



## X Congreso Ibérico de Agroingeniería X Congresso Ibérico de Agroengenharia

Huesca, 3-6 septiembre 2019



# Desarrollo de un sistema para la administración de cosechas de café

O. J. Ardila-Peña<sup>1</sup>, O. L. García-Navarrete<sup>2</sup>, R. Osorio-Hernandez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Estudiante Maestría en Ingeniería – Ingeniería Agrícola, Carrera 30 No 45-03, Edificio 214, Oficina 201 CP: 111321, Bogotá, Colombia; oardilap@unal.edu.co

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Docente Ingeniería Agrícola, Carrera 30 No 45-03, Edificio 214, Oficina 203 CP: 111321, Bogotá, Colombia; olgarcian@unal.edu.co

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola, Docente Ingeniería Agrícola, Carrera 30 No 45-03, Edificio 214, Oficina 201 CP: 111321, Bogotá, Colombia; rosorioh@unal.edu.co

**Resumen:** Las zonas cafeteras colombianas, presentan problemas a la hora de evaluar la eficiencia de recolección y liquidar los pagos, ya que el registro de las cantidades recolectadas se realiza de forma manual, esto lleva al mal manejo de información que causa malos entendidos con los recolectores. Este registro de la cosecha se logró sistematizar adecuando tecnología existente y de bajo coste, por lo cual, este proyecto desarrolló un sistema para la administración de cosechas de café formado por un prototipo de comunicación electrónico para una báscula de marca TEK y una aplicación móvil (AMSCoffeApp) para diferentes plataformas (Android, iOS). Este dispositivo toma la señal de medida del peso del café cosechado por cada recolector usando tecnología RFID, y transmite la información través de bluetooth a la aplicación AMSCoffeApp, esta almacena y procesa la información por recolector y por parcela, además de proveer estadísticas de rendimiento y generación de informes. Para evaluar el sistema se realizaron pruebas en campo comparando el método manual y el sistema propuesto. El resultado fue que el sistema propuesto mejora los tiempos en un 60%, ya que optimizó el registro del pesaje, generación de planillas de pago, y evaluación del desempeño, permitiendo una trazabilidad confiable.

**Palabras clave:** trazabilidad, calidad de café, software, RFID.

## 1. Introducción

En la agricultura, la vinculación del proceso productivo con mejoras tecnológicas ha perfeccionado y simplificado las labores aumentando así la productividad y eficiencia de los procesos de producción y tratamiento de cultivos. Las mejoras en la trazabilidad garantizan la inocuidad del café [1] y mejoran los procesos para su beneficio. Prescindir de las nuevas formas de tecnología ralentiza el proceso y hace notar que los métodos rudimentarios no son los más eficaces y efectivos a la hora de mejorar los procedimientos en la agricultura [2]. Actualmente se ha determinado que no sólo la optimización de maquinaria y métodos de beneficio del café [3] mejoran el proceso, sino que evaluar la información que estas pueden llegar a proveer para la identificación de falencias durante toda la cadena productiva, también en las labores automatizadas como en las que se involucra mano de obra, cuantificando su eficacia, es decir, se debe en la medida de lo posible crear tecnología que permita agilizar el trabajo y evaluar la

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

información durante todas las actividades. No mejorar los métodos de producción puede llegar a generar enormes pérdidas de dinero, tiempo y producción [4], ya que en medio puede generarse pérdida de información debido al factor de error humano. Ante esto [5] plantea que existe la necesidad de identificar la implementación de tecnologías de trazabilidad en las diferentes cadenas de comercialización de frutas y durante su proceso de producción.

La trazabilidad de la recolección diaria del café, hoy en día se lleva a cabo a partir de bolígrafo y agenda [6]. Si se analiza minuciosamente este método puede conllevar a varios errores y malos entendidos, producto del mal manejo de la información, porque no se registró correctamente la medida o porque estos apuntes pueden llegar a desaparecer o corromperse de forma inesperada. En este trabajo se presenta un sistema que mejora y digitaliza el registro de la cosecha por recolector. Este prototipo identifica al recolector por medio de un chip instalado en un brazalete que se pasará sobre un lector de identificación, el recolector procede a ubicar su producto recolectado en la báscula digital que tendrá conectado un sistema de control y comunicación que envía la señal a un dispositivo móvil que procesa y pone a disposición la información en tiempo real. Esto se logró construyendo un módulo electrónico que se acopla a una báscula digital y que permite la comunicación entre la báscula y una aplicación móvil en la que se lleva el registro diario de cada recolector y su rendimiento con respecto a cada lote. Este trabajo tiene por objetivo presentar el diseño y los resultados de la implementación del sistema que permite realizar un seguimiento de la recolección de café llevando el registro por recolector y lote.

## **2. Materiales y métodos**

### *2.1. Dispositivos electronicos*

Para construir la interfaz de comunicación se usa un arduino UNO, lector de tarjetas RFID Mifare MFRC522, módulo bluetooth de baja energía HM-10, amplificador de instrumentación de baja potencia INA125p, módulo zumbador, batería de 1300 mAh y un condensador de un microfaradio. El código cargado al arduino se puede encontrar en el repositorio de Github: <https://github.com/ojardila/bascula>.

### *2.2. Software*

La aplicación fue elaborada principalmente a partir de React Native un framework para el desarrollo de aplicaciones móviles, para conocer todos los paquetes empleados se puede consultar el archivo package.json en el repositorio.

### *2.3. Validacion del sistema*

Finalmente, para corroborar la efectividad del sistema, se validó en la finca San José ubicada en el departamento de Santander en Colombia con un grupo de 51 recolectores procedentes de diferentes regiones del país. Las pruebas consistieron en comparar los métodos rudimentarios con el nuevo sistema, y se establece la comparación en tiempo en que se realizan tareas específicas con ambos métodos.

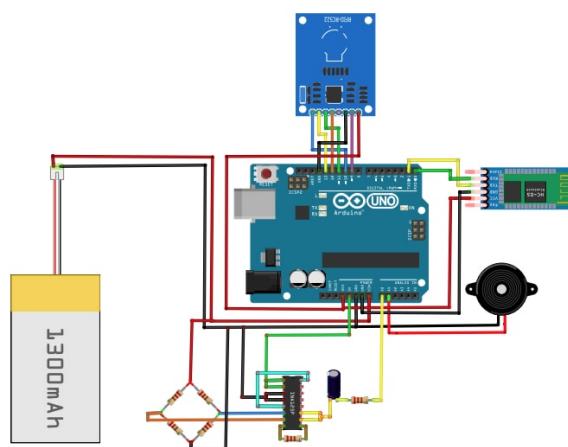
Las tareas que se evaluaron fueron el tiempo de pesaje por recolector, valoración del rendimiento por semana de cada recolector y capacidad de identificación de los factores que afectan el rendimiento del recolector. El proceso básico que se sigue para determinar la cantidad recolectada por cada trabajador a diario consiste en pesar el café durante la jornada diaria. Los recolectores suben sus sacos a una báscula y luego la persona a cargo de llevar el registro anota en una libreta los kilos durante cada jornada (Figura 2-C), al final de una semana de trabajo se a recopilado la información a mano y en una tabla dibujada en la libreta de la cantidad total que se ha cosechado cada recolector a diario. Este mismo itinerario en cada jornada se ejecuta al

mismo tiempo el sistema propuesto registrando el tiempo empleado durante el pesaje de la recolección por cada recolector para evaluar la efectividad del nuevo sistema en campo.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Prototipo

El prototipo implementado permite el almacenamiento y disposición en tiempo real de la información sobre la recolección, es decir, la persona que lo recolecta, el peso que recolecta y el lote que es cosechado. El almacenamiento es posible a partir de un sistema de recepción, conversión y emisión de la señal generada por la celda de carga de la báscula, Figura 1, y que es visible y almacenada gracias a un software en un dispositivo móvil.



**Figura 1.** Diagrama del circuito de la interfaz que suministra la información a la aplicación a través de Bluetooth. (Las resistencias con forma de rombo representan la celda de carga de la báscula digital) [Este diagrama fue elaborado a partir de la herramienta Fritzing]

Se realizaron tres prototipos de captura de la señal de la báscula, de los cuales se seleccionó la mejor opción:

- Prototipo 1: Se capturó la señal del display de 7 segmentos de la báscula, pero presento ruido en la señal emitida y al rango del voltaje.
- Prototipo 2: Se capturó la señal desde el conversor A/D pero debido a la resolución de la medida de 0.1 Kg y un rango de 0Kg a 300 Kg implicaba tener que decodificar 3000 datos digitales, por su alto volumen de datos se descartó.
- Prototipo 3: Se capturó la señal desde la celda de carga y a partir de un amplificador de instrumentación INA125p se implementó y se realizó la calibración el sistema.

#### 3.2. Aplicación móvil

La aplicación móvil cuenta con interfaces que administran el proceso de cosecha que contemplan: tableros de gráficos de eficiencia en el proceso por lote y por recolector, lista de recolectores, lista de lotes, creación de recolectores, creación de lotes y configuración (Figuras 2, 3 y 4) en estas imágenes se muestran capturas de pantalla del registro de los recolectores en la finca San José, en estas figuras se puede apreciar el tamaño del lote, la variedad de las plantas y las dimensiones de este, en la interfaz de persona cada una es identificada con un número y es visible su rostro y número de identificación, en la interfaz de cosecha se recopila toda la información de la cantidad recolectada hasta ese día por cada recolector a partir de la información se generan gráficos de rendimiento de cada recolector por lote.

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
**3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España**

Lotes	+
Nombre: El Bombal Cultivo: Café Variedad: Castillo	Hectáreas: 8
Nombre: Buenos Aires Cultivo: Castillo Variedad: Colombia	Hectáreas: 5
Nombre: Los Guaduales Cultivo: Café Variedad: Colombia	Hectáreas: 7

Cosecha Personas Lotes Config

**Figura 2.** Vista de Lotes registrados en AMSCoffeApp

Personas	+
 Orlando Alarcón CC 1093454876	Tarjeta: 6
 Miguel Amaya CC 98547613	Tarjeta: 5
 Jairo Salazar CC 1101987524	Tarjeta: 4
 José Bernabé CC 45321759	Tarjeta: 3
 Nelson Valencia CC 1101789543	Tarjeta: 2
 Inés Ardila CC 98103678	Tarjeta: 1

Cosecha Personas Lotes Config

**Figura 3.** Lista de Recolectores registrados en AMSCoffeApp

SEMANA DEL 6-11 Nov 2017												
	Jueves Nov 6	Martes Nov 7	Miercoles Nov 8	Jueves Nov 9	Viernes Nov 10	Sabado Nov 11	Domingo Nov 12	Martes Nov 13	Viernes Nov 16	Total	Media Kg/U	Total Kg/U
1. Dogoberto sierra	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-
2. José Velasquez	182	176	145	181	156	843	77	919				
3. Marisol Muñoz	150	150	130	116	98	644						
4. Cristian Moreno	201	178	169	187	161	104	71	963				
5. Dara	151	129	159	140	97	673	45	546				
6. Guillermo	100	89	112	87	75	603	43	646				
7. Inés Neira	122	109	127	119	143	620	53	673				
8. Miguel Amaya	106	--	92	108	106	412	58	470				
9.	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-
10. Fabio	107	111	112	105	122	561	57	618				
11. Tobiás	128	129	132	129	126	645	68	713				
12. Orlando Alarcón	204	180	172	80	-0-	646		646				
13. Yeferson	139	138	135	153	142	707	64	771				
14. Jairo	150	137	137	128	150	702	84	776				
15. Luis Fernando	230	198	210	208	198	1034	84	1118				
16. Clío	226	222	261	246	236	1213	107	1320				
17. Juan	230	186	192	214	210	1034	70	1104				
18. Inés Ardila	182	172	154	89	-0-	597						
19. Iván	163	142	149	144	170	768	84	852				
20.	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-

**Figura 4.** Registro manual de la cosecha

Para el diseño de la aplicación se usó el patrón de arquitectura Flux para así transmitir de forma sencilla la información de los eventos relacionados con las actualizaciones de peso y la identificación de los trabajadores en la báscula.

### 3.3. Comunicación Bascula - Aplicacion

Para la comunicación de la báscula con la aplicación se realizaron dos prototipos con módulos diferentes de comunicación bluetooth:

Prototipo 1: Se implementó el módulo HC-05, no se seleccionó debido a la incompatibilidad con el sistema operativo sobre el que se ejecutaba la aplicación (iOS).

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
 3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

Prototipo 2: Se implementó el módulo HC-10, este permitió la correcta transmisión de la información con las plataformas programadas. Este prototipo usó la librería react-native-ble-manager ya que implementa eficientemente comunicaciones con bluetooth Low Energy

Finalmente para validar la efectividad de la aplicación con los datos recopilados a diario durante dos semanas se analizan los tiempos individuales de registro manual con el sistema de cada trabajador como el que se presenta en la Figura 8. A partir del análisis de los dos tiempos diarios por trabajador y de un promedio temporal con los datos, se llega a la conclusión de, que por recolector el tiempo empleado para el pesaje de lo cosechado a diario se reduce a la mitad, es decir, el nuevo sistema optimiza el proceso disminuyendo el tiempo empleado en la tarea.

El aporte en tiempo de la AMSCoffeeApp, se ve en la identificación del usuario, cada recolector se identifica automáticamente accediendo a su historial y registro Figuras 5 y 6, mientras que de la manera manual es necesario buscarlo en la planilla Figura 4, muchas veces es posible confundir al recolector con otro, lo que lleva a confusiones y malos entendidos. Ademas que se tiene un base de datos con los rendimientos por lote y recolector Figura 7.



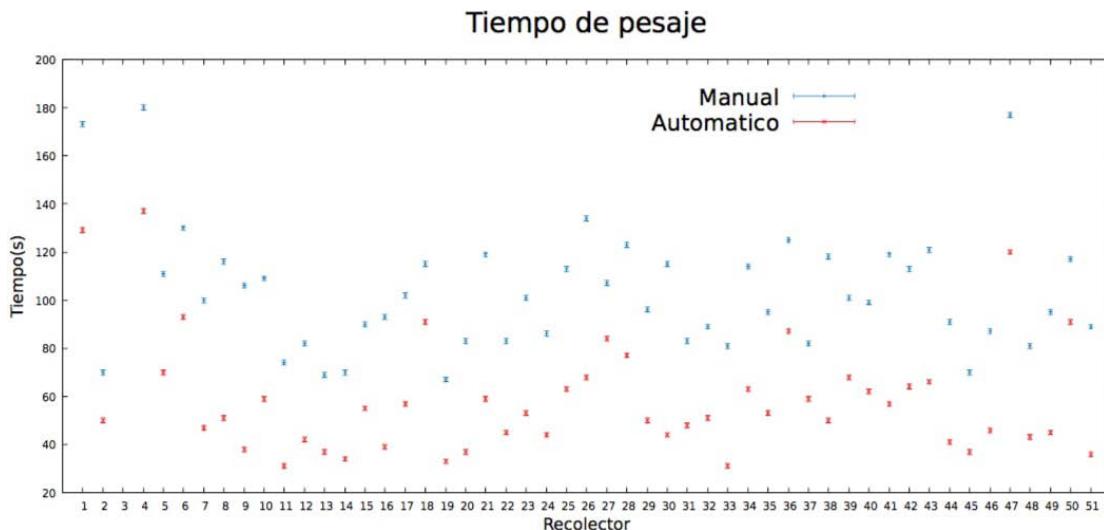
**Figura 5.** Cantidad cosechada por recolector registrada en AMSCoffeeApp

**Figura 6.** Registro de usuarios – recolectores en AMSCoffeeApp



**Figura 7.** Rendimiento pos lote y recolector, informe de AMSCoffeeApp

La diferencia principal es en el tiempo empleado en la totalización de los datos, la generación de las estadísticas y de las cantidades totales recolectadas y los precios a pagar son automáticos en la AMSCoffeeApp, mientras que la generar de las planillas de pago de forma manual lleva un tiempo adicional, además de la verificación por posibles errores de cálculo. La trazabilidad de la recolección con AMSCoffeeApp hace que se tenga disponible toda la información en todo momento.



**Figura 8.** Gráfica del tiempo empleado en la pesada de forma manual y llevando el registro con el nuevo sistema en un día de trabajo (Las etiquetas del 1 al 51 representan cada uno de los recolectores).

El sistema por ser de bajo coste y de muy fácil adaptación a los diferentes sistemas de producción cafeteros de Colombia hace que se una forma de crear trazabilidad en pequeños productores, ya que el desarrollo de sistemas detallados de trazabilidad no es fácil para los pequeños productores de alimentos y empresas de procesamiento, puesto que carecen de la capacidad financiera, la información de trazabilidad adecuada y conocimientos suficientes para ponerla en práctica [7-8]. Además, no solo la trazabilidad de la recolección sino también un registro adecuado y completo del proceso de beneficio ayuda a obtener un café de un valor comercial alto, garantizando toda la información de las condiciones adecuadas de producción [9-11].

#### 4. Conclusiones

El prototipo logra de manera eficiente la recolección y registro de datos de la productividad de un cultivo, facilitando la administración y trazabilidad de la información por recolector y lote, lo cual es de gran importancia en las fincas.

No solo es notable la mejora en la trazabilidad de la recolección, sino que también se mejora el manejo de la información para generar las planillas de pago semanales, ya que es clara la cantidad registrada a diario y además no se presentan corrupciones, deterioro o ambigüedades de la información como cuando esta se recopila de forma manual.

El sistema diseñado está construido de forma tal que cualquier tipo de cultivo que tenga un esquema de recolección similar al del cultivo del café, pueda ser trazado, es decir, para cualquier cultivo en el que la cuantificación de la cosecha sea similar.

La digitalización de la información conlleva a un mejoramiento en la eficiencia de todo el ecosistema de beneficio del café y sobre todo en los procesos en los que se involucra personal permitiendo también un manejo, tratamiento y análisis de la información más sencillo.

#### Referencias

1. Puerta Q., G.I. Registro de la trazabilidad del café en la finca. Avances Técnicos CENICAFÉ - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2007, No. 355. Páginas (1-8). ISSN-0120-0178
2. Rojas G., C.P. Factores físicos y Socioeconómicos que explican la no adopción de tecnología moderna por el caficultor en Antioquia y Cundinamarca. Ensayos sobre economía cafetera – Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1998. Páginas (73-100).

**X CONGRESO IBÉRICO DE AGROINGENIERÍA**  
**X CONGRESSO IBÉRICO DE AGROENGENHARIA**  
3 – 6 septiembre 2019, Huesca - España

3. Puerta Q., G.I. Buenas Prácticas Agrícolas Para El Café. Avances Técnicos CENICAFÉ - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2006, No. 349. Paginas (1-12). ISSN-0120-0178
4. Perdomo J.A., Darrel H., Mendieta J.C. Factores que afectan la eficiencia técnica en el Sector Cafetero Colombiano: una aplicación con análisis envolvente de datos. Ensayos sobre economía cafetera – Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2006. Paginas (121-140).
5. Herrera, M. y Orjuela, J. Perspectiva de trazabilidad en la cadena de suministros de frutas: un enfoque desde la dinamica de sistemas. En: Ingeniería, 2014. Vol. 19, No. 2, pp. 63–84 ISSN-02121-750X
6. Oliveros T., C. E., Sanz U., J. R. Ingeniería y café en Colombia. Revista de ingeniería. Universidad de los Andes 2011. Volumen 33. Paginas (99-113)
7. Bosona T., Gebresenbet G, Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain, Food control, 2013 pp. 32-48.
8. Rincon B, D., Conceptualización de la trazabilidad en la cadena de abastecimiento. Trabajo fin de Especializacion Ingenieria de producción y Logística. Universidad Francisco Jose de Caldas Bogotá 2016
9. Puerta Q., G.I. (2013) Calidad del café En CENICAFE. Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Chinchiná:FNC:CENICAFÉ. 3 vol (81 - 110).
10. Puerta Q., G.I. Beneficie correctamente su café y conserve la calidad de la bebida. Avances Técnicos CENICAFÉ - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 2000, No. 276. Paginas (1-8). ISSN-0120-0178
11. Sanz U., J.R.; Oliveros T., C.E.; Ramírez G., C.A.; Peñuela M., A.E.; Ramos G., P.J. Proceso de beneficio. Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura, CENICAFÉ - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2013. Volumen 3. Paginas (9 - 47).