

# IMPLEMENTACIÓN DE SENSORES INALÁMBRICOS Y DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA VIRTUAL, COMO APOYO TECNOLÓGICO A LA PRODUCCIÓN DEL ARROZ EN EL MUNICIPIO DE ESPINAL-TOLIMA

Autores:  
Estudiantes

Andrés Felipe Bocanegra Quintana, Armando Alexander Calderon Zapata, Cristhian Camilo Velasco Narváez, Jorge Bladimir Caicedo Tavera, Juan Camilo Galindo Moncaleano

[Abocanegra46@itfip.edu.co](mailto:Abocanegra46@itfip.edu.co), [acalderon06@itfip.edu.co](mailto:acalderon06@itfip.edu.co), [cvelasco32@itfip.edu.co](mailto:cvelasco32@itfip.edu.co), [jcaicedo46@itfip.edu.co](mailto:jcaicedo46@itfip.edu.co), [jgalindo27@itfip.edu.co](mailto:jgalindo27@itfip.edu.co).

Directores del Proyecto:

Mg. Luis Antonio Herran Cardoso – PhD. Mauren Andrés Guayara Ramirez – Lic. Marcela Leal  
Semillero de Investigación ITFIP-VIRTUAL, institución de educación superior ITFIP-Sede Espinal-Tolima.

[lherran@itfip.edu.co](mailto:lherran@itfip.edu.co) [mguayara@itfip.edu.co](mailto:mguayara@itfip.edu.co) [marcelitaleal2014@hotmail.com](mailto:marcelitaleal2014@hotmail.com)

## RESUMEN

Esta investigación consiste en la implementación de sensores inalámbricos que tomen las variables de humedad del suelo, temperatura y humedad del microclima, sirviendo como ayuda para evitar la proliferación e incidencias de comportamientos, enfermedades y plagas que afecten los cultivos de arroz, además se desarrollara una plataforma virtual que servirá como presentación detallada para la información captada así mismo se enviara dicha información de manera práctica a correos electrónicos y cualquier tipo de celular que posea un SIM móvil, esto último por medio del protocolo GSM.

Como resultado de la investigación se evidencio que el 70% de la muestra poblacional desconoce el tema de las TIC pero el 97% estarían prestos a la posible implementación de tecnologías a bajo costo en sus cultivos.

Para finalizar, el proyecto se desarrolló en el marco de la investigación descriptiva no experimental, donde analizamos las variables, pero no las manipulamos, únicamente se analizaron fenómenos correspondientes al contexto del proyecto. La metodología de investigación que se empleo fue la mixta, con ellos aplicamos las herramientas de recolección de información (entrevistas, encuestas y observaciones). La metodología de desarrollo escogida para la realización de la plataforma virtual fue la metodología ágil SCRUM.

PALABRAS CLAVES: TIC, sensores inalámbricos, plataforma virtual, humedad del suelo, humedad y temperatura del micro clima del cultivo, GSM, investigación descriptiva, metodología Mixta, SCRUM.

## ABSTRACT

This research involves the implementation of wireless sensors that take the variables of soil moisture, temperature and humidity of the microclimate, serving as an aid to prevent the proliferation and incidences of behaviors, diseases and pests that affect

rice crops, in addition to develop a a virtual platform that will serve as a detailed presentation for the information captured, and this information will be sent in a practical way to emails and any type of cell phone that has a mobile SIM, the latter through the GSM protocol.

As a result of the research, it was evidenced that 70% of the population sample does not know about ICT but 97% would be ready to implement low-cost technologies in their crops.

Finally, the project was developed in the framework of non-experimental descriptive research, where we analyzed the variables, but did not manipulate them, only phenomena corresponding to the context of the project were analyzed. The research methodology used was mixed, with them we applied the information collection tools (interviews, surveys and observations). The development methodology chosen for the realization of the virtual platform was the agile SCRUM methodology.



Keywords: ICT, wireless sensors, virtual platform, soil moisture, humidity and temperature of the micro climate of the crop, GSM, descriptive research, Mixed methodology, SCRUM.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto tiene como principal objetivo implementar una innovadora estrategia de instalación de sensores inalámbricos y una plataforma web que brinde información para apoyar la producción de los cultivos de arroz en el municipio del Espinal-Tolima, aportando información en tiempo real, acerca del estado de las plantaciones, posibles enfermedades, cómo tratarlas y así poder darle un seguimiento constante sin la necesidad de estar presente en el cultivo, para dar solución al problema de la falta de interés del gobierno para ayudar a los pequeños agricultores en implementación de una infraestructura tecnológica eficiente en el municipio de Espinal-Tolima.

El desarrollo rural es un tema que tendrá mayor fuerza en Colombia, dadas las perspectivas de una firma de acuerdo de Paz entre los actores del conflicto más antiguo del país así mismo el sector rural ha sido uno de los sectores que más se ha visto afectado con este conflicto, la instauración de las TIC en este sector se presenta como una herramienta útil para el desarrollo productivo de la zona, al mismo tiempo la apropiación de esta por parte de los pobladores ayudara a que se optimicen los procesos de sus labores diarias. Es importante promover y fortalecer proyectos de investigación bajo el fundamento de la articulación entre sector productivo y la academia. Por lo tanto, la idea de articular proyectos que propendan por un mejor nivel de uso y apropiación de TIC en el sector

rural, resulta una alternativa para brindar una mejor producción agropecuaria que incide en el nivel social y económico de las comunidades rurales.

En el departamento del Tolima actualmente según datos tomados por FEDEARROZ, en el 2017, son 3350 arroceros y en el Espinal, 700 productores registrados. Actualmente gran parte de estos agricultores pertenecen al área rural en donde poco o nada se cuenta con ayudas para mejorar la calidad de vida de los habitantes de este sector. Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) vienen siendo un auge para el desarrollo de todos los sectores productivos, entre estos el agrícola donde actualmente se desarrollan investigaciones y proyectos que acoplan las tecnologías a los diferentes cultivos, actualmente en Colombia el mayor proyecto con enfoque a este problema lo tiene la empresa FEDEARROZ, que con su proyecto ANTEC busca la aplicación de estas tecnologías en diferentes cultivos, pero siendo especialidad la producción de arroz, adicional a esto tiene una investigación en curso llamada Zatrez en convenio con el país asiático, Japón. Por ello surge la necesidad de desarrollar tecnología a bajo costo con una funcionalidad genuina a la ya constituida con altos costos.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El gobierno colombiano aprobó al ministerio de agricultura un presupuesto de 2.9 billones de pesos para el año 2018 donde se presenta un recorte o reducción de un 28.7% a lo presupuestado en el año 2017, esto nos da un punto de vista desfavorable

haciendo énfasis a que otros países de Latinoamérica hacen mayores inversiones, un ejemplo muy claro de ellos es México quien gasta en agricultura unos 10 billones de pesos colombianos, a pesar de haber sufrido un recorte del 8.83% para el año 2018 el presupuesto del gobierno mexicano supera ampliamente el presupuesto dado por el ministerio de agricultura para el año 2018.

En el año 2009 el periódico El TIEMPO publicó un artículo donde expresaba el liderazgo ejercido por el departamento del Tolima en producción de arroz, café, maní y arracacha; en el artículo el Tolima tenía una participación 44,2 por ciento en cuanto a la producción de arroz según el ministerio de agricultura, también Fedearroz afirma que entre 2007-2008 el área sembrada en cultivos de cereal aumento en más de dos mil hectáreas, es conveniente señalar que con ello el Tolima tendría 110 mil 534 hectáreas sembradas en total, de los cuales 293 agricultores están dedicados a la producción de arroz en 7,9 toneladas de hectárea. Según el tiempo “Los cultivadores de los productos que manejan un perfil más bajo, reclaman más atención de los gobiernos para convertirse en candidatos para exportar. También reclaman para incentivar la investigación y así generar mayor valor agregado.” De modo que el sector rural que se encarga de producir los alimentos de las canastas familiares colombianas sufre un abandono por parte del gobierno y así mismo demuestran un grato interés en aplicar la investigación en sus actividades cotidianas, además de poder encontrar soluciones tecnológicas que hagan de su producción un mejor sustento para sus hogares.

¿Cómo apoyar la producción agrícola con medios tecnológicos para el mejoramiento de la competitividad en los pequeños productores de arroz del municipio del Espinal Tolima?

## MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se presenta cuáles son los materiales que se emplearon y los métodos utilizados para el desarrollo del presente proyecto de investigación enfocado al uso de sensores de humedad y temperatura relativa y humedad del suelo que sirva como una ayuda tecnológica a los productores de arroz del Espinal Tolima.

### Materiales

Para el desarrollo del proyecto se emplearon Resmas de papel, Kit de oficina (bolígrafos, lápices, resaltadores, borrador, sacapuntas, correctores, reglas y demás), fotocopias, Impresiones (Recarga de tóner), Empaste de documento, Caja de paso, Placa arduino mega, Placa gsm/gprs shield datasheet, Ethernet shield, Sensor humedad relativa, Sensor humedad de suelo y una fuente poder 5 v.

### Caja de paso

La caja de paso es una protección que se le implementa a la placa arduino contra los diferentes factores climáticos que puedan perjudicar el correcto funcionamiento de esta herramienta vital al momento de procesar los datos captados por los sensores.

### Placa arduino MEGA

La placa arduino mega es un dispositivo electrónico empleado para la captura y procesamiento de los datos obtenidos por los sensores, para transmitirlos a un servidor y poder mostrarlos en la plataforma web para la comodidad del cliente.

### Placa gsm/gprs shield datasheet

La placa gsm/gprs shield datasheet es un módulo de la placa arduino que sirve para enviar mensajería de texto y correo electrónicos, esto es de gran ayuda para los agricultores ya que por medio de mensajes de texto pueden obtener la información vital que puede beneficiar o afectar drásticamente el estado del cultivo.

### Ethernet shield

Es un módulo que permite realizar una conexión por medio de cable ethernet a dispositivos para la configuración del arduino.

### Sensor humedad relativa

Es un dispositivo digital que capta datos de humedad y temperatura del ambiente.

### Sensor humedad de suelo

Es un dispositivo que capta datos de humedad del suelo del cultivo permitiéndole a sus usuarios obtener datos precisos sobre la tensión del agua en la tierra.

### Fuente poder 5 v

Es una fuente de alimentación de energía empleada para el funcionamiento de la placa arduino.

## MÉTODOS

A continuación, se presentan todas aquellas metodologías que se emplearon durante el desarrollo del proyecto.

### Metodología De Investigación Mixta

Para la realización de la investigación se tomó como enfoque la metodología de investigación mixta puesto que es una metodología que combina los métodos cuantitativos y cualitativos lo cual permite tener más alternativas de técnicas e instrumentos para la recolección de los datos con el propósito de ser más precisos en la identificación de la problemática del proyecto como lo expresa Chen, además "los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio." Según Roberto Hernández Sampieri y Paulina Mendoza. Debido a lo anterior y a que la metodología mixta en resumidas cuentas se basa en tomar lo mejor de cada método y no en sus principales debilidades fueron las principales razones para escogerla y aplicarla en el proyecto de investigación.

### Muestra de la investigación

La población objeto de estudio, son los 3350 arroceros Datos de Fedearroz y en el Espinal 700 productores registrados, como

muestra se toma el 5% que corresponde a 35 productores en el municipio del Espinal, finalmente, se opta por un muestreo No probabilístico por conveniencia como lo plantea, Johnson, Hernández Sampieri, y Battaglia, donde el autor hace el muestreo que más le conviene para el estudio sin perder la objetividad. Los datos recolectados de la muestra seleccionada son analizados con el fin de obtener información para el desarrollo e implementación de la plataforma virtual y los sensores inalámbricos.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos a aplicar en el método de investigación fueron la encuesta, la entrevista y la observación de campo no experimental, estos instrumentos permitieron recolectar datos que después fueron analizados dando como resultado información importante para lograr el desarrollo y la implementación de la plataforma virtual y los sensores inalámbricos.

El trabajo de recolección de datos fue realizado por el grupo investigador el cual se desplazó hasta el campo del municipio del Espinal Tolima para entrevistar a la muestra de productores agrícolas que se escogió para la recolección de la información.

La entrevista

Según Mariela Torres y Karin Paz, “La entrevista es el instrumento más importante de la investigación, junto con la construcción del cuestionario. En una

entrevista además de obtener los resultados subjetivos del encuestado acerca de las preguntas del cuestionario, se puede observar la realidad circundante, anotando el encuestador además de las respuestas tal cual salen de la boca del entrevistado, los aspectos que considere oportunos a lo largo de la entrevista. Se elaboró un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas, con la terminología que utilizan los productores agrícolas con el fin de obtener datos precisos que contribuyan con un buen análisis y definición de problemas para la identificación de requerimientos al iniciar con la implementación de la plataforma virtual”.

La encuesta

Según el Profesor García Fernando define la encuesta de la siguiente manera “una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación con el fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población.”

La encuesta se llevó a cabo de forma personal y los datos se plasmaron en un documento impreso, se optó por esta forma para tener contacto directo con los productores agrícolas y analizar su forma de trabajar, los productores agrícolas encuestados entregaron datos e información importante que fueron útiles para el desarrollo y mejoramiento de la investigación y la implementación de requerimientos en la plataforma virtual y los sensores inalámbricos.

La observación de campo no experimental

Según Roberto Hernández Sampieri “Es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad. En este tipo de investigación no hay condiciones ni estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural.”

Se aplicó el instrumento de la observación de campo no experimental para recolectar más datos e información de los métodos y la forma en que trabajan los productores agrícolas en su ambiente natural, los procesos y la operatividad diaria en el campo, la recolección de datos y procesamiento de la información para la producción de sus cultivos.

Interpretación y presentación de los datos recolectados

Una vez realizado el trabajo de recolección de datos en el campo, se procedió con el análisis y la interpretación de los mismos y se obtuvo como resultado información importante para el desarrollo de la plataforma virtual.

Tipo de investigación proyectiva con estadio descriptivo

El tipo de investigación proyectiva pretende definir una idea que cumpla con las características para poder brindar una solución a un problema, partiendo de un

análisis y su respectivo diagnóstico. El estudio descriptivo se complementa con la investigación proyectiva sirviendo como herramienta para recolectar los datos de forma específica e importante.

#### Metodología de desarrollo scrum

La metodología seleccionada para la realización del proyecto será la metodología Scrum, la cual se fundamenta en un proceso de planificación permitiendo realizar proyectos colaborativos en corto tiempo, logrando esto motivar al cliente, ya que se puede ver el paso a paso del desarrollo del proyecto en cada uno de los Sprint. Los sprint pueden ser programados cada dos o cuatro semanas según el tamaño del proyecto, y si el cliente desea puede hacer requerimientos funcionales en cada Sprint para ir perfeccionando el producto hasta llegar a la etapa final, los programadores pueden ir validando el desarrollo del proyecto en cada sprint, lo cual permite corregir a tiempo las fallas e ir mejorando para el siguiente sprint y entregar un producto que cumpla con las expectativas del cliente. Esta metodología aplica el trabajo en equipo y cada rol cumple una función importante para cumplir con los requerimientos del cliente a cabalidad.

#### Herramientas Scrum

Scrum emplea una serie de herramientas llamadas de la siguiente manera:

**Product Backlog:** Los Product Backlog son todos aquellos elementos que hacen parte del proyecto, pueden ser un bug o requerimientos, estos deben ser elaborados por el cliente o el Product Owner quien será

el encargado de entregar dicha información al equipo de desarrollo del proyecto.

**User Stories:** Son elementos del Product Backlog, suministran información del requerimiento que se está trabajando, y también proporcionan información en caso de existir algún camino, dicha información es suministrada al cliente.

**Backlog del Spring:** Son los requerimientos más importantes que se establecen durante cada sprint, es allí donde los miembros del equipo se comprometen a implementar dichos requerimientos en el siguiente sprint.

**The Taskboard:** Las tareas asignadas a cada uno de los miembros de trabajo se escriben en un tablero y se identifican con tres estados:

Por Hacer  
Haciendo  
Terminado

Todos inician en el primer estado que es el de la inicialización del sprint luego pasan al segundo estado donde el Scrum master y el Product Owner validan que han hecho y cuánto tiempo han estimado en la realización del proceso y por último pasan al estado de terminado donde quedan listos para hacer las respectivas pruebas de validación.

Roles de scrum

Perfiles de los integrantes del proyecto

CLIENTE: Productor agrícola.

**PRODUCT OWNER:** Personal Designado por los productores agrícolas para entregar o dar conocimiento de los principales requerimientos al equipo de desarrollo y quien se encargará de validar el funcionamiento de los demos en cada iteración realizada.

**SCRUM MASTER:** Es el personal designado por los realizadores del proyecto para dar entrega de los demos al finalizar cada iteración y quien apoyara al equipo de desarrollo en todo momento garantizando que el trabajo realizado no se vea afectado por ningún tipo de obstáculo.

**MIEMBRO DEL EQUIPO DE DESARROLLO:** Personal designado por los realizadores del proyecto para desarrollar el software teniendo en cuenta los requerimientos del cliente y asimismo avanzar paulatinamente en cada iteración programada.

**ETAPAS DE LA METODOLOGÍA SCRUM** para la implementación de sensores inalámbricos y desarrollo de una plataforma virtual, como apoyo tecnológico a la producción del arroz en el municipio de Espinal-Tolima

El proyecto se realizará aplicando los sprint necesarios y en cada Sprint se ejecutarán las siguientes tareas:

Planeación y estimación.  
Implementación.  
Reposo y retrospectiva del entregable.  
Reunión de planificación inicial



En la primera reunión el Product Owner deberá identificar como lo productores agrícolas recolectan los datos de humedad y temperatura de sus cultivos y que herramientas utilizan para recolectarlos, dicha información se obtendrá aplicando los diferentes instrumentos de recolección de información.

El Product Owner establecerá y entregará al equipo de desarrollo una serie de requerimientos de forma clara y precisa a los desarrolladores del software para dar inicio a la etapa de desarrollo funcional, el equipo de desarrollo de software tendrá que definir de acuerdo a la información que recibieron del product owner el cronograma de cada iteración y de esta manera cumplir con las entregas pactadas.

#### Reunión de equipo de scrum

El Scrum Master se reunirá a diario en un lapso de 15 minutos con el equipo de desarrollo para validar si se está cumpliendo con el cronograma de actividades establecidas en la primera reunión con el product owner, además en dichas reuniones se harán tres preguntas importantes a cada miembro del equipo de desarrollo para identificar si hay algún obstáculo que pueda estar generando retrasos en el desarrollo de las tareas establecidas. El Scrum Master o algún miembro del equipo de desarrollo podrán apoyar y buscar una solución a la falla que está obstaculizando el desarrollo de actividades del equipo de trabajo y de esta forma proseguir sin inconvenientes con las tareas programadas.

#### Refinamiento del backlog

Definir los principales requerimientos, despejar todas las dudas que puedan tener el equipo de trabajo de desarrollo y si es necesario se podrá establecer nuevamente los tiempos de entrega acordados en la primera reunión con el Product Owner, para hacer una entrega exitosa y cumplirle con los tiempos.

#### Proceso revisión del sprint

En el proceso de revisión del sprint todo el equipo de trabajo del proyecto se reunirá para hacer entrega del primer demo allí el Product Owner deberá hacer las pruebas necesarias e identificar y dar a conocer al equipo de trabajo si el primer demo diseñado cumple con los requerimientos funcionales acordados.

#### Proceso retrospectivo del sprint

En este punto se reúnen todos los miembros del equipo de trabajo, product owner y Scrum master, en este proceso se hace un análisis general y se responden tres preguntas:

Qué se hizo mal durante el proceso del primer Sprint para corregir y evitar reincidir en los mismos errores en el desarrollo del segundo Sprint.

Qué se hizo bien para seguir por la misma línea de éxito e ir avanzando en la búsqueda del desarrollo final.

Qué inconvenientes se encontraron y no permitieron avanzar como se tenía planificado.

Todas las etapas anteriormente mencionadas se repetirán cada vez se inicie un nuevo Sprint, Cada Sprint será

fundamental para hacer la entrega final del producto.

## CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

Y

En el presente apartado se evidencia las principales conclusiones obtenidas en el desarrollo del proyecto, haciendo referencia a los objetivos que se han cumplido. Como se estipulo al inicio del desarrollo del proyecto, los principales objetivos marcados fueron la creación de un sitio web AGRISON que capture los datos de la red de sensores y la vinculación de los agricultores con las herramientas tecnológicas, con el fin de ayudar al agricultor que no cuenta económicamente para la implementación o hacer uso de las TIC.

Para lograr estos objetivos se tomó la de la decisión de trabajar con dispositivos como placa arduino, sensores y antenas de bajo costo, pero que también de acuerdo a condiciones del suelo fueran correctas.

Además, se plantean las siguientes son recomendaciones que son dadas al usuario para la correcta utilización de la plataforma del proyecto una vez finalizada la entrega cumpliendo en su totalidad con todos los requisitos.

- Al momento de encender el Arduino esperar alrededor de 15 a 20 segundos para poder ejecutar el driver ya que este es el tiempo que necesita el driver para cargar los servicios de forma correcta.
- Autocapacitación por parte del usuario a través de la lectura del manual de

usuario para tener claridad al momento de utilizar la plataforma.

## REFERENCIAS

CHEN. Metodología de la investigación sexta edición. ¿En qué consiste el enfoque mixto o los métodos mixtos? 6ta Ed. México D.F. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V. 2014.

TODD, N. & MCKEOWN. Metodología de la investigación sexta edición. ¿Por qué utilizar los métodos mixtos? 6ta Ed. México D.F. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V. 2014.

FEDEARROZ. IV Censo Nacional Arrocerero 2016. [En línea] Bogotá D.C. División de Investigaciones Económicas. 2017. Disponible en [http://www.fedearroz.com.co/doc\\_economia/Libro%20Censo%20General.pdf](http://www.fedearroz.com.co/doc_economia/Libro%20Censo%20General.pdf).

SATPATHY, Tridibesh. Una Guía Para el Conocimiento de Scrum. [En línea] Phoenix scrumstudy™, una marca de vmedu, Inc. 2013 edición. Disponible en: [https://www.tenstep.ec/portal/images/pdfs/..../SCRUMstudy\\_GUIA\\_SBOK\\_espanol.pdf](https://www.tenstep.ec/portal/images/pdfs/..../SCRUMstudy_GUIA_SBOK_espanol.pdf).

PROYECTOS AGILES. Qué es SCRUM. [En línea]. Disponible en: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

SOFTENG YOUR COMPETITIVE ADVANTAGE. Proceso y Roles de Scrum. [En línea]. Disponible en: <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum/proceso-roles-de-scrum.html>.

LARA, Walter. ¿Cómo funciona la metodología de trabajo scrum? 2015. [En línea] Disponible en: <https://platzi.com/blog/metodologia-scrum-fases/>.