



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA.

PROCESO DE TITULACIÓN

Octubre 2017 – Marzo 2018

EXAMEN COMPLEXIVO DE GRADO O DE FIN DE CARRERA

PRUEBA PRÁCTICA

PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERA DE SISTEMAS

TEMA

**ANÁLISIS DE DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS PARA LA PRODUCTIVIDAD
AGRÍCOLA EN EL RECINTO MARÍA 1 DE LA PARROQUIA SAN JUAN**

EGRESADO

SANTIAGO GABRIEL SANTOS BAJAÑA

TUTOR

ING, ALFONSO AGAMA.

2018

INTRODUCCIÓN

La agricultura en el Ecuador, específicamente en la Provincia de los Ríos, se encuentra fuertemente identificada con 5 variedades de productos: banano, cacao, maíz, arroz y soya debido a las favorables condiciones climatológicas y naturales lo cual se complementa prósperamente con la extensa superficie y la concentración de los recursos naturales como afluentes y vertientes hídricas; lo cual convierte a la región como una potencia en producción agrícola en el país.

Sin embargo, pese a que la región es eminentemente agrícola, también se observa que los procesos de tecnificación no se encuentran desplegados en la mayor parte de los cultivos sean estos de ciclo corto o ciclo largo; este factor se produce debido al impacto económico que representa el gasto vs la inversión para el pequeño y mediano productor.

Otro factor que juega un papel preponderante en la tecnificación y en la productividad agrícola es el recurso económico, para ello el productor se ve en la necesidad de acudir a las instituciones financieras para los tramites y procedimientos de rigor a fin de validar información y posteriormente calificar para un crédito económico; una vez que se haya obtenido este aporte económico el productor ya se encuentra en condiciones favorables para iniciar la adquisición de todos los aditamentos requeridos para la siembra. (Aguilera, 2014)

Debido este último componente se constata que el pequeño y mediano productor agrícola se ve mermado en sus esfuerzos por lograr un cultivo con óptimos resultados y minimizar al mismo tiempo el nivel de riesgo con relación a una mala inversión y una pésima producción; se enfatiza sobre este aspecto ya que los cambios climáticos en los últimos 15

años han producido secuelas que relativamente dejan marcada la experiencia del productor y del consumidor, ya que los cultivos están expuestos al riesgo que representa la transformación del uso del suelo a causa del uso inadecuado de químicos y demás fórmulas que deterioran la producción y la calidad de suelo. (Saha, 2015)

Sobre esta situación se pretende realizar un caso de estudio en el cual se determine el análisis de dispositivos tecnológicos para la productividad agrícola en el recinto María 1 de la Parroquia San Juan, documento en el cual se destaque la tecnificación a través del uso de equipos tecnológicos y una buena práctica agrícola para el mejoramiento de la producción y el aprovechamiento del recurso natural no renovable. (Armendariz, 2013)

El planteamiento técnico corresponde a una solución que se basará en tecnología *Open Source (OP)* con un modelo de optimización enfocado a la dosificación, control y monitoreo del recurso natural, crecimiento del cultivo así como la constante supervisión de la producción en general; para el efecto se esboza un diseño basado en Raspberry Pi asociado con Arduino como una solución de bajo costo y de fácil instalación en ambientes de ciclo corto, orientado al pequeño productor de la zona antes mencionada. (Andreson, 2015)

DESARROLLO

El tema de la pequeña agricultura familiar ha sido objeto de atención pública en casi todo el territorio ecuatoriano ya que este hecho en particular es una fuente de suministro alimenticio de primera necesidad frente a la crisis en el que se ve inmerso el sector agrícola de la provincia de Los Ríos; otro factor que influye sobre la economía del pequeño productor son las reformas económicas que de una u otra manera generan un impacto previsible y

dramático en la evaluación de resultados en cuanto a la productividad de sus cultivos. (Chiriboga, 2014)

Una realidad palpable es la baja producción y el encarecimiento del producto en el mercado local, provincial y nacional, y de esta forma se afecta aún más el sector agro-productor y esto se considera sin lugar a duda una fuerte amenaza para el campesino y sus familias lo cuales dependen de manera directa de los ingresos que se perciban por la producción, distribución y venta de sus productos. (Pilco, 2014)

Otro hecho relevante que se observa en el medio local como una práctica con mucha antigüedad es que los productores en su mayoría son acaparados por intermediarios que se aprovechan de la situación socio económica del pequeño y mediano productor y de inmediato entablan un proceso de negociación en el cual no se toman en cuenta el esfuerzo llevado a cabo ni las técnicas de siembra; siendo así que producto de ello el intermediario compra la fruta o la producción del cultivo a un precio sumamente bajo al productor y posteriormente lo re comercializa a un precio mayor en el mercado adquisitivo causando de esta forma un ambiente de malestar y conformismo al vendedor en primera instancia. (Toledo, 2013)

Sin embargo, el rendimiento de los cultivos es un factor muy importante al momento de querer comercializar el producto, por lo general se logra evidenciar en la mayoría de las producciones agrícolas que el tamaño de la fruta no cumple con el peso, las dimensiones, la coloración, el diámetro y adicionalmente la mata en propensa a enfermedades tropicales lo cual afecta aún más la economía familiar. (Engler, 2016)

Una de las causas que provoca tal efecto en las diferentes plantaciones es la falta de conocimientos técnicos y la carencia de la tecnificación orientada al mejoramiento de los cultivos con énfasis en el control de siembra y demás factores que interviene en una buena práctica agrícola.

Con relación al aspecto de la normalización del producto cosechado se pretende realizar la respectiva transferencia de conocimiento a través de una guía en la cual se tome en cuenta el control de oxígeno en la planta, espacio mismo entre los cultivos para el correcto desarrollo de la fruta, la cantidad necesaria de agua para que la planta aproveche al máximo el líquido vital y no se desperdicie en la dosificación de cantidades innecesarias; esto será posible empleando una solución de bajo costo con orientación directa al control de la productividad agrícola, para ello se procederá al análisis respectivos de los dispositivos tecnológicos que cumplan con la función que permita obtener los resultados esperados. (Arrow, 2013)

ESTADO DEL ARTE Y ELECCIÓN DEL DISPOSITIVO IDEAL PARA LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA

Se realiza un estudio previo análisis de evaluación y selección de los dispositivos tecnológicos que cumplirían hasta cierto punto con el principio fundamental de establecer una cobertura en el mejoramiento de los cultivos, características y cualidades para el manejo de suelo, hidratación, dosificación administración de nutrientes directamente a la planta; para el efecto se describe un diseño experimental basado en la administración por bloques aleatorios en la cual se calcula la distancia entre plantaciones, distancia entre filas de matas, nivel humedad, y exposición solar. (Ovalle, González, del Pozo, & Hirzel, 2017)

A continuación, se describe mediante la Tabla 1 los equipos, dispositivos y demás elementos tecnológicos que fueron sometidos a prueba para determinar el complemento ideal para la realización del presente estudio.

DISPOSITIVO	ADITAMENTOS	SOFTWARE	COMPORTAMIENTO	RENDIMIENTO
Raspberry Pi 3	Arduino, sensor de humedad, sensor de calor, circuito de cierre y apertura de compuertas, sensor de movimiento	Raspbian en complemento con Arduino simulator	Se evidencia total integración entre las dos arquitecturas, se realizaron pruebas de dosificación de riego por goteo mediante el cálculo de 80 gotas distribuidas en una jornada diaria de 8 horas, la dosificación va en función del nivel de calor y humedad lo cual es calculado a través de la energía calorífica del terreno, así como la exposición solar.	Alto
Arduino	sensor de humedad, sensor de calor, circuito de cierre y apertura de compuertas, sensor de movimiento	Arduino Software	La obtención de datos con relación a la exposición solar, humedad, hidratación fue exitosa, sin embargo, no se pudo realizar el cálculo y control de insumos en el cultivo debido a la falta de un procesador de control que se encargue de realizar el proceso de automatización y toma de decisiones frente los cambios climáticos en el cultivo.	bajo
Raspberry Pi	Antena WiFi	Raspbian	Se obtuvieron datos de la condición climática desde la red de internet, sin embargo, no se pudo llevar a cabo el objetivo principal debido a la falta de una Pasarella que permita la interacción con los aditamentos externo colocados en el sembrío	bajo

Tabla 1 Análisis y selección del dispositivo ideal

Fuente: El Autor

En las figuras 1, 2 y 3 se muestra como se realizó el acoplamiento y construcción del circuito que permite administrar los sensores y demás dispositivos agregados a la plataforma principal para el respectivo control de la productividad agrícola.

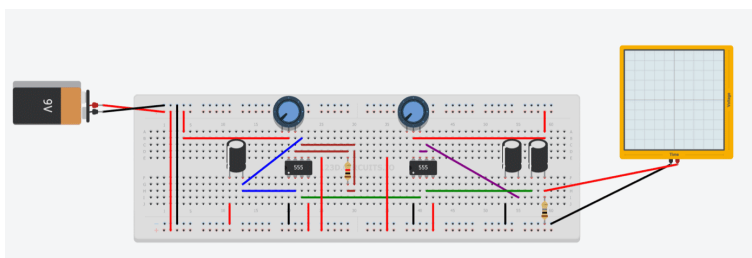


Figura 1 Arduino en acoplamiento con el circuito de control, dosificación y aeración.

Fuente: El Autor.

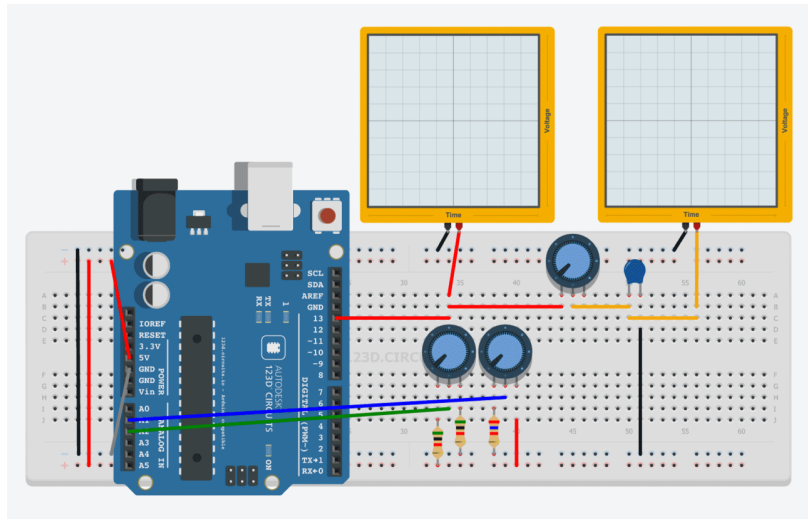


Figura 2 Arduino en acoplamiento con el Sensor de exposición solar y control de movimiento.

Fuente: El Autor

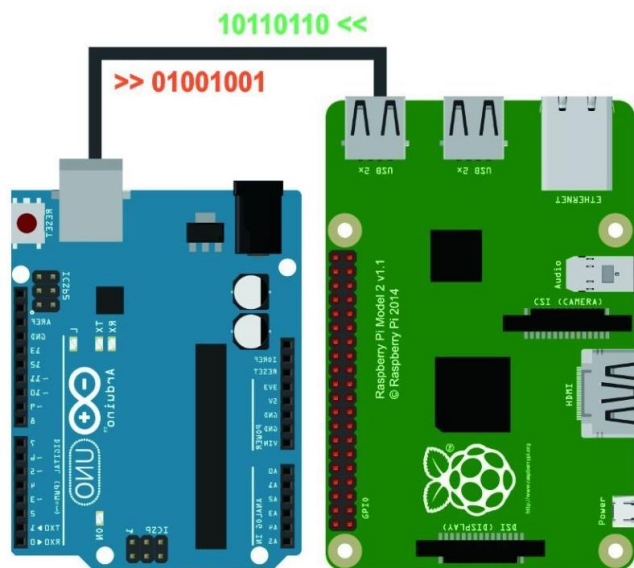


Figura 3 Integración entre Raspberry Pi 3 y Arduino por medio de comunicación serial.

Fuente: Instructables RaspPi-Arduino Serial Communication Project.

RESULTADOS OBTENIDOS

Según la *Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Comida y Agricultura (FAO)*, la agricultura obtiene un 70% del consumo de agua a nivel mundial, en el Ecuador el sistema de riego tiene un consumo de agua que se encuentra más o menos en el 81% con relación al consumo registrado a nivel nacional en los hogares ecuatorianos, sin

embargo un dato alarmante es que de los 81% del consumo de agua en los sembríos, se considera eficiente y óptimo para las plantaciones solo el 15% de este total registrado, de tal forma que a diario los niveles de desperdicio del recurso natural no renovable son altos y no controlados. (FAO, 2015)

Por tal razón el presente análisis se enfoca al diseño de un mecanismo que permita el mayor aprovechamiento del consumo de agua en los cultivos del recinto María 1 de la Parroquia San Juan de la Provincia de Los Ríos.

A partir de las pruebas realizadas se obtuvo un diseño embebido y totalmente configurable de un mecanismo basado en la integración de un Raspberry Pi modelo 3 y un Arduino como plataforma tecnológica para el control del sistema de riego por goteo en un cultivo de ciclo corto como lo es el maíz y la soya; por ende la solución contempla la administración de las siguientes variables (temperatura ambiental, temperatura de suelo, humedad de suelo, iluminación y exposición solar, velocidad del viento) como parámetros para la toma de decisiones, lo cual es debidamente monitoreado a través de una interfaz web provista por la aplicación dada por Raspberry Pi 3. (Arturo, 2014)

El equipo que se encarga de recibir los datos transmitidos por los sensores es el Raspberry Pi 3 y los almacena en su tarjeta de memoria a través de su *Sistema Operativo (OS) Raspbian*, luego esos datos son cotejados con una base de conocimientos tomada de modelo de parametrización que otorga el fabricante a través de su comunidad de desarrolladores, los datos son comparados con los datos almacenados en la base y se verifican los valores con una periodicidad de cada hora. (Foundation, 2015)

La función que cumple el Arduino es la de mantener conectado el sistema de riego por medio del circuito de control al Raspberry Pi 3 y transferir las señales y procesos de control desde un extremo a otro en el cultivo.

Elicia White en su obra *Making Embedded System* define que “*Un sistema embebido es un sistema computarizado que está construido para una aplicación*” a diferencia de un equipo informático que dada sus características lo convierte en un dispositivo multipropósito. (White, 2014)

Adicionalmente se obtiene Portabilidad, facilidad para trasladar el dispositivo de un lugar a otro, robustez y capacidad de ejecución en ambientes hostiles y el equipo al mismo tiempo permite almacenar, guardar y clasificar los datos obtenidos, así como el comportamiento y evolución de los diferentes cultivos; otro punto a favor que se obtiene de este análisis es que el mecanismo tiene la autonomía de trabajar sin ningún tipo de supervisión humana. (Hirzel, 2014)

En la Tabla 2 se visualizan las variables principales del modelo propuesto.

METEOROLOGÍA	HIDROLOGÍA
Temperatura	Nivel de agua
Humedad	Temperatura
Radiación	pH
Presión	Conductividad
Dirección del Viento	Oxígeno
Velocidad del Viento	Turbiedad

Tabla 2 Variables para el monitoreo en el sistema de dosificación.

Fuente: Reserch Gate – FAO – ESPOL

En la figura 4 se representa el producto de las condiciones favorables de acuerdo con el análisis realizado y a la selección del dispositivo correcto para productividad agrícola en el recinto María 1 de la Parroquia San Juan.

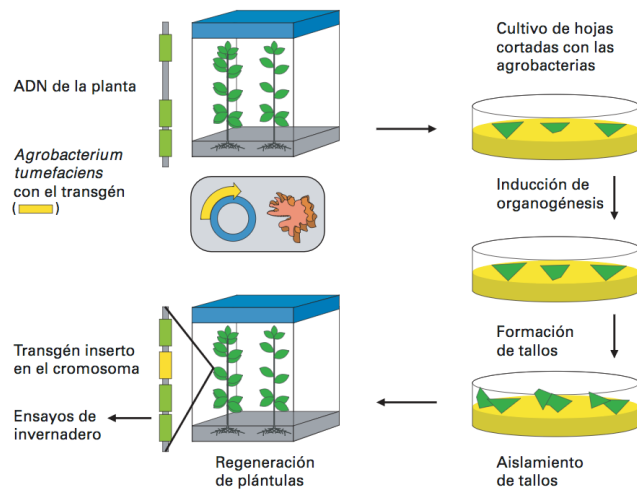


Figura 4 Mejoramiento del cultivo basado en el análisis de dispositivos tecnológicos.

ESPECIFICACIONES TECNOLÓGICAS ORIENTADAS A LA PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA.

El diseño y la selección del dispositivo ideal se basa en lo siguiente:

- Control de la humedad del suelo a través del sensor FC-128 que registra porcentajes del nivel de agua en el suelo.
- Temperatura del suelo con el sensor DS18B20, registra en grado Celsius la presión entre un rango de 10-85 grados con un margen de error de (+), (-) 5 grados.
- Intensidad de luz y exposición solar por medio del sensor TSL-2561, registra los valores que son imperceptibles al ojo humano.
- Temperatura, humedad y velocidad del viento con el uso de sensores HYX-FSV, se encarga de registrar los datos obtenidos del ambiente y comparados con una base de conocimiento soportada por el fabricante y luego transmitida hacia el Raspberry Pi 3.

CONCLUSIÓN.

Se ha utilizado y probado mediante escenario de simulación y prueba en sitio la efectividad de un modelo de dosificación y control factores ambientales en cultivos de ciclo corto en el Recinto María 1 de la Parroquia San Juan, Provincia de Los Ríos; como equipo de administración y control de datos se utilizó Raspberry Pi y como Pasarella de comunicación entre el sistema de riego por goteo y el Raspberry Pi 3 se utilizó Arduino afecto de control e integración con los aditamentos y dispositivos especiales.

El sistema embebido para la aplicación de los controles de humedad, temperatura, exposición solar y demás factores que intervienen en la productividad agrícola son tratados mediante líneas de código escritas en lenguaje de programación php distribuida de manera libre por medio de la comunidad de desarrolladores de Arduino y Raspberry con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas.

El análisis de dispositivos tecnológicos para la productividad agrícola en el recinto María 1 de la Parroquia San Juan obedece surge como una propuesta de bajo costo la cual le ayudara al pequeño productor en el racionamiento y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables mientras duren el ciclo de producción indistintamente de fruta que siembre.

Se logra evidenciar que el rendimiento del cultivo mejoro notablemente y el tamaño y demás dimensiones de las matas, así como de los frutos cuentan con los niveles esperados en cuanto al desarrollo del sembrío.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera. (2014). El crédito dirigido desde una perspectiva global en Proceder INDAP de Agricultores Campesinos a Pequeños Empresarios con Crédito Rural, experiencias y procesos futuros. *INDAP-CHILE*, 23-27.
- Andreson, M. (2015). Raspberry Pi, un aliado estratégico con Arduino. *Raspbian el futuro en la producción*, 26.
- Armendariz, L. S. (2013). Aprovechamiento de Los Recursos Naturales no Removables. *Ciencia y Tecnología Agroprodutiva*, 97.
- Arrow. (2013). The role of securities in the optimal allocation of risk bearing. *Review of Economic Studies*. *Economics Studies*, 43.
- Arturo, C. M. (2014). Agricultura Técnica. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*, 92.
- Chiriboga, M. (2014). DESAFIOS DE LA PEQUEÑA AGRICULTURA FAMILIAR FRENTE A LA GLOBALIZACIÓN. *INVESTIGACION CENTRAL*, 9-11.
- Engler, T. a. (2016). Risk preferences estimation for small raspberry producers. *Journal of Agricultural Research*, 21-23.
- FAO, A. O. (2015). Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, aquastat, Ecuador, http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_region_s/ecu, Último acceso abril 2015. *FAO*.
- Foundation, R. (2015). Raspberry complement with Arduino technological evolution. *Raspberry Foundation*, 55.
- Hirzel, A. (2014). Comportamiento del Ciclo Corto en Ecuador, Acciones Tecnológicas. *Ciencia y Tecnología*, 23-32.
- Ovalle, C. M., González, M. I., del Pozo, A. L., & Hirzel, J. C. (2017). Agricultura Técnica, Cover crops in organic raspberry production: effects on soil nutrient content, and raspberry growth and yield. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA*, 67.
- Pilco, E. (2014). Ecuador riesgos y vulnerabilidades. *Ecuador Agroprodutivo*, 45.
- Saha, A. (2015). Expo-power utility: A 'Flexible' form for absolute and relative risk aversion. *American Journal of Agricultural Economics* 75:905-91. *Journal Agricultural Economics*, 17-24.

Toledo. (2013). Estudio y Comportamiento del Sector Productivo en el Ecuador. *National Geographic*, 62.

White, E. (2014). Making Embedded System. *Econometric Studies* , 19.