

variables, 2. Structural design with MySQL database engine, and 3. Coding, which was performed in PHP, JQuery and Javascript languages. A web information system was obtained as a product of this project, which consists of three modules: production, post-harvest and sensory analysis. This information system can be used by the coffee growers for tracking the entire coffee process.

Keywords: information system, technology solution, sensory quality of the coffee, speciality coffee, coffee production

1. Introducción

Con la implementación de tecnología en la agricultura hoy es posible tener conocimiento de las actividades realizadas, gracias al registro de datos en equipos de cómputo que aportan, además, a la comercialización. Tal es el caso desarrollado en la Pampa Argentina, con la incorporación de las Tecnologías de la información y comunicación (TIC), las cuales facilitan el contacto directo con los compradores, así mismo las fuentes de conocimiento se hacen accesibles para tomar decisiones en beneficio de los cultivos (Urcola, 2012).

Los sistemas de información y aplicaciones web implementados en la agricultura son otra herramienta tecnológica que permite llevar un control seguro de los registros, con soluciones en servidores web que facilitan el uso en diferentes sistemas operativos; así mismo, su utilización no requiere de amplios conocimientos de informática, un ejemplo es SISCORFI, una aplicación web que registra la ubicación de los bancos de semilla, disponibilidad de variedades y el uso en la explotación agrícola, con esto, se tiene información de los recursos fitogenéticos de un Programa de Innovación Local desarrollado en Cuba (Rodríguez, Cánovas, & Pérez, 2013).

Así mismo, se encuentra International Crop Information System (ICIS), un sistema para el registro de recursos genéticos y cosecha que cuenta con aplicaciones separadas para cultivos, como lo es: International Rice Information System (IRIS), un sistema global para la gestión e integración de recursos genéticos y mejoramiento de germoplasma. (Rodríguez, Cánovas, & Pérez, 2013)

En Colombia el Centro Nacional de Investigación de Café (CENICAFÉ), a través de estudios ha incluido procesos de ingeniería para mejorar las labores en la producción de café. Oliveros & Sanz (2013) registran los aportes hechos en busca de reducir costos como lo son la determinación de propiedades físicas y mecánicas, como base para desarrollar tecnología que permita la recolección de frutos maduros ágilmente. Sin embargo, la maduración del café sin uniformidad y la estructura del árbol hacen que sea difícil implementar.

Aunque en Colombia ya se están aplicando las TIC en la producción de diferentes cultivos, aún es incipiente el uso de este tipo de tecnologías en la caficultura. En muchos casos los cultivadores de café no llevan registros organizados de todo el proceso que realizan en sus cafetales; o, en caso contrario, llevan los registros de manera tradicional, es decir, en cuadernos y archivos físicos. Lago et al. (2011) plantean la necesidad de incorporar herramientas tecnológicas en agricultura con el uso de georreferenciación y bases de datos para dar soporte en el manejo de cultivos; además, existe la necesidad de registrar información de cada proceso y llevar control por lotes o secciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñó e implementó una herramienta tecnológica tipo sistema de información para registrar los datos obtenidos durante toda la cadena productiva, es decir, durante las fases de producción, poscosecha y análisis sensorial.

El objetivo de este proyecto consiste en aportar una solución tecnológica útil para tres actores clave: los caficultores, los catadores y los compradores de café. En este sentido, los caficultores pueden conocer la manera en la que llevan sus procesos y tomar decisiones que mejoren la calidad del producto; los catadores, evaluar los atributos o características de las muestras de café; y los compradores, conocer el perfil que resulta del análisis sensorial.

Este análisis permite medir los atributos presentes en el producto final según el estándar internacional fijado por la Specialty Coffee Association of America (SCAA).

2. Metodología

Este trabajo se desarrolló en tres momentos:

2.1 Análisis de variables y diseño

En el municipio de Paicol, departamento del Huila, se realizaron visitas a 16 fincas que son propiedad de los aprendices del Técnico en Producción de Café Especial del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Usando técnicas de recolección de información por observación y entrevista, se determinaron los actores involucrados y los recursos utilizados en la producción de café. Por medio de la metodología Unified Modeling Language (UML) se especificaron los requisitos del software y verificaron las correcciones del modelo (Zapata González, 2008).

2.1.1 Análisis sensorial

Las variables utilizadas para el análisis sensorial se tomaron según la calificación de atributos: fragancia/aroma, limpieza, dulzor, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, sabor, sabor residual y el puntaje total.

El análisis sensorial o catación tiene un alistamiento en el que se obtienen las muestras

de café. A cada muestra se le asigna un identificador numérico para que el catador evalúe sin conocerlas, con equipos y reactivos. Gamboa, Mosquera & Paz (2013) describen el proceso de catación y medición de variables: para la muestra de 1200 gr de café pergamino seco, se hace verificación del porcentaje de humedad; después vienen la tostión, la molienda y la catación; en esta última se hace necesario agregar agua a 90 °C con movimientos circulares sobre el café molido servido en taza, con el fin de percibir el aroma de los vapores y gases liberados. Luego se prueba al sorber fuertemente buscando aromatizar dentro de la boca para evaluar taza limpia, dulzor, acidez, cuerpo, sabor, sabor residual, balance e impresión global.

Teniendo claridad sobre los procesos y los requerimientos se realizó el modelo de datos con un diagrama Entidad - Relación; se establecieron las entidades con sus atributos y las relaciones con cardinalidad, llaves primarias y foráneas; luego este diagrama se llevó a lenguaje Structured Query Language (SQL), utilizado para crear la base de datos. De esta manera se representa la información a través de un diagrama que agiliza y mejora el proceso de desarrollo de software (Zapata, González & Chaveta, 2011)

2.2 Desarrollo del sistema de información

El objetivo de esta fase es implementar el diseño en un producto de software. Para ello se hace la codificación en un lenguaje de programación (Gasca, Camargo & Medina, 2013). En la codificación se definen los estándares de escritura, como lo plantean Mosquera, Ocampo & García (2014). En el desarrollo del código fuente se identifican la estructura y los comentarios del código, las funciones, métodos y clases de variables para facilitar la programación del sistema en equipos de trabajo.

El lenguaje de programación PHP utilizado en este proyecto, se convierte en el fundamento

para el código que se genera como parte del producto (Zapata & Chaverra, 2010). Este lenguaje permite hacer desarrollo web. Rodríguez, Cánovas & Pérez (2013) plantearon el uso de tecnologías web del lado del servidor que soportan programación orientada a objetos, con facilidad de uso y mantenimiento al encontrarse en un servidor con acceso a internet. Para complementar el desarrollo se utilizó estructura JQuery y Javascript.

Con el diseño establecido se hicieron pruebas para dar cumplimiento a los requerimientos funcionales y no funcionales; los primeros gestionan datos de los escenarios productivos, estrategias de dirección y los reportes especializados; mientras que los segundos hacen referencia a las propiedades o cualidades que el sistema debe poseer (Quevedo, J. R., & Suárez, J., 2015).

En el desarrollo del sistema de información se establecieron controles de usuario para los actores involucrados en el proyecto (caficultores, catadores y compradores de café), de tal manera que cada uno de ellos tuviera participación de acuerdo a sus funciones. Esto es lo que plantea Cadena (2012) en el Sistema Agropecuario de Información, en el cual interactúan las instituciones de investigación, de educación y de extensión para beneficiar al productor y su familia. A esto se le conoce como sistema de conocimiento.

Para el diseño del entorno gráfico al que accede el cliente se utilizó Framework de Bootstrap3, HTML5 y CSS3

2.3 Calidad de software

Con base en la norma ISO/IEC 25010:2011 se plantearon las características para evaluar la calidad del producto: funcionalidad, rendimiento, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad (Lee & Kim, 2015)

3. Resultados

El resultado final de este proyecto es el desarrollo e implementación de un sistema de información que consta de tres módulos: producción, poscosecha y análisis sensorial de café especial.

3.1 Fase de producción: las variables obtenidas se tomaron según las características de cada lote, es decir, de los predios se determinaron los que manejan café especial e implementan las BPA; estos se delimitaron usando Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) para medir su área.

En esta fase se establecieron las siguientes variables:

- Variedad del cultivo: se tomaron las predominantes en la zona y se ubica por medio de un List box para seleccionar una de estas opciones: Típica, Borbón, Tabi, Caturra, Variedad Castillo.
- Edad del cultivo: en este campo se registra la fecha de siembra del cultivo.
- Topografía del terreno: aquí es posible seleccionar entre ondulado, plano, llano y pendiente.
- Distancia de siembra: el valor a digitar es la distancia entre cada árbol de café sembrado (el dato es numérico).
- Periodo de recolección: permite seleccionar el periodo por semana, quincenal, mensual y trimestral; estos son diferentes a la etapa de maduración del grano, es decir, en cosecha los tiempos de recolección aumentan.
- Tipo de recolección: se establecieron tipos de recolección estándar y óptima.
- Altura sobre el nivel del mar: en este campo se

registra la altura en la que se encuentra cada lote; puede tener variaciones mínimas según la topografía de la zona.

3.2 Fase de poscosecha: después de recolectado, el grano el grano se lleva a la etapa de beneficio. En esta se identificaron las siguientes variables:

- Tipo de almacenamiento: en esta variable se describe el almacenamiento antes del despulpado y el lavado.

- Tiempo de secado: en este campo se escriben numérico los días de secado en valor.

3.3 Fase de análisis sensorial: esta fase se tiene en cuenta para establecer las características del producto según atributos fijados por la SCAA.

Como alistamiento del proceso de análisis sensorial se debe registrar el análisis físico, que contiene: humedad del grano, peso de la almendra, peso almendra sana, peso de la cascarilla, peso de pasilla.

Figura 1. Formulario registro producción. **Fuente:** autor

- Tipo de alberca: se describe según la forma y medidas.

- Sistema de despulpado: descripción del sistema para despulpar.

- Tiempo de fermentación: se digita el valor numérico establecido para la fermentación, teniendo en cuenta que se registra por lotes de producción.

- Tipo de secado: se escribe el equipo o mecanismo utilizado para secar el café.

Los campos que se registran en el proceso específico de análisis sensorial son: fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, dulzor, uniformidad, balance, taza limpia, dulzor; además, selección de defectos y el puntaje del catador.

4. Conclusiones

El sistema de información se validó con los datos recolectados en las 16 fincas cafeteras de los aprendices del Técnico en Producción de Café Especial. La validación resultó positiva.

Sair

Asociación de cafés especiales de América

Nombre : catador 1

Fecha : 21-12-2015

☆ 219

Lote 219

Fragancia/Aroma/Sabor

Taza Limpia Y Dulzor

Acidez y Cuerpo

Puntaje Final

Uniformidad y Balance

Finalizar Panel #1

Clasificación

Bueno	Muy Bueno	Excelente	Extraordinario
6.00	7.00	8.00	9.00
6.25	7.25	8.25	9.25
6.50	7.50	8.50	9.50
6.75	7.75	8.75	9.75

Figura 2. Formulario registro de variables de análisis sensorial. **Fuente:** autor

fragancia/Aroma	Sabor	Sabor Residual	Acidez	Cuerpo	Uniformidad	Balance	Taza Limpia	Dulzor	Puntaje Catador	Defectos	Total
9.438	9.375	9.5	7.75	8.5	10	9.5	10	10	8.25	0	92.313

Gráfico

Figura 3. Imagen con resultados en forma de gráfica. **Fuente:** autor

La evaluación del sistema de información se llevó a cabo con información recolectada en la 5ta Feria Departamental de Café Especial en La Plata (Huila). Se encontraron formularios a mejorar por funcionalidad; sin embargo, con los ajustes realizados se hizo una nueva evaluación con participación de dos catadores del SENA para cumplir con los requerimientos y las características de calidad.

De acuerdo a las pruebas realizadas al sistema de información, se evidencia el funcionamiento y la aplicabilidad por parte de los caficultores, de tal manera que ellos puedan llevar un registro claro y organizado de toda la cadena productiva del café: producción, poscosecha y análisis sensorial.

Al conocer con detalle todo el proceso que ha

93

realizado en cada fase, el caficultor puede tomar decisiones que le ayuden a mejorar cada vez más la calidad de su café en aras de comercializarlo a un mejor precio. Además, el sistema de información fortalece la comercialización del producto debido a que los compradores pueden conocer los atributos y el puntaje del café y comprar el que resulte de su interés.

El sistema reduce el tiempo que utiliza un catador para evaluar las variables del análisis sensorial y obtener los resultados, pues el mismo sistema se encarga de realizar los cálculos, procesar la información y arrojar el puntaje final del perfil del café.

Además, la portabilidad y usabilidad del sistema de información facilitan su implementación en dispositivos electrónicos como tablets o teléfonos móviles.

Esta solución tecnológica tipo sistema de información da respuesta a la necesidad del sector cafetero de aplicar tecnologías que benefician a los actores que hacen parte del proceso productivo del café.

5. Referencias bibliográficas

1. Cadena Iñiguez, P. (2012). El sistema agropecuario de información en la Frailesca para promover la innovación de tecnologías* The farming information system in La Frailesca to promote innovation of technologies. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3, 863–877.
2. Gamboa, P. Y., Mosquera, S. A., & Paz, I. E. (2013). Caracterización de taza de café especial en el municipio de Chachagüi, Departamento de Nariño, Colombia. *Biotecnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 11(2), 85–92.
3. Gasca Mantilla, M. C., Camargo Ariza, L. L., & Medina Delgado, B. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18 No 40, 20–35. Retrieved from <http://tecnura.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/767>
4. International Standard. ISO/IEC 25000 (2005). Software engineering, Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE), Guide to SQuaRE
5. Lago González, C., Sepúlveda Peña, J. C., Barroso Abreu, R., Fernández Peña, F. O., Maciá Pérez, F., & Lorenzo, J. (2011). Sistema para la generación automática de mapas de rendimiento. Aplicación en la agricultura de precisión System for the automatic generation of yield mapping with application in precision farming. *IDESIA*, 29, 59–69.
6. Lee, H., & Kim, J. (2015). Efficiency Evaluation Convergence Model of Virtual Private Network based on CC and ISO Standard. *Journal of Digital Convergence*, 169–176. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.14400/JDC.2015.13.5.169>
7. Mosquera Díaz, J., Ocampo Cortés, O., & García Monsalve, L. S. (2014). Functional Prototype of a Web Information System to Assist Planning Software Projects , Based on CMMI-DEV 1 . 2. *Tecciencia*, 9(17), 67–77.
8. Oliveros Tascón, C. E., & Sanz Uribe, J. R. (2011). Ingeniería y café en Colombia. *Revista de Ingeniería. Universidad de Los Andes*, (33), 99–114.
9. Quevedo, J. R., & Suárez, J. (2015). BiomaSoft: Ingeniería y café en Colombia. *Revista de Ingeniería. Universidad de Los*

10. Rodríguez González, O.-, Cánovas Denis, R.-, & Pérez Gutiérrez, A. (2013). SISCORFI : una aplicación web para el control de los recursos fitogenéticos SISCORFI : a web application to control phytogenetics resources. *Revista Cultivos Tropicales*, 34(3), 25–31.
11. Urcola, M. (2012). Articulación de las “TIC” en el sector agrícola pampeano: la apropiación de la telefonía celular, las computadoras e internet entre los productores de una localidad del sur santafesino. *Revista Temas Y Debates*, 23, 73 – 100.
12. Zapata, C. M., & González, G. (2008). Especificación Formal En Ocl De Reglas Interfaces Formal Ocl Specification of Consistency Rules Between the Uml Class and the Use. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 7(12), 169–191.
13. Zapata Jaramillo, C. M., & Chaverra, J. J. (2010). Una mirada conceptual a la generación automática de código. *Revista EIA*, 13(ISSN 1794-1237), 143–154. Retrieved from [http://revista.eia.edu.co/articulos13/art.10\(143-154\).pdf](http://revista.eia.edu.co/articulos13/art.10(143-154).pdf)
14. Zapata Jaramillo, C. M., González Calderón, G., Chaverra Mojica, J. J. (2011). Generación automática del Diagrama Entidad-Relación y su representación en SQL desde un lenguaje controlado (UN-LENCEP). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 10(65), 127–135.