

La ingeniería del software y su aplicación en el análisis de indicadores de repetitividad y reproducibilidad de jueces, en el proceso de evaluación del perfil sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao L.*) *

Javier Medina-Cruz

Docente Universidad Nacional Abierta y a distancia UNAD, Escuela De Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Programa de Ingeniería de Sistemas, Grupos de Investigación GUANE y GIA UNAD, Bucaramanga – Colombia.


javier.medina@unad.edu.co

 <http://orcid.org/0000-0001-8047-2259>

Lucas Fernando Quintana-Fuentes

Docente Universidad Nacional Abierta y a distancia UNAD, Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Programa de Ingeniería de Alimentos, Grupo de Investigación GIA UNAD, Bucaramanga – Colombia.

lucas.quintana@unad.edu.co

 <http://orcid.org/0000-0003-4408-0906>

RESUMEN

Esta investigación tuvo como finalidad determinar indicadores de repetitividad, y reproducibilidad, entre grupos de jueces y jueces en forma individual, en procesos de evaluación del perfil sensorial del licor del cacao, con la implementación de un aplicativo, usando técnicas de ingeniería del software. Para lo anterior, se realizó un estudio descriptivo y de investigación aplicada iniciando con la gestión de conocimiento, en el área de la evaluación sensorial del cacao, para la adaptación de un método de entrada y procesamiento de datos, en módulos de software, cuyos resultados de los indicadores mencionados, producto de dos sesiones realizadas, se compararon contra tablas t-student para verificar la existencia o no de diferencias significativas. Como resultado de la investigación, se comprobó que el entrenamiento aplicado a los jueces fue adecuado y que los juicios establecidos, en el proyecto de evaluación de modelos de siembra, son confiables y se garantiza que existe un grado de repetitividad para cada juez y de reproducibilidad entre jueces con un error, para ambos, del 0.05%. Se pudo verificar que el uso de técnicas de gestión de conocimiento y de ingeniería del software, en eventos de análisis de indicadores en el proceso de evaluación del perfil sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao L.*), garantizan la optimización de procedimientos relacionados con la recolección y procesamiento de datos y con la salida y validación de resultados.

PALABRAS CLAVE

Análisis de documentos, cacao, ingeniería de requisitos, juez, perfil sensorial, determinación de requerimientos.

Recibido: 03/08/2016 **Aceptado:** 29/10/2016

* Artículo producto del proyecto Evaluación sensorial del cacao producido bajo diferentes modelos de siembra desarrollados en cuatro regiones de Colombia. Desarrollado con el apoyo del convenio FEDECACAO-UNAD y del proyecto Implementación del componente e-medios del modelo de e-investigación unadista.

<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25121> Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Cómo citar este artículo: MEDINA-CRUZ, Javier; Lucas Fernando QUINTANA-FUENTES. La ingeniería del software y su aplicación en el análisis de indicadores de repetitividad y reproducibilidad de jueces, en el proceso de evaluación del perfil sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao L.*). En: Entramado. Enero - Junio, 2017. vol. 13, no. 1, p. 278-294 <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25121>

Software Engineering and its application in the analysis of indicators of repeatability and reproducibility of judges in the process of evaluating the sensory profile Cocoa Liquor (*Theobroma cacao L.*)

ABSTRACT

This research had like principal objective to determine the indicators of repeatability and reproducibility between the groups of judges and the judges alone, on processes of evaluation of sensorial profile of the cocoa liquor; with the use of an app using software engineering techniques. For this purpose, a descriptive study and an applied research was carried out starting with the knowledge management, in the area of sensorial evaluation of the cocoa, for the adaptation of a method of input and data processing, in software modules, whose outputs of mentioned indicators, result of two sessions performed, were compared against t-student tables to verify the existence or not of significant differences. As a result of the investigation, it was proved that the training of the judges was suitable and the established judgments on the project of evaluation of sowing models are trustable, and it is guaranteed that exists a repeatability degree for each judge and a reproducibility between judges with an error of 0,05% for both. It was verified with the use of knowledge management techniques and Software Engineering, in events of analysis of indicators on the process of evaluation of Sensorial Profile of Cocoa liquor (*Theobroma cacao L.*), guarantee the optimization of procedures related with the collection and processing data and with the output and validation of results.

KEYWORDS

Analysis of documents, cocoa, requirements engineering, judge, sensorial profile, determination of requirements.

A engenharia de software e sua aplicação na análise de indicadores de repetibilidade e reprodutibilidade dos juizes no processo de avaliação do perfil sensorial de licor de cacau (*Theobroma cacao L.*)

RESUMO

Esta pesquisa teve por objetivo determinar indicadores de repetitividade e reprodutibilidade entre grupos de juizes e juizes individualmente na avaliação processa perfil sensorial de licor de cacau, com a implementação de uma aplicação, utilizando técnicas de engenharia de software. Para o que precede, um estudo descritivo e pesquisa aplicada começando com a gestão de conhecimento na área da avaliação sensorial de cacau, para adaptar um método de entrada e processamento de dados em módulos de software, os resultados destes indicadores, produto de duas sessões realizadas, foram comparados com tabelas t-student para verificar a existência de diferenças significativas. Como resultado da investigação, verificou-se que o treinamento aplicado aos juizes foi adequada e que os ensaios estabelecidos no projecto de modelos de avaliação de plantio são de confiança e garante que há um grau de repetitividade para cada juiz e reprodutibilidade entre os juizes com um erro, para ambos 0,05%. Verificou-se que o uso de técnicas de gestão de conhecimento e engenharia de software, análise de eventos de indicadores na avaliação do perfil sensorial de licor de cacau (*Theobroma cacao L.*), garantem a otimização dos procedimentos relativos à A recolha e processamento de dados e resultados de saída e validação.

PALAVRAS-CHAVE

Análise de documentos, cacau, engenharia de requisitos, juiz, perfil sensorial, determinação de requisitos

Introducción

Este trabajo fue realizado gracias a la integración de dos proyectos de investigación. El primero es el denominado "Implementación del componente e-medios del modelo de e-investigación unadista" y el segundo es el llamado "Evaluación sensorial del cacao producido bajo diferentes modelos de siembra desarrollados en cuatro regiones de Colombia". La evaluación sensorial es una disciplina, de la ciencia de los alimentos, que permite establecer el grado de aceptación o rechazo de un alimento por parte de los consumidores, so-

portado en la conformación de grupos de jueces consumidores, jueces expertos en entrenamiento y jueces expertos (Carpenter, Lyon y Hasdell, 2002, Ibáñez y Barcina 2001).

En la conformación del panel, para el proyecto, se toma como guía metodológica la aplicada por los autores en otros denominados "Evaluación sensorial del cacao producido en San Vicente de Chucurí" (2011), y "Evaluación de la calidad sensorial del grano de cacao en tres pisos térmicos de la zona de San Vicente de Chucurí para los clones CCN 51, ICS 60 e ICS 95". El tercer proyecto, sobre evaluación

sensorial del cacao, consistió en la conformación y entrenamiento de un panel de jueces para la evaluación de la calidad sensorial de los licores de cacao. Lo anterior, con el fin de tener la capacidad de evaluar en el laboratorio de Fedecacao, en San Vicente de Chucurí, las diferentes muestras provenientes de todo el país y que consistió en la evaluación de la calidad sensorial de cuatro modelos de siembra de cacao en los cuatro sistemas agroforestales que producen cacao en Colombia (Quintana *et al.*, 2016).

Con la evaluación sensorial, y el desarrollo de estos proyectos, se ha aportado a la comunidad cacaotera del país fortaleciendo las actividades técnicas para la verificación y mantenimiento de la calidad sensorial del cacao y así facilitar mejores posibilidades de negociación, favoreciendo así a los productores de este producto en todo el país. Adicionalmente, se ha podido establecer perfiles sensoriales, de diferentes clones de cacao, que nos permite tener información confiable, con un soporte metodológico fundamentado en las Normas Técnicas Colombianas.

Con base en lo anterior, y para situar al lector, vale la pena destacar que a través del proyecto Implementación del proyecto e-medios se realizan actividades, desde al área de la Ingeniería del Software, que propenden por la integración de los procesos de investigación, al interior de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. De acuerdo con esto, y teniendo en cuenta que uno de los objetivos principales, de este proyecto, es aportar a la solución integral de procesos de investigación, se desarrolla este trabajo colaborativo como apoyo al proyecto de Evaluación Sensorial del Cacao, a través de la implementación del aplicativo, para la generación de nuevo conocimiento, en este caso, para los procesos de análisis de indicadores de repetitividad y reproducibilidad de jueces en el proceso de evaluación del perfil sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao L.*).

Es importante resaltar que esta transversalidad, ha permitido transferir el conocimiento adquirido durante el desarrollo de software, logrando de esta manera, integralmente, determinar los requerimientos, diseñar la base de datos e implementar el aplicativo sobre medidas para el proceso de evaluación sensorial.

Adicionalmente a lo anterior la construcción de un software, para permitir la evaluación de la capacidad de un juez entrenado y de un panel de catadores para generar perfiles sensoriales de calidad, siendo consistentes, repetibles y reproducibles en el tiempo, apoya el fortalecimiento de la comunidad científica al generarse, como parte del producto, un modelo de datos el cual permite, a partir de la descripción de los datos, la semántica y las acciones, gene-

rar nuevo conocimiento, a partir de la información que se genera como una percepción del mundo real, tal como lo mencionan Silberschatz, Korth y Surdachan (2002), como una “colección de objetos básicos y de relaciones entre estos objetos”. Así mismo, con este trabajo se apoya la apropiación social del conocimiento, a partir de la generación de documentos con el análisis del sistema, la implementación de la base de datos y del software, la capacitación a los usuarios, los manuales del sistema y este artículo, con lo que se espera que se haga uso de las herramientas de desarrollo, de tecnología y servicios web como apoyo a la eficiencia, eficacia y efectividad en diversos procesos de investigación.

I. Marco teórico

Se presentan a continuación algunas definiciones que permitirán comprender mejor el trabajo desarrollado.

I.1. Ingeniería del software

Según lo expresa Pressman (2010), definición tomada del IEEE [IEEE 93a], la ingeniería del software es la aplicación de enfoques sistemáticos, disciplinados y cuantificables al desarrollo, operación y mantenimiento de software y el estudio de estos enfoques.

De otra parte Sommerville (2005), define la ingeniería del software como aquella que se refiere a los problemas prácticos de producir software.

De acuerdo con lo anterior, se podría concebir la ingeniería del software como el estudio del conjunto de técnicas, métodos o metodologías que se aplican en el proceso de desarrollo de software.

I.2. Ciclo de vida del software

Según la IEEE (1998), el ciclo de vida de desarrollo de software es “una aproximación lógica a la adquisición, el suministro, el desarrollo, la explotación y el mantenimiento de software”.

Así mismo en la norma ISO/IEC (2008), se define el ciclo de vida del software como “un marco de referencia que contiene los procesos, las actividades y las tareas involucradas en el desarrollo, la explotación y el mantenimiento de un producto de software, abarcando la vida del sistema desde la definición de los requisitos hasta la finalización de su uso”.

Para el caso puntual se ha utilizado una metodología del ciclo de vida incremental para el caso específico del desarrollo de la aplicación.

1.3. Ciclo de vida Incremental

De acuerdo con lo expresado por Pressman (2010), “el modelo incremental ejecuta una serie de avances, llamados incrementos, que en forma progresiva dan más funcionalidad al cliente conforme se le entrega cada incremento”.

Según lo anterior, el modelo incremental permite hacer entregas de productos en cada iteración o incremento, empezando con versiones que no se han completado hasta lograr la completitud de estos.

Para el caso del desarrollo del aplicativo fue muy apropiada esta metodología, porque en cada iteración, o entrega se hacían las respectivas realimentaciones de acuerdo con las necesidades planteadas por el experto en evaluación sensorial, logrando el desarrollo de una aplicación completa y sobremedidas para el proceso de determinación de indicadores de repetitividad, y reproducibilidad, entre grupos de jueces y jueces en forma individual, en procesos de evaluación sensorial del cacao.

1.4. Ingeniería de requisitos

Teniendo en cuenta la afirmación hecha por Quintero (2007), los requisitos deben tener una alta prioridad dentro del proceso de desarrollo de software, por lo que a continuación se hace una revisión de este concepto.

Según Christel (1992), la ingeniería de requisitos es una aplicación disciplinada de principios científicos, además de técnicas, para la gestión de requisitos.

De igual manera Hsia (1993), relaciona la ingeniería de requisitos con la actividad de identificar y documentar necesidades de clientes y usuarios.

Otra definición planteada por Doe (2011), permite complementar la definición de ingeniería de requisitos al relacionarla con el proceso del estudio de las necesidades, de un usuario, para definir los requerimientos de un entorno.

1.5. Sistema gestor de bases de datos

Según Silberschatz, Korth y Surdachan (2002), un sistema gestor de bases de datos (SGBD) se considera como una colección de datos integrados además de un conjunto de software para definir o manipular estos. Un SGBD permite gestionar cantidades considerables de datos, desde la definición de las estructuras, para almacenarlos, hasta la provisión de herramientas para consultarlos, modificarlos o eliminarlos. Para el caso particular, del aplicativo desarrollado, se utilizó el SGBD MySQL, el cual garantiza la disponibilidad

del lenguaje de definición y manipulación de datos, siendo además un software libre.

1.6. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial, es importante para la industria de alimentos, para los profesionales encargados de la estandarización de procesos y los productos, para los encargados de la producción y promoción de los productos alimenticios, ya que deben conocer la metodología apropiada que les permita evaluar los alimentos haciéndolos de esta manera competitivos en el mercado. La aceptación de un producto alimenticio es el resultado de la reacción del consumidor ante las características organolépticas. Para poder pronosticar esto se han desarrollado pruebas sensoriales que nos permitirán establecer la aceptación teniendo en cuenta la dificultad para definir esa característica y las diferencias de sensibilidad de los consumidores (Sancho, 1999) y (Carpenter, 2000).

Para el desarrollo y funcionamiento de un panel de evaluación sensorial es necesario tener en cuenta ciertos parámetros para conseguir resultados lo más objetivamente posibles. Las condiciones para el desarrollo y aplicación de las diferentes pruebas sensoriales son: los jueces, los cuales deben ser seleccionados y entrenados, además es necesario proporcionar las condiciones locativas básicas, para la sala de prueba o cabinas, para el sitio de preparación de las muestras. También se tiene un especial cuidado en el momento de elegir la prueba que se va a aplicar, el formulario, el número de muestras, las cantidades, los alimentos adicionales que van a servir de vehículo para ingerir la muestra si es necesario, los recipientes que van a contener las muestras. Lo anterior brinda seguridad y confiabilidad en los resultados, para posteriormente a través del estudio estadístico, lograr un análisis significativo que permite determinar la aceptabilidad esperada por el consumidor (ICONTEC, 2007).

La metodología aplicada debe iniciar con la conformación de un panel de evaluadores sensoriales, esto implica la ejecución de una serie de actividades que permitirán la aplicación adecuada de las técnicas de evaluación y garantizar la consistencia y objetividad en los resultados obtenidos para cada perfil de cacao. La Guía Técnica Colombiana 165 presenta este proceso, como la base para la ejecución correcta de la evaluación sensorial, en ella se establece el tipo de juez que debemos tener para la aplicación adecuada de la prueba escogida, en nuestro caso debemos considerar un tipo de juez experto para dar respuesta a la prueba descriptiva que aplicamos.

Según lo establecido por Sancho (1999), el proceso de selección inicia con la preselección, selección de precandidatos,

pruebas de selección, entrenamiento específico, evaluación del entrenamiento específico y análisis de muestras problema. Se aplicaron las siguientes pruebas: sabores básicos, Identificación de aromas, Intensidad de color, Pruebas de pares, dúo – trío y triangular. Con estas pruebas evaluamos la capacidad de cada uno de los candidatos y se procede a la selección del personal.

De acuerdo con (Morales, 2004), la evaluación sensorial se puede hacer mediante tres tipos de jueces: Los jueces expertos, jueces entrenados y jueces consumidores. En este caso, los jueces requeridos son de tipo expertos.

Es necesario proporcionar las condiciones locativas básicas, para la sala de catación o cabinas, para el sitio de preparación de las muestras. El desarrollo de las pruebas se lleva a cabo en un lugar que cumpla con unas condiciones que favorezcan resultados eficientes, debe disponer de una infraestructura adecuada, poseer un instrumental y personal calificado (NTC, 2012).

El método seleccionado según el grado de entrenamiento de los jueces es la prueba de perfil de sabor por consenso, que consiste en que inicialmente, el evaluador trabaja solo, registrando las características o notas de sabor. Tan pronto se tienen las notas de sabor, se recomienda consensuarlas. Con base en las notas definidas se determina el orden de percepción, intensidad, sabor residual o persistente, o ambos, y luego se evalúa la impresión total (NTC 3929, 2009). Se señala que en un licor de cacao se pueden identificar tres tipos de sabores: básicos, específicos y adquiridos (Amores, 2009). Sabores básicos: ácido, amargo, dulce y astringente. Sabores específicos: cacao, floral, frutal y nuez. Sabores adquiridos: moho, químico, verde/crudo y humo.

En la NTC 3929 se establece una escala para la evaluación de la intensidad de cada uno de los atributos descritos, que va de 0 a 5; en nuestro caso se ha ajustado a la que utilizan los laboratorios en Ecuador, Francia, Venezuela y Colombia que va de 0 a 10, nos describe cada uno de los atributos de la siguiente manera:

- 0 = Ausente,
- 1 - 2 = Intensidad baja,
- 3 - 5 = Intensidad media,
- 6 - 8 = Intensidad alta y
- 9 - 10 = Intensidad muy alta/fuerte.

La garantía en los juicios presentados por el panel permite evaluar continuamente a los jueces de forma individual y al grupo de jueces de manera grupal, para eso las herramientas estadísticas dan la metodología y soporte para confirmar la idoneidad de los participantes en el panel de evaluación (Amores, 2009).

Para comprobar esto se utilizó la prueba de t-student para el análisis de los resultados del análisis de muestras relacionadas cuando un mismo juez ha evaluado una muestra y se basa en la comparación de las dos medias, en donde aceptamos la hipótesis nula si no hay diferencia de medias o la rechazamos si hay diferencia.

El otro caso revisado se apoya en la evaluación de muestras independientes, en donde se analizó si hay diferencias en las medias de dos grupos diferentes, de distinto número de jueces o en diferente tiempo, que evalúan la misma muestra (Ramos, 2013), (Amores, 2009) y Sukha (2007).

2. Metodología

El trabajo de investigación se encuentra enmarcado dentro de un estudio descriptivo y de investigación aplicada. A nivel descriptivo, se realizó la gestión de conocimiento de procesos relacionados con la evaluación sensorial del cacao, lo cual incluyó el estudio de procesos y procedimientos de selección de panelistas, pruebas de detección de sabores, pruebas de pares, entrenamientos y memoria sensorial.

Adicionalmente a lo anterior, en lo concerniente a la investigación aplicada corresponde a la adaptación de una metodología que contiene los procesos de selección, registro, edición, procesamiento y evaluación de productos con sus características y atributos. Así mismo se incluyen procesos de entrada y procesamiento de eventos, líderes, jueces, asignación de jueces, evaluación de hipótesis y visualización de resultados que permiten comparar valores procesados con tablas estadísticas utilizando la prueba t-student.

Como parte de la metodología de investigación, teniendo en cuenta que la adaptación del método expuesto incluye el desarrollo de un aplicativo, y que para esto es necesario utilizar técnicas de Ingeniería del Software, se utilizó como procedimiento el ciclo de vida del software, específicamente el denominado ciclo de vida incremental para lo cual, iterativamente, se realizaron actividades relacionadas con análisis de requisitos, diseño de procesos, diseño de interfaces gráficas de usuario, diseño de bases de datos, codificación y pruebas.

De otra parte, y como actividad contemplada en las fases del proceso investigativo, inicialmente los potenciales panelistas conocieron la dinámica de la evaluación sensorial, así como el vocabulario sensorial de uso común en esta actividad. El reclutamiento de los candidatos se efectuó mediante la aplicación de una encuesta inicial. Con esta información se hizo una preselección, confirmando así los principales aspectos claves: tener buena salud, buenos hábitos alimenticios, dis-

posición, disponibilidad de tiempo para capacitarse y ejecutar las pruebas, y el gusto por el producto (GTC 165, 2007). Una vez preseleccionados, se sometieron a pruebas de detección de sabores, olores y colores básicos, se aplicaron pruebas de pares, dúo-trío y triangular con sustancias problema, cuyos resultados fueron examinados mediante el análisis secuencial según la NTC 5278 (2004). Con los aspirantes seleccionados se procedió al entrenamiento específico que permite familiarizar al panelista con la metodología, para conocer y reconocer las percepciones y sensaciones olfato-gustativas; desarrollar competencias y habilidad individual para reconocer, identificar y cuantificar los atributos sensoriales, mejorar la sensibilidad y la memoria sensorial para conseguir juicios consistentes en el momento de evaluar licores de cacao (Ramos, 2013).

Es importante hacer un seguimiento regular del desempeño de los panelistas seleccionados, para asegurar que se siguen cumpliendo los criterios por los cuales fueron seleccionados inicialmente (Pangborn y Pedrero, 1996). La selección de los jueces se logró con lo establecido en la GTC 245 de 2013, el seguimiento y evaluación del entrenamiento de los jueces con los requisitos establecidos en la GTC 246 del 2013. A partir de estos se evaluó la confiabilidad del entrenamiento aplicado a los jueces y así garantizar la reproducibilidad y repetitividad del grupo de jueces. El apoyo tecnológico en estos procesos facilita el desarrollo de las actividades y la toma de decisiones. Es así como el desarrollo de un software que permita la evaluación y comparación de jueces fue importante para evaluar su capacidad e idoneidad para evaluar muestras.

En relación con la adaptación de la metodología, a través del desarrollo del software, que requirió el uso de métodos del ciclo de vida de sistemas de información, y que incluyen inicialmente la etapa de análisis de requisitos, se utilizó la técnica de la entrevista y la de análisis de documentos. A partir de la entrevista se obtuvieron datos relevantes para establecer los procesos y procedimientos relacionados con la determinación de indicadores de repetitividad y reproducibilidad entre grupos de jueces y jueces en forma individual en actividades de la evaluación sensorial del cacao. De otra parte, con base en el uso de la técnica de análisis documental se pudo interpretar el uso y aplicación de la prueba, estadística, t-student para muestras relacionadas.

De acuerdo con la información recopilada, se procedió a determinar las entidades del sistema, las cuales se concretaron a partir de los conceptos y sustantivos obtenidos con base en la entrevista y el análisis documental. A partir de esta información se definió el diseño de los formularios y de las bases de datos. Posteriormente, se procedió, según el

diseño, a generar la base de datos en el sistema gestor libre MySQL y a implementar la aplicación utilizando el lenguaje, libre, de programación PHP. Para el montaje de la base de datos y de los módulos del aplicativo, se adquirió un servicio de hosting.

El proceso de validación del aplicativo, a partir de los datos e información generados en los procesos evaluativos por jueces del panel sensorial, incluyó inicialmente, para el proceso de la entrada de datos, la comprobación de la integridad referencial. Esta validación consistió en la revisión de la existencia de unos pasos lógicos, que incluían el registro previo de ciertos datos, para poder asignar características adicionales. Así mismo se hizo revisión sincrónica, de base de datos, a partir del ingreso de información a través de los formularios generados, con el fin de verificar la efectividad del proceso de registro de esta como base para el procesamiento.

Finalmente, para culminar el proceso de validación, se realizó la comprobación de la eficiencia del procesamiento de datos con base en la salida de información. Para esto, se hicieron pruebas de calidad de software a partir de la verificación de esta salida, con base en un registro de datos que fueron resultado de evaluaciones, previamente desarrolladas por los jueces, del panel sensorial. Con lo anterior se pudo comprobar que los resultados generados por el software, eran confiables comparados con los obtenidos en forma manual, y procediendo a realizar las iteraciones, necesarias, siguiendo todas las fases del ciclo de vida lo cual incluyó la realización de los correctivos necesarios.

3. Resultados

3.1. Implementación

Mediante el uso del Sistema Gestor de Bases de Datos MySQL y del lenguaje de programación PHP, se obtuvieron los formularios correspondientes a las características, atributos, entidades, productos, eventos, producto-característica, producto-evento, producto-evento-atributo y juez-producto-evento, como se muestran a continuación.

De acuerdo con el proceso de diseño realizado, y teniendo en cuenta las entidades resultantes, se creó el menú principal con nueve (9) opciones de acceso organizadas lógicamente, tal y como se muestra en la Figura 1. Es preciso aclarar que en todo proceso de organización de bases de datos existe un orden en el cual se debe registrar la información, teniendo en cuenta la propiedad denominada integridad referencial.

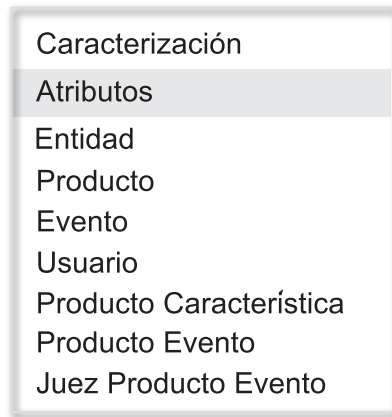


Figura 1. Menú principal.
Fuente: Software Sest-V1.0

Dado que no es posible registrar atributos sin antes haber registrado las características del producto, teniendo en cuenta que los atributos dependen de cada una de ellas, se presenta en las Figuras 2, 3 y 4 la primera entidad implementada, la cual permite registrar, editar o eliminar las características de cada uno de los productos a evaluar.

En la Figura 2 se aprecia el formulario de un nuevo registro; en la Figura 3 el formulario de digitalización y en la Figura 4 la activación del botón de guardado.

CARACTERIZACIÓN

NOMBRE	
SABOR	[edit] [delete]
COLOR	[edit] [delete]
OLOR	[edit] [delete]
TEXTURA	[edit] [delete]

Figura 2. Formulario para registro de características.
Fuente: Software Sest-V1.0

Figura 3. Registro de nueva característica.
Fuente: Software Sest-V1.0

Figura 4. Registro nombre de característica.
Fuente: Software Sest-VI.0

Luego de haberse registrado las características del producto es posible registrar los atributos de cada una de ellas. Para esto se utiliza la entidad que es representada a través del formulario que se observa en las Figuras 5, 6 y 7. Análogamente, a lo que se describió para el primer formulario, se puede intuir los pasos lógicos con cada imagen.

ATRIBUTOS

Atributo	Caracterización	
ACIDEZ	SABOR	[edit] [delete]
ASTRINGENTE	SABOR	[edit] [delete]
CACAO	SABOR	[edit] [delete]
AMARGO	SABOR	[edit] [delete]
FLORAL	SABOR	[edit] [delete]
FRUTAL	SABOR	[edit] [delete]
NUEZ	SABOR	[edit] [delete]
VERDE	SABOR	[edit] [delete]
DULCE	SABOR	[edit] [delete]

Figura 5. Reporte de consolidado de atributos registrados.
Fuente: Software Sest-VI.0

Figura 6. Nuevo atributo.
Fuente: Software Sest-VI.0

Figura 7. Edición atributos.
Fuente: Software Sest-V1.0

Dentro del proceso lógico, se hizo necesario relacionar cada producto con las características ya definidas. Para esto se utiliza la entidad característica-producto representada en el formulario por las Figuras 10, 11 y 12. Para poder realizar dicha relación se creó, previamente, el Formulario Productos (Figuras 8 y 9) que representa a la entidad con el mismo nombre. Como se puede observar es posible generar un nuevo producto, cuando se requiera, así como editarlo o eliminarlo, para posteriormente hacer la relación pertinente.

PRODUCTOS

[+ Nuevo](#) ↻ ☰

NOMBRE	Código	
CHOCOLATE	100	
LICOR DE CACAO	123	
SALSA DE TOMATE	333	

Figura 8. Formulario productos.
Fuente: Software Sest-V1.0

Figura 9. Creación nuevo producto.
Fuente: Software Sest-V1.0

Figura 10. Asignación característica a producto.

Fuente: Software Sest-V1.0

PRODUCTO	CARACTERIZACIÓN	Eliminar
CHOCOLATE 100	SABOR	

Figura 11. Registro de productos y su caracterización.

Fuente: Software Sest-V1.0

PRODUCTO	CARACTERIZACIÓN	Eliminar
CHOCOLATE 100	SABOR	
SALSA DE TOMATE 333	COLOR	
LICOR DE CACAO	SABOR	
LICOR DE CACAO	SABOR	

Figura 12. Edición de productos y su caracterización

Fuente: Software Sest-V1.0

Posteriormente, siguiendo los pasos lógicos, a través del formulario representado en las Figuras 13 y 14 es posible registrar los eventos de evaluación de productos que se van a programar para unas fechas específicas. De igual manera, es posible actualizar o eliminar esta información.

EVENTOS

+ Nuevo Buscar ↻

Nombre	Dirección	Fecha Inicio	Fecha Finaliza		
SESIÓN 2	SAN VICENTE DE CHUCURI	30-Feb-2016	15-Mar-2016	-	
SESIÓN 3	CRA 27#40-43	15-Mar-2016	28-Mar-2016		
SESIÓN 4	Cra 27#40-43	15-Mar-2016	30-Mar-2016	-	
SESIÓN 1	Cra 27#40-43	30-Feb-2016	20-Mar-2016	-	
SESION 5	CRA 27	30-Feb-2016	2-Feb-2016	-	

Figura 13. Creación de eventos de evaluación de producto.
Fuente: Software Sest-VI.0

Nuevo Evento

EVENTO

DIRECCIÓN

Fecha Inicio

Fecha Termina

Seleccionar Documento

Documento seleccionado :

Guardar Cancelar

Figura 14. Edición de eventos de evaluación de producto.
Fuente: Software Sest-VI.0

Registrado el evento se hace necesario integrar esta información con los atributos de un producto, que son los que se evaluarán en cada sesión. Para esto se usa el formulario representado en la Figura 15. Este formulario permite calificar o evaluar el atributo de un producto, en un evento específico, y asignar el juez que realiza esta evaluación.

PRODUCTO EVENTO

ATRIBUTO

ESCALA EVALUACIÓN

JUEZ

Agregar

PRODUCTO EVENTO	ATRIBUTO	ESCALA EVALUACIÓN	JUEZ	Eliminar
SESIÓN 3-LICOR DE CACAO-Lucas Fernando Quintana Fuentes	ACIDEZ	3	EDITH MORENO	
SESIÓN 3-LICOR DE CACAO-Lucas Fernando Quintana Fuentes	ASTRINGENTE	4	EDITH MORENO	
SESIÓN 3-LICOR DE CACAO-Lucas Fernando Quintana Fuentes	CACAO	5	EDITH MORENO	

Guardar

Figura 15. Formato de calificación atributos.
Fuente: Software Sest-VI.0

3.2. Pruebas

En la Figura 16 se observa el resultado de la prueba realizada con el juez Edith Martínez, en dos diferentes sesiones, en fechas diferentes y el sistema presenta la comparación de los datos generando una gráfica de atributos y los datos de t-student calculado y comparado con el dato de t-student de las tablas, estableciendo que no hay diferencia en las medias, por lo que se asume que el juez es consistente en sus juicios, generando juicios repetibles.

En la Figura 17 se presenta la comparación de dos grupos de jueces que participaron en la sesión 3 y la sesión 4, liderada por Lucas Quintana como aparece en la imagen, el sistema compara con la prueba de t-student los resultados establecidos y comparó los valores calculados para t-student y los valores de las tablas estableciendo que no hay diferencia significativa para las dos medias, lo que nos indica que entre los dos grupos de jueces hay reproducibilidad en sus juicios.

En la Figura 18 se observan los jueces que han participado en el proceso de evaluación sensorial del licor de cacao en el marco del proyecto evaluación de modelos de siembra.



Figura 16. Consolidado comparación juez.
 Fuente: Software Sest-V1.0

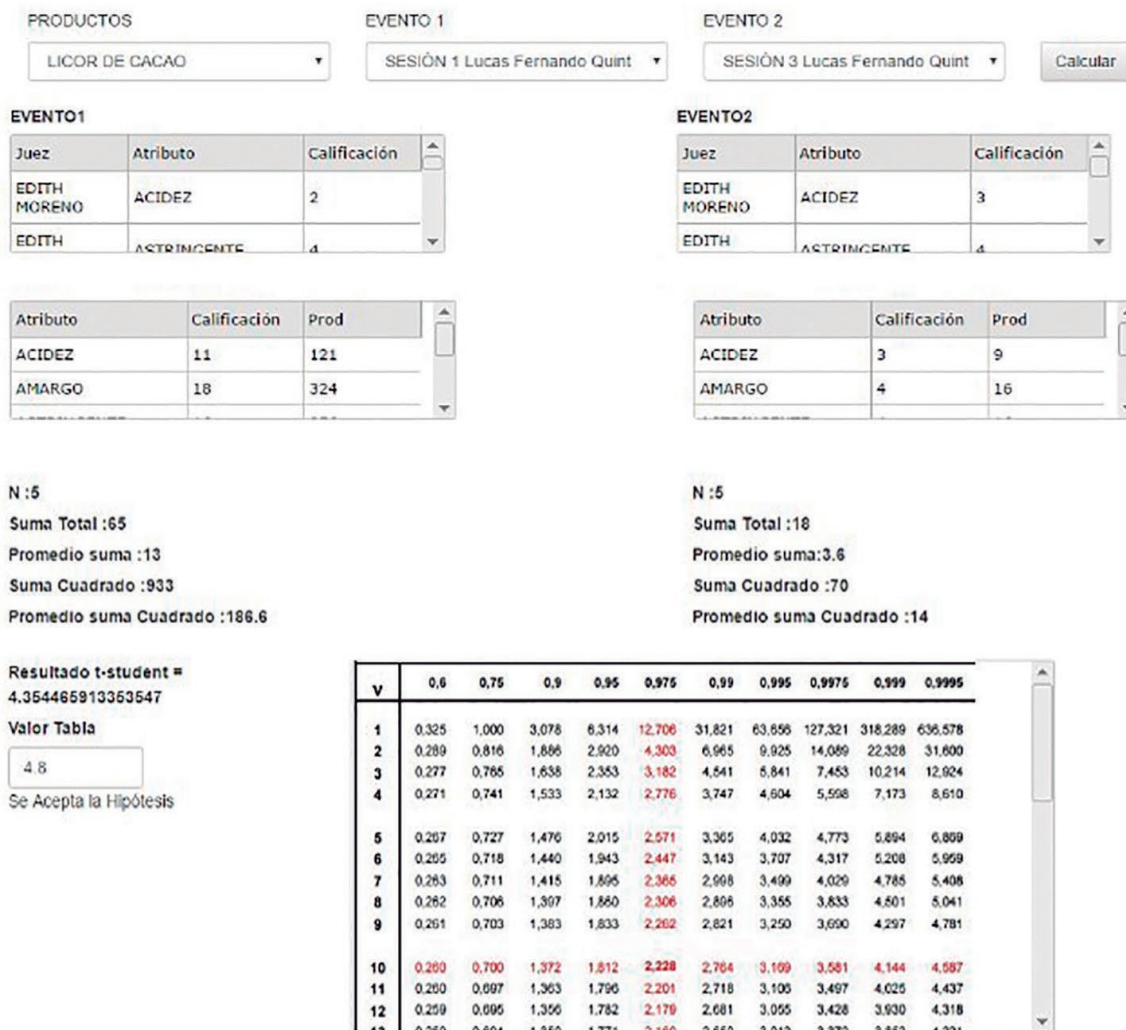


Figura 17. Consolidado comparación grupo de jueces.
Fuente: Software Sest-VI.0



Figura 18. Grupo de jueces expertos de Fedecacao.
Fuente: Los autores.

4. Discusión

Aplicando técnicas de ingeniería del software se determinaron los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. Dentro de los requerimientos funcionales se encontró que:

- Se permitirá ingresar, editar o eliminar las características referentes a un producto determinado como, por ejemplo: sabor, color, textura, olor etc.
- Se podrá ingresar, editar o eliminar los atributos de un producto y su relación con las características. Por ejemplo: el atributo acidez debe relacionarse con la característica de sabor.
- Se podrá ingresar, editar o eliminar los productos con su respectivo código de muestra. Como ejemplo, se podría asignar al producto cacao el código de muestra

999999. Así mismo se podría asignar al producto chocolate el código, por ejemplo, 888888.

- Se deben poder relacionar los productos con cada una de las características. Por ejemplo, del producto chocolate pueden interesarnos su color y su sabor.
- Se podrán crear, editar o eliminar eventos para realizar sesiones de evaluación sensorial. Para cada evento se podrá registrar el nombre, la dirección, la fecha de inicio, la fecha de terminación y adjuntar el archivo con la información general del evento.
- Se podrán crear, editar o eliminar líderes en cada evento que se cree.
- Se podrán crear, editar o eliminar jueces para realizar evaluaciones en cada evento.
- Se podrán realizar la evaluación de las características de un producto en cada uno de los eventos. Para esto se podrán asignar los productos y sus características relacionadas con cada evento. Así mismo se podrá asignar los líderes que dirigen cada evento.
- Se podrá asignar el juez que calificará los atributos de un producto en un evento determinado.
- Se podrá asignar un juez a una entidad, grupo o laboratorio.
- Se podrá evaluar los atributos de un producto en un evento por parte de un juez.
- Se podrá llevar a cabo una evaluación de hipótesis escogiendo el juez y los eventos en los cuales ha participado.
- Se podrá visualizar el resultado de la prueba t.student y se permitirá comparar este con el valor de las tablas, para poder determinar si la hipótesis es o no nula.

De manera similar, se determinaron los requisitos no funcionales que se relacionan a continuación:

- Se instalará el aplicativo en un servidor MySQL.
- El servidor Web debe contener una extensión PHP administrable desde PHP MyAdmin.
- Para acceder al servidor el dominio será www.giaunad.com.
- Se deberá contar con una IP pública.
- Se deberá contar con usuario y clave de acceso al cpanel, para administrar el servidor, la base de datos y los archivos de programa.
- Se deberá tener en el servidor un tráfico ilimitado.
- Se podrán configurar correos corporativos.
- Se tendrá acceso a Bases de Datos.

- Se podrán configurar cuentas para transferencias de archivos FTP.
- Se deberá soportar dominios adicionales para acceso a cpanel, php y MySQL.

Se determinaron las siguientes entidades:

- Eventos: como, por ejemplo: Evento evaluación sensorial del cacao UNAD.
- Tipos de jueces: Hay dos tipos de jueces: Expertos o en entrenamiento.
- Parámetros de evaluación: Son parámetros de evaluación de la intensidad, por ejemplo, = intensidad ausente, 1 a 2 intensidad baja, 3 a 5 intensidad media, 6 a 8 intensidad alta, y 9 a 10 intensidad fuerte o muy alta.
- Líderes: Coordinadores de cada prueba.
- Entidades: Pueden ser grupos o laboratorios.
- Características: Como por ejemplo el sabor, el olor, el aroma, la textura, y demás.
- Productos: Como por ejemplo licor de cacao, chocolates, jugos, salsa de tomate, mantequilla, yogur, etc.
- Escalas de evaluación: Siempre serán del 0 al 10.
- Jueces: Pueden ser jueces expertos o jueces en entrenamiento.
- Atributos: tales como acidez, amargo y demás.

Se establecieron las relaciones existentes entre las entidades:

- Un producto tiene muchas características
- Una característica puede estar asociada a muchos productos
- Un juez pertenece a un tipo de juez
- Un tipo de juez puede ser asignado a muchos jueces
- Un evento es organizado por un líder
- Un líder puede organizar muchos eventos
- En un evento se evalúan muchos productos
- Un producto puede ser evaluado en muchos eventos.
- De un producto, en un evento específico, se pueden evaluar muchos atributos.
- Un mismo atributo puede ser evaluado a muchos productos en un evento particular.
- Un parámetro de evaluación puede asignarse a muchos valores de la escala de evaluación.
- Una escala de evaluación corresponde con un único parámetro de evaluación.

- Un juez puede pertenecer a una entidad.
- Una entidad puede incluir muchos jueces.
- Un juez puede evaluar muchos productos en un evento específico.
- En un evento particular un producto puede ser evaluado por muchos jueces.

Se asignaron llaves primarias o únicas a las entidades, así:
Llave primaria para la entidad:

- Eventos: Código del evento.
- Tipos de jueces: Código para el tipo de juez
- Parámetros de evaluación: Consecutivo del parámetro.
- Líderes: Código del líder.
- Entidades: Código de la entidad
- Características: Código de la característica.
- Productos: Código del producto
- Escalas de evaluación: Consecutivo de la escala
- Jueces: Código del juez.
- Atributos: Código del atributo.
- Se asignan los atributos a cada entidad:
- Para las entidades padres:
- Eventos, para cada evento, se asignaron: código, nombre, fecha de inicio y fecha de terminación.
- Tipos de jueces, para cada juez, se asignaron: código y nombre.
- Parámetros de evaluación: código y descripción.
- Líderes: código, cédula y nombre.
- Entidades: código y nombre
- Características: código y nombre.
- Productos: código, nombre, código de la muestra de tres dígitos.
- Atributos: código y nombre

Para las entidades hijas de un solo padre:

- Escalas de evaluación: consecutivo, calificación y código del parámetro de evaluación.
- Jueces: código, nombre y código de la entidad a la que pertenece.

Para las entidades hijas de dos padres:

- Características y productos: consecutivo, código de la característica, código del producto.

- Jueces y tipos de jueces: consecutivo, código del juez y código del tipo de juez, fecha de inicio, fecha de terminación.
- Producto y evento: consecutivo, código del producto, código del evento, código del líder que coordinará la evaluación del producto o muestra en el evento, fecha de evaluación de la muestra en el evento.
- Producto, evento y atributo: consecutivo, consecutivo de producto-evento, código del atributo, código del juez.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos se comprueba que el entrenamiento realizado a los jueces fue el adecuado y que los juicios establecidos en el proceso de evaluación del licor de cacao en el proyecto de evaluación de modelos de siembra son confiables, se garantiza que existe un grado de repetitividad para cada juez con un error del 0,05% y de reproducibilidad entre jueces, también con un error del 0,05%.

5. Recomendaciones

Aunque para el aplicativo implementado, se hizo uso de técnicas de análisis de requisitos, para la determinación de los requerimientos, se propone revisar otras técnicas, de carácter cualitativo, para generación de conocimiento que contemple, a partir de la definición de ámbitos de indagación, la generación de categorías de análisis de los requisitos finales que deben contemplarse en procesos de evaluación sensorial del cacao.

A pesar de que los requisitos obtenidos fueron validados por el grupo de trabajo, se recomienda para una nueva propuesta de implementación proponer el uso de otras metodologías de investigación que permitan integrar los objetos de estudio con los tipos de conocimiento. Lo anterior con el fin de lograr una caracterización y un planteamiento de las problemáticas de manera más asertiva.

Es importante destacar la forma como el grupo de trabajo, mediante una participación inductiva, decidió plantear las necesidades para el proceso de evaluación sensorial, lo que permitió recoger ideas relevantes para la caracterización del dominio del problema y de la tecnología a utilizar para su mejoramiento.

Se sugiere que en adelante, para la implementación de módulos de software, relacionados con diversos procesos para análisis similares, se tenga en cuenta la integración que deben tener estos con los desarrollados, a partir de este proyecto, con el ánimo de consolidar un sistema de información, con elementos sinérgicos y con objetivos holísticos,

de acuerdo con los objetivos macros planteados por las organizaciones, como por ejemplo Fedecacao, que le apuntan a procesos de evaluación sensorial del cacao.

6. Conclusiones

La aplicación de técnicas de análisis de requisitos, realizada al proceso de evaluación sensorial del cacao, con base en el proceso de investigación y siguiendo el ciclo de vida de un sistema de información, permitió determinar los requerimientos para la implementación de una metodología, plasmada en el aplicativo de software a partir del uso de técnicas de ingeniería de requisitos.

El proceso de validación de resultados, a partir de los datos de entrada con el software implementado, garantiza la existencia de una herramienta tecnológica que optimiza los procesos de recolección, procesamiento y salida de información para la realización del análisis de indicadores de repetitividad y reproducibilidad de jueces en el proceso de evaluación del perfil sensorial del licor de cacao (*Theobroma cacao L.*).

Se observa que no existe una diferencia evidente entre los resultados obtenidos por cálculos manuales y los generados por la aplicación. Por el contrario, se muestra una mejor organización para realizar eventos con procesos eficaces de evaluación sensorial y comparación de resultados individuales y entre diversos jueces, en los procesos de análisis presentados.

La generación de herramientas tecnológicas, a partir de la ingeniería del software, para el apoyo de procesos como el de la evaluación sensorial del cacao, permite un avance significativo y propende por el desarrollo de proyectos de investigación, en temas pertinentes, de la ingeniería de alimentos para permitir la toma de decisiones con resultados rápidos y oportunos.

El software desarrollado facilita a los investigadores el seguimiento al desempeño de los jueces en la evaluación sensorial, dando objetividad a los resultados obtenidos en forma tanto individual como grupal.

El apoyo al proceso de investigación en evaluación sensorial con la implementación de este software es importante por la continuidad dada al proceso de mejora de la aplicación de diferentes normas, como se realizó con anterioridad con el desarrollo del software para preselección y selección de jueces, y el software para establecer perfiles sensoriales, en los proyectos “Evaluación sensorial del cacao producido en San Vicente de Chucurí” (2011), y “Evaluación de la calidad sensorial del grano de cacao en tres pisos térmicos de la

zona de San Vicente de Chucurí para los clones CCN 51, ICS 60 e ICS 95” (2013).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

- 1 AMORES, F., PALACIOS, A., JIMÉNEZ, J. y DAPENG, Z. Entorno ambiental, genética, atributos de calidad y singularización del cacao en el nororiente de la provincia de Esmeraldas, Quevedo Los Ríos: INIAP, 2009.
- 2 ANZALDÚA, M. Antonio. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial ACRIBIA SA Zaragoza, España. Año, 1994, p. 84-87.
- 3 CARPENTER, Roland P., et al. Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Acribia, 2002.
- 4 CARPENTER, Roland P.; LYON, David H.; HASDELL, Terry A. Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control. Springer Science & Business Media, 2012.
- 5 CHRISTEL, M. y KANG, K. Issues in Requirements Elicitation, Pittsburgh: Carnegie Mellon University, 1992.
- 6 DOE, J. Recommended Practice for Software Requirements Specifications (IEEE). IEEE, New York, 2011.
- 7 HSIA, P., DAVIS, A. y KUNG, D. Status report: requirements engineering IEEE Software, Colorado: IEEE, 1993.
- 8 IBÁÑEZ MOYA, Francisco; BARCINA ANGULO, Yolanda. Análisis Sensorial de Alimentos: Métodos y Aplicaciones. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica, 2001.
- 9 ICONTEC. GTC 165. Análisis sensorial. Metodología. Guía General, Bogotá: ICONTEC, 2007.
- 10 ICONTEC. GTC 178-2. Análisis sensorial. Guía general para el personal de un laboratorio de evaluación sensorial PARTE 2 reclutamiento y formación de líderes del panel, Bogotá D.C.: ICONTEC, 2009.
- 11 ICONTEC. ICONTEC. NTC 3929. Análisis sensorial: Metodología. Métodos del perfil del sabor., Bogotá D.C.: ICONTEC, 2009.
- 12 IEEE. IEEE std-1074. Standard for Developing Software Life Cycle processes, 1998. ISBN
- 13 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Icontec. (2004). NTC 5278. Análisis sensorial. Análisis secuencial. Bogotá D.C.: ICONTEC.
- 14 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Icontec. (2012). GTC 226. Análisis sensorial. Guía general para el diseño de cuartos de prueba. Bogotá D.C.: ICONTEC.
- 15 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Icontec. (2013). GTC 245. Análisis sensorial. Guía general para la selección y seguimiento de evaluadores. Parte 1. Evaluadores seleccionados. Bogotá D.C.: Icontec
- 16 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Icontec. (2013). GTC 246. Análisis sensorial. Guía general para la selección y seguimiento de evaluadores. Parte 2. Evaluadores sensoriales expertos. Bogotá D.C.: Icontec

- 17 ISO/IEC. ISO/IEC 12207. Systems and Software Engineering—Software Life Cycle Processes, 2008.
- 18 LUEDKE, B. Requirements gathering with storyboards, IBM developer Works, 2008.
- 19 MORALES, A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica, Zaragoza: Acribia, 2004.
- 20 PRESSMAN, R. Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. México: McGraw-Hill, 2010.
- 21 QUINTANA-FUENTES, Lucas Fernando, et al. Conformación de un panel de jueces en entrenamiento para el análisis sensorial de licores de cacao obtenidos de diferentes modelos de siembra. Entramado, 2016, vol. 12, no 2, p. 220-227.
- 22 QUINTERO, J. y ANAYA, R. MDA y el papel de los modelos en el proceso de desarrollo de software. Revista EIA, pp. 131-146, 2007.
- 23 RAMOS, G., GONZÁLEZ, N. y ZAMBRANO, A. Olores y sabores de cacao (*Theobroma cacao L.*) Venezolanos obtenidos usando un panel de catación entrenado. Revista Científica UDO Agrícola., 2013.
- 24 SANCHO, J., BOTA, J. y DE CASTRO, E. Introducción al análisis sensorial de los alimentos., Barcelona: Edicions Universitat de Barcelona, 1999.
- 25 SILBERSCHATZ, A., KORTH, H. y SURDACHAN, S. Fundamentos de Bases de Datos, Madrid: McGraw Hill, 2002.
- 26 SOMMERVILLE, I. Ingeniería del Software. México: Editorial Pearson, 2005.
- 27 STEVENSON, C., CORVEN, J. y VILLANUEVA, G. Manual para el análisis de cacao en el laboratorio, San José, Costa Rica: IICA, 1993.
- 28 SUKHA, D., BUTLER, D., UMAHARAN, P y BOULT, E. The use of an optimised organoleptic assessment protocol describe and quantify different flavour attributes of cocoa liquors made from Ghana and Trinitario beans. Eur Food Res Technol. Springer-Ver, 2007.
- 29 MEDINA, J., QUINTANA, L. Software evaluación sensorial prueba de t-student para muestras relacionadas – SEST. [Programa de Computador en disco]. Versión 1.0. Bucaramanga (Colombia). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Junio de 2016.