



Ciencia y Tecnología Agropecuaria

ISSN: 0122-8706

ISSN: 2500-5308

revista_corpoica@corpoica.org.co

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

Colombia

Castillo Landínez, Sandra Patricia; Caicedo Rodríguez,
Pablo Eduardo; Sánchez Gómez, Diego Felipe

Diseño e implementación de un software para la trazabilidad del proceso de beneficio del café

Ciencia y Tecnología Agropecuaria, vol. 20, núm. 3, 2019, Septiembre-, pp. 523-536

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Colombia

DOI: <https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num3art:1588>

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449961664005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org
UAEM

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Diseño e implementación de un *software* para la trazabilidad del proceso de beneficio del café

Design and implementation of a software for the traceability of coffee processing

Sandra Patricia Castillo Landínez,^{1*} Pablo Eduardo Caicedo Rodríguez,² Diego Felipe Sánchez Gómez³

¹ Docente-Investigadora, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Facultad de Ingeniería. Popayán, Colombia.

Correo: sandra.castillo.l@uniautonoma.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2751-3191>

² Docente-Investigador, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Facultad de Ingeniería. Popayán, Colombia.

Correo: pablo.caicedo.r@uniautonoma.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5000-9623>

³ Líder de Desarrollo TI, VigíVox - BeeTiC. Popayán, Colombia. Correo: difesanchez@gmail.com.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6670-1297>

Editor temático: Catarina Carvalho (Centro de Comercio SENA Regional Antioquia)

Fecha de recepción: 23/02/2018

Fecha de aprobación: 23/03/2019

Para citar este artículo: Castillo Landinez, S. P., Caicedo Rodríguez, P. E., & Sánchez Gómez, D. F. (2019). Diseño e implementación de un *software* para la trazabilidad del proceso de beneficio del café. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 523-536

DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art:1588



Esta licencia permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando se dé el crédito y se licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

* Autor de correspondencia: Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Calle 5 No. 3-85 Popayán, Colombia.

Resumen

Este artículo describe la implementación de un *software* que busca apoyar a los productores cafeteros en el proceso de certificación de origen de su producto, de acuerdo con la normativa establecida para el comercio de productos agrícolas, especialmente vigilada por la Unión Europea desde enero de 2005, que estableció la necesidad de hacer un seguimiento que garantice la autenticidad y la trazabilidad de los alimentos, y la satisfacción de las demandas de calidad del consumidor final. El

proyecto se realizó utilizando Scrum como marco de trabajo y *eXtreme Programming (xp)* como metodología de desarrollo de *software*. Los resultados mostraron que la integración de ambos instrumentos permitió organizar el trabajo en fases y obtener resultados incrementales. Esta aplicación representa el primer paso para generar valor agregado en una finca cafetera a través del registro de trazabilidad de sus productos.

Palabras clave: control de calidad, industria cafetera, inocuidad alimentaria, programación informática, trazabilidad de los alimentos

Abstract

This article describes the implementation of a software which allows supporting coffee producers in the process of obtaining a certification of origin for their product according to the regulations established for trade in agricultural products, especially monitored in the European Union since January 2005. This regulation set down the requirements for a follow-up that guarantees the authenticity and traceability of the food, which satisfies the final

consumer. The project was carried out using the Scrum framework and the eXtreme Programming (xp) software development methodology. The results showed that the integration of the framework and the method allowed organizing the work in phases and achieve incremental results. This application represents the first step to generate added value in a coffee farm through the traceability registration of their products.

Keywords: coffee industry, computer programming, food safety, food traceability, quality controls

Introducción

En una economía global los alimentos deben recorrer grandes trayectos para llegar desde el productor hasta el consumidor (Zailani, Arrifin, Wahid, Othman, & Fernando, 2010). Por eso, cada vez se hace más necesario realizar un seguimiento cercano a la calidad y la seguridad de estos productos a través de múltiples mecanismos (Wang, Yue, & Zhou, 2017).

Estas estrategias de seguimiento son conocidas como herramientas de trazabilidad. Según Costa et al. (2013), la trazabilidad comprende todas aquellas técnicas y tecnologías que permiten ubicar un animal, una mercancía o un producto alimenticio y hacer un estudio histórico de la procedencia y el procesamiento al cual fue sometido; esta definición concuerda con la propuesta por la regulación europea 178/2002 (Zhang, Sun, & Liu, 2011).

Según Zhang et al. (2011), la primera actividad que se requiere para que un sistema de trazabilidad funcione es un buen etiquetado del producto; esto se logra por medio de códigos de barras (Colom, 2004) o dispositivos de identificación de radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) (Ha, Song, Chung, Lee, & Park, 2014). En el trabajo de Badia-Melis, Mishra, y Ruiz-García (2015) se detalla una serie de dispositivos tecnológicos usados para registrar la trazabilidad de alimentos.

Además de la etiqueta, es necesario procesar gran cantidad de información como las características del lugar de origen; las variables que se manejaron durante los procesos de transformación, almacenamiento y transporte; los datos de las personas u organizaciones que intervinieron durante la generación del producto final (Buhr, 2003), etc. Un modelo conceptual de un *framework* para un sistema de trazabilidad de alimentos que integra tecnologías de *hardware* (sistema de posicionamiento global [GPS], etiquetas de identificación, dispositivos para captura, almacenamiento y visualización de imágenes) y *software* (sistemas de información) es descrito por Aung y Chang (2014).

Existen muchos ejemplos de trazabilidad en diferentes ámbitos: vinos (Stranieri, Cavalieren, & Banterle, 2018; Vázquez et al., 2016), mariscos (Costa et al., 2013), vegetales (Xinting et al., 2008), productos cárnicos de res (Neto, Rodriques, Pinto, & Berger, 2003), de cerdo (Wang et al., 2017), bacterias en alimentos (Melo, Andrew, & Faleiro, 2015) y café (López & González, 2012), entre otros.

La sociedad actual demanda más información en todo lo relacionado con sus productos alimenticios, lo que se traduce en la implementación de sistemas de trazabilidad disponibles para toda la cadena de suministro. En el caso específico de las prácticas del café, es importante identificar las características del suelo, la altitud, el microclima, la ubicación de los cultivos, la variedad de café, los métodos de cultivo y procesamiento, y las personas involucradas en el proceso (agricultores, productores, beneficiadores, cooperativas, exportadores, importadores, tostadores, tenderos, etc.), ya que todos estos elementos influyen en la calidad de la bebida final, y además permiten establecer prácticas con precios más justos y el manejo de técnicas más amigables con el medio ambiente (Puerta, 2013).

En Colombia existen más de 563.000 empresas familiares cafeteras y alrededor de 90.000 son caucanas (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2017). La mayoría de ellas realiza un proceso artesanal que concentra sus esfuerzos en la producción de materia prima (volúmenes de café), y un gran número solo transforma el producto hasta café pergamino seco (incluso muchos solo llegan al café mojado), sin que se genere otro valor agregado a la cadena de comercialización. A lo anterior se suma un gran desconocimiento de las principales características y especificaciones de los procesos adicionales que permiten la obtención de un producto con calidad. La falta de un registro de trazabilidad por parte de los productores cafeteros provoca una carencia en el control y seguimiento del producto hasta que llega al cliente final, lo que genera una desventaja competitiva, inherente al reconocimiento del café colombiano como uno de los mejores del mundo, convirtiéndolo cada vez más en un artículo genérico sin identidad.

En la trazabilidad del café se identifican varias etapas y en cada una de ellas se realizan diferentes tareas (Evangelista et al., 2014). A continuación, se explica cada una de las fases. La primera es la *recolección del café cereza*, en la que los recolectores recogen los frutos del cafeto (cereza) y los colocan dentro de sus cestas; la asignación de cestas y de surcos de recolección es realizada por el patrón de corte. Con la totalidad de cereza recogida, el café es *clasificado y despulpado*; la clasificación se realiza por medio de un sistema automatizado que las divide en las siguientes clases: café descapsulado A+ (café que será enviado a exportación como café de muy alta calidad), café descapsulado A (café exportado como de alta calidad), café descapsulado B (enviado a exportación estándar) y café descapsulado C (es vendido para consumo interno). Los criterios de clasificación son tamaño, calidad y grado de madurez de la cereza (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2007).

El siguiente tratamiento consiste en extraer el grano de la cereza (despulpado) en sus respectivas tolvas (una por cada variedad, excepto la clase C que no se despulpa). Posteriormente, inicia la fermentación,

en la que las clases A+ y A pasan a tanques diferentes (dependiendo de la clase, de la variedad y de la fecha de recolección) donde son fermentados; de manera similar, los granos clase B pasan a tanques de fermentación, pero antes todas las variedades se unen en un solo grupo. El café para consumo interno no se fermenta, ni se despulpa, ni se lava, y se pone a secar directamente. Una vez se ha fermentado el café, pasa a la etapa de lavado, donde el grano de cada tanque se lava por medio de un sistema automatizado, en el que se debe hacer una medición del peso de café mojado y del café que ha sido descartado. Finalmente, se pasa a cuartos de secado independientes donde el nivel de agua es controlado según los estándares internacionales (Correa et al., 2016; Espinal, Martínez, & Acevedo, 2005). La figura 1 resume el proceso de beneficio del café.

Este trabajo es el resultado de la fase inicial de construcción de una plataforma *software* que realiza un registro de trazabilidad del café en su proceso de beneficio y que, a futuro, permitirá certificar el origen del producto. Los avances aquí consignados fueron validados en las instalaciones de la empresa Supracafé Colombia S. A.

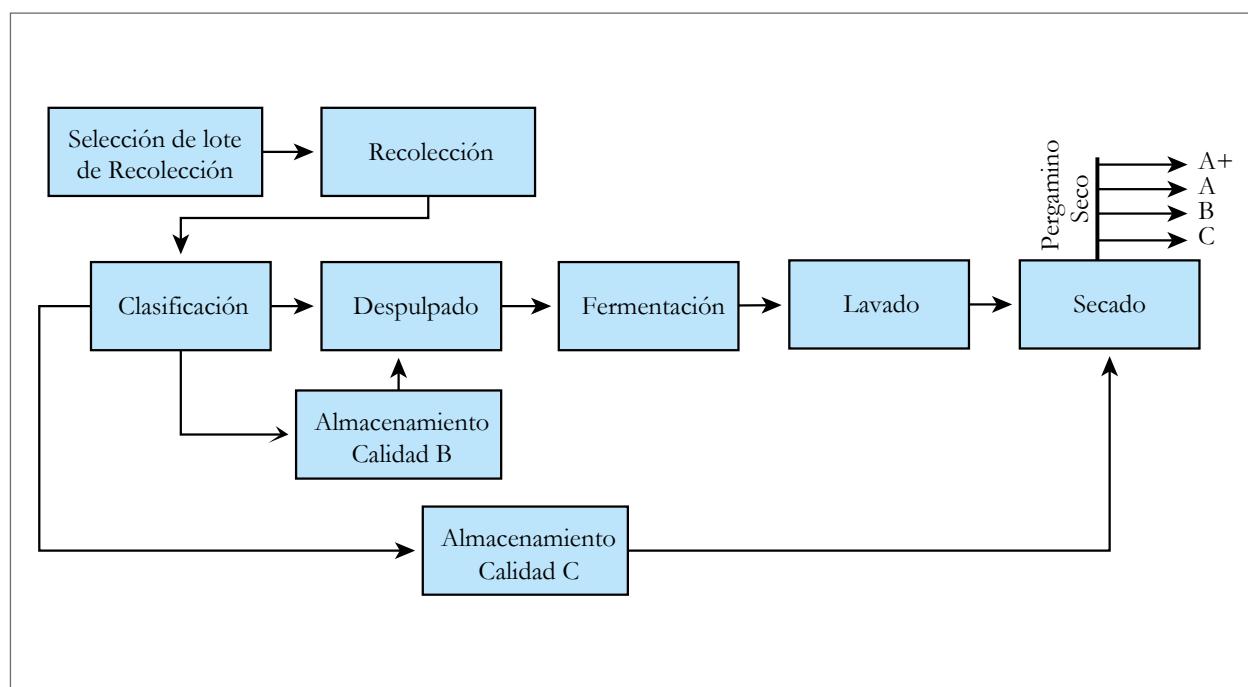


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de beneficio del café.
Fuente: Elaboración propia

Materiales y métodos

Uno de los aliados en el desarrollo de la herramienta de *software* fue Supracafé Colombia S. A., una organización que se dedica a la producción de café de alta calidad, cuyas fincas están ubicadas en la meseta de Popayán (Cauca), en alturas que varían entre los 1.700 y los 1.900 m s. n. m.; cuenta con un departamento I+D+i, desde el que apoya el desarrollo de proyectos de investigación e innovación. La compañía se constituyó en el 2008 con el objetivo de generar valor en la cadena de café, implementando proyectos de innovación y desarrollo a través de alianzas estratégicas con las instituciones gubernamentales y la academia, basados en la siguiente premisa: la especialidad de un café empieza en la finca donde se produce el café. Actualmente, esta organización ha logrado diferenciarse por sus notables mejoramientos en los procesos de producción y preparación del café. Las actividades de desarrollo se realizaron para el proceso de beneficio de café en

la finca Los Naranjos, ubicada en el municipio de Cajibío (Cauca, Colombia) (Supracafé, s. f.).

En Supracafé, el proceso de beneficio se ha estandarizado después de varios años de trabajo ininterrumpido; consta de seis etapas secuenciales (figura 2), y su propósito es convertir el fruto del café (café cereza) en café pergamino listo para empaque y exportación (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2007; Ocampo-López et al., 2017).

Luego de un proceso de análisis realizado en conjunto entre los ingenieros a cargo del desarrollo y los agrónomos de Supracafé, fueron identificadas las variables fundamentales que forman parte de la trazabilidad del proceso de beneficio del café:

- Recolección
- Clasificación
- Despulpado
- Fermentación
- Lavado
- Secado

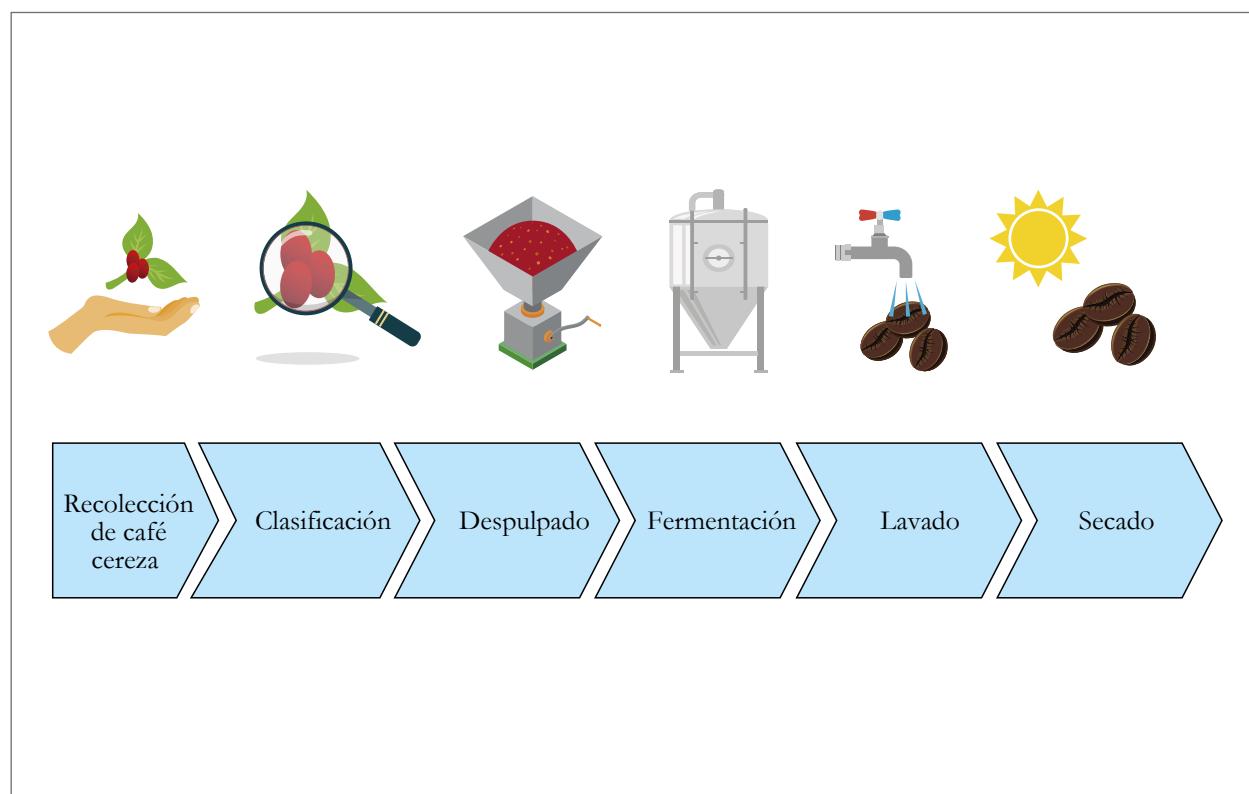


Figura 2. Etapas del proceso de beneficio del café.

Fuente: Elaboración propia

La figura 3 muestra los atributos de interés definidos para cada variable.

Posteriormente se determinaron las seis funcionalidades básicas iniciales que la aplicación debería proporcionar:

1. Registro de cosecha: permite registrar quién hizo la recolección de la cereza de café, así como el día y hora aproximada, asumiendo como medida de recolección una cesta de 28 kg. Este registro adicionalmente guardará información del lote de inicio y fin de la recolección.
2. Registro estimado de calidad: en este proceso se toman muestras representativas de cestas al azar, y se registra un estimado en porcentajes de granos verdes, pintones, maduros, sobremaduros, brocados y flotes. Esta información tiene varios propósitos: incentivar a los recolectores para la cosecha de granos de la mejor calidad; estimar si el proceso de recolección se está haciendo tarde (datos sobre maduros); observar y tomar acciones correctivas con respecto a las plagas (datos de brocados).
3. Registro de ingreso a tolva: aquí se consigna la fecha y la hora en que se realiza el proceso de ingreso a tolva para continuar con la selección

por calidad y despulpado; es necesario registrar la cantidad en peso de las calidades conocidas como inferiores, B y C.

4. Registro de fermentación: en este registro se almacena el tiempo de duración de la fermentación; la calidad de café; si se aplica o no inóculo y su cantidad; Brix del inóculo aplicado; temperatura mínima y máxima del ambiente durante el proceso de fermentación; litros y grados de Brix del inóculo producido.
5. Registro de lavado: este registro guarda la fecha y hora en que se realiza el proceso de lavado.
6. Registro de secado del café: finalmente, este proceso registra la fecha y la hora en que se inicia el proceso de secado del café, tipo de procedimiento de secado y fecha de finalización del proceso de secado.

El equipo de trabajo eligió Scrum como marco de trabajo por las múltiples ventajas que ofrece: aplicación de buenas prácticas, trabajo colaborativo, conformación de equipos de trabajo flexibles y adaptativos, y un enfoque iterativo e incremental que acredita entregas parciales y regulares del producto, según los criterios de priorización establecidos (Schwaber & Sutherland, 2017).

Diseño e implementación de un software para la trazabilidad del proceso de beneficio del café

Análisis de información de trazabilidad

Variables resultantes del análisis de información de trazabilidad en el proceso de beneficio de café

Recolección	Clasificación	Despulpado	Fermentación	Lavado	Secado
Fecha	gr Verde	Brix CC Fresco	Id Tanque de F	Fecha y Hora	Fecha/Hora Ini
Lote de Inicio	gr Pintón	Fecha y Hora	L Inóculo Aplicado	kg Café Húmedo	Fecha/Hora Fin
Lote de Fin	gr Maduro		Brix Inóculo	L Café Lavado	Cuarto Secado
Kilos de Cereza	gr Sobre Maduro		T° Min Tanque	kg Café Vano	Tipo Secado
	gr Seco		T° Max Tanque		Calidad del Café
	gr Brocado		T° Masa Café		kg CPS

Figura 3. Variables resultantes del análisis de información de trazabilidad en el proceso de beneficio de café.
Fuente: Elaboración propia

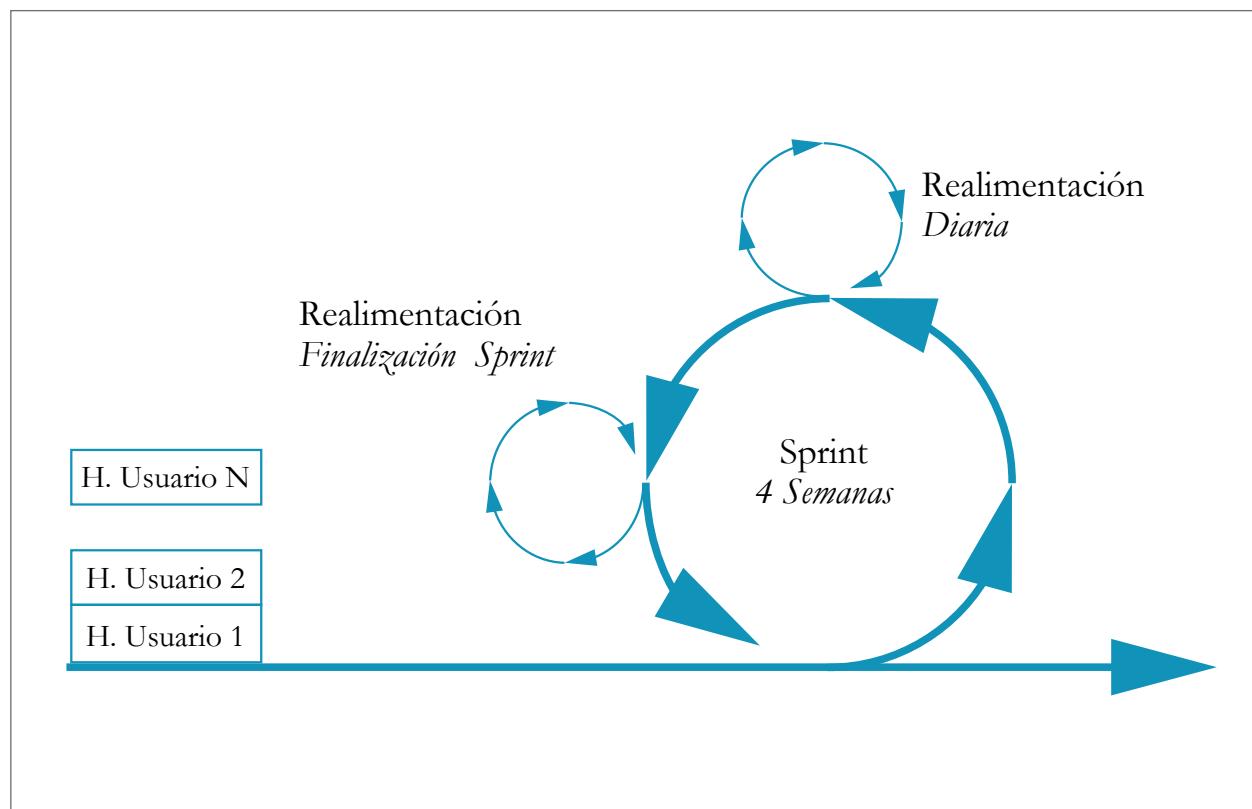


Figura 4. Marco de trabajo Scrum.

Fuente: Elaboración propia

Las funcionalidades del sistema fueron definidas por el equipo de trabajo y, posteriormente, divididas en historias de usuario, que se valoraron y priorizaron según los criterios del usuario final. La historia de usuario con mayor prioridad entra en el *sprint*, lo que significa que inicia su implementación y que el tiempo máximo de duración es de cuatro semanas. Para hacer control de errores de forma rápida y orientar el trabajo de cada día, se realizó una realimentación y se fijaron los objetivos de trabajo diarios.

Si la historia de usuario terminaba antes de finalizar el *sprint*, se continuaba con la siguiente en orden de duración y prioridad. Cuando se terminaba el *sprint*, se reevaluaba la prioridad de cada historia de usuario y se iniciaba un nuevo *sprint*. Al final de cada *sprint* se tenía una funcionalidad totalmente operativa. En la figura 4 se observa un esquema del funcionamiento básico del marco de trabajo Scrum.

Para los *sprints* que contenían historias de usuario que implicaban el desarrollo de *software*, se utilizó como

metodología ágil de desarrollo *software* eXtreme Programming (xp), que se compone por las siguientes seis fases (Beck & Andres, 2004; Maurer & Wells, 2011):

1. Fase de exploración: se definió el alcance general del proyecto; el cliente estableció las historias de usuario (tarjetas en las que el cliente describe de forma resumida las características que debe tener el sistema), y el equipo de desarrollo se familiarizó con las herramientas y las tecnologías que fueron usadas.
2. Fase de planificación de la entrega: el cliente asignó una prioridad a cada historia de usuario y los desarrolladores estimaron el esfuerzo requerido para cada una de ellas; las partes acordaron el contenido de la primera entrega y su correspondiente cronograma.
3. Fase de iteraciones: la programación establecida en la fase anterior fue dividida en un determinado número de iteraciones; al final de la última iteración se espera tener el sistema completo.

Las tres fases siguientes, aunque se explican, no se encuentran en el enfoque de este documento, dado que es un proceso lento y a largo plazo en el que se determinará el impacto real del sistema:

4. Fase de producción: el sistema es entregado al usuario para realizar las pruebas y ajustes en el entorno real.
5. Mantenimiento: durante esta fase, se realizan tareas de soporte al cliente paralelo a la ejecución de nuevas iteraciones.
6. Muerte del proyecto: concluye la implementación de historias de usuario, se da alcance a otras necesidades del cliente como rendimiento, seguridad y confiabilidad del sistema y, además, se construye la documentación final del proyecto.

ficadas y del conocimiento experto por parte de los profesionales que laboran en la empresa Supracafé y que apoyaron el proceso.

Algunos ejemplos de historias de usuarios (siete historias) pueden observarse en la figura 6; la jerarquía de prioridad se representó mediante colores: rojo, para prioridad alta; amarillo, para media. Cada historia involucró la ejecución de dos o tres actividades para ser completada, dada su naturaleza. Todas tenían un componente de desarrollo de *software*, que se realizó con la metodología XP, compuesta por las seis fases expuestas. Dado el alcance inicial del proyecto, solo se ejecutaron las dos primeras: planificación e iteraciones.

Resultados y discusión

Fase de exploración

El equipo definió las funcionalidades del sistema (figura 5), que fueron descritas en apartados anteriores. Se implementaron a partir del análisis del proceso de beneficio del café, de las variables identi-

Fase de planificación

Con base en las necesidades expresadas por el usuario (historias de usuario), se fijó una serie de requisitos que se dividieron en funcionales (describen como opera el sistema) y no funcionales (derivados de las características inherentes a la operación del sistema). En la figura 7 se observan los requerimientos que fueron implementados en el sistema desarrollado.

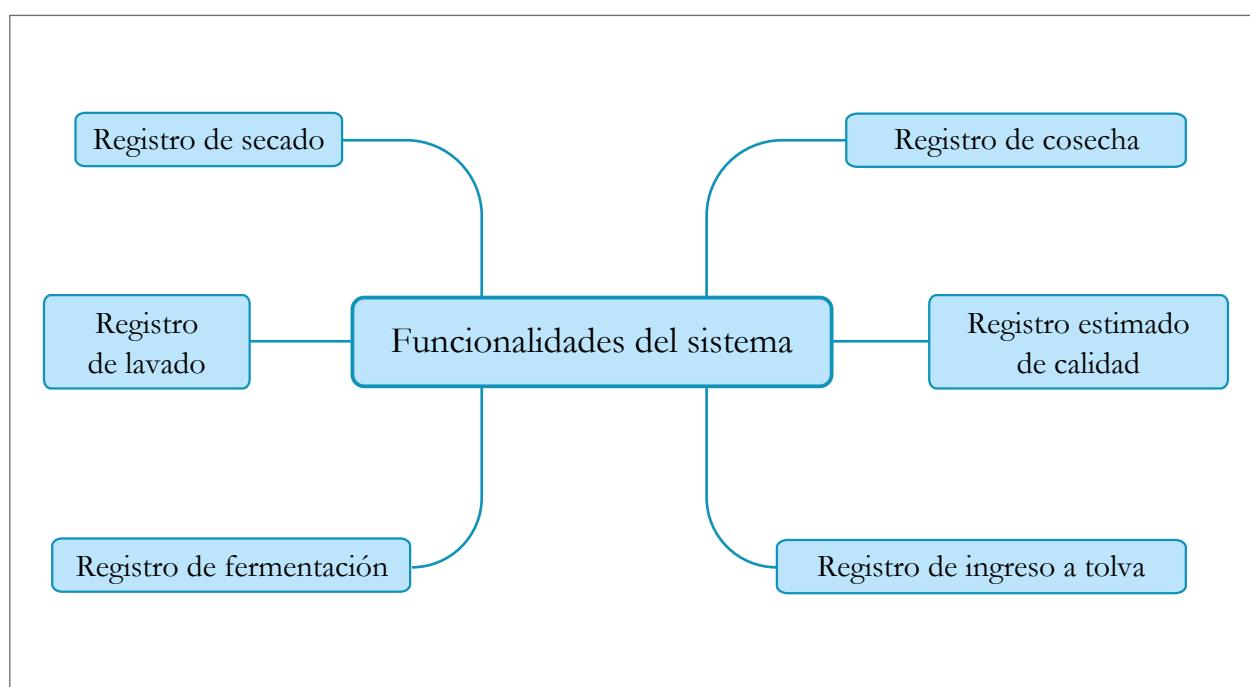
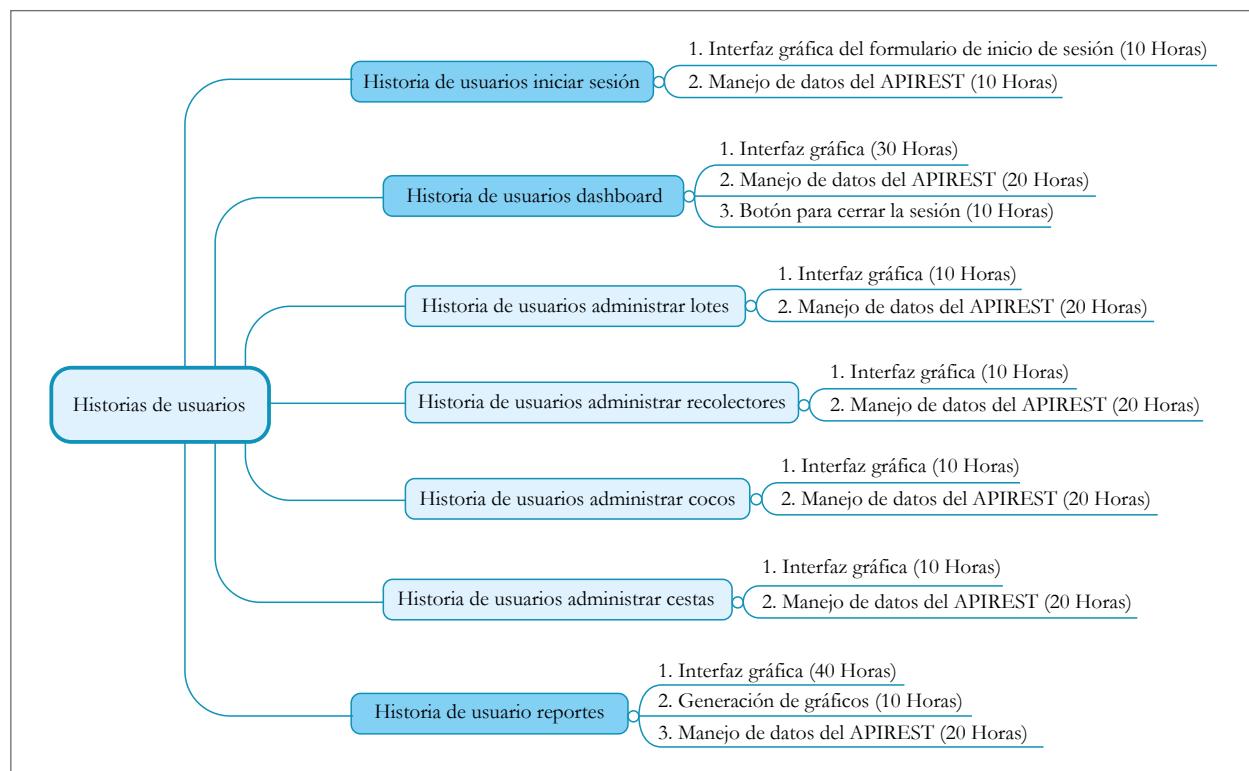
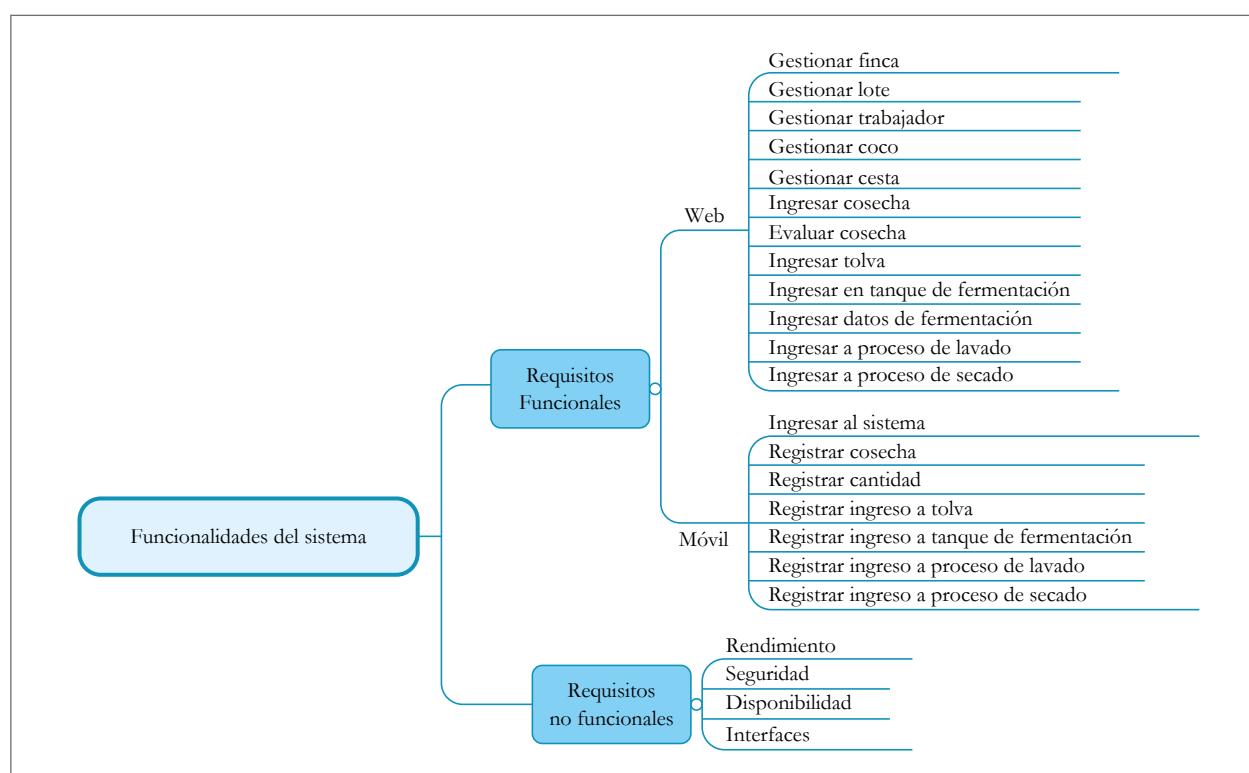


Figura 5. Funcionalidades del sistema.

Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.** Ejemplos de historias de usuario para el desarrollo del sistema.

Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.** Requisitos funcionales y no funcionales del sistema.

Fuente: Elaboración propia

Considerando las características descritas, se decidió optar por implementar una arquitectura tipo cliente/servidor, en la que se planteó el desarrollo de un Frontend (sitio web al que un usuario puede acceder directamente; se relaciona con todas las tecnologías de diseño y desarrollo web que corren en el navegador

y que se encargan de la interactividad con los usuarios finales) y de un Backend (aplicativo que se conecta con la base de datos y el servidor web, cuya función es administrar la información desplegada en el Frontend). Una visión detallada de la arquitectura del sistema puede verse en la figura 8.

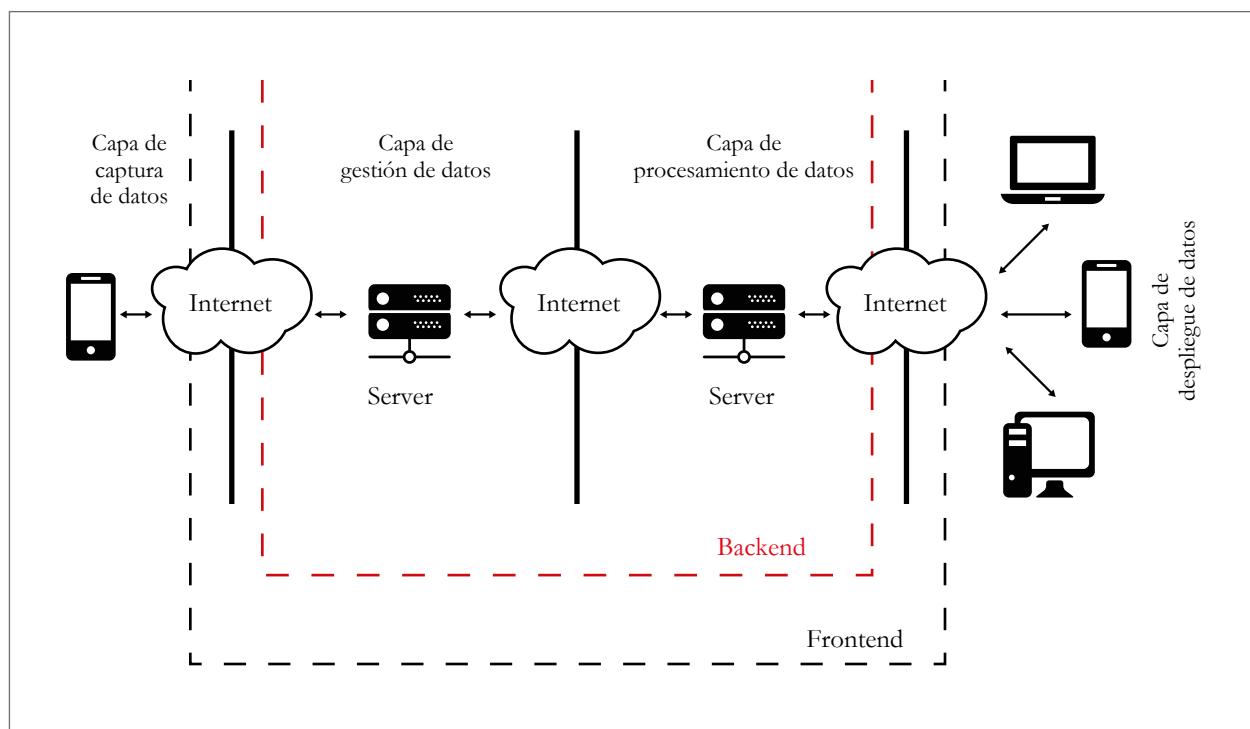


Figura 8. Arquitectura del sistema.

Fuente: Elaboración propia

Las herramientas seleccionadas para realizar la programación del sistema fueron Angular JS, para la programación de la aplicación web, y Node JS, como entorno de desarrollo; las librerías necesarias para el desarrollo están agrupadas en la herramienta NPM.

Fase de iteraciones

Durante las diferentes iteraciones se desarrollaron varios aplicativos. En la figura 9 se presentan las interfaces de usuario de la plataforma móvil (Frontend) que permitieron dar alcance a los requerimientos funcionales.

Los requerimientos funcionales web fueron cubiertos mediante la programación de una aplicación Web.

En la figura 10 se muestran las interfaces de usuario del Frontend web del sistema.

Cabe mencionar que tanto el Frontend móvil como el web requieren del uso de una plataforma de soporte (Backend), que se diseñó como un servicio de computación en la nube, que permite la integración de toda la información.

Esta integración es fundamental para registrar la trazabilidad del proceso de beneficio del café; sin embargo, realizar la comprobación, los avances y posibles mejoras de este desarrollo es una tarea ardua que requiere de la activa participación de los usuarios finales. Esta realimentación y las pruebas en el ámbito real se encuentran en ejecución.

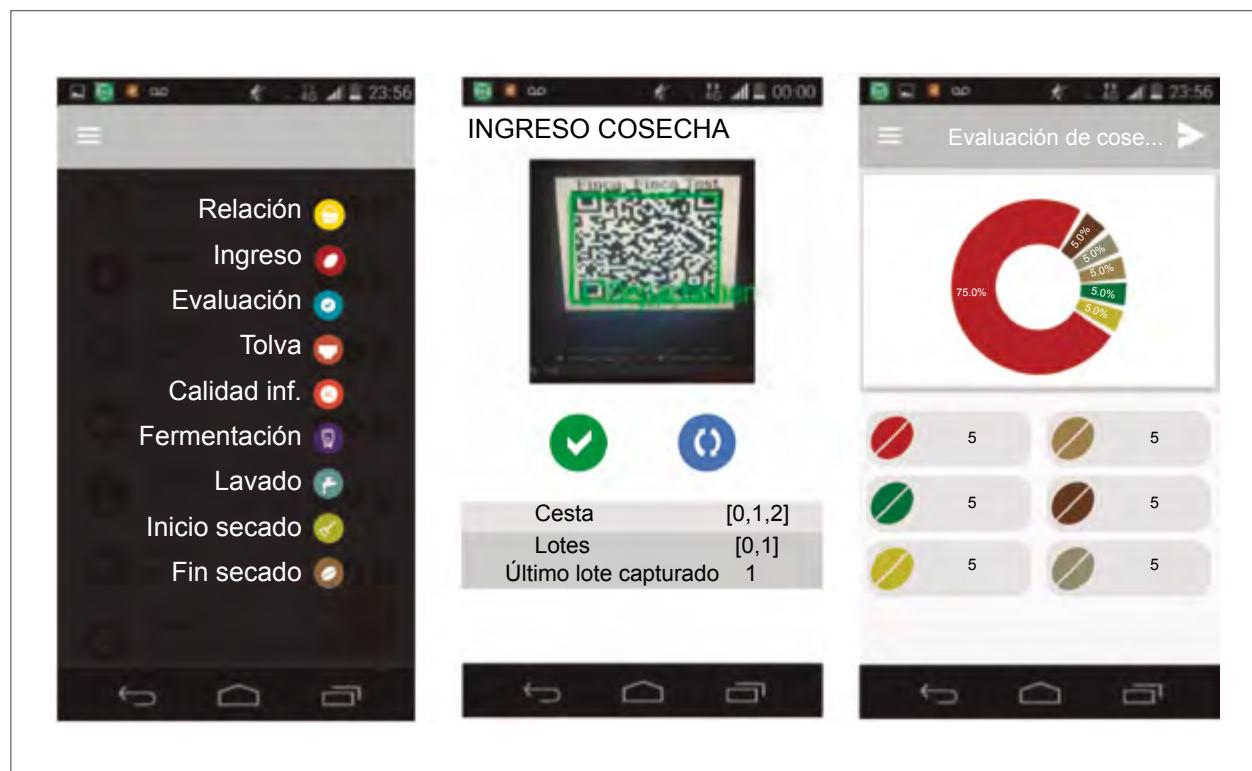


Figura 9. Interfaces de usuario para el aplicativo móvil.

Fuente: Elaboración propia

Diseño e implementación de un software para la trazabilidad del proceso de beneficio del café

533

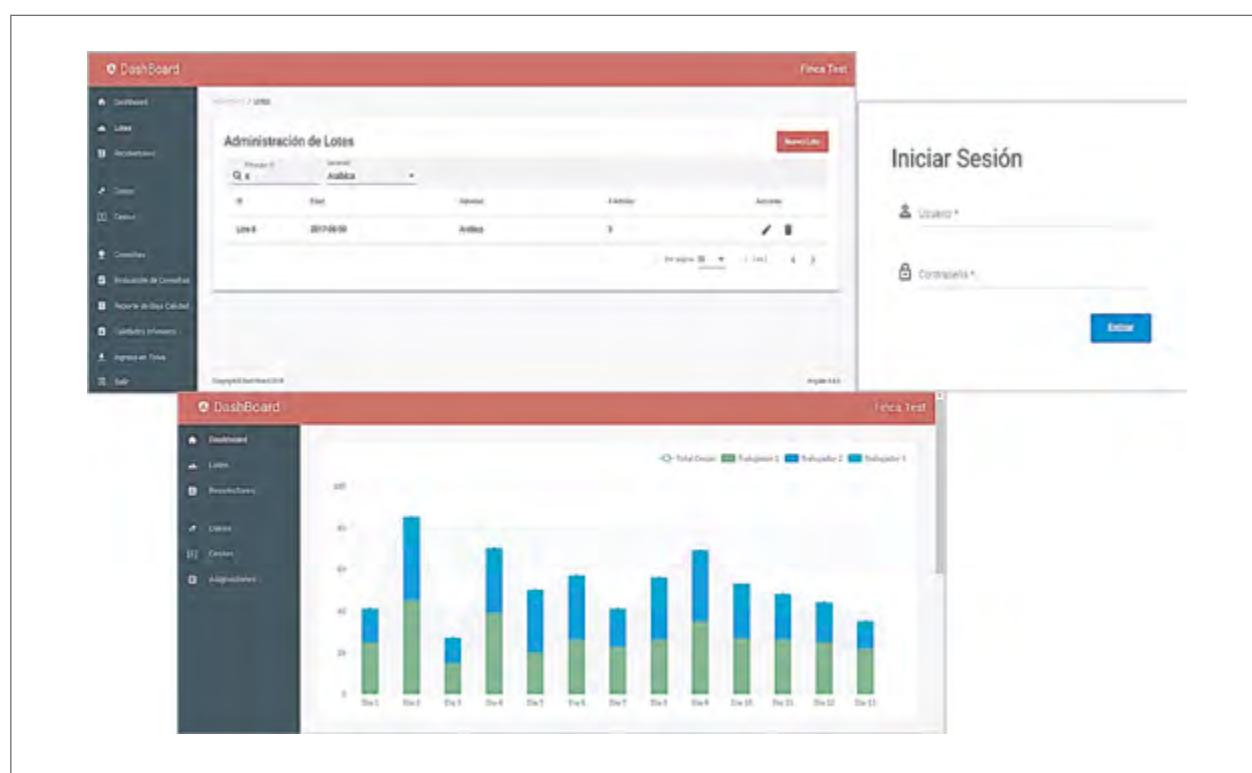


Figura 10. Interfaces de usuario del aplicativo web.

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

El uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en diferentes sectores agrícolas permite la optimización de tareas: se pueden mejorar los tiempos de respuesta, centralizar la información y hacer un seguimiento oportuno de los procesos. Todo esto va de la mano de un proceso participativo y de capacitación con la comunidad.

En la finca Los Naranjos de Supracafé, se utilizaban registros manuales y, en el mejor de los casos, hojas de cálculo en Excel para el manejo de datos de trazabilidad en el proceso de la transformación del café. Estas prácticas generaban pérdida de tiempo durante la digitación de los datos; además, existía la posibilidad de cometer errores por alteración u omisión involuntaria, ocasionando errores al realizar su posterior procesamiento. La idea de automatizar estos procesos a través del desarrollo de una herramienta de *software* busca apoyar al gremio cafetero.

Llevar el registro de trazabilidad en el proceso de transformación del café genera una ventaja competitiva frente a las demás empresas cafeteras, que se suma a las exigencias del consumidor final, quien demanda productos de calidad. Estos argumentos muestran la necesidad de construir dispositivos que apoyen el seguimiento del proceso de transformación y distribución de productos, especialmente agrícolas.

El marco de trabajo Scrum y la metodología XP resultaron efectivos para cumplir las funcionalidades, ya que facilitaron la integración de varios procesos y técnicas, a fin de construir productos complejos a partir de procesos iterativos e incrementales, en los que cada participante tuvo un rol definido. En la primera etapa de implementación, el aplicativo permitió a los usuarios la generación de informes generales de su producción cafetera como cantidad de café cereza recolectado en un tiempo determinado y porcentaje de conversión de café cereza a café pergamino seco.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Red de Formación del Talento Humano para la Innovación Social y Productiva en el departamento del Cauca (InnovAcción Cauca), por la financiación del proyecto, y a Supracafé, por su disponibilidad y acompañamiento durante el proceso.

Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento, están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

Referencias

- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*, 39, 172-184. doi:10.1016/J.FOODCONT.2013.11.007.
- Badia-Melis, R., Mishra, P., & Ruiz-García, L. (2015). Food traceability: New trends and recent advances. A review. *Food Control*, 57, 393-401. doi:10.1016/J.FOODCONT.2015.05.005.
- Beck, K., & Andres, C. (2004). *Extreme Programming Explained: Embrace Change - Kent Beck, Cynthia Andres*. Nueva Jersey, EE. UU.: Pearson Education.
- Buhr, B. L. (2003). Traceability and Information Technology in the Meat Supply Chain: Implications for Firm Organization and Market Structure. *Journal of Food Distribution Research*, 34(November), 13-26. doi:10.1.1.133.3777.
- Colom, A. (2004). Innovación organizacional y domesticación de Internet y las TIC en el mundo rural, con nuevas utilidades colectivas y sociales. La figura del Telecentro y el Teletrabajo. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 49, 77-116. Recuperado de www.redalyc.org/articulo.oa?id=17404905
- Correa-Hernando, E. C., Díaz-Barcos, V., Diezma-Iglesias, B., Echeverri, C., Hoyos-García, J., & Oteros, R. (2016). Cafés Especiales. El caso del Cauca en Colombia. *Fórumcafé. Fórum Cultural del Café*, 64, 26-29. Recuperado de http://oa.upm.es/40417/
- Costa, C., Antonucci, F., Pallottino, F., Aguzzi, J., Sarriá, D., & Menesatti, P. (2013). A Review on Agri-food Supply Chain Traceability by Means of RFID Technology. *Food and Bioprocess Technology*, 6(2), 353-366. doi:10.1007/s11947-012-0958-7.
- Espinal, C. F., Martínez, H. J., & Acevedo, X. (2005). *La cadena del café en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Recuperado de http://www.agrocadenas.gov.co
- Evangelista, S. R., Silva, C. F., Miguel, M. G. P. da C., Cordeiro, C. de S., Pinheiro, A. C. M., Duarte, W. F., & Schwan, R. F. (2014). Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. *Food Research International*, 61, 183-195. doi:10.1016/J.FOODRES.2013.11.033.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2007). *Sistemas de producción de café en Colombia*. Bogotá, Colombia: Cenicafé. Recuperado de https://www.cenicafe.org/es/documents/LibroSistemasProduccionCapitulo1.pdf
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2017). *Comportamiento de la Industria Cafetera Colombiana 2016*. Recuperado de https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Industria_2016.pdf
- Ha, O. K., Song, Y. S., Chung, K. Y., Lee, K. D., & Park, D. (2014). Relation model describing the effects of introducing RFID in the supply chain: Evidence from the food and beverage industry in South Korea. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(3), 553-561. doi:10.1007/s00779-013-0675-x.
- López C, D., & González G, J. (2012). TIC, redes sociales y la cadena de valor para la comercialización del café. *Scientia Et Technica*, 17(51). Recuperado de http://www.redalyc.org/html/849/84923910021/
- Maurer, F., & Wells, D. (2011). *Extreme Programming and Agile Methods*. Nueva Orleans, EE. UU.: Springer. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=Iv5sCQAAQBAJ&dq=%22Extreme+Programming%22&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Melo, J., Andrew, P. W., & Faleiro, M. L. (2015). Listeria monocytogenes in cheese and the dairy environment remains a food safety challenge: The role of stress responses. *Food Research International*, 67, 75-90. doi:10.1016/j.foodres.2014.10.031
- Neto, M. D. C., Rodrigues, M. B., Pinto, P. A., & Berger, I. (2003). Traceability on the Web – a prototype for the Portuguese beef sector. *European Federation for Information Technologies in Agriculture, July*, 607-611.
- Ocampo-López, O. L., Ovalle-Castiblanco, A. M., Arroyave-Díaz, A., Salazar-Ospina, K., Ramírez-Gómez, C. A., & Oliveros-Tascon, C. E. (2017). Nuevo método estándar para la recolección selectiva de café. *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, 18, 127-137. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/404/40450393001.pdf.
- Puerta Q, G. (2013). Registro de la trazabilidad del café en la finca. *Avances Técnicos Cenicafé*, 355, 1-8. Recuperado de http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/375/1/avt0355.pdf.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *La Guía de Scrum TM*. Recuperado de https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-Spanish-South-American.pdf.
- Stranieri, S., Cavalieren, A., & Banterle, A. (2018). The determinants of voluntary traceability standards. The case of the wine sector. *Wine Economics and Policy*, 7(1), 45-53. doi:10.1016/j.wep.2018.02.001.
- Supracafé. (s. f.). *Supracafé. Somos lo que sembramos*. Recuperado de http://www.supracafe.com/nosotros/
- Vázquez, A., Troglia, C., Manino, G., Sánchez, M., Vitale, L., Caballero, J., ... Naveda, C. (2016). Metamodelo de auditoría y reingeniería para sistemas de trazabilidad de vinos. En *viii Congreso Argentino de Agroinformática (CAI-2016)*. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/57511
- Wang, J., Yue, H., & Zhou, Z. (2017). An improved traceability system for food quality assurance and evaluation based on fuzzy classification and neural network. *Food Control*, 79, 363-370. doi:10.1016/J.FOODCONT.2017.04.013.
- Xinting, Y., Jianping, Q., Chuanheng, S., Chunjiang, Z., Junying, W., Shehong, T., & Yanlin, H. (2008). Design and application of safe production and quality traceability system for vegetable. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2008(3). doi:10.3969/J.ISSN.1002-6819.2008.3.032.

Zailani, S., Arrifin, Z., Wahid, N. A., Othman, R., & Fernando, Y. (2010). Halal Traceability and Halal Tracking Systems in Strengthening Halal Food Supply Chain for Food Industry in Malaysia (A Review). *Journal of Food Technology*, 8(3), 74-81. doi:10.3923/jftech.2010.74.81.

Zhang, H., Sun, X., & Liu, Y. (2011). Food Safety and Technological Implications of Food Traceability Systems. En D. Li, Y. Liu, & Y. Chen (Eds.), *Computer and Computing Technologies in Agriculture IV. CCTA 2010* (pp. 1-10). Berlin & Heidelberg, Alemania: Springer. doi:10.1007/978-3-642-18336-2_1.