

Precision Agriculture in a Coffee Crop to Monitoring its Environmental Variables

William Ruiz Martinez¹ and Roberto Ferro Escobar²

¹ Corporacion unificada nacional de educacion superior

Received: 6 December 2018 Accepted: 4 January 2019 Published: 15 January 2019

Abstract

This article presents the application of the Internet of Things (IoT), as a technological tool for the development of a wireless sensor network with the objective of monitoring a set of environmental variables that affect the cultivation and production of coffee. The logical and physical design of the devices is presented, in addition the future implantation of the sensor network in a given area is proposed, in a future development the collection of information of the environmental variables of said crop is considered to be compared with a series of parameters already established, which allows coffee to observe the behavior of variable variables in a period of time and establish the generation of alerts or warnings when these measurements are outside the established ranges.

Index terms— agriculture, internet of things, cultivation, wireless sensor network, xbee module, zigbee standard.

Precision Agriculture in a Coffee Crop to Monitoring its Environmental Variables William Ruiz Martinez ? & Roberto Ferro Escobar ? Resumen-Este artículo presenta la aplicación del Internet de las cosas (IoT), como herramienta tecnológica para el desarrollo de una red inalámbrica de sensores con el objetivo de monitorear un conjunto de variables ambientales que inciden en el cultivo y producción del café. Se presenta el diseño lógico y físico de los dispositivos, además se plantea la futura implantación de la red de sensores en un área determinada, en un futuro desarrollo se plantea la recopilación de información de las variables ambientales propias de dicho cultivo para ser comparada con una serie de parámetros ya establecidos, lo que posibilitara al cafetero observar el comportamiento de dichas variables en un espacio de tiempo y establecer la generación de alertas o advertencias cuando estas mediciones se encuentren fuera de los rangos establecidos. Mediante el desarrollo del estudio se pudo evidenciar la complejidad que implica el cultivo del café debido a sus diferentes variedades.

Palabrasclave: agricultura, internet de las cosas, cultivo de café, red de sensores inalámbricos, modulo xbee, estándar zig bee. Abstract-This article presents the application of the Internet of Things (IoT), as a technological tool for the development of a wireless sensor network with the objective of monitoring a set of environmental variables that affect the cultivation and production of coffee. The logical and physical design of the devices is presented, in addition the future implantation of the sensor network in a given area is proposed, in a future development the collection of information of the environmental variables of said crop is considered to be compared with a series of parameters already established, which allows coffee to observe the behavior of variable variables in a period of time and establish the generation of alerts or warnings when these measurements are outside the established ranges. Through the development of the study it was possible to demonstrate the complexity that coffee cultivation implies due to its different varieties.

Keywords: agriculture, internet of things, cultivation, wireless sensor network, xbee module, zigbee standard.

1 I.

2 Introduccion

as Políticas de apoyo al sector agrícola en nuestro país no han sido las más ideales a lo largo de los años, por lo tanto, el apoyo del gobierno específicamente a los caficultores a través de los organismos acreditados no cubre todas las expectativas inicialmente propuestas y casi siempre se diluyen en buenas intenciones, pactos incumplidos y acuerdos mal administrados y gestionados que en muchos casos son un reflejo de los intereses regionales de los políticos de la época.

Debido a esta serie de problemas de índole político, mencionados anteriormente y otros de naturaleza técnica, el sector cafetero se enfrenta a una serie de problemas a la hora de optimizar los procesos de cosecha y producción, ya que, durante muchos años este sector, como dijimos anteriormente, no ha recibido la atención necesaria del estado. Colombia tiene un enorme potencial agrícola que no se explota adecuadamente debido a una planificación deficiente y una ejecución peor, el apoyo del gobierno es muy escaso o inexistente y los precios de los insumos son demasiado altos. Los intereses con los que se presta dinero a los caficultores terminan desalentando la inversión en este importante sector, obligándolos a diversificar o, en casos extremos, a abandonar el cultivo del café. No podemos ignorar el importante papel que desempeña la tecnología en muchos sectores y la agricultura no es ajena a ellos, ya que, con sus procesos de introducción, como la siembra y la producción de café, se puede mejorar y automatizar mejorando la rentabilidad de ellos.

Es por eso que un sector como el café y la introducción de tecnología en ciertos procesos del mismo, tiene el potencial de traer nuevos horizontes a la productividad del país, además de generar innumerables beneficios orientados a los procesos de siembra y producción de ciertos cultivos (Pinto Rios, 2015).

La agricultura de precisión abarca múltiples prácticas relacionadas con el manejo de cultivos y cultivos, árboles, flores, plantas, etc. Entre las aplicaciones más interesantes está el control de plagas y enfermedades. Mediante sensores ubicados estratégicamente, parámetros tales como la temperatura y la humedad relativa del suelo, la temperatura y la humedad de las hojas, la radiación solar se puede monitorear para detectar rápidamente situaciones adversas y establecer los tratamientos apropiados. La gran ventaja del uso de sensores es que uno de los principales problemas que surgen actualmente es como monitorear los cultivos en forma adecuada, ya que tecnológicamente hablando no existe un monitoreo y control constante de las variables ambientales que afectan el desarrollo de los mismos, desde el proceso de siembra hasta la obtención del producto final. De esta manera, la agricultura de precisión hace su aparición permitiendo que se pueda aplicar en cualquier tipo de cultivo, siempre que haya una variabilidad espacial (espacios utilizables), independientemente del área donde se quiera llevar a cabo.

”De acuerdo con (Siavosh Sadegian, 2008), es posible llevar a cabo la adaptación de aspectos específicos dependiendo de cada sistema productivo, teniendo en cuenta, variables como: clima, temperatura, humedad, tipo de suelo, material genético y sistema de gestión”.

Colombia es conocida por producir el mejor café blando del mundo. Su producción, según informes emitidos por la Federación Nacional de Cafeteros, que es la entidad que representa a los productores a nivel internacional, ha crecido en un 26% en comparación con 2011. Lo que lo convierte en el tercer mayor productor mundial de granos de café, la federación ha promovido en compañía de los cafeteros aspectos como: La renovación de cultivos, la siembra de cafés especiales y orgánicos, entre otras estrategias para incentivar el cultivo del grano (Urbano, 2013).

Por esta razón, proponemos el prototipo de una red inalámbrica de sensores, aplicando el concepto del Internet de las Cosas (IoT) para establecer un conjunto de mediciones, alertas y controles para mejorar la producción y la calidad en un cultivo de café.

A través del diseño y desarrollo de este sistema de sensores, se le ofrece al agricultor tradicional una herramienta invaluable de tecnificación agrícola, que le permite aumentar sus beneficios económicos, la reducción del impacto ambiental y, por lo tanto, la mejora de su calidad de vida, de otro El punto de vista de la agricultura de precisión tiende a obtener un producto de mayor calidad con la conocida optimización de los recursos y funciona como un elemento predictivo para evitar posibles pérdidas de acción oportuna.

3 II.

4 Materiales y Métodos a) Metodología de Investigación

Este proyecto lo podemos clasificar como de investigación aplicada con un enfoque cuantitativo, ya que basa en la recolección y envío de datos de un conjunto de sensores a una plataforma Web para ser almacenados, analizados y comparados con un conjunto de parámetros previamente establecidos, posteriormente se configurara un sistema de alertas para que el caficultor puede realizar la toma de decisiones respecto al manejo del cultivo, se ha planteado el desarrollo de la investigación, teniendo en cuenta las fases y actividades propuestas en la figura 1. Sensores: En el caso de los sensores, estos dispositivos se encargan de tomar la información del medio donde se encuentran y las convierten en señales eléctricas que son entregadas a un sistema de control, eventualmente pueden ser de cualquier tipo y permiten medir cualquier tipo de variable que queramos medir (luz, temperatura, viento, presión y humedad entre otras). Nodo sensor: Toman los datos recolectados por el sensor a través de sus puertos de datos y envían la información a la estación base. Un nodo sensor tiene que contar con un procesador de consumo reducido, así como de un transceptor radio con la misma característica, a los que hay que agregar

101 un software optimizado para que requiera pocos recursos, haciendo el consumo aún más restrictivo. Así, pues,
102 un nodo sensor, dotado de una pequeña batería del tipo AAA o botón, puede tener una autonomía de hasta dos
103 años. Gateway: Este dispositivo es clave en el sistema ya que permite servir de interfaz entre la plataforma de
104 aplicación y los nodos que conforman la red, además de permitir el acceso entre el sistema y los entornos, ya que
105 permite manejar diferentes tipos de protocolos, además posee la capacidad de operar en las capas superiores del
106 modelo OSI (Transporte, sesión presentación y aplicación), permitiendo realizar la conversión de protocolos para
107 interconectar redes con protocolos de alto nivel diferentes.

108 Red inalámbrica: Medio de transmisión de la información, típicamente se basa en el estándar 802.15.4 (ZigBee).

109 La estación base: Es la encargada de conectarse a los nodos de coordinación o intermedios para recolectar los
110 datos de la red, generalmente está conformada por un PC o un sistema embebido de visualización. De acuerdo
111 con (Ramirez C, 2012), la Alianza ZigBee (ZigBee Alliance) está formada por una asociación de industrias que
112 trabajan en conjunto para desarrollar normas y productos. ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto
113 de protocolos de comunicación inalámbrica de alto nivel, para su utilización en aplicaciones de radiodifusión digital
114 de bajo consumo, con base en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal
115 Área Network o WPAN). La tecnología ZigBee está integrada en una amplia gama de productos y aplicaciones
116 para los consumidores de tipo comercial, industrial y gobierno.

117 La idea principal sobre la que se ha desarrollado ZigBee ha sido la facilidad a la hora de implementarlo en un
118 sistema de control, o lo que es lo mismo, se busca que de una manera sencilla y rápida se pueda desarrollar un
119 sistema robusto y duradero fácilmente integrable en una red inalámbrica destinada a la supervisión y el control.
120 Por este motivo, ZigBee pretende cumplir los siguientes requisitos: ? Alta fiabilidad ? Bajo costo ? Bajo consumo
121 ? Es un estándar abierto ? Altamente seguro

122 En consecuencia, para poder satisfacer todos estos puntos, ZigBee se va a caracterizar por las siguientes
123 características: ? Baja capacidad de transmisión, en torno a 250 Kbps, que nos permitirá desarrollar sistemas
124 de muy bajo costo. ? Protocolo sencillo, pudiendo ser implementado sin ningún tipo de limitación en sistemas
125 micro controladores de 8 bits. ? Muy bajo consumo energético permitiendo que la fuente de alimentación del
126 sistema pueda durar años d) Arquitectura de la red de sensores La Figura 6. muestra la arquitectura propuesta
127 para la red de sensores, cuyo objetivo es monitorear un cultivo de café. El terreno para el estudio propuesto
128 consiste en un lote de café con un área equivalente a una hectárea, que se encuentra en una finca cafetalera de
129 la región. Los nodos sensores son responsables de monitorear variables ambientales tales como: temperatura y
130 humedad del suelo, temperatura ambiente e incidencia de lluvia mediante el uso de un medidor de lluvia.

131 También vemos en la una puerta de enlace, cuya función es la información recopilada por los nodos del
132 sensor al nodo coordinador que es responsable de establecer la comunicación con la unidad central integrada
133 por una computadora con conexión a Internet que se encargará de cargar la información recibida en un sitio en
134 plataforma Ubidots para su procesamiento y posterior análisis. e) Plataforma Cloud Ubidots Como se planteó
135 anteriormente para el caso específico de este proyecto, en el apartado del almacenamiento y procesamiento de
136 los datos provenientes de los sensores, este proceso se va a realizar a través de una plataforma Cloud, llamada
137 Ubidots, a continuación ellos mismos se encarga de definir que son: "Ubidots es una plataforma de Internet de
138 las cosas (IoT) que permite a las empresas crear aplicaciones IoT que convierten los datos de los sensores en
139 conocimiento práctico y aplicable. Ubidots es un recurso eficiente y económico para integrar el poder de IoT en
140 su negocio o proyecto de investigación" (Klotz, 2017).

141 5 Las principales características de la plataforma son:

142 ? Capacidad para publicar los datos del dispositivo sobre una API REST. ? Flexibilidad, ya que permite a sus
143 usuarios mezclar diferentes flujos de datos y presentarlos en esta plataforma. ? Disponibilidad ubicua, debido
144 a que está basado en la nube. ? Seguridad basada en mecanismos incorporados en la plataforma de Ubidots
145 (autenticación mediante API o tokens).

146 6 f) El café y sus variables ambientales

147 En este apartado pretendemos dar a conocer una serie de variables de tipo ambiental que de un modo u otro
148 inciden en la siembra y cultivo del café y posteriormente en su futura producción, veamos cada una de ellas a
149 continuación: Temperatura: La zona óptima para el cultivo del café arábico se encuentra entre 19 y 21.5 grados
150 centígrados. En climas fríos, donde la temperatura media es menor de 19 grados centígrados, las variedades
151 de café se desarrollan menos, su producción es menor y la cosecha se distribuye a lo largo del año. En climas
152 calientes, donde la temperatura media es mayor de 21.5 grados centígrados, la vida productiva del cafeto es más
153 corta, la cosecha más temprana y más concentrada. El ataque de la roya es Lluvias: Se considera apropiada
154 para el cultivo una cantidad de lluvia comprendida entre los 1.800 y los 2.800 milímetros anuales, con una buena
155 distribución en los diferentes meses del año. Se requieren por lo menos 120 milímetros al mes. Periodos de mucha
156 lluvia favorecen la presencia de enfermedades como el mal rosado y la gotera. El exceso de lluvias también puede
157 afectar la floración del cafetal, disminuyéndola o dañándola. Si se presentan sequías excesivas, las hojas del cafeto
158 pueden caerse por falta de agua y se puede incrementar el ataque de plagas como la arañita roja, el minador y
159 la broca.

8 H) CONCLUSIONES

160 Humedad del aire o humedad relativa: Este componente del clima presenta altas variaciones entre el día y la
161 noche. En la zona el aire es normalmente húmedo.

162 El suelo para el cultivo: El suelo es esencial para el cafeto porque le facilita el anclaje y le proporciona el agua
163 y los nutrimentos necesarios para su crecimiento, desarrollo y producción. Tiene su origen en la desintegración y
164 descomposición lenta de las rocas, causada principalmente por la acción del agua, la temperatura y los vientos.
165 En algunas regiones estos procesos se acompañan de cenizas provenientes de los volcanes. Con el paso del tiempo
166 las partículas formadas se mezclan con los residuos de animales y vegetales en descomposición, dando origen al
167 suelo o capa vegetal (Ramirez, Victor Hugo;, 2011).

168 7 g) Resultados y discusion

169 Se pudo observar que la plataforma Ubidots brinda un ambiente grafico ameno e intuitivo, para todo tipo
170 de procesos, como creación de parámetros para ser comparados con las mediciones enviadas por los sensores.
171 En las figuras 9. Y 10 se pueden visualizar las mediciones de la variable temperatura enviadas por un grupo
172 de sensores, a la plataforma, pudiéndose establecer valores mínimos, máximos y promedio de un cultivo en una
173 fecha y hora determinada. Se desarrollaron pruebas de distancia para determinar el rango máximo de los módulos
174 inalámbricos Xbee -Pro S2C para garantizar una transmisión de datos confiable sin pérdida y atenuación de la
175 señal, encontrando que el rango máximo está dentro del límite establecido de 100 metros en campo abierto.

176 8 h) Conclusiones

177 El manejo del cultivo de café es bastante complejo teniendo en cuenta la variabilidad de especies, terrenos y
178 condiciones específicas de las variables ambientales que finalmente afectan el proceso de producción y la calidad
179 final del grano.

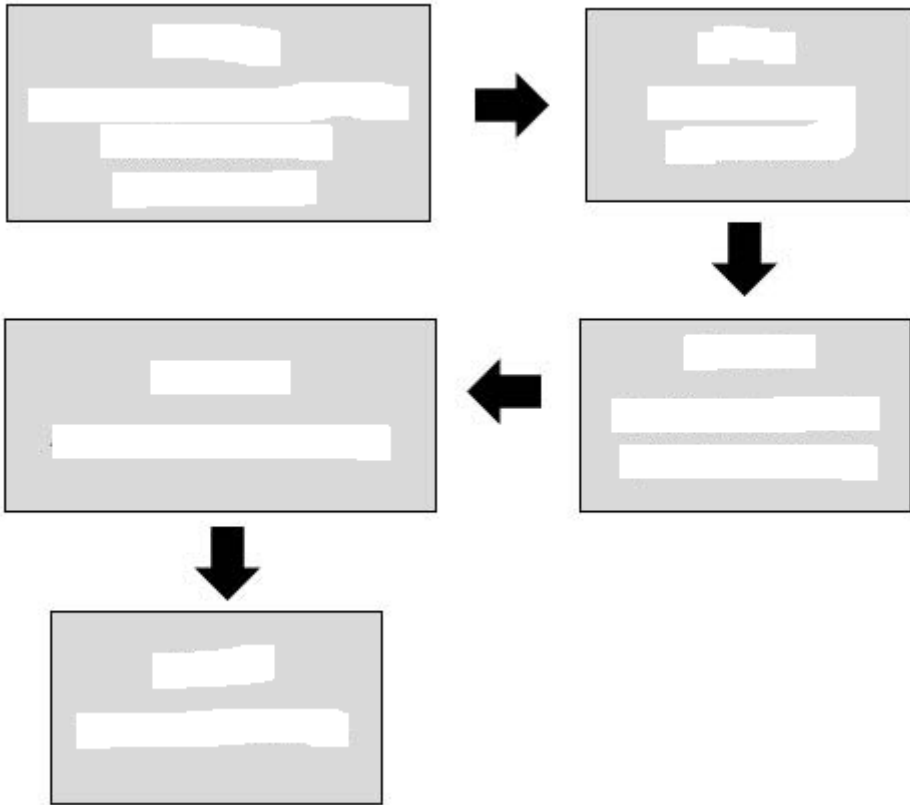
180 El desarrollo e implementación de redes inalámbricas de sensores ahora es más factible debido a los bajos
181 costos con los que se obtienen componentes como: sensores, tarjetas programables y módulos de comunicación,
182 lo que lo hace rentable para los cafeteros teniendo en cuenta que con hardware y software de código abierto para
183 lo cual no hay necesidad de pagar licencias.

184 La tecnificación del agro y en especial el cultivo del café, es viable siempre y cuando haya compromiso por
185 parte de las entidades encargadas de promover el grano, los caficultores y las empresas encargadas de ofrecer las
186 soluciones tecnológicas a precios acordes con la realidad de dicho sector en el país.

187 El internet de las cosas (IoT), esta demostrando ser una tecnología de gran eficiencia en procesos agrícolas, ya
188 que sus dispositivos son precisos y fiables en la toma de mediciones de variables ambientales de cualquier tipo de
189 cultivo.

190 Las plataformas Cloud como Ubidots permiten almacenar datos enviados por los sensores, pero además prestan
191 servicios de análisis de información y posterior envío de alertas o informes al usuario, sobre situaciones anómalas.

192



1

Figure 1: Figure 1 :



Figure 2: Actuadores:



Figure 3:



2

Figure 4: Figure 2 :



3

Figure 5: Figure 3 :

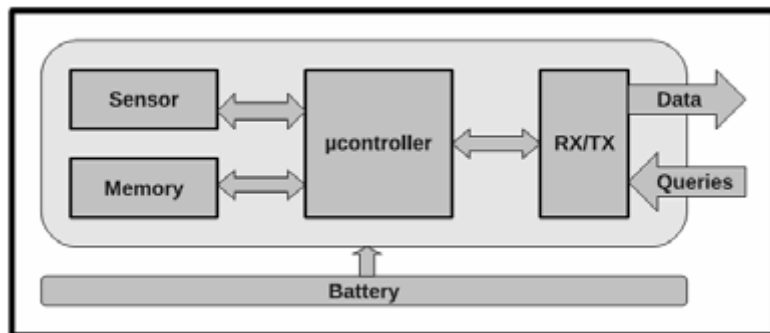


4

Figure 6: Figure 4 :

6

Figure 7: Figure 6 :



7

Figure 8: Figure 7 :

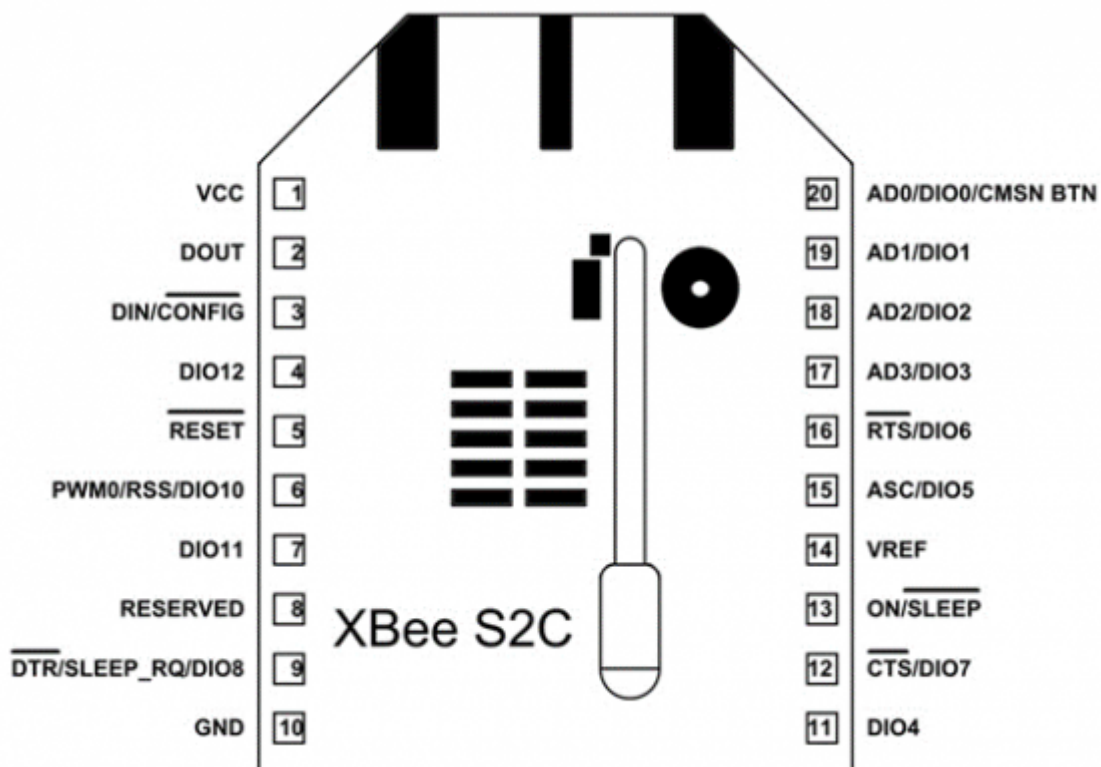
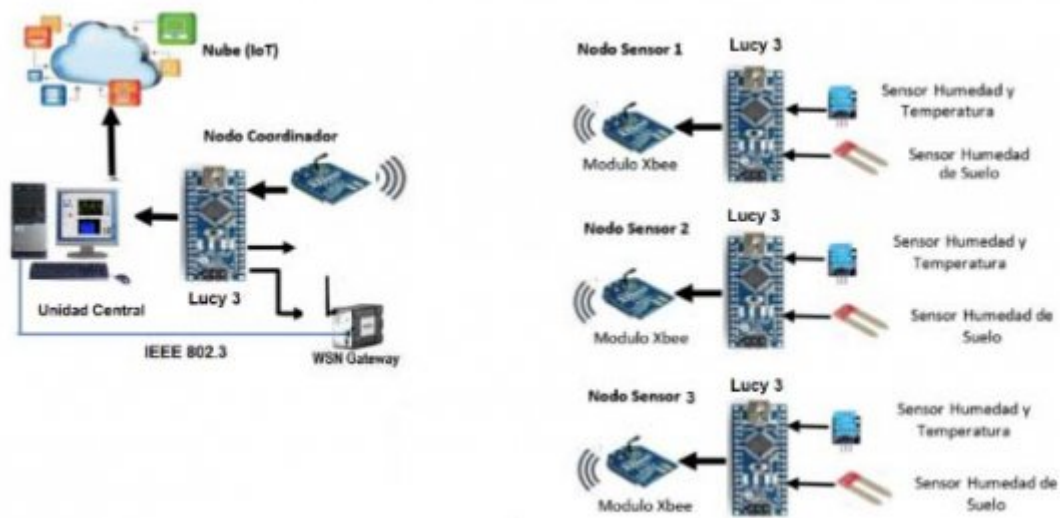


Figure 9: Precision



5

Figure 10: Figure 5 :



8

Figure 11: Figure 8 :

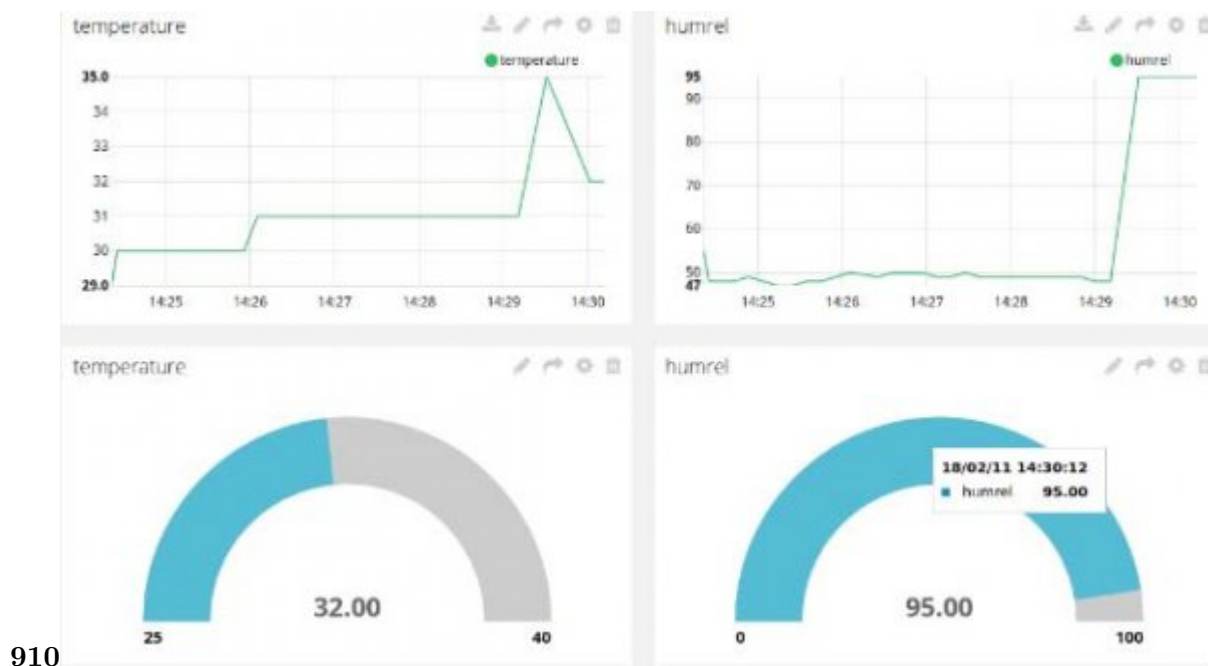


Figure 12: Figure 9 :Figure 10 :

es la detección oportuna y la aplicación óptima de pesticidas, solo en aquellas áreas donde es realmente necesario (Martinez Fernandez, Ordieres, Martinez de Pison, & Gonzalez, 2009).

Agricultura De Precisión Aplicada En un Cultivo De Café Para Monitorear Sus Variables Ambientales

J

Gl

Figure 13:

193 [Klotz ()] , C Klotz . <https://ubidots.com/blog/ubidots-y-nxtiot-se-asocian-para-darle-vida-a-los-objetos>
194 10 de 10 de 2017. (Ubidots. Obtenido de)

195 [Cafe De ()] , Colombia Cafe De . [https://components101.com/wireless/
196 xbee-s2c-module-pinout-datasheet](https://components101.com/wireless/xbee-s2c-module-pinout-datasheet) 2010. p. 6. (24 de 14 de 2019)

197 [Ramírez ()] *Diseño de una arquitectura para redes de sensores con soporte para aplicaciones de detección de
198 eventos*, C Ramírez , L . 2012. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia

199 [Valdiviezo ()] *Diseño de una red de sensores inalámbrica para agricultura de precisión*, Villon Valdiviezo , D .
200 2009. Lima: Creative Common.

201 [Siavosh Sadegian ()] *Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia*, K Siavosh Sadegian . 2008. Cenicafe
202 Publicaciones.

203 [Pinto Ríos ()] *Monitoreo de cultivos con redes de sensores Xbee, Arduino y dispositivos de medición de suelos
204 (Tesis de pregrado)*, J D Pinto Ríos . 2015. Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira

205 [National Instruments Notas Técnicas ()] <http://www.ni.com/white-paper/7142/es/> *National Instru-
206 ments Notas Técnicas*, 2009. (22 de 04 de)

207 [Ramírez and Hugo] *Obtenido de Cenicafe Centro nacional de investigaciones de café*, Víctor Ramírez , Hugo .
208 https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/sp_al_sol (23 de 06 de 2011)

209 [Urbano ()] ‘Redes de Sensores Inalámbricos Aplicadas a Optimización de cultivos de cafe’. M F Urbano . *Journal
210 de ciencia e ingeniería* 2013. p. .

211 [Martinez Fernández et al. ()] *Redes inalámbricas de sensores: Teoría y aplicación práctica*, R Martinez
212 Fernández , M J Ordieres , A F Martinez De Pisón , J González . 2009. La Rioja: Servicio de Publicaciones.
213 Universidad de La Rioja