de la ingeniería, desde los inicios de la civilización misma, dando progreso a la humanidad. La ingeniería se ha fundamentado en tres factores: el conocimiento para realizar una actividad, las herramientas que constituyen esa realidad y los instrumentos para evidenciarla. Así mismo la agricultura se deriva del conjunto de todas las actividades y conocimientos desarrollados por el ser humano, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales (como verduras, frutos, granos y pastos) para su alimentación y subsistencia, la cual, sus orígenes se remontan desde las primeras sociedades que evolucionaron desde la recolección, la caza, la pesca hasta la agricultura.

Los seres humanos siempre han intentado controlar y utilizar los materiales y las fuerzas de la naturaleza para beneficio del individuo y la sociedad, y la aplicación de la tecnología en la agricultura data desde el año 10.000 a.C. donde los primeros seres humanos crearon y usaron herramientas y utensilios para cultivar. Durante siglos se han aportado conocimientos y tecnologías a la agricultura desde culturas ancestrales en diferentes latitudes del planeta, como la mesopotámica, la griega, la egipcia, la romana, la china, la inca y azteca entre otras.

En la época antigua de la edad media se definió por primera vez el termino derivado del latín “*ingeniator*” que se atribuyó a la persona que desarrollaba algún tipo de artefacto, relacionado inicialmente con los constructores de obras como caminos, edificios, sistemas de transporte y por supuesto aplicados en el sector agropecuario con las que la cultura europea floreció.

Entre los siglos XV a XVII el impacto de la tecnológico, las ciencias y el arte revolucionó socialmente todos los aspectos de la vida cotidiana como la minería, la agricultura, la milicia, la salud y la industria con aportes de representantes como *Leonardo da Vinci*, *Nicolás Copérnico*, *Galileo Galilei*, *Robert Boyle*, *Isaac Newton* y *Thomas Newcomen*. Entre los años 1750 y 1850, se considera surge la primera revolución industrial, con el progreso de actividades en los procesos como la minería, la manufactura, la agricultura y el transporte sustentadas en las máquinas de vapor. En el caso de la agricultura el desarrollo tecnológico alrededor de los años 1780 se basó en la tecnología mecánica mediante la adopción de la fuerza mecánica de tractores que pasaron de tracción animal a propulsión por motores de combustión y el uso de agroquímicos controlados por los agricultores.

La Segunda Revolución Industrial (1850), tuvo foco en la tecnología basada en la electricidad, y sus desarrollos impulsan la economía de las grandes sociedades de la época; con exponentes como *Alessandro Volta*, *Humphrey Davis*, *Michael Faraday*, *Tomás Alba Edison*, *Nicolás Tesla* y *Samuel Morse*; igualmente, se resalta la creación de las primeras sociedades de ingenieros en Norteamérica como son ASCE (American Society of Civil Engineers), AIME (American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers), ASME (American Society of Mechanical



Engineers), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y AIChE (American Institute of Chemical Engineers).

De esta época se destacan los desarrollos de la teoría que relaciona los campos eléctricos y magnéticos mediante el aporte de la inducción magnética (*Faraday*, 1831), la construcción de la primera máquina eléctrica rotativa (*Moritz Hermann Von Jacobi*, 1834) y el primer receptor telegráfico (*Morse*, 1853). Aquí se dio inicio a la carrera en las comunicaciones y la electricidad con el primer fax (*Caselli*, 1866) y el primer teléfono (*Graham Bell*, 1875), posteriormente se logra la primera transmisión de ondas de radio en forma inalámbrica (*Popov y Marconi*, 1897).

Con el descubrimiento del fenómeno semiconductor por parte del físico francés *Jules Célestin Jamin* en 1882, se sienta la base para el desarrollo de los primeros sistemas electrónicos, tal es el caso del rectificador de mercurio en 1902 por parte del ingeniero eléctrico norteamericano *Peter Cooper Hewitt*; más tarde en 1906, el físico británico *John Ambrose Fleming* inventa el diodo al vacío; así mismo, para 1907, el inventor estadounidense *Lee de Forest* diseña el tubo al vacío, base de los amplificadores modernos, con lo que en 1927, el ingeniero *Harold Stephen Black* diseña el amplificador retroalimentado.

La era moderna de la electrónica llega con el desarrollo de la televisión electromecánica a cargo del ingeniero escocés *John Logie Baird* en 1920 y el ingeniero ruso *Vladimir Zvorykin* en 1931. La llegada de la primera computadora y la electrónica digital se da con la construcción del ENIAC en 1945 por parte del ingeniero *John Presper Eckert* y el físico *John William Mauchly* de la Universidad de Pensilvania. Los dispositivos semiconductores aparecen, posteriormente, con el aporte en 1947, de los científicos norteamericanos *William Bradford Shockley*, *John Bardeen* y *Walter Houser Brattain*, quienes construyeron el primer transistor de estado sólido en los laboratorios Bell.

Luego, a mediados de la década de 1950, comenzó a aplicarse la tecnología electrónica que marcó el inicio de la Tercera Revolución Industrial, dando lugar a la tecnología de la información operada por computadoras y las tecnologías de la automatización de procesos. De esta forma se da paso a la invención del primer circuito integrado en 1958 por parte del ingeniero estadounidense *Jack St. Clair Kilby* de la empresa Texas Instruments. Posterior a 1960, empresas como National Semiconductors y Analog Devices implementaron tecnología de muy bajo consumo energético dando paso a un acelerado crecimiento de los sistemas híbridos, modulares y circuitos integrados de gran capacidad; esto permitió el avance de la electrónica hasta el día de hoy en áreas de aplicación militares, industriales, biomédicas, aeroespaciales, agrícolas, domésticas, de entretenimiento, telecomunicaciones y computadoras.

La Cuarta Revolución Industrial (Industria 4.0) se basa en la evolución de la Tercera Revolución, que se define como la fusión de los mundos físico, digital y biológico mediante el uso intensivo y extensivo, desde la década de 2000, de sistemas y procesos basados en Internet de las Cosas (IoT, Internet of Things), biología sintética y sistemas ciberfísicos (redes eléctricas inteligentes, vehículos autónomos, sistemas de control industrial, sistemas robóticos, aviónica de pilotos automáticos y monitoreo médico). Todos estos elementos están interconectados por redes físicas o inalámbricas y la nube puede o no ser utilizada; se masifica el manejo de sistemas que utilizan grandes volúmenes de datos; y los algoritmos de inteligencia artificial (AI, Artificial Intelligence) realizan la toma de decisiones en su totalidad o parcialmente en cualquier proceso.

En el sector agrícola en el último cuarto del siglo XX y principios del siglo XXI, el uso de las computadoras se generalizaron, y el desarrollo de los robots agrícolas, las telecomunicaciones, la teledetección alimentaron lo que se conoce como la agricultura de precisión, cuya evolución abrió



camino a lo que se denomina en la actualidad como la Cuarta Revolución Agrícola o Agricultura Digital con el uso de tecnologías IoT, cloud computing, inteligencia artificial, generación y uso de Big Data y sistemas por ciberfísicos.

En este sentido la *agricultura de precisión* se ha definido como el conjunto de tecnologías y su aplicación que buscan optimizar la producción agrícola y el mejoramiento de las prácticas rurales a través del manejo y control de la variabilidad (espacial y temporal) de los factores de producción de los cultivos, es decir mediante la gestión de la correcta aplicación de nutrientes, recursos y energía en el sitio y momento específico con la cantidad adecuada.

Este campo de estudio es reciente y desde su inicio a principios de la década de 1980, la agricultura de precisión se ha adoptado en millones de hectáreas de tierras de cultivo agrícolas en todo el mundo. El enfoque específico del estudio de la agricultura de precisión está fundamentada en la sumatoria de eventos sucedidos a través del tiempo que han consolidado este campo de formación basados en el desarrollo de los siguientes aspectos: el muestreo del suelo, la geoestadística y Sistemas de Información Geográfica (GIS, Geographic Information System), la agricultura por suelo, fertilización de tasa variable, agricultura específica del sitio, Sistema de Posicionamiento Global (GPS, Global Positioning System), mapeo espacial de rendimiento, herbicidas de tasa variable, riego de precisión, detección remota, navegación automática de tractores y robótica, detección proximal de suelos y cultivos, la rentabilidad y adopción de agricultura de precisión.

Contextualizando, en la década de 1920 la aplicación puntual de fertilizantes en cultivos de gran escala se realizaba en los cultivos, pero el costo de los fertilizantes y la mano de obra combinados con el aumento de la superficie de las granjas hicieron que la mayoría de los agricultores cambiaran a su aplicación en forma uniforme en los terrenos, hasta la revolución en la agricultura de precisión en 1980. Entre las décadas de 1920 y 1970, el interés en la variabilidad de la fertilidad del suelo estuvo motivado principalmente por la necesidad de determinar con precisión una recomendación promedio de fertilización del suelo en el campo donde *Sig Melsted* y *Ted Peck* de la Universidad de Illinois, reconocieron que la variabilidad en la fertilidad del suelo era grande y que el escaso muestreo del suelo probablemente sería una mala representación de los requisitos promedio de fertilizantes.

Entonces se estableció como solución usar fertilización de precisión basada en *muestreo de suelo de precisión* con el soporte de sistemas autoguiados con GPS para sitio específico o fertilización de tasa variable. Para ello el soporte de sistemas de sensores de variables del suelo, plataformas de software computacional, herramientas de *Geoestadística* y *Sistemas de Información Geográfica* permitieron generar mapas de contorno computarizados y tridimensionales (3D) de las relaciones para cuantificar la variabilidad espacial del suelo.

En cuanto a gestión de cultivos específicos del suelo, se utilizaron a partir de los años 1990 de las técnicas de *Teledetección* o *Sensado Remoto* en cultivos, mediante el uso de fotografía aérea infrarroja en Color (CIR, *Color InfraRed*), para detectar problemas relacionados con el drenaje, la erosión, la germinación, el control de pastos y malezas, el crecimiento de cultivos y daños y mal funcionamiento de la maquinaria agrícola. Esta información se reflejaba en acciones de ajuste de la densidad de semillas, el control de herbicidas o la fertilización en respuesta a los problemas detectados en el campo, junto con sistemas de información de datos geográficos.

Los términos de cultivo por suelo y cultivo específico del sitio fueron reemplazados por Tecnologías de Tasa Variable (*Sawyer*, 1984). La *fertilización de tasa variable* fue estudiada desde

mediados de la década de 1980, hoy en día gracias a la digitalización de los mapas de suelo utilizando software especializado y procesado de imágenes digitales a partir de datos medidos por sistemas de sensado, se muestrean en cuadrícula, se analizan y permiten tomar decisiones en la dosificación de nutrientes para mejorar la fertilidad de los suelos de los terrenos utilizando *Sistemas de Información Geográfica GIS* y sistemas de actuación automática. La aplicación de fertilizantes de tasa variable es rentable y beneficiosa porque mejora la eficiencia de los insumos agrícolas, mantiene u optimiza el rendimiento y la calidad de los cultivos y protege la calidad del agua.

La determinación precisa de la ubicación de terrenos es esencial para la agricultura de precisión, especialmente para mapear la variabilidad en la fertilidad del suelo o el rendimiento de los cultivos, y para ubicar la maquinaria agrícola que puede distribuir dosis variables de fertilizante en relación con la información de estos mapas. Los continuos avances en la tecnología de hardware y software de automatización y comunicaciones han hecho que los *Sistemas de Posicionamiento Global GPS* tenga un enfoque aplicado basado en la capacidad de determinar la posición de la maquinaria o cultivos en tiempo real con precisión submétrica usando receptores móviles sin procesamiento posterior de datos.

La *navegación automatizada* precisa ha sido una de las áreas de investigación e implementación más intensas en las últimas tres décadas. Las ventajas de este enfoque incluyen la reducción de la fatiga del operador, la eliminación de superposiciones y saltos de maquinaria, una mayor eficiencia en el uso de combustible y la aplicación de nutrientes o riego dinámico. La navegación de la maquinaria agrícola se ha estudiado durante al menos 75 años desde que *Andrew* (1941) patentó un método para el arado automatizado de campos circulares basado en la distancia al centro utilizando un sistema de carrete de cable. *Reid y Searcy* (1987) usaron visión por computadora en el infrarrojo cercano para distinguir hileras rectas de cultivo del suelo que podría usarse para la navegación en línea recta donde el polvo y la vibración de la cámara fueron las principales limitaciones de la visión artificial.

El *mapeo de rendimiento espacial* corresponde al uso de maquinaria agrícola controlada a velocidad constante para cosechadoras, recolectoras, aplicación de herbicidas a dosis variable para el control de malezas, y riego de tasa variable, donde el reto es regular la velocidad de la maquina frente a las desviaciones del terreno, las vibraciones y la distorsión de señal. Para ello se utilizan tecnologías de sensado, capacitivo, óptico y de infrarrojo.

En cuanto al *riego de precisión* los desarrollos velan por la conservación del recurso hídrico, tema apremiante frente al cambio climático, las sequías y la competencia por el recurso hídrico por parte de los agricultores. El Exceso de riego desperdicia agua y conduce a pérdidas en los cultivos por lixiviación y escorrentía que transportan contaminantes y pesticidas a aguas subterráneas o superficiales. En la actualidad además de los sistemas de riego por aspersión o por goteo, se están implementando sistemas de riego de pivote central para la aplicación automática, controlada y de tasa variable de agua de riego y productos químicos.

Las aplicaciones de *sensado remoto* o *teledetección* en la agricultura de precisión se basan principalmente en la reflectancia de la luz solar visible y del infrarrojo cercano por los suelos o cultivos. La detección remota no requiere contacto entre el sensor y el suelo o el cultivo y, por lo general, se logra mediante cámaras montadas en satélites, aviones, torres o vehículos aéreos no tripulados. La *detección proximal*, difiere de la definición tradicional de detección remota en que ella involucra sensores colocados en vehículos terrestres en lugar de plataformas aéreas.

La *teledetección* se ha utilizado para una variedad de propósitos, incluida la estimación de la variabilidad espacial en la materia orgánica del suelo, en el rendimiento de los cultivos, en estrés hídrico de cultivos, en infestaciones de insectos, en enfermedades de cultivos, y en infestaciones de malezas. Sin embargo, la aplicación más común del *sensado remoto* en la agricultura de precisión es la detección de patrones espaciales y temporales en las deficiencias de nutrientes de los cultivos.

El uso de imágenes aéreas y satelitales, es fundamental para estimar patrones espaciales en la fertilidad del suelo y la deficiencia nutricional de las plantas a través de mediciones de reflectancia del dosel de las hojas. La detección del estrés hídrico y nutricional de las plantas, se realiza con cámaras multispectrales o hiperespectrales, recolectan datos de reflectancia utilizando bandas espectrales y sus combinaciones conocidas como índices de vegetación. En muchas de estas aplicaciones se utilizan bandas moradas, azules, verdes, amarillas, rojas, con borde rojo y del infrarrojo cercano con resolución espacial submétrica, lo que lleva a aplicaciones inmediatas en la agricultura de precisión.

El índice de vegetación espectral más comúnmente utilizado cuando hay un cultivo en crecimiento es el índice vegetativo de diferencia normalizada (NDVI, *Normalized Difference Vegetation Index*), que se basa en el fuerte contraste en la reflectancia entre las porciones del espectro rojas y del infrarrojo cercano. El NDVI se ha utilizado para detectar deficiencias de nutrientes en los cultivos, patrones en el rendimiento de los cultivos, infestaciones de insectos y malezas y enfermedades de los cultivos.

Los datos de teledetección hiperespectral implican la recopilación de datos de reflectancia en todo el espectro visible e infrarrojo cercano en bandas estrechas, normalmente de 10 nm o menos de ancho. Por el contrario, los datos multispectrales suelen implicar reflectancia en bandas anchas, de 50 nm o más, centradas en la parte azul, verde, roja y en el infrarrojo cercano inferior del espectro.

En la actualidad está creciendo el interés en el uso de *vehículos aéreos no tripulados* (UAV, *Unmanned Aerial Vehicle*) de baja altitud como plataformas para la teledetección en la agricultura de precisión como los drones. Las imágenes recopiladas con UAV pueden tener una resolución lo suficientemente alta como para ver plantas y hojas individuales, aunque las imágenes con una resolución tan alta deben crearse en mosaico para obtener una cobertura completa de un campo. Los UAV se han utilizado para evaluar el Índice de Área Foliar del cultivo, la biomasa, la altura de la planta, el estado del nitrógeno, el estrés hídrico, la infestación de malezas y el rendimiento y el contenido de proteína del grano. Las limitaciones actuales para el uso de UAV incluyen restricciones gubernamentales sobre su uso, cargas útiles livianas, baja potencia y tiempos de vuelo limitados.

En adición, la *detección proximal* se ha utilizado ampliamente en la agricultura de precisión para mapear patrones espaciales en las propiedades del suelo o de los cultivos. Los primeros avances en la detección del suelo proximal se basaron inicialmente en técnicas de prospección geofísica que se utilizaron para descubrir reservas minerales enterradas en las profundidades de la tierra en los años 1980. Se han adaptado dos categorías de técnicas de prospección geofísica para la detección proximal del suelo en la agricultura de precisión: métodos de resistividad/conductividad eléctrica invasivas y métodos de inducción electromagnética no invasivas.

La detección proximal temprana en la agricultura de precisión también se centró en el uso de métodos de reflectancia in situ del infrarrojo cercano y electroquímica para evaluar patrones espaciales y químicos respectivamente en el contenido de materia orgánica del suelo. El contenido de materia orgánica del suelo a menudo se correlaciona con otras propiedades del suelo, como el contenido de humedad y la mineralización de nitrógeno, cada una de las cuales puede afectar el rendimiento potencial de los cultivos.

En definitiva, el beneficio ambiental derivado de la agricultura de precisión permite la variación en la tasa de aplicación de fertilizantes, estiércol y pesticidas para adaptarse mejor a los patrones espaciales en la fertilidad del suelo y la adsorción de pesticidas, y para responder a los patrones temporales cambiantes en el estrés nutricional de los cultivos y las infestaciones de malezas, insectos y enfermedades. Todos estos factores conducen, conceptualmente, a una mejor calidad y sostenibilidad ambiental.

En los años siguientes, las tecnologías novedosas y las técnicas de gestión mejoradas continuaron acelerando la adopción de la agricultura de precisión, incluidos, entre otros, autoguiado de precisión, barra de luces, sistemas de piloto automático, detección activa de cultivos, sistemas de riego de precisión y muestreo inteligente.

La agricultura de precisión ha sido calificada como la innovación más importante introducida en la agricultura a mediados y finales de la década de 1980. El ritmo de adopción de técnicas y tecnologías de agricultura de precisión fue lento en la década de 1990 porque no había evidencia clara de viabilidad económica o rentabilidad asociada. A principios de 2000, la comunidad de la agricultura reconocía ampliamente que para que se adoptara la agricultura de precisión, la tecnología debía ser relevante para abordar los problemas, ser fácil de usar y, sobre todo, ser rentable para la agricultura. En la primera década del siglo XXI vio una adopción acelerada de la agricultura de precisión.

Durante la última década, la adopción y el uso de diferentes tecnologías agrícolas de precisión entre productores y empresas agrícolas comerciales aumentó de manera constante. Hay una serie de razones que se pueden atribuir al cambio en el ritmo de adopción de técnicas y tecnologías de agricultura de precisión durante la última década: (1) ciertos componentes de la agricultura de precisión, como el manejo de precisión de nutrientes, se han probado y evaluado exhaustivamente y se están probando, reportando mejoras de la eficiencia, la productividad y la rentabilidad de una manera ambientalmente responsable, (2) cambio positivo en los precios de las materias primas que se multiplicó en los últimos 10 años, lo que generó mayores retornos netos para los agricultores y su respectiva inversión en tecnologías avanzadas, (3) introducción de nuevas tecnologías como los sistemas de autoguiado que además de mejorar la eficiencia y la rentabilidad, redujeron la fatiga de los agricultores y les permitieron para trabajar más horas, y (4) mayor capacidad y disponibilidad de una fuerza laboral calificada, capacitadores y profesionales que entendieron el potencial tecnológico en la agricultura.

La historia de la agricultura de precisión ha demostrado que está más fuertemente influenciada por las innovaciones tecnológicas que por las innovaciones en el análisis de la información y el apoyo a la toma de decisiones. Por ejemplo, cuando se introdujeron por primera vez, los monitores de rendimiento y GPS se consideraron avances tecnológicos que podrían agregarse a los equipos agrícolas existentes para agregar valor. Más tarde, la agroindustria comenzó a incorporar GPS y monitores de rendimiento en las cosechadoras agrícolas como parte del paquete de ventas estándar.

Esta combinación de tecnología ahora es ampliamente adoptada por los agricultores, por lo que es utilizada tanto por los practicantes de la agricultura de precisión como por los practicantes de la agricultura convencional. La adición de GPS a los equipos agrícolas permitió muchos otros avances tecnológicos en la agricultura de precisión, como la dirección automática y, además, la ubicación de la máquina era esencial para la tecnología de aplicación de fertilizantes de tasa variable.

Dentro del ámbito de la tecnología, existe una convergencia cada vez mayor entre la detección proximal y la robótica. Los sensores montados en robots aéreos y terrestres se utilizan cada vez más para detectar y mitigar los daños causados por el estrés de los cultivos. Se están dirigiendo importantes esfuerzos de investigación hacia algoritmos de software mejorados que se dedican a mejorar la navegación y la coordinación entre enjambres de robots aéreos y terrestres desplegados en grandes campos agrícolas.

Sin embargo, esta convergencia entre la robótica y la detección proximal no tendrá éxito sin un mayor énfasis en el análisis de la información y los sistemas de apoyo a la toma de decisiones que permitan que grandes cantidades de datos recopilados con estas tecnologías se conviertan de forma rápida y precisa en recomendaciones útiles y estrategias de gestión. Cada vez se utiliza más una amplia gama de herramientas analíticas para este propósito, incluido el análisis de mínimos cuadrados parciales, el análisis de redes neuronales, el aprendizaje de máquina y la visión artificial.

A partir del año 2018 se ha acuñado el término técnico de *Agricultura Digital* que se originó como una analogía del término Industria 4.0 y su formalización, en el contexto de integrarlo en un "mundo inteligente en red". En esta revolución, los sistemas y dispositivos son inteligentes y tienen relativa autonomía para la toma de decisiones, y están todos conectados de forma ubicua. La Agricultura Digital ha tomado forma a partir del desarrollo paulatino de su trípode fundamental: el IoT, AI y la conectividad ubicua ligada al cloud computing.

La Agricultura Digital comprende tecnologías operativas como robótica, nanotecnología, síntesis de proteínas, agricultura celular, tecnología de edición genética, inteligencia artificial, cadena de valor, y Aprendizaje de Máquina (ML, *Machine Learning*), que han tenido efectos generalizados y profundos en los sistemas de producción de alimentos y el futuro de la agricultura sostenible y los sistemas alimentarios orientados a la innovación.

Otras denominaciones se mezclan actualmente con el concepto de Ag. 4.0, el más extendido de los cuales es la *Agricultura Digital*, que es un término simplificado extendido desde 2019, que se puede definir como la fusión entre la *Agricultura de Precisión*, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y las tecnologías de electrónica y automatización. El concepto de agricultura digital implica la expansión del concepto de agricultura de precisión que enfatiza los procedimientos de producción no solo mediante la obtención de datos relevantes y su tratamiento, sino también a través de funciones de decisión óptimas para mejorar los procesos agrícolas a través de tecnologías de AI.

La revolución digital está en marcha en la agricultura, aumentando la producción y la eficiencia y reduciendo el uso de recursos. Simultáneamente, esto plantea problemas sociales críticos, como el aumento de los costos de la tierra y la automatización, el desarrollo de una bifurcación de alta/baja calificación en el mercado laboral y problemas con el control de datos. El Big Data representa un nuevo factor productivo en la agricultura que genera nuevas realidades al agregar

una dimensión extra -la dimensión “cibernética”- en los sistemas agrícolas, lo que ha creado un nuevo y complejo sistema ciber-físico-social.

Al evaluar la digitalización de la agricultura, se han identificado tres conclusiones clave: 1) la conectividad entre humanos y tecnologías en el conocimiento agrícola, redes de asesoramiento, y cadenas de valor, seguirá aumentando; 2) la transparencia de las prácticas de información agrícola y las interacciones entre los actores de este sistema serán impulsadas por una mayor conectividad; y 3) existen desafíos que equilibran las prioridades de varios actores agrícolas en la digitalización de los sistemas de innovación agrícola.

Otro término técnico que no está tan extendido es *Agricultura Inteligente*, que hace referencia a un cambio de paradigma revolucionario que ha surgido como una optimización del binomio gestión agrícola/ mayor eficiencia de los agroecosistemas a través de tecnologías inteligentes, como maquinaria agrícola conectada, redes de sensores, IoT, sistemas automatizados, robots y drones.

La agricultura inteligente (2020) utiliza todas estas tecnologías en la optimización de la planificación basada en la computación en la nube, lo que aumenta la eficiencia y la capacidad de toma de decisiones, ahorra tiempo y recursos, mejora la calidad de los alimentos, reduce la huella ambiental y aumenta la seguridad alimentaria, y tienen un potencial para la mejora del desempeño económico de los agricultores contribuyendo a una agricultura más sostenible.

El concepto de agricultura inteligente implica la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación dentro de las máquinas, sensores y equipos para su uso en los sistemas de producción agrícola. En ese contexto, el principal factor limitante para la evolución de la agricultura inteligente es la integración de varios sistemas en el mercado; otro factor crítico es la educación, las habilidades y las competencias de los agricultores para comprender y manejar estas herramientas.

Todos estos apelativos Agricultura Digital o Agricultura Inteligente, están interconectados y, en la literatura, los investigadores a menudo se refieren a dos o más términos en el mismo artículo, sin preocuparse por la delimitación entre ellos. Este es un fenómeno recurrente en las nuevas áreas del conocimiento; así como existe dificultad para establecer una fecha exacta de su aparición, la terminología al inicio de la formalización también es difusa, como ocurría con la agricultura de precisión hace 35 o 40 años. Tales observaciones son comunes en situaciones donde el proceso intelecto-científico-social de la comunidad investigadora aumenta rápidamente.

En este contexto, *Klerkx* (2019), se refiere a la Agricultura Digital o Inteligente como la digitalización de la agricultura; es un proceso sociotécnico que comprende la aplicación agrícola de IoT, Big Data, realidad aumentada, robótica, sensores, impresión 3D, integración de sistemas, conectividad ubicua, inteligencia artificial, aprendizaje automático, gemelos digitales y *blockchain*, entre otras tecnologías emergentes.

La digitalización de la agricultura implica gestionar tareas dentro y fuera de una finca, cultivo o conjunto de cultivos que se enfocan en diferentes tipos de datos utilizando sensores, teledetección, maquinaria agrícola robótica, vehículos aéreos no tripulados, y satélites para monitorear, controlar y actuar sobre el suelo, el agua, los animales, y humanos. Con estos datos, se interpreta el pasado y se puede predecir el futuro, lo que lleva a una toma de decisiones significativamente más rápida y precisa a través del monitoreo constante o el acceso a datos específicos, que usan IoT, inteligencia artificial, geotecnologías o analítica de datos.

Para terminar este análisis epistemológico del campo de estudio de la ETDA, se puede concluir que, en el mundo agrícola, la Agricultura Digital es una tendencia inevitable de la que no hay retorno, donde se puede hacer un paralelo con la conectividad actual de las personas a través de los teléfonos inteligentes personales. Además, la penetración de las tecnologías de la información y la comunicación en la estructura psicosocial de las personas, las ciudades y las industrias, habilitada por los teléfonos inteligentes, IoT y AI se ha producido gradualmente y tiene un inmenso potencial para ser identificado y explotado debido a la facilidad de operación y reducción de costos.

Por lo tanto, a medida que los sistemas han mejorado constantemente, su uso por parte de personas e industrias se generalizó, lo que resultó en la dependencia de las crecientes funcionalidades de estos sistemas. El uso y acceso, así como la evolución, continuaron avanzando de tal manera que se puede afirmar que la humanidad existe actualmente en una sinergia casi simbiótica con la tecnología digital. La agricultura digital es esencialmente la digitalización de los fenómenos sociotécnicos asociados a los agroecosistemas, análoga a lo ocurrido en los sistemas urbanos e industriales.

Boyacá es uno de los departamentos del país con mayor biodiversidad, climas y agricultura, y tiene el potencial de ser pionero en la consolidación del desarrollo tecnológico del sector agroalimentario en Colombia, en línea con los planes de desarrollo Nacional y Departamental. Por ello, retomando lo expresado en el CONPES 3146, en lo relacionado al mejoramiento de programas de educación y la divulgación, se evidencia el marco de acción y ofrece evidencia de la importancia del programa de especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura que promueve la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Este programa de posgrado no solo pretende orientar y promover el conocimiento; sino que también, da luz en procesos, prácticas, metodologías, soluciones tecnológicas y referentes teóricos y normativos que involucran la agricultura digital y su implementación presente y a futuro, para contribuir a elevar los índices de productividad, la eficiencia en el uso de insumos, reducir los costos laborales, mejorar la calidad del trabajo, la seguridad de los agricultores y disminuir los impactos en el medio ambiente en la región y el país.

4.6.2 Fundamentación Metodológica del Programa

Postura epistémica basada en el Modelo Pedagógico de la UPTC

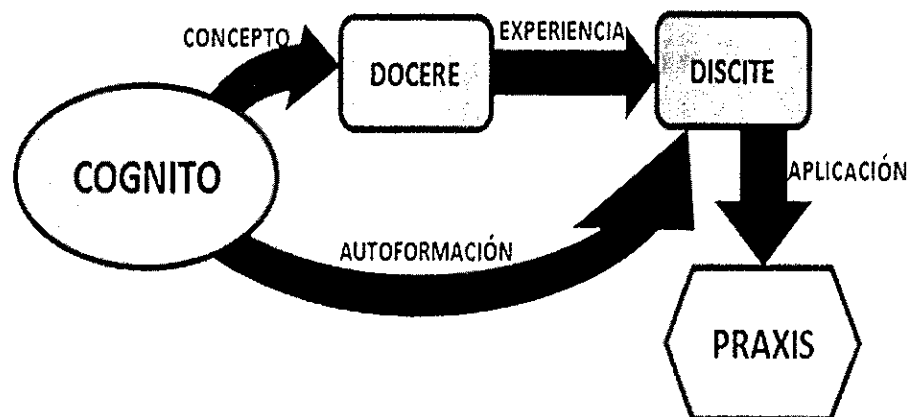
Teniendo en cuenta que la principal preocupación de la epistemología ha sido la exploración filosófica del conocimiento, el programa ETDA fundamenta su quehacer académico en el Modelo Pedagógico de la UPTC expresado en la Resolución 28 de 2018 emanada del Consejo Académico que expresa “...la posibilidad de constituir, valorar y reconstruir la práctica investigativa y disciplinar del docente y el estudiante, como eje central en la formación de los profesionales Upetecistas...”, teniendo en cuenta “...la participación activa de docentes y estudiantes...”, lo que muestra la tendencia de la enseñanza constructivista en el modelo que es dinámico, participativo e interactivo.

Así mismo, como lo reflejan los principios expresados en el Artículo 5 de la citada Resolución, la enseñanza se orienta hacia la acción propia del campo de estudio. Es por ello que, el programa ETDA propone orientar al estudiante como receptor interactivo de un conocimiento reflexivo basado en la teoría en donde participa como observador, a un estado de profesional activo con

habilidades pragmáticas que, por ende, parte de la concepción del: *¿Por qué...?* hacia la búsqueda de la solución mediante el *¿Cuál sería el resultado si...?*; dejando que la conceptualización previa en el estudiante se lleve a un estado de experiencia concreta.

Más aún, la concepción misma del programa hará su labor de convertir el mismo conocimiento científico en saber disciplinar gracias a la interacción de los tres elementos esenciales de la formación: estudiante, docente y conocimiento (ver Figura 1.).

Figura 1 Estrategia metodológica basada en el Modelo Pedagógico UPTC.



Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

La Figura 1, detalla varios aspectos que asocian directamente al modelo propuesto a desarrollar en el programa ETDA con la postura epistémica:

- El proceso se centra en el estudiante como la persona que desea adquirir el conocimiento (*discite*) teniendo como eje dinamizador el aprendizaje para la comprensión y la formulación de soluciones integrales e idóneas.
- El docente (*docere*) actúa como facilitador e intérprete de la situación, que se presenta generalmente problémica, siendo su fundamento las necesidades del entorno de desempeño. Actúa además como un transmisor de su experiencia que muestra la interacción *a posteriori* de los conceptos teórico-prácticos adquiridos.
- La *autoformación* deriva de la misma dinámica que el proceso determina, siendo esencial como parte de la potencialidad crítica y reflexiva que el estudiante adquiere ante la innovación y la construcción de su formación.
- La *conceptualización* lleva al estudiante al análisis de la situación y confluye hacia la experimentación argumentativa; de esta forma se lleva a la aplicabilidad concurrente y metódica de procesos, protocolos, normas, procedimientos y demás valores profesionales y humanos que posee el profesional.
- La *praxis* concluye con las soluciones de ingeniería planteadas desde un estudio estructurado y sistemático del problema, el entorno, los recursos y la sociedad misma. Debe incluir la planeación, las estrategias, las habilidades, los conocimientos y la



interacción humana propia del futuro ingeniero con las necesidades que la sociedad demanda para su potencialización y desarrollo, haciéndola sostenible y sustentable.

4.7 Mecanismos de evaluación:

A continuación, se presentan los instrumentos y mecanismos de medición y seguimiento que permiten valorar tanto el direccionamiento, ejecución, rendimiento y pertinencia de los referentes teóricos, metodológicos, investigativos, de relación con el entorno, de internacionalización, administrativos, entre otros del programa con relación a los resultados de aprendizaje, de tal manera que orienten la toma de decisiones relacionadas con el programa. El propósito de los mecanismos de evaluación es valorar el proceso formativo y las actividades académicas de la ETDA para mejorar el desempeño de profesores y estudiantes; como también, el ejercicio profesional de los egresados en el entorno y la actualización y perfeccionamiento permanente del programa.

4.7.1 A los estudiantes

4.7.1.1 Requisitos de Selección del programa

El proceso de selección será responsabilidad del Comité de Currículo del Área Disciplinar de Ingeniería Electrónica, donde se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Títulos Académicos
- Entrevista académica
- Hoja de vida.
- Evaluación de Conocimiento.

El Comité de Currículo por cada Área Disciplinar de la Facultad, establecerá y publicará, previa apertura de la convocatoria, los criterios de selección y su ponderación. La Coordinación Académica de cada Área Disciplinar de la Facultad hará el trámite correspondiente de aceptación de los admitidos.

4.7.1.2 Proceso Formativo

El Programa entiende que la evaluación del aprendizaje es factor que estimula la reflexión e interés de los estudiantes por superar las metas de formación que fundamentan el programa de especialización. Esta herramienta determina la experiencia de éxito o de fracaso de los estudiantes en relación al nivel de conocimiento que aspiran alcanzar, lo que puede tener repercusiones personales importantes desde el punto de vista socio afectivo. Es por ello que el diseño de la evaluación se enfoca a que el profesor ayude a los alumnos a superar ciertas dificultades, es decir, que la evaluación no sea percibida como un juicio, sino como una ocasión para aprender.

Todos los estudiantes tienen la oportunidad de mostrar sus avances en el conocimiento y el desarrollo de destrezas útiles en la práctica profesional de la ingeniería, mediante seguimiento a clase y evaluación de tipo individual y colectiva.



El Programa tiene en cuenta el artículo 29 del Acuerdo 052 de 2012 o norma que lo modifique o sustituya, en el cual se definen criterios para la evaluación de estudiantes en relación con su desempeño; de esta manera, todas las actividades académicas se evalúan cualitativa y cuantitativamente en la escala de cero punto cero (0.0) a cinco punto cero (5.0). Además, para aprobar los cursos es necesario asistir al 80% de las actividades presenciales y obtener nota mínima aprobatoria de 3.5. Ninguno de los cursos puede ser habilitado.

4.7.1.3. Sistema de Seguimiento al Logro

El Seguimiento al logro de los Resultados de Aprendizaje, se puede dar de las siguientes formas:

Tabla 16 Sistema de seguimiento al logro de los Resultados de Aprendizaje.

Curso	Resultados de Aprendizaje de Curso	Sistema de Seguimiento al Logro
Herramientas Tecnológicas de la Agricultura Digital.	Reconoce las tecnologías aplicadas en la agricultura digital como herramientas de soporte y apoyo para el mejoramiento de los procesos agrícolas.	La evaluación integral del aprendizaje del curso por parte de los estudiantes se concretará en común acuerdo por parte del docente y los estudiantes o mediante directriz del Comité Curricular del Programa de Especialización, y contempla porcentajes definidos que varían en función a las expectativas de los estudiantes, al tiempo disponible efectivo del curso y a las circunstancias de evolución en el aprendizaje.
	Interpreta los principios de operación de los sistemas y desarrollos tecnológicos que intervienen y se integran en la Agricultura Digital para que proponga aplicaciones en los procesos agrícolas.	
Fundamentos Agronómicos para la Agricultura Digital.	Identifica las aplicaciones tecnológicas de la Agricultura Digital y su importancia en los procesos de medición y monitoreo de variables físicas en campo (suelo, agua, ambiente), como insumo para el procesamiento de información, toma de decisiones y gestión de producción en los cultivos agrícolas.	La evaluación y seguimiento a los resultados de aprendizaje previstos a desarrollar en el estudiante tiene un carácter formativo, donde es imprescindible el reconocimiento del error como punto de partida para la mejora, incremento y refinamiento de capacidades.
	Interpreta los requerimientos necesarios para la aplicación de una determinada tecnología en las labores agrícolas.	
	Examina los fundamentos agronómicos básicos que definen la producción vegetal como elementos conceptuales en la aplicación de tecnologías digitales en la agricultura.	Como resultado de la evaluación y seguimiento al desarrollo del curso, el docente entregará una nota única correspondiente al 100% de la valoración, dirigida a la Unidad de Posgrados de la Universidad que será cargada en la plataforma del Sistema de
	Revisa las características y propiedades de los aspectos que definen el rendimiento de los cultivos como el suelo, agua y ambiente en la agricultura, como insumos para la implementación de sistemas de agricultura de precisión.	
	Reconoce la importancia de los factores ambientales, fenológicos, característicos del suelo y agua, y ecológicos que determinan el crecimiento y rendimiento de los cultivos.	

Curso	Resultados de Aprendizaje de Curso	Sistema de Seguimiento al Logro
Sistemas de Información Geográfica SIG y Teledetección para Agricultura Digital.	<p>Aplica los fundamentos y principios conceptuales del diseño e implementación de las Bases de Datos Georreferenciadas y los sistemas de teledetección como herramientas tecnológicas aplicadas al sector agrícola.</p> <p>Gestiona los manejadores de bases de datos espaciales tales como: MySQL Spatial, Postgis, pgSphere, Spatial support in DB2, Oracle 11g spatial, Microsoft SQL Server 2008 Spatial, Arcview, ArcGIS.</p> <p>Integra modelos utilizando colección de datos espaciales y georreferenciación para el análisis espacial y producción de mapas, junto con sistemas de sensado remoto como insumo para el procesamiento de información de las condiciones medioambientales, climáticas, del terreno y de la cobertura vegetal de los cultivos y su evaluación en la toma de decisiones.</p> <p>Identifica las diferentes tecnologías que se tienen actualmente para la automatización de los procesos mediante máquinas robóticas concretas.</p>	<p>Información y Registro Académico de la Universidad.</p> <p>La evaluación del curso considera a las actividades teóricas y prácticas de manera independiente; considerando una distribución en la calificación de las actividades teóricas (60%) y prácticas (40%), con puntuación aprobatoria del curso total de (3,5). Si la calificación final del curso obtenida mediante la suma ponderada de ambas calificaciones es inferior a 3.5, se considerará que el curso no es aprobado.</p> <p>Además, para aprobar el curso, el estudiante deberá asistir como mínimo al 85% de las sesiones de trabajo directo; de otra manera, se considerará reprobado por fallas.</p>
Maquinaria y Robótica Aplicada a la Agricultura Digital.	<p>Analiza las diferentes aplicaciones de los drones en función al trabajo a desarrollar en un cultivo determinado.</p> <p>Desarrolla adecuadamente una estrategia de aplicación de máquinas robóticas de acuerdo a las necesidades del usuario final.</p> <p>Aplica los fundamentos y principios conceptuales de las redes de sensores en aplicaciones de agricultura digital como una herramienta para facilitar el análisis de la información.</p>	<p>Los porcentajes establecidos anteriormente y posteriormente son susceptibles a cambios dependiendo de la metodología y autonomía de cada docente. Para el proceso de evaluación y seguimiento a las actividades académicas del curso para verificar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje definidos, se propone la siguiente distribución:</p>
Redes de Sensores e IoT para Agricultura Digital.	<p>Comprende los principios de operación de los sistemas operativos para redes de sensores y sistemas de análisis de información que involucran IoT, aplicados en sistemas de medición, monitoreo y visualización de variables en procesos agrícolas.</p> <p>Desarrolla redes de sensores y aplicaciones que usen herramientas IoT para la medición y monitoreo de variables físicas en campo, como insumo para el procesamiento de información, toma de decisiones y accionamiento sobre cultivos.</p>	<p>Evaluación Colectiva</p> <p>El docente promueve la asociación de estudiantes para cumplir con objetivos comunes y trabajo colaborativo, mediante la conformación de grupos o equipos de trabajo.</p> <p>El aporte colectivo del estudiante correrá por cuenta de la preparación conceptual del trabajo en grupo durante el desarrollo de prácticas de laboratorio y realización de talleres de</p>
Electiva I	<p>Identifica los fundamentos y principios conceptuales de los sistemas inteligentes aplicados en la agricultura digital para el mejoramiento de los procesos productivos.</p>	

Curso	Resultados de Aprendizaje de Curso	Sistema de Seguimiento al Logro
<p>Temática I: Sistemas Inteligentes Aplicados a la Agricultura Digital.</p>	<p>Utiliza y configura sistemas inteligentes y de aprendizaje de máquina empleando herramientas tecnológicas aplicadas a procesos productivos de la agricultura digital.</p>	<p>aplicación, donde la transferencia del conocimiento, la presentación de sustentaciones y la demostración de sus capacidades de análisis, síntesis y redacción, plasmadas en documentos bajo criterios de publicación científica.</p>
<p>Electiva I</p>	<p>Aplica sistemas de predicción, clasificación o estimación aplicados en procesos agrícolas como apoyo en la toma de decisiones para la gestión de cultivos, utilizando técnicas de inteligencia artificial y machine learning.</p>	<p>VALORACIÓN COLECTIVA (40%) Se propone calcular el componente de evaluación colectiva de la siguiente manera: - Prácticas o Laboratorios (Sustentación, Funcionamiento e Informes): 25% - Trabajos o Talleres de Aplicación e Investigación Documental: 15%</p>
<p>Temática II: Tecnologías de Energías Limpias en Agricultura Digital.</p>	<p>Comprende los fundamentos y principios conceptuales de los sistemas de generación de energías limpias que pueden ser usados en agricultura digital como una herramienta de ahorro y eficiencia energética.</p>	<p>Evaluación Individual:</p>
<p>Electiva I</p>	<p>Diseña e instala sistemas de alimentación energética haciendo uso de Energías limpias en aplicación a cultivos y procesos agroindustriales.</p>	<p>Entendido como la valoración en la conceptualización de la información de manera particular, hace caso de la capacidad individual que el estudiante demuestre en las diferentes actividades planeadas. Las evaluaciones de preferencia serán teóricas debido a la naturaleza del curso, sin embargo, pueden tener un componente práctico bajo el criterio de los trabajos de campo y/o prácticas de laboratorio que se puedan generar; toda valoración estará sujeta a las capacidades analíticas, interpretativas, sintéticas, cognitivas y argumentativas que el estudiante demuestre, para tal fin se propone:</p>
<p>Temática III: Sistemas de Riego Automático.</p>	<p>Evalúa la eficiencia energética en sistemas de alimentación para procesos de agricultura digital, identificando su impacto e importancia en el consumo.</p>	<p>VALORACIÓN INDIVIDUAL (60%)</p>
<p>Electiva I</p>	<p>Identifica la importancia de la medición y monitoreo de variables tales como lluvia, precipitación, evapotranspiración y factores suelo ambientales que determinan la necesidad de riego en los cultivos.</p>	<p>Se propone calcular el componente de evaluación individual de la siguiente manera:</p>
<p>Temática IV: Gerencia y Gestión de Proyectos Tecnológicos en Agricultura Digital.</p>	<p>Examina los principios de operación de los diferentes sistemas de riego automáticos y de precisión, sus tecnologías y campos de aplicación, para que proponga soluciones tecnológicas que mejoren la calidad de irrigación en los cultivos agrícolas.</p>	
	<p>Utiliza y configura tecnologías de riego automático y de precisión, mediante el desarrollo de prácticas en campo de cultivo para el suministro apropiado de agua en cultivos agrícolas.</p>	
	<p>Diseña e instala adecuadamente un sistema de riego automático o precisión en un cultivo agrícola de acuerdo a las necesidades del usuario final.</p>	
	<p>Examina los fundamentos administrativos de gestión de proyectos en la agroindustria, vinculando tecnología como pilar de desarrollo.</p>	
	<p>Aplica los principios del mercadeo en empresas agroindustriales, proporcionando herramientas</p>	

Curso	Resultados de Aprendizaje de Curso	Sistema de Seguimiento al Logro
	para la mejora y beneficio financiero de los negocios de este tipo.	- Exámenes Escritos Teóricos (2 o 1): 40%
	Utiliza técnicas y herramientas para la gestión de recursos humanos, financieros y tecnológicos en la realización de proyectos que involucran Agricultura Digital.	- Trabajos y Talleres Individuales: 10%
	Desarrolla adecuadamente una propuesta de gestión de proyecto tecnológico en agricultura de acuerdo a las necesidades del usuario final.	- Quices y trabajo en clase: 5%
		- Auto-evaluación y Hetero-evaluación: 5%.

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

4.7.2 A los docentes

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia cuenta con una amplia planta de docentes con vinculación directa, las hojas de vida de los docentes de la Universidad reposan en la Oficina de Comité de Personal Docente y Asignación de Puntaje.

Las hojas de vida de los docentes de Posgrado catedráticos externos se archivarán en la oficina de Escuela de Posgrados de Ingeniería. Según la normatividad vigente para los Programas de Posgrado en la UPTC (Acuerdo 025 de 2012 o la norma que lo modifique o sustituya), para ser profesor de un programa de posgrado se requiere como mínimo acreditar título en nivel de posgrado a dictar.

Adicionalmente, en concordancia con los requisitos previstos en la normatividad vigente, los profesores serán seleccionados por el Comité de Currículo del programa de especialización en función de los méritos académicos, experiencia certificada y la evaluación del desempeño, con prelación de los docentes de la Universidad que laboran en el área del saber respectivo.

4.7.2.1 Proceso de selección

Basado en el Acuerdo 015 de 2012 por el cual se reglamenta los estudios de Formación Posgraduada de la UPTC, La contratación de los profesores externos se da por contrato de prestación de servicios profesionales, cuyo tiempo de ejecución es igual al tiempo de duración del módulo o seminario. Para los docentes de planta u ocasionales de tiempo completo, que tengan asignación de actividad en programa de posgrado, se contabilizará esta actividad académica con la asignación que establezca la unidad académica de pregrado, y se incluirá dentro de la intensidad horaria semanal de su Plan de Trabajo Académico - PTA.

4.7.2.2 Evaluación tripartita

La evaluación del desempeño docente es un proceso integral a través del cual la Universidad valora la calidad y el cumplimiento de los actos de docencia, investigación, extensión, actividades de dirección académico – administrativas, capacitación y productividad académica, de conformidad con las funciones establecidas. El programa de especialización se rige por la normatividad vigente aplicable por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia para este propósito.



La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia tiene normas legales e institucionales establecidas en materia de evaluación de los profesores, con base en el Plan de Trabajo Académico semestral, PTA, cuyo formato lo aprueba la Resolución 030 de 2012, a través del Sistema de Evaluación Docente Institucional, SEDI; dicha información es utilizada para la evaluación de

desempeño académico de cada profesor, en concordancia con lo establecido en el Estatuto del Profesor Universitario, Acuerdo 021 de 1993. En consecuencia, y con el propósito permanente de

mejorar los procesos académicos del Programa, se reglamenta el sistema de evaluación del desempeño del profesor universitario mediante el Acuerdo 030 de 1994.

El Acuerdo 031 de 2007 establece que los instrumentos para la evaluación del desempeño docente son los provenientes de: relaciones estudiante-profesor, profesor - administración académica y profesor-plan de trabajo académico. Dichos instrumentos constituyen el horizonte para efectuar la evaluación docente con base en el PTA diligenciado. La evaluación tripartita de los docentes se realiza semestralmente a través del Sistema de Evaluación Docente Institucional – SEDI, y corresponde a la sumatoria cuantitativa de la evaluación estudiantil, evaluación de comité de currículo y autoevaluación con respecto a la docencia, investigación y extensión.

En concordancia con el Acuerdo 070 de 2016, en la evaluación de desempeño docente, los comités de currículos de la respectiva escuela de pregrado, a la cual pertenece el docente, deberán tener en cuenta la evaluación de los estudiantes de posgrado, la autoevaluación del docente, y la evaluación que hace el comité de currículo del respectivo programa de posgrado.

4.7.3 Al programa

4.7.3.1 Cultura de Autoevaluación

El programa entiende que la evaluación del aprendizaje es uno de los factores que más influye en el interés de los estudiantes por aprender. Adicionalmente, determina una experiencia de éxito o de fracaso, lo que puede tener repercusiones personales importantes desde el punto de vista socio afectivo. Es por ello que el diseño de la evaluación se enfoca a que el profesor ayude a los alumnos a superar ciertas dificultades, es decir, que la evaluación no sea percibida como un juicio sino como una ocasión para aprender.

4.7.3.2 Autoevaluación y Autorregulación en el Programa

El programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, realiza sus procesos de autoevaluación teniendo como principal objetivo consolidar la cultura de la evaluación de la calidad, de tal forma que se genere un proceso de observación crítico de todos los procesos desarrollados por el programa para asegurar la calidad de los servicios que se ofrecen, involucrando para ello a toda la comunidad académica.

De cada proceso de autoevaluación que se realiza cada dos años, resulta un plan de mejoramiento donde se identifican aquellos aspectos de calidad en los cuales el programa necesita realizar ajustes o cambios. Como resultado de ese plan de mejoramiento se plantean las acciones de



autorregulación, que se constituyen en los instrumentos de mejoramiento que se generan para alcanzar los estándares de calidad deseados.

Metodología de trabajo autoevaluación en el programa: El proceso de autoevaluación del programa se lleva a cabo en cabeza del Coordinador del programa el cual realiza un compendio

de la información que se solicita y aplica en el modelo de autoevaluación de la UPTC con la colaboración del personal administrativo.

Una vez se cuenta con la información solicitada por la guía se procede a la calificación de cada indicador, característica y factor en compañía del Comité de Currículo. Posteriormente con la evaluación realizada se detectan las debilidades y se continúa con la formulación del plan de mejoramiento.

ARTÍCULO 5.- ARTICULACIÓN CON EL MEDIO:

La Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura se proyecta desarrollar actividades que permitan la interacción de la comunidad académica compuesta por profesores y estudiantes en actividades con el sector productivo agrícola y sus agremiaciones que lo requieran. En este sentido se plantea el desarrollo de actividades como: salidas de campo, en conjunto con actividades tecnológicas emprendidas por el programa con el propósito de interactuar con la comunidad y el entorno.

5.1. Desde la docencia

El currículo del programa utilizará los trabajos de investigación como estrategia para identificar y planear soluciones a problemas de la comunidad. Los trabajos de grado, artículos y ponencias elaborados por los estudiantes, son el soporte y síntesis de la generación de nuevo conocimiento. Por medio del Centro de Gestión de Investigación y Extensión de la Facultad de Ingeniería - CEDEC, se ponen a disposición de estudiantes, graduados y comunidad interesada los trabajos de grado sustentados de los estudiantes, y de esta manera se da a conocer las investigaciones realizadas.

5.2. Desde la Investigación

A nivel institucional, las políticas y estrategias de apoyo a la investigación son establecidas por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión y por la Dirección de Investigaciones (DIN), que buscan promover, apoyar y administrar los procesos investigativos, y articularlos con los demás procesos de formación que se realizan en los distintos programas académicos de pregrado y posgrado que ofrece la universidad. Igualmente, la Facultad de Ingeniería, cuenta con el Centro de gestión de Investigación y Extensión de la Facultad de Ingeniería - CEDEC, que promueve y controla el desarrollo de las investigaciones desarrolladas por los grupos de investigación y los docentes adscritos a la Facultad.

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia incentiva la participación de docentes y estudiantes en proyectos de investigación, tal es el caso que el programa cuenta con jóvenes investigadores que son apoyados por la UPTC y Minciencias para promover el desarrollo investigativo de la Universidad, el programa y cada grupo de investigación.

5.3. Desde la Extensión

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia cuenta con políticas definidas que guían el trabajo de extensión y proyección social, fundamentalmente, en la relación Institución-Entorno. En la extensión universitaria se da iniciativa para las actividades de extensión y proyección social en combinación con los centros de investigación de cada facultad de la institución. En el procedimiento de formación de los profesionales tanto de los que en la actualidad se están formando y los que se formarán, se llevan a cabo prácticas y se promueven servicios con el objetivo de dar soluciones relacionadas con el medio universitario.

ARTÍCULO 6.- APOYO A LA GESTIÓN DEL CURRÍCULO:

6.1. Organización administrativa del programa

Según el acuerdo 041 del 2018, Artículo 3, “El comité de currículo de cada área disciplinar de la facultad está integrada por”:

- El coordinador académico del área disciplinar del programa.
- Un representante de docentes de planta elegido por los docentes de planta y los ocasionales vinculados al programa.
- Un representante de estudiantes por área disciplinar.
- Un representante de los profesores pertenecientes a los grupos de investigación.
- Un representante de los graduados del área.

El programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, se regirá por la normatividad vigente de la universidad según el Acuerdo 041 del 2018 o la norma que la sustituya.

6.2. Perfil académico de los docentes, según la estructura curricular definida

En el desarrollo del Programa, el Comité de Currículo del Área Disciplinar de Ingeniería Electrónica realiza la selección de los docentes que dirigen los cursos de acuerdo con su perfil, experiencia y la evaluación que se realiza semestralmente a los docentes. Para esto, el Comité de Currículo debe verificar que la formación y experiencia del docente lo haga idóneo para desempeñarse como docente en el curso que tendrá a su cargo. En términos generales, el perfil del docente del programa de ETDA es: “profesional con Especialización, título de Magister o Doctor en un área afín al contenido del curso para la cual se requiere, con experiencia profesional y de docencia universitaria”.

Mediante el Acuerdo 021 del 12 de marzo de 1993, Estatuto del Profesor Universitario de la UPTC, se adopta la carrera docente y establece el régimen que regula los siguientes aspectos: vinculación, sistemas de evaluación, promoción, categorías, derechos y deberes, distinciones e incentivos, retiro, régimen disciplinario y demás situaciones administrativas del profesor universitario que ejerce sus funciones en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Tabla 17 Perfil Académico según el Plan de Estudios

Curso	Número de docentes que requiere el Curso	Perfil docente que se requiere
Herramientas Tecnológicas de la Agricultura Digital.	1	
Fundamentos Agronómicos para la Agricultura Digital.	1	
Sistemas de Información Geográfica SIG y Teledetección para Agricultura Digital	1	Docente con experiencia con título de Especialista o superior en las áreas relacionadas a los propósitos del programa.
Maquinaria y Robótica Aplicada a la Agricultura Digital.	1	
Redes de Sensores e IoT para Agricultura Digital	1	
ELECTIVA I : Temáticas	1	
1. Sistemas Inteligentes aplicados a la Agricultura Digital	1	
2. Tecnologías de Energías Limpias en Agricultura Digital.	1	
3. Sistemas de Riego Automático.	1	
4. Gerencia y Gestión de Proyectos Tecnológicos en Agricultura Digital.	1	

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

6.3. Recursos físicos y de apoyo a la docencia que requiere el programa.

El inmueble general de la UPTC sede central, comprende un globo de terreno y las construcciones en él levantadas, ubicado sobre una planicie enmarcada por la Carretera Central del Norte y la vía Tunja - Bucaramanga, con una cabida aproximada de diecisiete hectáreas.

Dentro del conjunto total de edificaciones se distingue el Edificio Central, el cual ha dado la imagen Institucional a este claustro Universitario. Es un edificio de estilo clásico, con elementos de Arquitectura Republicana, construido aproximadamente hace sesenta años. A lo largo de este tiempo se han ejecutado modificaciones y adecuaciones para la acomodación de los espacios administrativos y logísticos de la mayoría de las Facultades y Escuelas. Algunas áreas, que en principio fueron aulas de clase, se adecuaron con el fin de conformar: salas de conferencias, salas de informática, oficinas, cubículos para profesores y laboratorios. Adicionalmente, en la sede central existen otros edificios que disponen de salones de clase como los de Derecho, Matemáticas, FESAD, Rafael Azula, Física.

A continuación, se presenta una descripción de los ambientes de aprendizaje, las herramientas tecnológicas, los ambientes físicos y virtuales que serán utilizados e implementados en el programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, en el marco del Modelo Pedagógico del programa.

Tabla 18 Recursos y Medios Educativos de apoyo a la docencia
Ambientes de Aprendizaje (Físicos y virtuales), Herramientas Tecnológicas y Ambientes de Interacción de la ETDA

Tipo	Descripción
Ambientes de Aprendizaje	Los escenarios en los cuales se busca generar condiciones favorables de aprendizaje en el programa de ETDA son: <i>Aula de Clase</i>



Ambientes de Aprendizaje (Físicos y virtuales), Herramientas Tecnológicas y Ambientes de Interacción de la ETDA

Tipo	Descripción
Herramientas Tecnológicas	<p>Correspondiente al espacio físico donde se desarrollan procesos como clase teórica, análisis de problemas, talleres, discusión formativa, evaluaciones, entre otros. Se compone de un salón de clase asignado desde el inicio del semestre por la Facultad de Posgrados, con los que cuenta la Sede Central de la UPTC.</p>
	<i>Laboratorios de Electrónica</i>
	<p>Correspondiente a los espacios de trabajo práctico para aquellos cursos que así lo requieran. Los espacios están asignados en el edificio de laboratorios de la Sede Central de la UPTC Tunja. Se disponen de 3 laboratorios (LS111, LS112 y LS505 de Investigación) adaptados con instalaciones eléctricas, hidráulicas, mobiliarias e iluminación adecuadas.</p>
	<i>Salas de Informática</i>
	<p>La Universidad en la Sede Central de Tunja dispone de 17 salas, estos espacios son usados para la práctica de los sistemas informáticos y el aprendizaje con software especializado.</p>
	<i>Espacios Externos de Práctica</i>
	<p>Se dispone de las instalaciones para el trabajo experimental sobre cultivos agrícolas en la UPTC Tunja, apoyados en los espacios del programa de Ingeniería Agronómica para tener acceso al Laboratorio de Suelos, cultivos experimentales y la Granja Tinguavita.</p>
<p>Las <i>Aulas de Clase</i> tienen acceso a red eléctrica e internet para conexión de la comunidad estudiantil, además algunas salas cuentan con medios audiovisuales, en caso contrario, el docente tiene disponibilidad de acceso y uso de videobeam y sistemas de sonido que puede trasladar al salón.</p>	
<p>Los <i>Laboratorios de Electrónica</i> cuentan con equipos e instrumentos de medición eléctrica, dispositivos para sensado y actuación, fuentes de energía, generadores de funciones, tarjetas de desarrollo, módulos GPS, drones, componentes electrónicos, equipos de comunicaciones, computadores portátiles, y herramientas varias. Cada laboratorio posee un videobeam para uso particular de cada espacio.</p>	
<p>Las <i>Salas de Informática</i> poseen equipos de cómputo con acceso a internet, ayudas audiovisuales, conectividad a internet e intranet y cableado estructurado. Se permite su uso para temas de investigación y capacitación tanto para estudiantes como docentes. Estas salas los equipos de cómputo dispondrán de la instalación de Software Especializado como Matlab®, WorkShop™, Origin™, Phyton™, Emacs, g++, psim, xmgrace, gnuplot, QGIS, entre otros, que den soporte de simulación a los desarrollos de los cursos de la Especialización.</p>	
<p>Los <i>Espacios Externos</i> provistos por la Universidad en la carrera de Ingeniería Agronómica permiten realizar visitas programadas de campo para realizar prácticas con los equipos disponibles en el Laboratorio de Suelos, y sistemas de riego en cultivos agrícolas, así como en la Granja Tinguavita como Unidad de Apoyo Académico situada en el Municipio de Paipa (Boyacá) utilizada para la realización de prácticas experimentales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UPTC y para los demás servicios que la docencia y la investigación que el Programa de ETDA lo requieran.</p>	
<p>El uso generalizado de <i>herramientas Web</i> como el Google Meet® ha permitido implementar conferencias sincrónicas con posibilidad de grabación de la sesión para acceso asíncrono de los estudiantes que no pueden asistir; herramientas como Open Board® se usan como mecanismo</p>	



Ambientes de Aprendizaje (Físicos y virtuales), Herramientas Tecnológicas y Ambientes de Interacción de la ETDA

Tipo	Descripción
Ambientes de Interacción	<p>para registrar procedimientos e información sobre contenidos programados y desarrollo de ejercicios; el software ofimático para presentaciones, cálculos y edición de texto ha sido utilizado tanto en sus versiones OEM (Microsoft Office®) como en versiones de uso libre (LibreOffice® y OpenOffice®); igualmente, las herramientas de simulación han permitido desarrollar modelos y sistemas electrónicos, entre otros. Youtube® ha permitido la difusión de estos espacios a comunidades internas como externas a los cursos.</p> <p>Se propone estimular la vinculación, la comunicación y fortalecer el compromiso en la formación a través de encuentros presenciales, ambientes de comunicación y aprendizaje, Interacción del conocimiento entre compañeros y expertos invitados en ambientes colaborativos. Como apoyo a las actividades de interacción se dispone de:</p> <p><i>Espacio de Tutorías</i></p> <p>Correspondiente a los espacios físicos de interacción y trabajo académico estudiante-docente donde se efectúa la guía y orientación personalizada sobre contenidos académicos y científicos. Los cubículos docentes (Edificio D) cuentan con espacio para recibir hasta 3 estudiantes por sesión de tutoría; así mismo, se cuenta con el espacio de biblioteca del CEDEC, donde se ubican los libros de tesis de la Facultad de Ingeniería. Estos espacios cuentan con acceso a internet de manera continua. Si es necesario se pueden utilizar como espacios de tutoría los Laboratorios.</p> <p><i>Biblioteca</i></p> <p>Las instalaciones de la UPTC disponen de espacios de trabajo investigativo, de consulta y revisión bibliográfica. La Biblioteca Central Jorge Palacios Preciado permite el acceso a libros y documentos en formato físico y digital a toda la comunidad académica; se encuentra vinculada a las bibliotecas de Duitama, Sogamoso y Chiquinquirá y a 8 bibliotecas de Facultad. Igualmente posee servicio de conexión a internet de forma inalámbrica y por cable.</p> <p>La biblioteca digital cubre espacios virtuales para colecciones de e-books, revistas digitales, bases de datos bibliográficos, repositorio institucional, portal de revistas y portal de memorias. Maneja tecnología RFID en cuanto a seguridad e inventario; el catálogo se maneja mediante OPAC; la demanda de bibliografía se realiza por seguimiento mediante software OLIB, EZAnalyze y el gestor JASPER. En la ETDA se plantea el uso de las colecciones bibliográficas dispuestas en la Biblioteca de la Universidad y las Bases de datos de biblioteca como Access Engineering, Computers Applied Sciences, Engineering Village, Environment Complete, Geo Science WorldIEEE Xplore Digital Library, Science Direct y Ebsco entre otra ,s.</p> <p><i>Auditorios</i></p> <p>Estos espacios son utilizados para procesos académicos, de investigación y de relación con el sector externo donde se requiera difusión y discusión de los diferentes temas de actualidad y pertinencia en los campos de estudio. En la sede central se tiene un total de 28 auditorios con equipos audiovisuales adecuados, en algunos con conectividad a internet y diferentes capacidades para recibir público.</p>

Fuente: Programa de Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura, 2022.

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia dispone de los medios físicos y virtuales con capacidad suficiente para ofrecer el programa de ETDA. Los ambientes de aprendizaje presenciales también han sido creados con el fin de incorporar las herramientas tecnológicas como





parte de la docencia en función a las nuevas capacidades que desarrollan los estudiantes del programa.

6.3.1. Infraestructura

Los espacios académicos y administrativos de la Universidad tienen diferentes características debido a la antigüedad y al proceso de crecimiento que ha tenido la Institución; algunas de las instalaciones datan desde 1940 otras a la fecha se encuentran en construcción, éstas están distribuidas entre salones, laboratorios, auditorios, oficinas, espacios destinados para bienestar estudiantil y docente, salas de cómputo, bibliotecas, zonas de protección arqueológica, entre otros.

La política de adquisición de bienes muebles e inmuebles se sustenta de acuerdo con las necesidades de la comunidad universitaria, siempre en pro del buen y efectivo uso de los espacios, también respecto al crecimiento en la oferta de programas académicos a nivel de pregrado y posgrado.

Las estrategias de mejoramiento y adecuaciones se programan según el mantenimiento preventivo de las locaciones con el fin de evitar sobrecostos y posibles incidentes en las instalaciones de la Universidad en su Sede Central, así como en las seccionales.

Tabla 19 Espacios físicos Sede Central UPTC

Ambientes Físicos	Cantidad de Espacios	m ²
Aulas de Clase	220	9882,9
Laboratorios	152	13280
Sala de Tutores	37	2182,6
Auditorios	28	3881
Bibliotecas	7	4171,67
Sala de cómputo	27	1394
Oficinas	220	7075,13
Otros que el programa considere: Espacios de Bienestar	25	39125

Fuente: Dirección de Planeación UPTC

Infraestructura Tecnológica:

Para el desarrollo de las actividades de la Especialización en Tecnologías Digitales para la Agricultura de se cuenta con las aulas de clase asignadas a la Facultad de Ingeniería ubicadas en la Sede Central de la Universidad. El programa también cuenta con acceso a diversos espacios de la Universidad, incluyendo aulas de cómputo, salas de estudio y los auditorios.



Código: D-FP-P04-F01	Versión: 01	Página 66 de 69
----------------------	-------------	-----------------

Tabla 20 Espacios para la actividad investigativa y académica

Uso de los Espacios Físicos	Cantidad	Capacidad de atención a personas en el espacio físico	Descripción, del espacio: equipos, software, mobiliario etc.	Calidad de los espacios y propósito	m ² Total
Aulas de clase	8	Las aulas cuentan con una capacidad para 35 estudiantes.	Las aulas asignadas a la Facultad de Ingeniería, cuentan con mobiliario adecuado para el desarrollo de los cursos y algunas cuentan con ayudas audiovisuales.	Son espacios acordes para su capacidad y con condiciones adecuadas para el desarrollo de las clases.	396,84
Cubículo para profesores	1	El espacio D112 tiene capacidad para 15 cubículos de profesores.	Los cubículos corresponden a los docentes del Programa de Ingeniería Electrónica y relacionados con la Especialización. Están dotados con el mobiliario necesario para el desarrollo de las actividades académicas pertinentes.	Los espacios permiten el desarrollo de las actividades del docente y la atención a los estudiantes.	64,1
Laboratorios	3	El Laboratorio LS-111 Y LS112 permite el trabajo simultáneo de 18 estudiantes. El laboratorio de Investigación LS512 permite el trabajo simultáneo de 10 estudiantes.	Dispositivos de medición tales como: multímetros, osciloscopios, generadores de señal, y puntas lógicas. Sistemas de Adquisición de Datos. Dispositivos para programar: Microcontroladores y FPGA. Módulos de Instrumentación, Sensórica, Comunicación, Control, Automatización y Potencia. Estación Meteorológica y Drones.	Realizar prácticas de laboratorio, simulación, diseño y desarrollo de prototipos y montajes experimentales en los cursos de la Especialización.	156,2
Auditorios	4	En promedio los auditorios de la Facultad de Ingeniería tienen capacidad para 40 personas.	Los auditorios de la Facultad de Ingeniería, cuentan con mobiliario adecuado para el desarrollo de actividades académicas y cuentan con ayudas audiovisuales: video Beam, computador, pantalla de proyección, tablero, proyector de opacos, proyector de diapositivas, retroproyector, entre otras.	Son espacios acordes para su capacidad y con condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades académicas.	226,66
Biblioteca	2	El programa cuenta con acceso específico a la Biblioteca Central	Los estudiantes tienen acceso a diversos espacios en los que pueden realizar actividades de	Las instalaciones de la Biblioteca	3429,44



Código: D-FP-P04-F01	Versión: 01	Página 67 de 69
----------------------	-------------	-----------------

Uso de los Espacios Físicos	Cantidad	Capacidad de atención a personas en el espacio físico	Descripción, del espacio: equipos, software, mobiliario etc.	Calidad de los espacios y propósito	m ² Total
		y a la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería CEDEC.	lectura, investigación y consulta, además de Salas de Cómputo provistas por la Biblioteca Central de la UPTC.	Central y de la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería son de buena calidad y permiten el desarrollo de las actividades académicas tanto de los docentes como de los estudiantes.	
Otros que el programa considere: Espacios de Bienestar	25		Dentro de estos espacios se cuenta con el acceso a cafeterías, zonas de recreación y zonas deportivas	Los espacios de bienestar son suficientes y cuentan con condiciones de buena calidad para el uso de los estudiantes y docentes.	39125

Fuente: Dirección de Planeación UPTC, 2022.

La Estructura Orgánica de la UPTC establece que la Oficina de Planeación debe definir los aspectos relacionados con el mantenimiento, adecuación y uso de la planta física existente; dicha labor se realiza mediante el plan Institucional de Desarrollo y el proceso de gestión de recursos físicos entre otros.

El Plan Institucional de Desarrollo, plantea la necesidad del mantenimiento y construcción de la planta física apropiada para las Facultades y sus respectivos programas mediante planes de acción.

6.3.2. Recursos Bibliográficos

Dada su trayectoria como ente multidisciplinar, la Universidad ha consolidado a lo largo de su existencia, instalaciones y equipos que soportan la educación en diferentes especialidades, tanto en los programas de pregrado como de posgrado, y cuenta actualmente con una amplia colección bibliográfica, dispone de acceso a importantes redes de información. Asimismo, posee modernas y cómodas instalaciones para consulta con una infraestructura humana que presta apoyo y respaldo a las actividades de formación.

La biblioteca es la dependencia encargada de custodiar, mantener, recopilar, actualizar y difundir el patrimonio bibliográfico de la Universidad para beneficio de la comunidad Universitaria y de la sociedad en general. La Biblioteca Central ofrece los servicios relacionados a continuación:



- ✓ Préstamo a domicilio, en sala e ínter bibliotecario.
- ✓ Hemeroteca.
- ✓ Materiales Especiales (Videos, CD, Diapositivas, etc.)
- ✓ Fotocopia de documentos.
- ✓ Auditorio Clímaco Hernández con una capacidad para 120 usuarios, ubicado en el primer piso del edificio de la biblioteca.
- ✓ Sala de proyecciones con capacidad para 40 personas, ubicada en el cuarto piso del edificio de la Biblioteca Central.
- ✓ Galería de exposiciones: concebido como un espacio destinado a la difusión de las manifestaciones artísticas de estudiantes, docentes y funcionarios de la UPTC.
- ✓ Sala de Investigadores: Destinado a profesores, y estudiantes que se encuentran realizando trabajos de investigación.
- ✓ Sala virtual: cuenta con modernas instalaciones especialmente acondicionadas para la consulta de bases de datos y/o información a través de Internet.
- ✓ Correo electrónico.

El material bibliográfico para el programa se adquiere a través de la Biblioteca Central de la UPTC con asignación de recursos presupuestales semestrales en el rubro de inversión y se plasman en los Acuerdos de gastos que se expiden a través de la Secretaría General. Así mismo, la Facultad de Ingeniería a través del CEDEC Centro de Investigación, Estudios y Educación Continuada, invierten parte de sus recursos para este propósito.

Dentro de los más de 100 títulos que se encuentran en la bibliotecas de la universidad relevantes al programa ETDA, se podría relacionar entre los más notables que se encuentran en la Biblioteca Jorge Palacios Preciado de Tunja los siguientes: Precision agriculture for sustainability and environmental protection (ej.1), Precision agriculture technology for crop farming (ej.1), Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio (ej.2), Remote sensing for GIS managers(ej.1), Remote sensing for natural resource management and environmental monitoring (ej.1), Drone technology in architecture, engineering and construction: a strategic guide to unmanned aerial vehicle operation and implementation(ej.1), Energía sin fin: energías renovables para cuidar el planeta (ej.1), Energía solar en edificación (ej.1), Energía solar fotovoltaica (ej.1), Energías renovables (ej.1), Energy systems engineering: evaluation and implementation (ej.1), Energías renovables (ej.3), Energía solar fotovoltaica (ej.2), Agronegocios alternativos: enfoque, importancia y bases para la generación de actividades agropecuarias no tradicionales (ej.1), Inteligencia artificial: fundamentos, práctica y aplicaciones (ej.1), Inteligencia artificial con aplicaciones a la ingeniería (ej.7), Agricultural drones: a peaceful pursuit (ej.2), Push button agriculture: robotics, drones, satellite-Guided soil and crop management (ej.1), industria 4.0: la cuarta revolución industrial. (ej.1), Bases y fundamentos agronómicos (ej.1) y El análisis de suelos (ej.1).

6.3.3. Recursos Informáticos

a. Bases de Datos

Todo estudiante de la Universidad Pedagógica y Tecnológica cuenta con un correo institucional con el que puede acceder desde cualquier lugar, a través de la biblioteca virtual a bases de datos de consulta; por lo cual los futuros estudiantes del programa de Especialización en Tecnologías



Digitales para la Agricultura, pueden acceder a las siguientes bases de datos: Science Direct, Access Engineering, Engineering Village, Academic Search Premier (Ebsco), Fuente Academica premier (Ebsco), E Book Academic Collection (Ebsco), Virtual Pro, Lop, Digitalia (Multidisciplinar), Scopus, Mendeley y Zotero.

b. Recursos Informáticos Especializados

La adquisición de los recursos informáticos especializados está a cargo de los grupos de investigación de cada Escuela. Del rubro inversión y apoyo a la investigación son asignados recursos anualmente para este efecto. La universidad cuenta con licencias para los siguientes programas: SPSS, AUTOCAD, OFFICE PRO, PROJET, VISUAL STUDIO NET, ARC GIS, MATLAB SUITE, PYTHON, SignalVU-PC y Software DataView.

c. Medios Audiovisuales

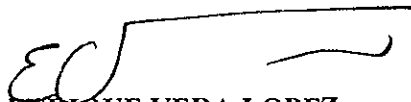
Para el ejercicio educativo las aulas de posgrado y auditorios de cada Escuela de la Facultad de Ingeniería que estarán asignadas según programación de clases del programa. Se cuenta con ayudas como: video beam o video proyectores y tableros, sala de juntas, salas de estudio y laboratorios. Todo lo anterior, será usado en el desarrollo de las clases del programa.

ARTÍCULO 7.- La actualización o modificación del Proyecto Académico Educativo - PAE se dará como resultado de los procesos de autoevaluación, evaluaciones externas o políticas institucionales y nacionales, lo cual deberá ser presentado por el Comité Curricular, recomendado por el Consejo de Facultad y aprobado por el Consejo Académico.

ARTÍCULO 8.- La presente Resolución rige a partir de la fecha de expedición.

PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Tunja, a los catorce (14) días del mes de febrero de dos mil veintitrés (2023).



ENRIQUE VERA LOPEZ
Presidente Consejo Académico



REINA DEL PILAR SÁNCHEZ TORRES
Secretaria Consejo Académico

Proyectó: Comité de Currículo Ingeniería Electrónica
Marilyn Alejandra Leal Quintero/Apoyo administrativo
Revisó: Javier Andrés Camacho Molano/Director Jurídico UPTC
Olga Mireya García Torres/Asesora Rectoría.

