

ANÁLISIS PARA VALORAR LA CALIDAD NUTRIMENTAL DEL PAN DE CAJA CON HARINA DE HONGO COMESTIBLE

Ángel Eduardo Márquez Ortega

Profesor de Tiempo Completo en el TESCHI, Miembro del Cuerpo Académico reconocido por PRODEP. Dicta cátedra: En la División de Ingeniería Química e Ingeniería en Mecatrónica

Guillermina Pérez González

Profesora de Tiempo Completo, Miembro del Cuerpo Académico reconocido por PRODEP. Dicta cátedra: En la División de Ingeniería Industrial y Licenciatura en Administración. En el Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán

María Dolores Coria Lorenzo

Profesora de Tiempo Completo, Colaboradora del Cuerpo Académico reconocido por PRODEP. Dicta cátedra: En la División de la Licenciatura en Administración. En el Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: En el presente trabajo se utiliza la Estructura de Desglose de Tareas (EDT), para el análisis nutrimental al pan de caja adicionado con diferente harina de hongo comestible denominado, *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Agaricus bisporus* y *Lactarius indigo*. Este análisis químico proximal, muestra que la proteína y fibra del pan aumenta significativamente, con la disminución del contenido de grasa y carbohidratos. Por otro lado, los minerales se mantuvieron constantes en cada una de las muestras de pan que se enriqueció con el hongo. Este método develó que el pan adicionado con harina de *Pleurotus* presentó diferencia significativa en atributos de color y sabor con respecto al control, así como la mejor aceptación en aroma, textura. Este proceso de evaluación de la calidad es una alternativa más para mejorar los alimentos de anaquel industrializado y darle un plus en la mejora productiva con insumo natural y calidad nutrimental.

Palabras clave: Estructura de Desglose de Tareas, proceso de producción, pan de caja, harina de hongo comestibles, calidad nutrimental.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los hongos comestibles juegan un papel importante en diversos entornos (económico, social, cultural, etc.), debido a que tienen un impacto socioeconómico importante en diversas comunidades de nuestro país; esto se debe a los beneficios de diversa índole que presentan, tal como, el nutricional, medicinal entre otros (Ancona *et al.*, 2011). Además, en México se han identificado más de 200 especies de hongos comestibles de los cuales solo el 55% se comercializan en los mercados de algunas entidades del Estado de México, Ciudad de México, Veracruz, Hidalgo, Michoacán y Morelos (Mariaca *et al.*, 2001).

Por otro lado, estos seres vivos son organismos que han adquirido un valor gastronómico importante en la actualidad, ya que crecen en la naturaleza en diversos sustratos, algunos de estos pueden ser cultivados en condiciones controladas en cuartos de cultivo y también presentan propiedades alimenticias, lo cual genera un interés inherente porque pueden adquirir fácilmente certificados ecológicos, orgánicos o biológicos, por lo que son recolectados y procesados para su venta a bajo costo. En algunos países desarrollados, la tendencia es consumir alimentos sanos, bajos en calorías con una menor presencia de colesterol, lo cual es percibido por las personas que aprecian los gustos y aromas delicados de los hongos y los consideran productos especiales, es por ello, que pueden pagar precios elevados (Deschamps, 2002). En este contexto, los hongos comestibles pueden ser una alternativa para obtención de productos nutracéuticos utilizando técnicas o procesos biotecnológicos, debido a que presentan algunas otras propiedades benéficas como anticancerígenas, antitumorales, hipocolesterolémicas, antivirales, antibacterianas o inmunomoduladoras, debido a que contienen metabolitos bioactivos en algunos casos, como en los casos de los géneros *Agaricus*, *Flammulina*, *Grifola*, *Pleurotus* y *Letinula* (Suárez y Nieto, 2013).

Asimismo, los alimentos con propiedades nutrimentales han tomado fuerzas en su comercialización porque presentan aportaciones funcionales hacia el consumidor, es decir, existen alimentos derivados de los hongos comestibles que ofrecen bajar de peso, energizantes, antioxidantes, hipocolesterolémicos entre otros; sin embargo, en nuestro país no hay una regulación en materia de alimentos funcionales con respecto a que existan evidencias científicas acerca de su efecto en el ser humano (Pérez *et al.*, 2010).

En la elaboración de un alimento funcional dirigido a la nutrición del ser humano se debe tomar en cuenta diversos factores, dentro de los que se destacan: la adecuación dentro de la formulación del producto para la incorporación o sustitución de ingredientes manteniendo sus características fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales, asimismo, se mide el nivel de consumo del alimento para modificar la ingesta del producto por la población a quien se dirige el consumo del bien. En el caso específico de la población mexicana, se tiene el registro de consumo preferente de tortillas y pan (Neri *et al.*, 2016), debido a lo anterior, el pan es un producto que se adecua muy bien a la adición de sustancias de interés nutricional (Ronda *et al.*, 2012).

En la industria alimentaria en general, las compañías que se dedican a la elaboración y distribución de pan de caja, en particular, se esfuerzan por lograr productos que aporten los nutrientes específicos en beneficio a la salud, para lo cual se sustituyen o incluyen ingredientes para obtener productos de panificación que contengan después de su procesamiento un aporte funcional en la ingesta e impacte en el ciclo de vida del ser humano. Finalmente, se puede mencionar que los alimentos funcionales deben tener procesos por los cuales se puedan identificar o evaluar su calidad nutrimental.

Por otra parte, una de las áreas de conocimiento que ha tomado auge dentro de la administración es la Estructura de Desglose de Tareas o Trabajo (*Work Breakdown Structure*). Este se encuentra definido en el PMBOK (2001), como: “un conjunto de elementos de proyecto orientado a los entregables que organiza y define el alcance total del trabajo del proyecto. Cada nivel descendiente representa un incremento en el detalle de la definición del trabajo del proyecto”, es decir, las principales características de este método

es la representación del trabajo como una actividad, en la cual cada una de estas tiene resultados tangibles llamados entregables; además, se puede representar a partir de una estructura jerarquizada (Taylor, M. D., 2009).

En la Estructura de Desglose de Tareas (EDT) se debe identificar el alcance básico y una vez ocurrido esto se genera la primera versión, la cual puede ser ajustada conforme se tenga mayor claridad en el trabajo a desarrollar. Por lo anterior, el objetivo esencial es asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo necesario eliminando así, lo innecesario. Además en la industria actualmente se deben aplicar las experiencias humanas, las cuales generar la mejora continua de los procesos y con ello, planificar con éxito los proyectos al introducir previamente metodologías coordinadas que plasmen las ideas de forma organizada y sistemática a través de técnicas cuantitativas y cualitativas con la finalidad de obtener resultados óptimos en la toma de decisiones a favor de la desmaterialización de los recursos (Futrell *et al.*, 2001).

Por lo anterior, en este trabajo se muestra un caso sencillo del uso de la Estructura de Desglose de Tareas (EDT), que persigue la normalización del modelaje como estándar, donde se hace referencia al uso del modelo gráfico de las fases de un proyecto como se propuso en 2009, por el *Project Management Institute* (PMI) en el documento “Practice Standard for Work Break Down Structures” en coordinación con la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad EFQM (*European Foundation for Quality Management*). En este documento el PMI recomienda utilizar estándares o herramientas novedosas que permita combinar estas prácticas como un estándar de administración estratégica en los proyectos. Con las bases anteriores, este proyecto propone la administración estratégica en el proceso de elaboración del

pan de caja adicionado con harina de hongo comestible; este consiste en la valoración de la calidad de las características nutrimentales y sensoriales del pan de caja y así determinar si existe una diferencia significativa en el producto final para su consumo.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

PLANIFICACIÓN DE TAREAS POR PROCESOS (PTP)

Para el siguiente trabajo se propuso esta metodología en el análisis de la calidad del pan de caja adicionado con harina de hongo comestible con la finalidad de optimizar recursos y tiempo. La alternativa es modelar el procedimiento de elaboración del pan y su análisis nutrimental mediante la Estructura de Desglose de Tareas (EDT) y así tener una operatividad flexible y amigable para el usuario no calificado en la administración de la producción del sistema organizacional operativo, por lo que, la estrategia a seguir fue planificar las tareas y sub-tareas de cada nivel, originando las diferentes fases del proyecto que desarrolle sus procesos y procedimientos, involucrando las actividades emergentes, con la finalidad de modelar en forma fácil y sencilla las tareas para el buen entendimiento del usuario no calificado pero conocedor de los procesos para obtener la calidad nutrimental del pan de caja. La ventaja del método de la planificación de tareas por EDT es su sencillez de sistematización, eficiencia y optimización de recursos en tiempo y forma al involucrar ordenadamente la metodología de PTP, las actividades y entregables, incluyendo el impacto a la salud, bienestar y economía de las personas, planificando la elaboración, análisis cuantitativo y cualitativo, así como la calidad del producto.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la presente sección, se describe detalladamente el proceso desarrollado para

la elaboración del pan de caja adicionado con harina de hongo de acuerdo al área operativa y la determinación de la calidad nutrimental como se observa en la figura 1.

PASO 1. VARIEDADES DE HONGO COMESTIBLE

Las variedades de hongo utilizadas en esta investigación fueron de tipo comercial, que se adquirieron en la Central de Abastos de la Ciudad de México, las cuales fueron: *Lentinula edodes* (Shiitake), *Pleurotus ostreatus* (Seta), *Agaricus bisporus* (Champiñon) y *Lactarius indigo* (Tintal). En primer lugar, se pesó 200 g de cada hongo en fresco, posteriormente se colocaron por separado en una estufa de convección a 70°C durante 48 horas para su secado. Una vez terminado el proceso de secado, se retiraron los cuerpos fructíferos del resto del hongo y fueron molidos en seco por un tiempo de 5 minutos. La harina obtenida se pasó por un tamiz de malla de 100 µm de abertura para su separación por tamaño de partícula para después ser almacenada en un recipiente sellado a 4°C para su posterior utilización.

PASO 2. PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR EL PAN DE CAJA

En la elaboración del pan de caja, se preparó una pasta mezclando 10 g de harina de hongo (Shiitake, Seta, Champiñon y Tintal) con 2 g de levadura fresca y 20 mL de agua en un recipiente tapado herméticamente, el cual se mantuvo a una temperatura de 40°C durante 18 horas. Posteriormente, se adicionaron a esta preparación 190 g de harina de trigo y 19 g de leche en polvo mezclándose hasta llegar a homogenizar los polvos; después se incorporaron las soluciones de levadura (24 g de levadura en 100 mL de agua) y NaCl-Sacarosa (8:40 en 100 mL de agua, ambas soluciones fueron preparadas antes de utilizarse), así como 16 g de manteca y agua

hasta llegar a un volumen de 100 mL, con un amasado constante y homogéneo. Al finalizar el proceso anterior, se obtuvo una masa suave y elástica, que al momento de estirla no se fragmentó, la cual se dejó fermentar a 40°C durante 30 min. Pasado el tiempo de fermentación, la masa preparada se moldeó y se colocó en un recipiente de acero inoxidable para dejarla reposar por 30 min. Finalmente, se horneó a una temperatura de 180°C, durante 25 min \pm 5 min. Por otra parte, se realizó un control elaborado únicamente con harina de trigo.

PASO 3. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL DEL PAN DE HONGO

El análisis químico proximal se llevó a cabo siguiendo las metodologías oficiales de la A.O.A.C. (2000). Estas son con respecto a la determinación de: humedad por el método de la estufa (método No. 14004), cenizas por incineración (método No. 14006), proteína cruda por kjeldahl (método No.2.049), fibra cruda por hidrólisis ácida y alcalina (método No.7.054), extracto etéreo por el método de Soxhlet (método No. 7.056) y extracto libre de nitrógeno (por diferencia). Los reactivos empleados para estos ensayos fueron grado reactivo analítico de Sigma-Aldrich. Finalmente, se menciona que las pruebas se realizaron por triplicado.

PASO 4. DETERMINACIÓN DE COLOR

El color de las migas del pan con harina de los diversos hongos comestibles, se determinó de acuerdo con Beta (2001) (Beta *et al.* 2001), usando un colorímetro Hunter Lab Color Flex EZ (Hunter Lab, Reston Virginia, EUA) con iluminante D65, 10° y apertura 1.25". Además se calibró el equipo acorde al fabricante y se tomó la lectura de muestra por triplicado, rotándola 90° entre cada lectura. Finalmente, se determinó el parámetro L, correspondiente

a luminosidad, todo ello con ayuda de un sistema está equipado con software universal de la versión 3.1.

PASO 5. PRUEBAS SENSORIALES

Los diferentes trozos de pan de caja elaborados con harina de hongo, se evaluaron según la metodología descrita por Meilgaard (2006) para el test preferencial, en la cual se utilizó un panel de 15 jueces semientrenados de ambos sexos entre 18 y 25 años. En este análisis, la evaluación sensorial se realizó sobre la textura, color, aroma, sabor, esponjado y salado. Para esta prueba se utilizó una escala hedónica de 5 puntos en la cual cada panelista calificó del 1 al 5; donde 1 corresponde a malo, 2 es regular, 3 es bueno, 4 es muy bueno y 5 es excelente.

PASO 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos obtenidos en la experimentación se realizó utilizando el software Statgraphics, el cual realiza la prueba de ANOVA para determinar diferencias significativas entre los tratamientos, con un nivel de 95 por ciento de confianza.

RESULTADOS

El trabajo está estructurado con una sección sucesiva, la cual proporciona el modelo acentuado en la EDT con su respectiva planificación de tareas, la cual permite clasificar este proyecto en cuatro niveles o fases, distribuidas en cuatro bloques de tareas estratégicas que deriva de la compartición e interdependencia de veintidós actividades para toda el área operativa del proyecto, como se muestra en la figura 2. La administración estratégica de la producción del pan de caja adicionado con harina de hongo comestible reconoce la planificación de las actividades del proceso al sistematizar y coordinar ordenadamente la consumación de

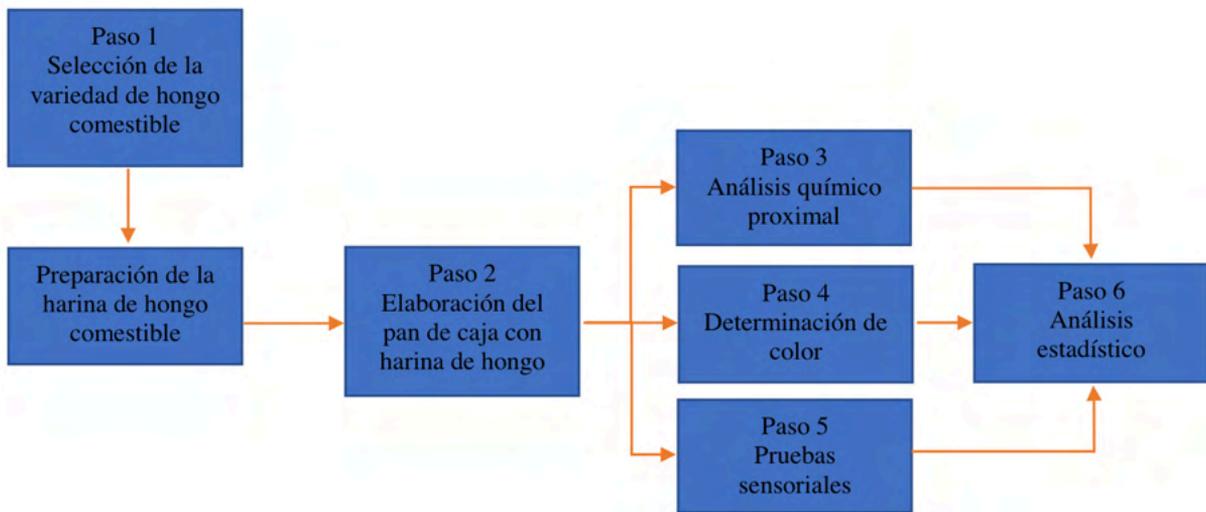


Figura 1. Metodología aplicada en el área operativa en la elaboración del pan de caja adicionado con harina de hongo comestible y las pruebas para determinar su calidad de valor nutrimental.

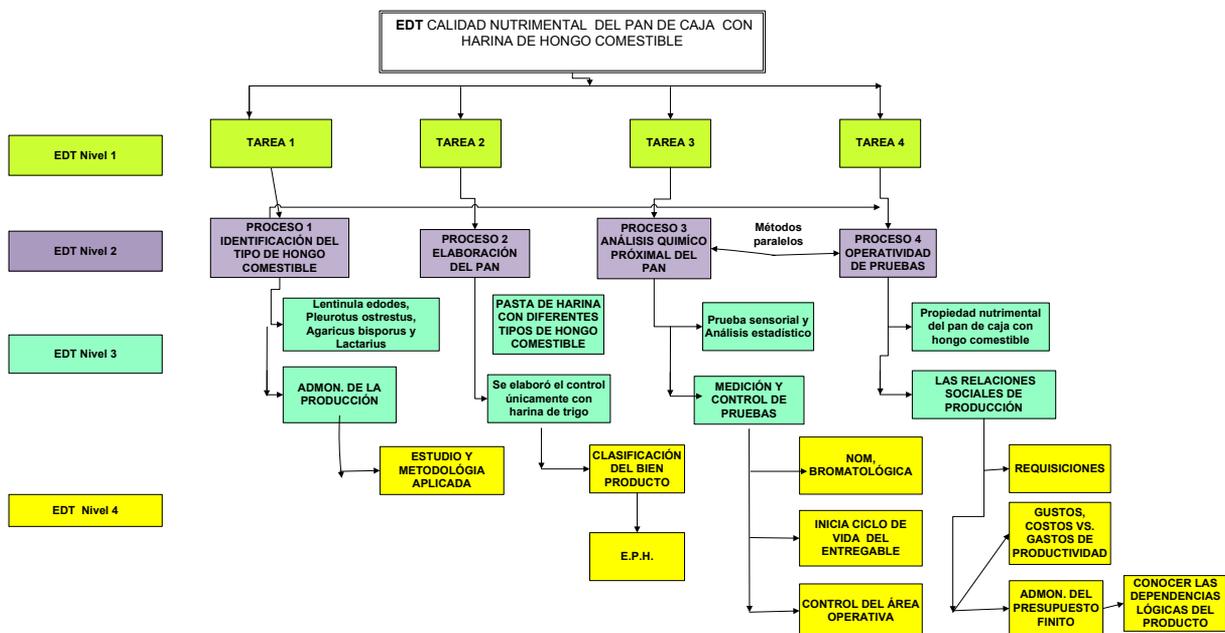


Figura 2. Modelo de la EDT de cuatro tareas con cada una de sus actividades, clasificadas en cuatro niveles por proceso, en las cuales se muestra la interrelación entre estos parámetros identificados por colores.

una metodología eficiente de secuenciación de tareas en sus dependencias lógicas con la compartición de recursos de diferente índole.

Como se muestra en el diagrama anterior, la primera línea horizontal representa cada una de las tareas dentro del sistema de elaboración del pan de caja de forma general. Cada una de las tareas representa una actividad general, las cuales se ubican en el segundo nivel y muestra cada proceso como es la identificación del tipo de hongo comestible, la elaboración del pan y los análisis químicos que están relacionados paralelamente con la operatividad de las pruebas. Por otro lado, el tercer nivel comprende tareas específicas acerca de las pruebas experimentales relacionadas con las propiedades nutritivas de cada tipo de hongo comestible y su relación con el entorno social en el cual pueden ser distribuidas. Finalmente, el cuarto nivel está representado por estudios metodológicos referentes a la clasificación del buen producto tomando en cuenta las Normas Oficiales Mexicanas para la determinación de parámetros nutrimentales y sensoriales que definen al ciclo de vida del entregables. Asimismo, el control del área operativa requiere de diversas requisiciones acerca de los gustos de las personas, los costos de productividad para definir la factibilidad de mercado del producto final como alimento funcional.

Por otra parte, este tipo de metodología demuestra claramente como la EDT ayuda a realizar con mayor facilidad las técnicas experimentales utilizadas para la elaboración del pan de caja, como se explica en la descripción del proceso y los análisis de calidad realizados; esto se debe a que la Planificación de Tareas por Proceso desarrollo la optimización de recursos y costos durante la práctica y así mejorar la sistematización del método científico.

De acuerdo al procedimiento EDT, se llevó a cabo la experimentación donde se pudo observar la producción de la harina de los diferentes tipos de hongo comestible, las cuales presentaban diversas características diferentes a la harina de trigo, como es el color, sabor, aroma, esto se debe al contenido de proteínas que presentan, lo cual modifica sus atributos o bien algunos otros factores físicos como la temperatura o reducción de tamaño de partícula.

Por lo anterior, al elaborar el pan de caja adicionado con harina de hongo comestible mostró que el pan adicionado con harina de *Pleurotus* presenta más similitud con el realizado con harina de trigo, seguido de *Lentinula*, *Lactarius* y *Agaricus* en textura, esponjado y salado como se muestra en la figura 4 y 5.

Asimismo, la evaluación del color mostró diferencia significativa en cada muestra con

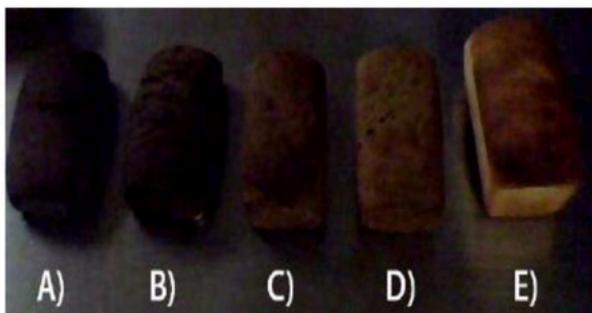


Figura 4. Pan de caja adicionado con harina de hongo comestible: A) Champiñón, B) Tintal, C) Shiitake, D) Seta, E) Control.



Figura 5. Corte transversal del pan de caja: A) Control y B) *Pleurotus ostreatus*.

respecto al pan de caja control (Figura 5), esta se puede atribuir a la composición de la distinta harina utilizada por los posibles pigmentos como los polifenoles totales.

Con respecto a los aportes nutrimentales y sensoriales mostraron en el análisis experimental un aumento significativo de 3 veces el contenido de proteínas cuando se adicionó harina de *Agaricus* con respecto al pan control. Este aporte se debe principalmente a las características proteicas de los hongos comestibles. Además, el contenido de grasas y carbohidratos disminuyó debido al mínimo contenido presente en los cuerpos fructíferos del hongo respecto a las demás estructuras.

El pan de caja con harina de hongo comestible mantiene su contenido de cenizas, mientras que la fibra dietética presenta un aumento significativo de aproximadamente el 50%. Todo lo anterior, incorpora un aumento en la calidad nutrimental del pan.

En estudios realizado por diversos autores (Almazán, 1990; Granito y Guerra, 1995) se ha incorporado en la formulación de los diferentes tipos de pan la fibra dietética, con el propósito de elaborar un pan benéfico en cuanto a su aporte nutrimental y como alimento funcional, debido a que esta fibra se encuentra relacionada con la disminución del índice glucémico en sangre en personas con diabetes, coadyuvante en el tratamiento de enfermedades coronarias, cáncer de colón, entre otras (Jenkins y col., 2000).

Por el lado del análisis sensorial, se observó la aceptabilidad del pan de caja enriquecido con el hongo Seta (*Pleurotus ostreatus*) por parte de los jueces fue la que presento menos diferencias significativas en los atributos evaluados con respecto al pan de caja sin adición de hongo comestible.

El resultado obtenido en esta investigación es semejante a lo reportado por Ronda (2012), en donde se enriqueció a la muestra de pan

sin gluten con β -glucanos extraídos del hongo *Pleurotus ostreatus*, este trabajo no presentó un deterioro de la calidad en los productos de panificación, por el contrario su calidad aumenta al estar enriquecido con fibra y proporcionar compuestos con propiedades inmunológicas y antitumorales.

El siguiente paso como se muestra en el nivel cuatro es introducir algunas otras propiedades como trozos pequeños de hongo comestible, o bien modificar la formulación y así introducir este tipo de pan a diferentes tipos de mercados entre ellos, al mercado gourmet.

CONCLUSIONES

Se concluye que la administración estratégica mediante la EDT, genera una mejora en el proceso de elaboración de pan de caja adicionado con hongo comestible, debido a que hace más eficiente la metodología experimental y refuerza el método científico, así también la ordena, organiza y sistematiza. Lo anterior, con la finalidad de incentivar la aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas en los análisis físicos, químicos realizados a los productos como este caso de estudio. Esto beneficiaria en el área alimenticia, ya que, los procesos de calidad mejorarían en tiempos y costos de fabricación o bien en los análisis de calidad realizados y así identificar claramente los entregables del proyecto debido a que su ejecución y control producen resultados satisfactorios.

REFERENCIAS

- Almazán AM. "Effect of cassava flour variety and concentration on bread loaf quality". *Cereal Chem.* Num. 67. 97-99. 1990.
- AOAC, W. H. "Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists". *Association of Official Analytical Chemists*, Arlington, VA, USA. 1990.
- Ancona, L., Rejón, M. and Flores, A. "Preferences of mushroom consumers in the supermarkets of Mérida, Yucatán, México". *Quinta Epoca.* NUm. 28, 557-565, 2011.
- Beta, T., Corke, H., Rooney, L. W., and Taylor, J. R. N. "Starch properties as affected by sorghum grain chemistry". *J. Sci. Food and Agri.*, Num. 81, 245-251, doi:10.1002/1097-0010(20010115)81:2<245::aid-jsfa805>3.0.co;2-s, 2011.
- Deschamps, J. R. "Hongos silvestres comestibles del Mercosur con valor gastronómico". *Documento de Trabajo. Universidad de Belgrano* Num. 86, 2002.
- Futrell, R., Shafer, D., Shafer, L. "Quality Software Project Management". *Software Quality Institute Series.* Prentice Hall PTR. 1ra Edición. 2001.
- Granito, M., and Guerra, M. "Uso del germen desgrasado de maíz en harinas compuestas para panificación". *Arch. latinoam. nutr.*, Num. 45, 322-328, 1995.
- Jenkins D. J., Kendall W. C. and Vuksan W. "Viscous fibers, health claims and strategies to reduce cardiovascular disease risk". *Am. J. Clin. Nutr.* Num. 71, 401-412, 2000.
- Mariaca, R., Silva, L. C. and Castaños, C. A. "The harvesting and commercialization of edible wild fungi in the Valley of Toluca, México". *Ciencia Ergo Sum.* Num. 8, 30-40, 2001.
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T., and Civille, G. V. "Sensory evaluation techniques". *CRC press.* 2006.
- Neri, J. D. J. M., Torres, V. G. L., Angulo, M. D. M. O., and Zepeda, S. A. A. "Impacto económico del impuesto aplicado a alimentos no básicos con alto contenido calórico en el giro de panadería". *Global Conference on Business & Finance Proceedings.* Num. 11, 805, 2016.
- Pérez, B., Mayet, Y. and Martínez-Carrera, D. „Propiedades nutricionales y medicinales de los hongos comestibles". *Saberes Compartido.* Num. 5, 5-11, 2010.
- PMI-PMBOK. "A guide to the project management body of knowledge". *Project Management Institute*, Pennsylvania, USA. 2001.
- PMI-WBS. "Practice Standar for Work Breakdown Structure. *Project Management Institute*, Pennsylvania, USA. 2001.
- Ronda, F., de la Calle, R., and Pando, V. "Enriquecimiento de pan sin gluten con β -glucanos extraídos del hongo *Pleurotus ostreatus*". *Tesis de Pre-grado no publicada, Universidad de Valladolid*, Palencia, España. 2012. Recuperado el 19 de enero del 2015.
- Suárez, C. and Nieto, I. J. „Biotechnological cultivation of edible macrofungi: An alternative for obtaining nutraceuticals". *Rev Iberoam Micol.* Vol. 30, Num. 1, 1-8, 2013.
- Taylor, M. D. "How to develop work breakdown structure". *System Management Service.* 2009.