



La Tecnología como una Estrategia que Permite Analizar la Fertilidad y Siembra en los Suelos Nariñenses

Lorena Elizabeth Guerrero Zambrano ¹
Daniel Alexis Portilla Caez²

Resumen

La riqueza material del suelo acompañado por el progreso tecnológico ha potenciado el sector con una mejor producción agrícola. Este proyecto, busca el contribuir con el mejoramiento de la calidad de los suelos en el departamento de Nariño, especialmente en el municipio de Yacuanquer. Específicamente, el trabajo busca la elaboración de un prototipo didáctico, para analizar los tipos de suelos e identificando variables que contribuyan con su calidad. El proyecto destaca la tecnología como estrategia pedagógica que permite profundizar y analizar el conocimiento de los suelos.

Palabras Clave: Macronutrientes, sensor NPK, design thinking, agricultura

Introducción

El municipio de Yacuanquer es uno de los más ricos en área de producción agrícola, caracterizado por una buena cantidad de especies producidas pero que, sin embargo, necesitan ser de la mejor calidad. Para contribuir con ello, se ha desarrollado un prototipo de análisis de nutrientes, que a su vez pueden propiciar un mejoramiento de la actividad agrícola. De esta manera, también, se busca que los aprendices de Tecnoacademia Itinerante Nariño, línea de Robótica, realicen apropiación del conocimiento en los cultivos de la región.

Si bien es cierto que existen laboratorios especializados para el análisis de suelos,

estos reportes demoran muchos días en ser entregados y para el agricultor es tiempo valioso en sus cosechas, es por ello que se realiza la pregunta: ¿Es posible tener resultados confiables por medio de tecnología a gran escala, pero en menor tiempo, para mejorar la producción en los suelos nariñenses?, es allí donde se deriva el inicio de esta investigación.

Los mecanismos y estrategias tecnológicas ayudan a determinar la calidad del suelo, teniendo en cuenta su pH, porosidad, humedad, temperatura y los elementos nutricionales propios de estos suelos nariñenses y así poder producir especies como el café,

¹Aprendices. Tecnoacademia Itinerante Nariño – CSCLI

maíz, ulluco, papa, frijol, frutos, entre otros, los cuales son básicos del plan nutricional de la región. Con lo anterior y desde un enfoque medio ambiental se busca mitigar el impacto negativo de la fertilización artificial. Por otra parte, el uso excesivo de fertilizantes, sin un previo análisis de suelo, contribuye directamente a las emisiones de gases de efecto invernadero, este exceso también suele llegar, por efecto de la lluvia o del deshielo, a ríos y arroyos, y desde ahí acaba en los océanos y en los suministros de agua potable, de este modo “los agro contaminantes pueden hacer que el agua sea imbebible y causar daños en los ecosistemas acuáticos y en la biodiversidad (Organismo internacional de energía atómica [IAEA], 2020)

Como conclusión las estrategias tecnológicas implementadas en la institución educativa y realizadas por los estudiantes aportan en el mejoramiento de los suelos en sus huertas caseras, en el invernadero y obtener mejores productos, mejorar los suelos, que en un momento dado ayudan a la canasta familiar (figura 1)

Figura 1

Práctica de implementación de montaje de componentes electrónicos en uno de los cultivos en el municipio de Yacuanquer con Aprendices de la Institución Educativa Pedro León Torres



Fuente: Archivo de los autores

Entre los impactos hallados, la aplicación de estrategias tecnológicas en el análisis de suelos ha permitido en los estudiantes motivación por investigar y generar estrategias de innovación en los cultivos en la región, generando interés por la cultura, costumbres, y conocimiento del contexto en el cual viven. Asimismo, se busca que los estudiantes puedan automatizar métodos de siembra con el uso de sensores en los cultivos.

Justificación:

El uso de tecnología en la agricultura incluyendo sistemas de riego y control de nutrientes con sensores, ofrece ventajas que justifican su aplicación. Ello procura la optimización de recursos hídricos, nutrientes y energía. La mayor productividad, mejora las cosechas y la rentabilidad de estos. Por otra parte, gracias a la utilización de agua lluvia y energía solar a través de paneles solares, se contribuye a la sostenibilidad ambiental, promoviendo mediante la economía circular el uso adecuado de residuos desde los hogares hacia los cultivos.

Por lo anterior y conociendo los efectos del cambio climático en los cultivos, es importante fomentar en los jóvenes el cuidado del ambiente y la resiliencia, es por ello que los sistemas de monitoreo y automatización son importantes, permitiendo proporcionar información sobre patrones climáticos y tendencias que favorecerán la faena agrícola.

Dado el contexto, desde Tecnoacademia Itinerante Nariño, se fomenta el cuidado del medio ambiente, la casa común y la búsqueda de soluciones tecnológicas que

permitan la proyección en las regiones donde se hace presencia, y que, estas sean herramientas que fomenten en el uso oportuno para monitoreo del suelo.

Problema de Investigación:

El problema de investigación se centra en la necesidad de mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de la agricultura en un entorno global caracterizado por la escasez de recursos naturales y los desafíos cambiantes del clima.

A pesar de los avances en la tecnología agrícola, aún persisten cuestiones relacionadas con el uso ineficiente de agua, nutrientes y energía, así como la falta de precisión en la toma de decisiones agrícolas. Este problema requiere soluciones innovadoras que permitan a los agricultores optimizar la producción de cultivos mientras minimizan el impacto ambiental y los costos operativos.

En este contexto, el uso de sensores NPK, monitoreo de la humedad del suelo y control ambiental se presenta como una posible solución para abordar este problema al proporcionar a los agricultores datos precisos y herramientas para tomar decisiones informadas que mejoren la eficiencia y la sostenibilidad de la agricultura. ¿cómo implementar y aprovechar esta tecnología de manera efectiva en la agricultura en los cultivos Nariñenses y que estos sean utilizados para optimizar recursos y tener resultados en minutos que permitan mejorar la toma de decisiones?

Referente Teórico:

Los referentes teóricos que soportan la investigación; de una parte se tiene la metodología Design Thinking, centrada en el usuario que se utiliza en una variedad de campos, incluyendo la investigación y desarrollo. Aunque a menudo se asocia con el diseño de productos y servicios, el Design Thinking también se aplica con éxito en la investigación, especialmente en la investigación de usuarios y la generación de soluciones innovadoras.

esta metodología es un proceso analítico y creativo que involucra a una persona en oportunidades para la generación de ideas innovadoras y que toma como centro la perspectiva de los usuarios finales para experimentar, modelar y crear prototipos, recopilar comentarios y rediseñar. De esta forma se pueden detectar problemas y necesidades, así como ofrecer soluciones efectivas y en muchos casos, alternativas, para cada una de ellas (Arias et al, 2019; Razzouk y Shute, 2012; González, 2014)

Uso de sensores en la Agricultura Moderna. Se inicia por conocer la importancia del uso de sensores que detecten datos ambientales que permitan evaluar el estado de los cultivos, como humedad del suelo, control de ambiente, NPK nutrientes, que han evolucionado la agricultura y el acercamiento a la mejor calidad de las plantas.

Agricultura de Precisión: El concepto sobre el que se basa la agricultura de precisión es aplicar la cantidad correcta de insumos, en el momento adecuado y en el lugar exacto. Es el uso de la

tecnología de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad presente dentro de un lote. La agricultura de precisión (AP) involucra el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y otros medios electrónicos para obtener datos del cultivo. Las tecnologías de la agricultura de precisión permiten satisfacer una de las exigencias de la agricultura moderna: el manejo óptimo de grandes extensiones. Se presenta como ventaja que el análisis de resultados se puede realizar por sectores diferentes dentro de un mismo lote, y de esta manera ajustar el manejo diferencial dentro de los mismos (figura 3).

El uso de las tecnologías de la agricultura de precisión puede ayudar a mejorar los márgenes, a través de un aumento del valor del rendimiento (cantidad o calidad), de una reducción en la cantidad de insumos, o de ambos simultáneamente (Arias et al., 2019).

Figura 2

Ciclo cerrado básico de la agricultura de precisión por modulación basada en la utilización de cartografías de predicción



Fuente: Tomado de Arias et al, 2014

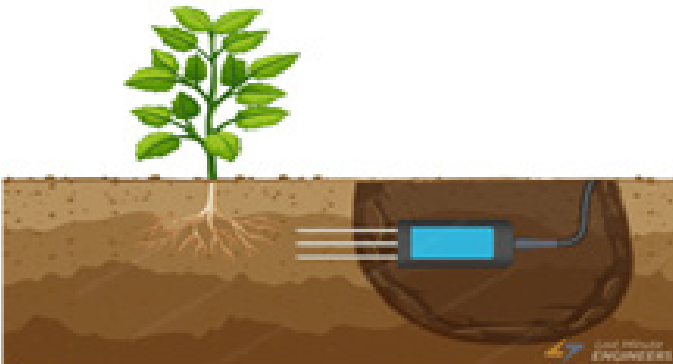
Sensores en Agricultura: Los sensores remotos permiten la adquisición de información sobre un objeto o fenómeno sin estar en contacto con el mismo, esto implica que los instrumentos deben estar acoplados sobre alguna plataforma, como satélites, aviones, VANT, vehículos terrestres o sensores de proximidad. Por lo general, los sensores relacionados con la cobertura de plantas miden la radiación electromagnética que es reflejada o emitida por un objeto.

Esto puede variar según los cambios morfológicos, fisiológicos y químicos en las plantas, también pueden ser afectados por factores como edad de las hojas, grosor, contenido de agua, ataque de plagas y enfermedades, deficiencias nutricionales (Valero et al., 2016).

Sensor NPK Este sensor NPK del suelo por sus iniciales significa: N para nitrógeno, P para fósforo y K para potasio. El NPK de suelo se considera de la más alta precisión, con una exactitud de hasta $\pm 2\%$, medición de velocidad rápida y mayor estabilidad. La resolución de este Sensor de Suelo es de hasta 1mg/kg o (1mg/l), es fácil de transportar e incluso puede ser utilizado por no profesionales, todo lo que necesita es insertar estas varillas de acero inoxidable en el suelo y leer el contenido del suelo. Por lo tanto, el NPK de suelo brinda al usuario una comprensión precisa del estado de fertilidad del suelo, por lo que el usuario puede medir la condición del suelo en cualquier momento y luego, de acuerdo con la condición del suelo (Guzmán, 2022) (figura 4).

Figura 3

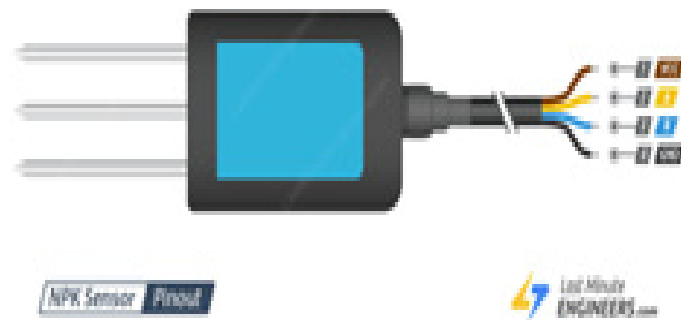
Sensor NPK Pines de conexión



Fuente: Tomado de Guzmán, 2022

Figura 4

Sensor NPK



Fuente: Tomado de Guzmán, 2022

Control de Nutrientes en Agricultura:

Las plantas, al igual que los humanos, necesitan alimento. Para ser más saludables y productivas, necesitan los “tres grandes” nutrientes esenciales: nitrógeno, fósforo y potasio, también conocidos como NPK (figura 5).

Si el suelo de su jardín no tiene suficientes nutrientes, las plantas no crecerán en todo su potencial. Por lo tanto, es esencial medir los niveles actuales de N, P y K del suelo para determinar cuánto contenido adicional de nutrientes se debe agregar para aumentar la fertilidad de los cultivos.

Usando un sensor de suelo NPK y un Arduino, es posible determinar rápidamente los niveles de estos nutrientes en el suelo.

¿Qué es NPK? y ¿Por qué es tan importante? Las letras NPK representan los tres nutrientes principales que las plantas necesitan para crecer y prosperar: nitrógeno, fósforo y potasio.

El nitrógeno es responsable del crecimiento y el verdor de las hojas de las plantas. El fósforo ayuda a la planta a desarrollar raíces, frutos y flores fuertes. El potasio mejora la salud general y la resistencia de una planta (eletroniclinic.sf). [6]

La distancia a la que se deben medir los nutrientes NPK (nitrógeno, fósforo y potasio) en el suelo depende de varios factores, incluyendo el tipo de cultivo, las condiciones del suelo y los objetivos específicos de la medición. No hay una distancia fija que se aplique a todas las situaciones.

Monitoreo de humedad del Suelo: “La determinación de la humedad natural del suelo es primordial para resolver problemas vinculados a las necesidades de agua de riego, consideraciones ambientales y determinación de los excedentes hídricos” (eletroniclinic, sf).

El agua en los cultivos es uno de los principales recursos que se necesita para que la producción de alimentos sea efectiva, y este es uno de los recursos más escasos, es por ello que se debe pensar en nuevos métodos para el monitoreo a través de sensores que permitan el control oportuno. Por eso el riego requiere un enfoque reflexivo, ya que no debe ser ni excesivo ni insuficiente. Los sensores de humedad del suelo son extremadamente útiles para determinar los niveles de agua, facilitando considerablemente los esfuerzos de los agricultores y reduciendo los costos (Reyna et al, 2011).

Cada sensor colocado en el suelo es un detector de la humedad del suelo. El uso de sensores de humedad del suelo para eficientizar el riego es habitual, aumentando o disminuyendo su frecuencia y/o intensidad, para no arrastrar valiosos nutrientes o, por el contrario, dejar sedientas a las plantas. Los sensores de humedad del suelo a distancia permiten a los agricultores estimar los niveles de agua sin necesidad de estar físicamente presentes en el campo (Reyna et al, 2011).

El control de la Humedad del Suelo: Unos niveles suficientes de humedad del suelo son una condición importante para la formación adecuada de las plantas y el alto rendimiento de los cultivos. Para la planta, el agua no sólo sirve como agente de restauración de la humedad, sino también como regulador de la temperatura. En el proceso de termorregulación, la planta evapora hasta el 99% del agua obtenida, utilizando sólo entre el 0,2% y el 0,5%

para la formación de la masa vegetativa. Por lo tanto, es fácil comprender que la planta tiene diferentes necesidades de humedad según las condiciones climáticas y las etapas de crecimiento.

Una cantidad específica de agua viene en forma de vapor de agua condensado y depende del clima, la topografía, el tipo de vegetación, así como de las condiciones hidrogeológicas. La capa de agua se mide en mm (milímetros): 1 mm de precipitación por 1 ha (hectárea) corresponde a 10 toneladas de agua. Como resultado, la tarea clave de un agricultor es maximizar la acumulación, el almacenamiento y el uso eficiente de la humedad. Por supuesto, sigue siendo un desafío y por lo tanto requiere un esfuerzo y trabajo adicional (EDS Data, sf) (figura 6).

Figura 5

Sensor humedad del Suelo



Fuente: Tomado de Guzmán, 2022

Un sensor de humedad es un aparato que permite detectar y controlar el porcentaje de agua del aire o de cualquier material o superficie. Su nombre técnico es higrómetro y resulta un elemento indispensable en meteorología.

Agricultura en ambientes controlados: En la agricultura, la tecnología está mejorando e innovando constantemente para reducir el trabajo manual, aumentar la eficiencia y mejorar la cantidad y la calidad de la producción. Si usted es agricultor o trabaja en la industria agrícola, probablemente ya le resulte familiar el concepto de agricultura en ambientes controlados (CEA). En combinación con las prácticas agrícolas existentes, este revolucionario método de cultivo tiene el potencial de cambiar el curso de la agricultura tal y como la conocemos (EDS Data, sf).

Tecnología IoT (Internet de las Cosas) en Agricultura: Incluir como la IoT se aplica en la agricultura para la recopilación y transmisión de datos en tiempo real, lo que permite la automatización y la toma de decisiones basadas en datos, cabe señalar que la identificación y contextualización del lugar de utilización del prototipo es importante en el momento del diseño e implementación del prototipo a desarrollar.

Adaptación al Cambio Climático en Agricultura: Incluir la tecnología en la agricultura ayuda a los campesinos a adaptarse a los cambios climáticos, incluyendo la variabilidad en las precipitaciones y las temperaturas.

Automatización y Robótica Agrícola: Los estudios sobre la automatización y

la robótica en la agricultura, se están desarrollando en diferentes lugares del mundo, y se relacionan con el control ambiental y el monitoreo de cultivos, que es primordial para mejorar la eficiencia y eficacia del desarrollo de la agricultura en la actualidad.

Objetivo General:

Elaboración de un prototipo didáctico, realizado con sensores y dispositivos electrónicos, que permita analizar diferentes tipos de suelos con el fin de obtener productos de mejor calidad, valorando la tecnología como estrategia pedagógica que permite profundizar y analizar el conocimiento de los suelos.

Objetivos Específicos:

Aplicar la metodología Design Thinking para apropiación del conocimiento en los aprendices TAIN Yacuanquer. Revisión y análisis de factores ambientales adecuados para la optimización de los cultivos en el municipio de Yacuanquer. Definir sensores adecuados para el desarrollo del prototipo a implementar. Realizar pruebas del prototipo, mediante una aplicación que permita tener los resultados de nutrientes en los cultivos.

Metodología:

Se utilizó como metodología Design Thinking o Diseñar Pensando para que los aprendices del semillero de Investigación RammSoft Tecnoacademia Itinerante Nariño, desarrollarán el proyecto, con el acompañamiento de la facilitadora de la línea de Robótica, con la finalidad de identificar desde la

formulación del proyecto el proceso a desarrollar.

La presente investigación involucra diferentes disciplinas, por lo que es una investigación multidisciplinaria, es de tipo investigación aplicada y experimental, debido a que requiere un enfoque práctico en el campo, se espera incluir aspectos con la percepción de los agricultores y la adopción de la tecnología.

La figura 7, muestra las fases Desing Thinkg: Empatizar: comprender las necesidades de los usuarios, Definir: recopilar información, necesidades y problemas, para ser precisos y claros en la solución del problema, Idear: se genera una solución creativa e innovadora para el problema definido, Prototipar: se realizan pruebas en los cultivos y evaluar si funciona o no el prototipo o debe realizarse mejoras, Implementar: a futuro se espera que el prototipo se implemente en la Institución Educativa y en los invernaderos de la región.

Figura 6

Daniel Portilla, socialización prototipo en 4° Congreso Internacional



Fuente: Archivo de los autores

Figura 7

Metodología de Design Thinking



Fuente: Elaboración de los autores

Se utilizan las fases en el orden según la figura 7. Inicia por el acercamiento a los cultivos y agricultores de la región, posterior a ello se debate el problema y objetivos a desarrollar, el siguiente paso será definir factores medio ambientales y se busca la solución tecnológica apropiada implementando los sensores que se deben utilizar para alcanzar el objetivo, ya en la fase de Prototipar se crea un sistema que tuvo evolución en NaturViYa 1.0, NaturViYa 2.0, NaturViYa 3.0, en donde se implementan componentes electrónicos que mejoran el circuito, cabe señalar que se evaluaron las fases de ser necesario para mejorar la solución.

Figura 8

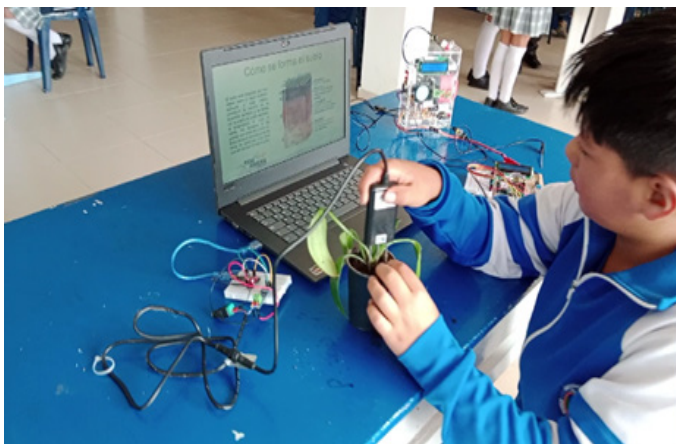
Pruebas de prototipo en los jardines de la IE Pedro León Torres



Fuente: Archivo de los autores

Figura 9

Daniel Portilla, Pruebas de prototipo



Fuente: Archivo de los autores

Figura 10

Mercedes Calvache, Daniel Portilla, Lorena Guerrero. Presentación de resultados IE Pedro León Torres



Fuente: Archivo de los autores

Figura 10

Construcción del Prototipo s



Fuente: Archivo de los autores

Resultados esperados:

La estrategia tecnológica es aplicada por los estudiantes para mejoramiento de los suelos en sus huertas caseras, en cultivos de producción agrícola, en el invernadero y con ello obtener mejores productos, mejorar los suelos que en un momento dado ayudaran a la canasta familiar. De igual forma, se puede observar notablemente el acercamiento de estudiantes y familiares en temas tecnológicos que ayuden a mejorar procesos en diferentes áreas del conocimiento.

Promoción del conocimiento de los suelos de la región y sus componentes y como estos aportan a la nutrición de los consumidores, en este caso específico la región Nariñense. Aplicabilidad de los conocimientos adquiridos en el aula en cada uno de sus hogares para incidencia en toda la región. Igualmente, la construcción de circuitos electrónicos que permiten la medición de variables ambientales para uso y análisis de procesos que se desarrollan en talleres

de concientización y mitigación del cambio climático.

Impactos:

Entre los impactos cabe señalar a nivel social ya que permitirá a los usuarios utilizar el prototipo como sistema de nutrientes en tiempo real, cuyo objetivo principal son conocer los macronutrientes de Potasio, Fosforo y Nitrógeno en los cultivos de la región.

Sensibilizar a los aprendices de Tecnoacademia Itinerante Nariño a desarrollar proyectos de innovación con enfoque en investigación en la que se refleje la apropiación de conocimiento y práctica en los cultivos nariñenses. El presente prototipo esta desarrollado para que los agricultores de la región puedan conocer como la tecnología es de fácil alcance y la importancia que esta ofrece para el mejoramiento de las siembras y cultivos que aportan en calidad nutricional para los habitantes de la región.

Referencias

Arias, H., Jadán, J. y Gómez, L. (2019). Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking. *Revista Dialnet*, 6(1), 82-95. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6974899>

EDS Data. (sf). *Descubra como afecta la guerra a los cultivos en Ucrania*. <https://eos.com/es/blog/sensores-de-humedad-del-suelo/>

Eletroniclinic. (sf). NPK. *Sensor Andino*. <https://www.electronicclinic.com/tag/npk-sensor-arduino/>

González, C. (2014). Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *Revista de educación a distancia*, 40, 1-15. <http://hdl.handle.net/10201/46543>

Guzmán, J., González, M., Sandoval, J y Calvo, J. (2022). Uso de sensores remotos en la agricultura: aplicaciones en el cultivo del banano. *Agronomía Mesoamericana*, 33(3), 9-15. <https://www.redalyc.org/journal/437/43771129020/43771129020.pdf>

Organismo internacional de energía atómica [IAEA]. (18 de enero de 2020). *El uso equilibrado de fertilizante gracias a las técnicas nucleares contribuye a aumentar la productividad y a proteger el medio ambiente*. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/el-uso-equilibrado-de-fertilizante-gracias-a-las-tecnicas-nucleares-contribuye-a-aumentar-la-productividad-y-a-proteger-el-medio-ambiente>

Razzouk, R y Shute, V. (2012). What Is Design Thinking and Why Is It Important?. *Sage Journals*, 82(3), 330-348. <https://doi.org/10.3102/0034654312457429>

Reyna, T., Reyna, S., Lábaque, M., Fulginiti, F., Riha, C. y Linares, J. (2011). Importancia de la determinación de la humedad en estudios de infiltración y escorrentía superficial para períodos largos. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6(2), 91-110. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.188>

Valero, C., Navas, L., González, F., Gómez, J., Ruiz, G., Barreiro, E., Andújar, D., Diezma, B., Baguena, E y Garrido, M. (2010). *Ahorro y eficiencia energética en la Agricultura de Precisión. Ahorro y Eficiencia Energética. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*. <https://oa.upm.es/5871/>