

TÉCNICAS DE DECISIÓN MULTICRITERIO; APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP) PARA EL DESARROLLO Y LA SELECCIÓN DE FORMULACIONES DE GALLETAS SIN AZÚCAR.

Valeria Avalos

Alicia Harrar de Dienes

Jacklyn Rodriguez

Universidad Metropolitana, Escuela de Ingeniería Química, Caracas, Venezuela

Abstract

A novel methodology, based on the Analytical Hierarchy Process, is proposed for the development of a sugar free bakery product for consumers with special dietary needs. An orthogonal design with 3^4 different formulation alternatives based on ingredient and process condition combinations was created. From this matrix 9 formulations were chosen, prepared and baked in laboratory conditions. These were subject to organoleptic evaluation by a team of experts from the academic and industrial sectors. A set of four criteria were selected and previously weighted with the following values: flavour (0.350), sweetness (0.247), texture (0.208) and residual flavor (0.200). Ranking of alternatives by means of AHP provided a combination of “4% sweetener” with “sweetened milk” flavour to have the highest preference. Sensitivity analysis showed that a variation of plus minus 10% in the weight of the most important criteria did not change significantly the order of preference of alternatives. The proposed method improves and facilitates decision making processes in product development projects in the field of food.

Keywords: “Multicriteria Decision Methods”; “Analytical Hierarchy Process”; “sugar free cookies”

Resumen

Se propone una metodología novedosa para el desarrollo de un producto de pastelería sin azúcar destinado al consumo de personas con regímenes alimenticios especiales basado en el método del Proceso Analítico Jerárquico. Se elaboró un diseño ortogonal con 3^4 alternativas de formulación basadas en combinaciones de ingredientes y condiciones de proceso. A partir de esta matriz se eligieron 9 formulaciones las cuales fueron preparadas y horneadas en condiciones de laboratorio y estas fueron sometidas a través de prueba organoléptica a evaluación por un grupo de expertos provenientes del área académica e industrial. Se definieron cuatro criterios (sabor, dulzura, textura y sabor residual) los cuales fueron previamente ponderados con los siguientes puntajes: sabor (0,350), dulzura (0,247), textura (0,208) y sabor residual (0,200). En el ordenamiento de las alternativas mediante el AHP la fórmula con 4% de edulcorante y sabor de arequipe, obtuvo la posición de preferencia. El análisis de sensibilidad indicó que la variación en más o menos 10% el peso de los criterios más importantes no alteró significativamente el ordenamiento de las

alternativas. La metodología propuesta facilita y mejora los procesos de toma de decisión en proyectos de desarrollo de nuevos productos en el campo alimentario.

Palabras clave: “Técnicas de Decisión Multicriterio”; “Proceso Analítico Jerárquico”; “galletas sin azúcar”

1. Introducción

En Venezuela no existe un mercadeo industrial de productos de pastelería, específicamente galletas, libres de azúcar aptas para el consumo de personas diabéticas y otras personas que requieran reducir su ingesta calórica, a pesar de que existe 1,1 millón de diabéticos y un alto índice de obesidad estimado en 29,5% (Duarte et al. 2010). Adicionalmente se percibe también en el mercado venezolano una mayor conciencia por el cuidado de la salud y el mantenimiento de una apariencia física lo que ha generado un incremento en la demanda de productos con bajo contenido calórico tal como lo reportan algunos autores en otros países (Verbeke, 2006; Tudoran et al. 2009).

El desarrollo de productos alimenticios para regímenes especiales involucra un proceso que abarca primero la etapa conceptual, posteriormente la formulación, la procura y evaluación de los ingredientes y condiciones de procesamiento apropiadas para luego finalmente realizar la evaluación de los productos a escala piloto. Para esto es necesario dotarse de métodos que mejoren la calidad de las decisiones que se requieren tomar para conducir los productos exitosamente hacia su etapa comercial.

Los trabajos de investigación que se han publicado acerca del desarrollo de productos de pastelería con bajo contenido calórico se centran en la definición y evaluación de los parámetros fisicoquímicos y de las condiciones de procesamiento siempre enfocados desde la óptica de la ingeniería del proceso de desarrollo y muy poco en las variables que determinan la aceptabilidad de los parámetros finales del producto elaborado (Fanianos y Halfen, 1994; Saleem et al. 2005; Ait et al. 2007; Pareyt et al. 2009; Stephen et al. 2010).

Con respecto a los métodos de evaluación utilizados en los trabajos de investigación realizados hasta la fecha en el desarrollo de diferentes productos alimenticios se observa el uso del diseño experimental y los métodos clásicos de la estadística aplicada como el análisis de varianza y regresión para el cálculo de los efectos y las interacciones de los diferentes factores que se estudian, técnicas de estudios de superficie de respuesta, etc (Siró, 2008; Gastón et al. 2008a; Gastón et al. 2008b).

Existen escasas referencias en la literatura de aplicaciones directas de las técnicas de decisión multicriterio (*Multicriteria Decision Methods, MCDM*) en los estudios relacionados con el desarrollo de productos alimenticios y en particular en el campo de los alimentos dietéticos. Una de las carencias en los trabajos revisados reside justamente en la falta del uso de métodos de evaluación complejos que permitan manejar muchos factores o criterios de evaluación en forma simultánea y sistemática, donde las técnicas de análisis multicriterio han probado su aplicación y su éxito.

El método de Análisis Jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*) ha sido utilizado por algunos investigadores del campo de los productos alimenticios en casos tales como la selección de equipos de proceso en plantas industriales (Bevilacqua et al. 2004), la selección de los mejores componentes de empaque para un producto alimenticio, (Xu et al. 2001; Xu et al.

2003) y para la recolección de datos en el análisis sensorial de alimentos (Fogliatto y Albin et al. 2002), desarrollo de un alimento funcional (Harrar, 2010) pero no se han encontrado referencias donde se utilicen técnicas de análisis jerárquico en los programas de desarrollo de productos de pastelería.

El objeto de este trabajo es presentar una metodología novedosa que permita enfocar los factores que definen la aceptación de los productos alimenticios como un proceso multivariable y que pueda ser analizado por métodos de decisión multicriterio. El Proceso Analítico Jerárquico (Saaty, 1980; Saaty, 2000) constituye una herramienta analítica que permite enfocar y simplificar problemas multivariados de decisión complejos y de esta manera mejorar la calidad de las decisiones tomadas por los responsables (decisores) de los proyectos de ingeniería. La evaluación sensorial es considerada en el campo de la ciencia de los alimentos como una de las herramientas más importantes para determinar la aceptabilidad de los productos alimenticios por parte de los consumidores, por este motivo se consideró el AHP especialmente apropiado para procesar los resultados del análisis sensorial debido a su sencillez, facilidad de aplicación e interpretación.

2. Metodología de investigación

El enfoque de la investigación consistió en lograr establecer un conjunto de formulaciones que constituyeron las alternativas que se consideraron para su ordenamiento jerárquico a través del AHP. La selección de alternativas que pudieran ser candidatos viables y exitosos para nuevos productos alimenticios requiere de la recopilación de una gran cantidad de información proveniente por un lado del mercado y por el otro de la información técnica existente sobre los ingredientes y los procesos de elaboración a ser utilizados. En este sentido se partió de un proceso inicial de recolección de muestras de mercado de galletas para regímenes especiales. Este muestreo condujo a conocer los diferentes ingredientes actualmente en uso en el mercado. Posteriormente se procedió a contactar a suplidores de materias primas para la industria con el fin de corroborar la existencia en el mercado local o la posibilidad de su importación de estos materiales así como de otros que pudieran ser considerados en el desarrollo del producto. Las variables de fórmula que se consideraron en primera instancia fueron: en primer lugar el tipo de endulzante no calórico y los materiales inertes que necesariamente deben ser agregados junto con el endulzante para reemplazar la sacarosa en las fórmulas tradicionales. En segundo lugar se consideraron los saborizantes que debían proporcionar carácter al producto y la posibilidad de disimular algunas de las notas de sabor desagradable que generan los endulzantes no calóricos. Por último se consideraron las condiciones de proceso, específicamente la temperatura y el tiempo de horneado como variable importante para mantener una calidad óptima en el producto.

Para la selección del endulzante y la proporción de la mezcla relleno se partió inicialmente de un producto comercial con sacarosa y se utilizaron las recomendaciones de los fabricantes de los endulzantes para establecer los niveles globales de endulzante y las proporciones entre el endulzante y el relleno.

Con respecto a los saborizantes se consideraron de preferencia productos de uso frecuente por parte del público venezolano siempre basado en sabores de productos conocidos.

Las condiciones de proceso se basaron en la información aportada por una empresa industrial del ramo y algunas pruebas piloto con las fórmulas propuestas.

2.1 Diseño experimental

Con la información anteriormente recabada se definieron 4 variables independientes a 3 niveles cada una con las cuales se planteó un diseño 3^4 para un total de 81 alternativas de formulación (Díaz, 2009). En la Tabla 1 se observa las variables independientes seleccionadas con sus respectivos niveles.

Tabla 1: Factores y sus niveles seleccionados para el diseño experimental

Factores	Niveles		
Porcentaje de edulcorante	3	3,5	4
Proporción mezcla edulcorante	20% Edulcorante A 80% Edulcorante B	30% Edulcorante A 70% Edulcorante B	70% Edulcorante A 30% Edulcorante B
Proporción relleno	70%R1-15%R2- 15%-Pulpa	50%R1-25%R2- 25%Pulpa	55%R1-15%R2- 30%Pulpa
Tipo de esencia	Coco	Arequipe	Mantequilla

Con esta información se obtuvo una tabla dinámica con un arreglo ortogonal que redujo el diseño a 9 formulaciones (alternativas) de galletas libres de sacarosa. Esta tabla se generó con el programa SPSS Statistics 19, a través de la opción *ORTHOPLAN*. (ver Tabla 2)

Tabla 2: Combinaciones de las variables del diseño experimental generada por el SPSS

Alternativas	% Edulcorante	% Sucralosa en la mezcla de edulcorante	Proporción relleno	Tipo de esencia
A1	4	30	70%R1-15%R2-15%-Pulpa	Arequipe
A2	4	20	50%R1-25%R2-25%Pulpa	Coco
A3	3,5	70	70%R1-15%R2-15%Pulpa	Coco
A4	3,5	20	55%R1-15%R2-30%Pulpa	Arequipe
A5	3,5	30	50%R1-25%R2-25%Pulpa	Mantequilla
A6	3	20	70%R1-15%R2-15%Pulpa	Mantequilla
A7	3	70	50%R1-25%R2-25%Pulpa	Arequipe
A8	4	70	55%R1-15%R2-30%Pulpa	Mantequilla
A9	3	30	55%R1-15%R2-30%Pulpa	Coco

2.2 AHP

Definición del estudio

El modelo tiene como meta establecer un ordenamiento jerárquico de las preferencias de los expertos, para la gama de alternativas constituidos por un conjunto de formulaciones de galletas con bajo contenido calórico apto para el consumo de personas en régimen dietético. Se proponen a un panel de expertos una serie de productos de pastelería (galletas) producidos a nivel industrial, para así ofrecer al jurado alternativas concretas.

Selección de expertos

El grupo de expertos es un elemento fundamental para ayudar al decisor a tomar una determinación final (García-Melón et al. 2008). La constitución del grupo tuvo como funciones colaborar con la selección de criterios, ponderar los criterios y, evaluar las alternativas. Para la selección de los expertos en el caso del desarrollo de una galleta baja en calorías se escogieron profesionales de diversas áreas tanto de la salud como de la industria alimenticia. La responsabilidad de la decisión final está repartida por igual entre todos los expertos. El punto de vista y la experiencia de de estas personas ayudaron a representar el problema de la forma más completa y global posible. Las categorías seleccionadas fueron:

- Médicos: proveen el punto de vista de la fisiología humana y el conocimiento de cómo se lleva a cabo la descomposición de los alimentos ingeridos y sus repercusiones en el organismo. Además, poseen a la hora de evaluar, una visión profesional aún cuando los criterios puedan ser subjetivos.
- Nutricionistas: poseen la experiencia necesaria para determinar la función que tienen los diferentes ingredientes que conforman una dieta. Además de conocer los requerimientos dietéticos de los diferentes grupos de consumidores, por lo que son capaces de evaluar objetivamente cualquier producto innovador.
- Industria alimenticia: poseen el conocimiento y la experiencia del manejo de productos en el mercado así como también aspectos tecnológicos relacionados con su elaboración.
- Ingenieros de procesos: los profesionales del área ayudaron con sus conocimientos en el tratamiento de productos y elaboración a nivel industrial. Así como también, temas tecnológicos.
- Sector académico: participaron científicos con experiencia en el área de la ciencia de los alimentos, los cuales poseen la capacidad de interpretar datos desde el punto de vista de la ciencia básica y así poder obtener una visión más global y completa del problema.

En el presente estudio se seleccionaron 6 expertos cuyos datos se encuentran en la Tabla 3.

Selección de alternativas

Partiendo del diseño ortogonal generado en la Tabla 2, para las diferentes formulaciones se generó el conjunto de alternativas de galletas bajas en calorías para su ordenamiento en el AHP. Estas formulaciones fueron elaboradas en planta piloto, empacadas en bolsas selladas para mantener su frescura y sometidas a degustación por parte del grupo de expertos siendo evaluadas en base a los criterios que se mencionan a continuación. La posibilidad de que los expertos pudieron degustar el producto mejora su apreciación y por lo tanto la toma de decisiones acerca de las preferencias por las diferentes alternativas.

Tabla 3: Panel de expertos

Cargo	Empresa	Categoría
Médico endocrino	Hospital Publico	Endocrinología
Nutricionista	Clínica privada	Nutrición y Dietética
Tecnólogo de alimentos y Docente Universitario	Universidad privada	Alimentos y procesos químicos
Gerente de Planta	Empresa alimentos	Productos de pastelería
Ingeniero de Producción	Empresa alimentos	Alimentos para regímenes especiales
Gerente General	Empresa de alimentos	Galletas

Selección criterios

Para la selección de los criterios se partió de las diferencias existentes entre los productos tradicionales y sus análogos dietéticos. En vista de que las diferencias en el contenido calórico no son detectables por vía de la evaluación sensorial solamente se pudo considerar criterios de evaluación que pudieran ser detectados a través de los sentidos. Villaroel et al. (2009), evaluaron galletas para celíacos estableciendo como criterios de evaluación, apariencia, color, textura, dulzura y sabor. Martins et al. (2009), incluyó algunos criterios adicionales tales como sabor residual, y adherencia.

Basándose en lo anterior se estableció un conjunto de criterios sensoriales K_A con cuatro subcriterios que se definen a continuación.

K_A . Criterios sensoriales. Consiste en un conjunto de criterios perceptibles a través de los sentidos y que permiten a los decisores evaluar las alternativas en forma concreta y objetiva. Este conjunto está constituido por los siguientes subcriterios:

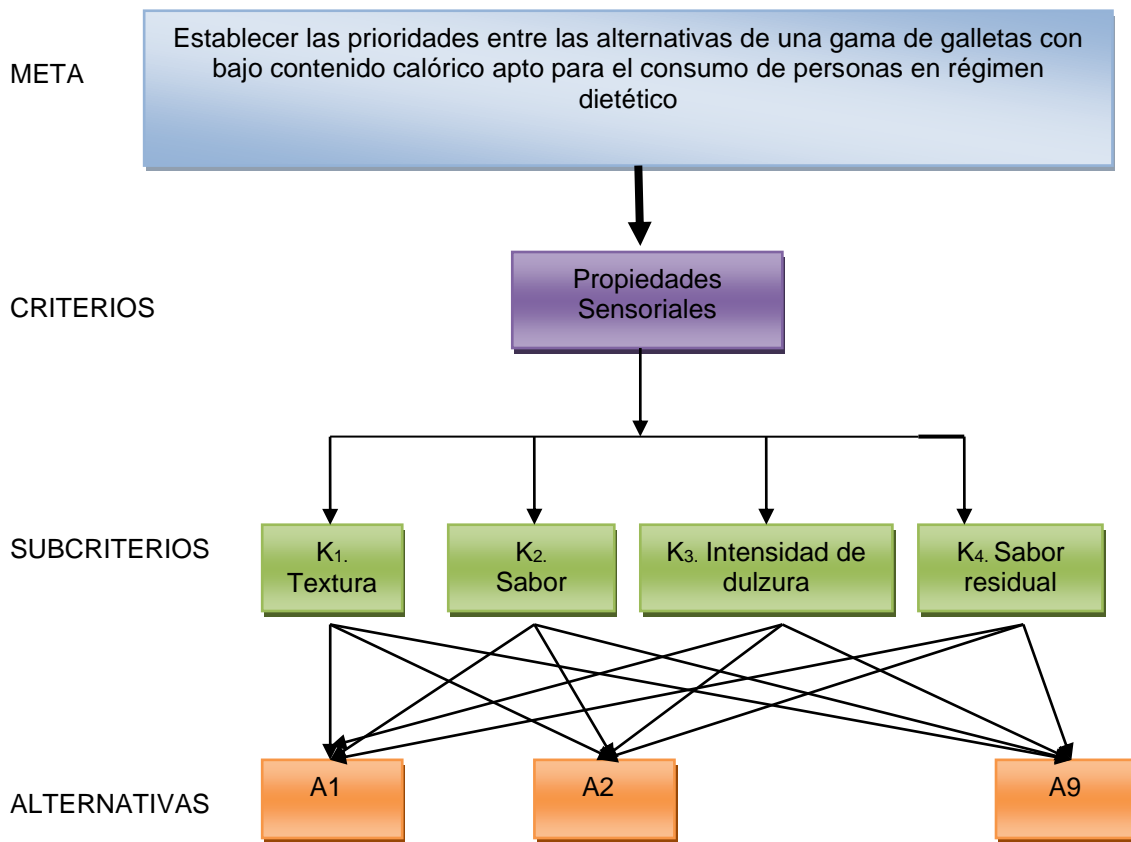
- K_1 . Textura. Este criterio mide la textura crujiente de la galleta. Este criterio se refiere a la resistencia al esfuerzo que ejerce el consumidor cuando muerde la galleta.
- K_2 . Sabor. En este estudio se trata de definir cuáles de las variantes de sabor presentadas posee la mayor preferencia por parte de los encuestados.
- K_3 . Intensidad de dulzura. Este criterio está definido por la percepción a través de las papilas gustativas del sabor dulce que pueden provocar las galletas en el consumidor y su intensidad.

K_4 . Sabor residual. Este criterio se refiere a un sabor que puede dejar un alimento después de ser degustado, el sabor puede ser desagradable.

Estructuración del problema de decisión como un modelo jerárquico

En la Figura 1, se observa el modelo de jerarquía propuesto para la selección de una galleta baja en calorías.

Figura 1: Modelo de jerarquización planteado



A₁: Galleta arequipe 4% edulcorante
 A₂: Galleta coco, 4% edulcorante
 A₃: Galleta coco, 3,5% edulcorante
 A₄: Galleta arequipe, 3,5% edulcorante
 A₅: Galleta mantequilla, 3,5% edulcorante

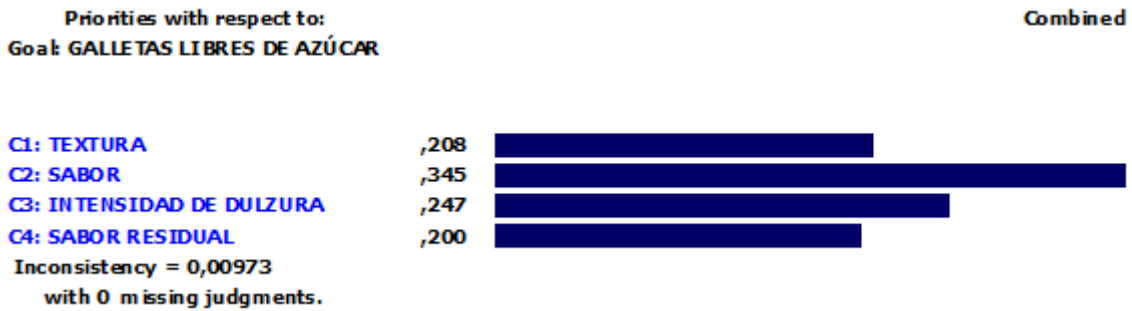
A₆: Galleta mantequilla 3% edulcorante
 A₇: Galleta arequipe, 3% edulcorante.
 A₈: Galleta mantequilla, 4% edulcorante
 A₉: Galleta coco, 3% edulcorante

3. Resultados

3.1 Ponderación de los criterios

De acuerdo al juicio emitido por el grupo de expertos se determinó que el criterio que obtuvo la mejor valoración para la selección de la galleta libre de sacarosa es el sabor con un puntaje de 0,350, en segundo lugar el criterio intensidad de dulzura con un puntaje de 0,247, en tercer lugar, textura con un valor de 0,208 y por último el criterio sabor residual que obtuvo una ponderación de 0,200, como se puede observar en la Figura 2. El índice de inconsistencia cumplió los requerimientos que indica la teoría en donde se exige que para obtener un resultado definitivo y coherente debe ser menor al 10%, en este caso se obtuvo un valor de 0,00973.

Figura 2: Peso relativo de cada uno de los criterios para el grupo de expertos.

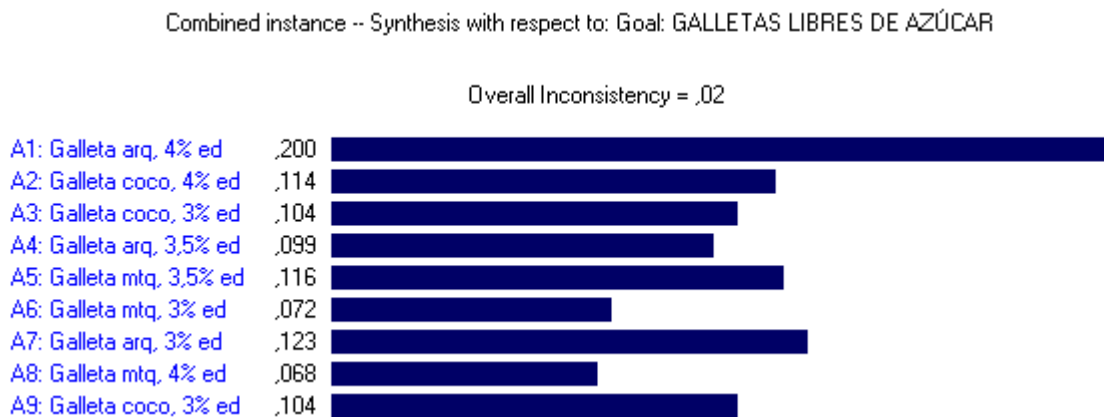


3.2. Resolución analítica. Índice de ordenación de las alternativas

Una vez realizadas las encuestas del AHP a los diversos expertos, se utilizó el programa Expert Choice 11 para obtener la alternativa definitiva. Al cumplir este último paso, el programa combinó los juicios emitidos por los expertos para cada una de las alternativas y proyectó la tendencia o aceptación para cada una de las mismas.

El resultado definitivo se puede observar en la Figura 3. La alternativa que obtuvo la mejor valoración fue la alternativa A1 con un puntaje de 0,200, seguidamente se encuentra la alternativa A7 con un valor de 0,123 y en la tercera posición se encuentra la alternativa A5 con 0,116 puntos. La galleta A8 fue la menos aceptada por los panelistas, ya que obtuvo el menor puntaje (0,068).

Figura 3. Prioridad a nivel de la jerarquía de alternativas para el grupo de expertos



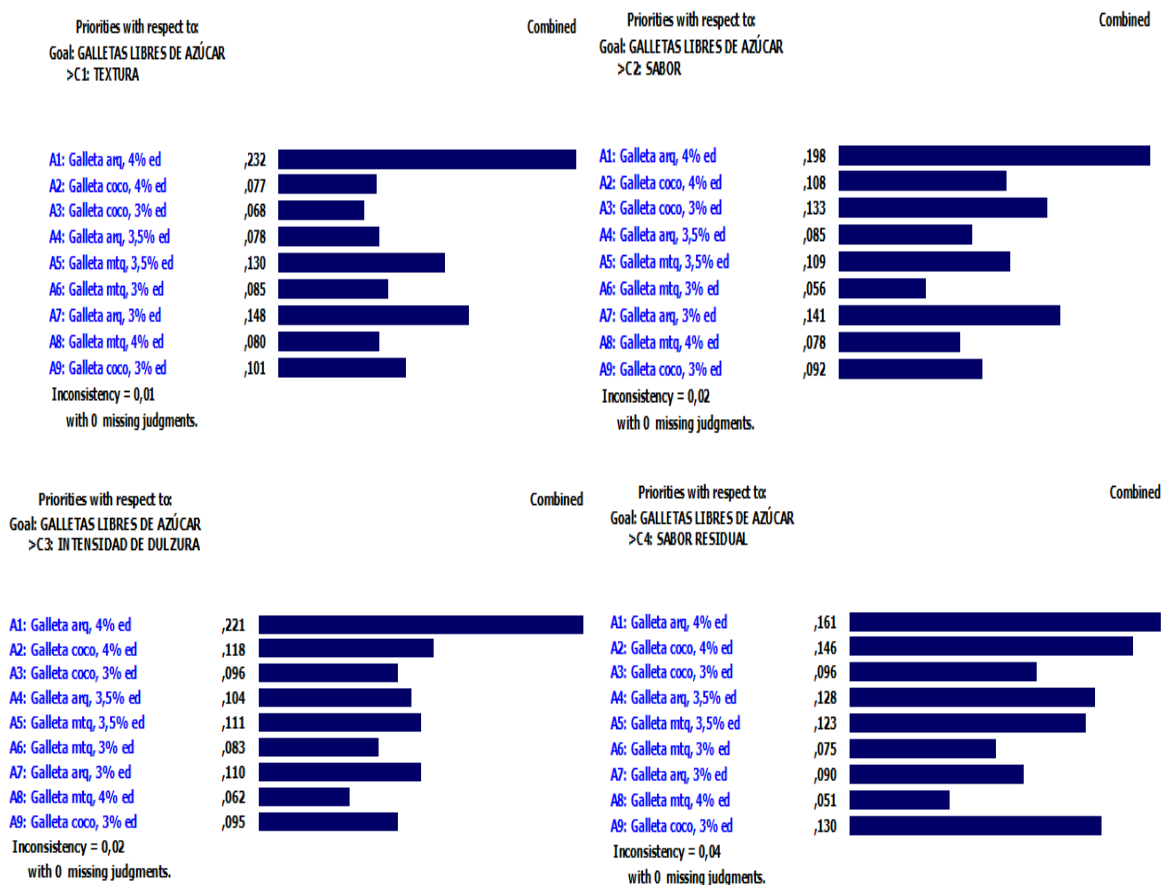
Vale acotar que al observar la Figura 3, la predilección por la alternativa A1 frente al resto es evidente. Es pertinente realizar un análisis de las alternativas de acuerdo al resultado del orden jerárquico de los criterios: sabor, intensidad de dulzura, textura y sabor residual (ver Figura 4).

Comparando las alternativas de acuerdo al criterio sabor, que a su vez tuvo la mayor valoración entre los criterios, se puede decir que la alternativa A1 (arequipe) obtuvo el mayor puntaje con una ventaja significativa. Esta tendencia se mantiene para la segunda

alternativa con mejor aceptación A7, ya que la misma tiene sabor a arequipe, lo que confirma que éste es el sabor predilecto. Por otro lado, se observa que el sabor a mantequilla no tuvo buena aceptación, ya que las alternativas A6 y A8 obtuvieron los puntajes más bajos entre las nueve alternativas.

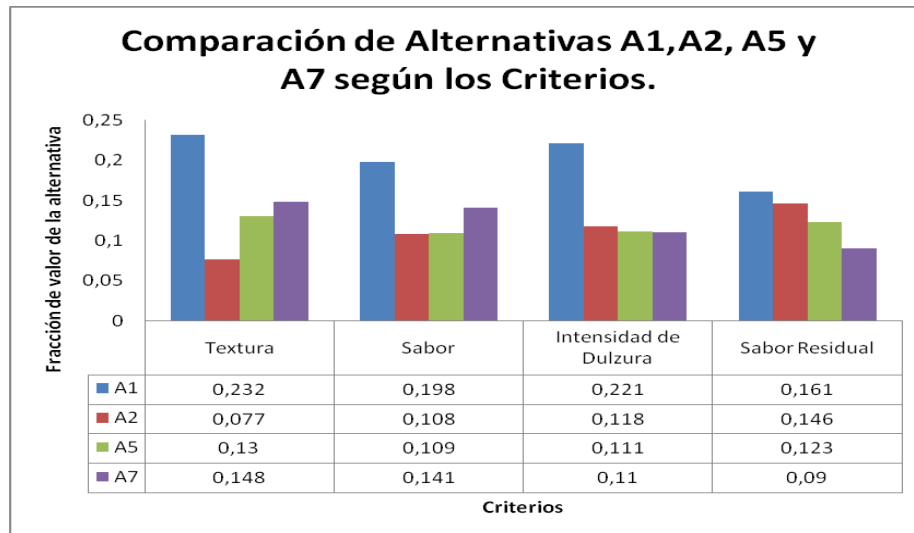
La intensidad de dulzura fue el segundo criterio con mayor importancia, las alternativas A1 y A2 posicionadas en los primeros niveles del orden de jerarquía, contienen una intensidad de dulzura de 4% de edulcorante. A pesar de que este porcentaje tiene una tendencia visible, es importante destacar que la alternativa A8, la cual posee la peor calificación contiene esta misma intensidad de dulzura. La razón por la cual esto pudo haber sucedido, es que la valoración de los demás criterios con respecto a esta alternativa fue baja, es decir que a pesar de tener un 4 % de edulcorante, el sabor no tuvo éxito entre los jueces, esto se corrobora con el párrafo anterior en donde se justifica que el sabor a mantequilla fue el menos apreciado; esta conducta se pudo haber repetido para los criterios textura y sabor residual. Los porcentajes 3 y 3,5 % no muestran una tendencia concreta en cuanto a la preferencia del criterio intensidad de dulzura, por lo que no se puede definir un patrón de conducta.

Figura 4. Jerarquización de alternativas para cada criterio.



En la Figura 5 se observa la comparación de la preferencia por criterio de las 4 alternativas que obtuvieron la mayor ponderación.

Figura 5: Comparación de las alternativas A1, A2, A5 y A7 con respecto a todos los criterios.

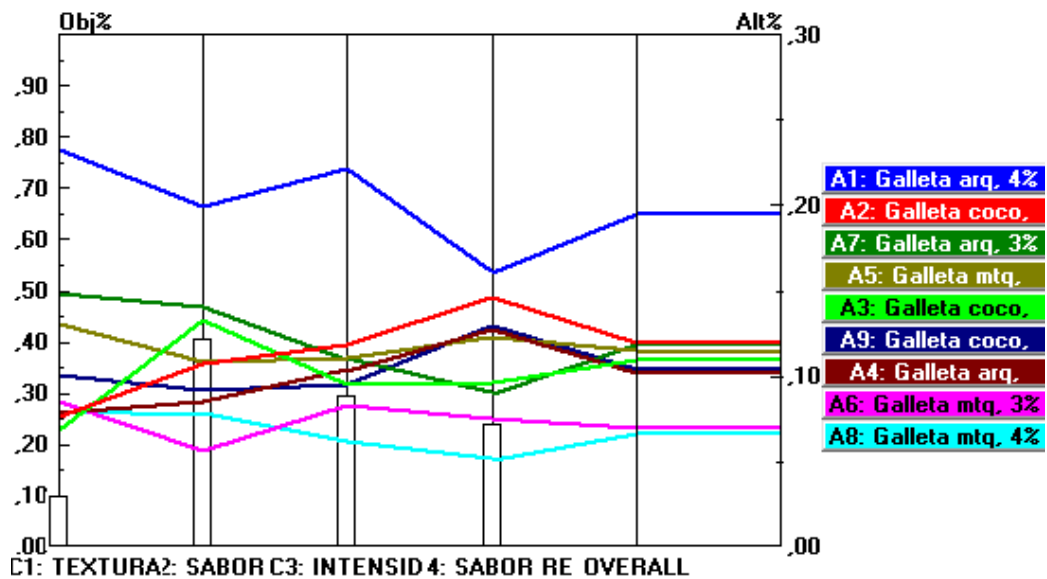


Se observa que el ordenamiento de las 4 alternativas preferidas por criterio es exactamente igual al ordenamiento observado cuando se toman en cuenta todos los criterios. En el criterio sabor residual es donde se observa una mayor variación con respecto a los otros criterios.

3.3 Análisis de sensibilidad

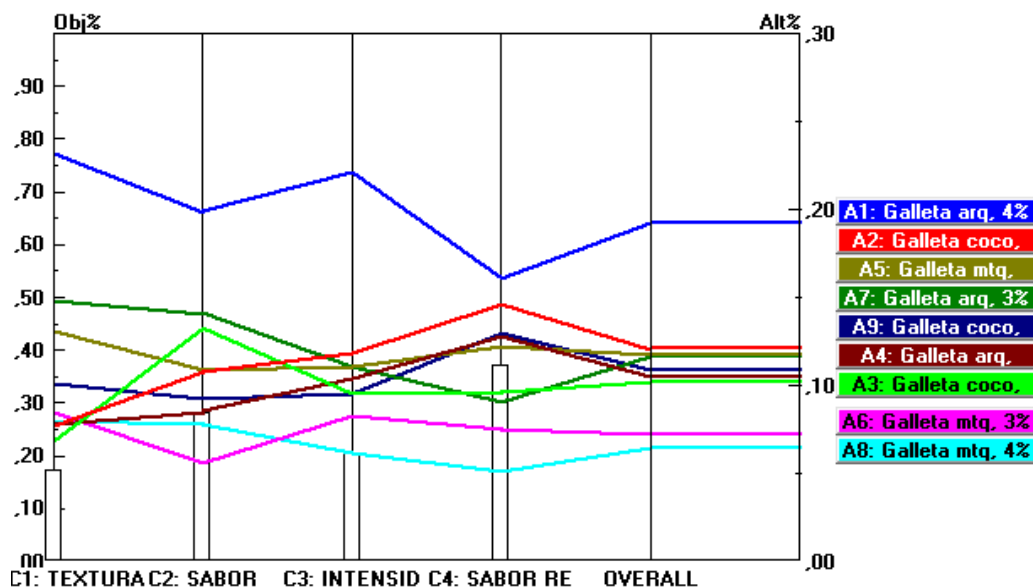
El análisis de sensibilidad consiste en verificar la estabilidad en el ordenamiento de las alternativas al modificar arbitrariamente en un determinado monto, la ponderación relativa de los criterios de evaluación. Esto se logra variando la ponderación de cada criterio en un rango de $\pm 10\%$ mientras que se observa de manera simultánea el comportamiento del orden de las alternativas. Los criterios más importantes según la selección del panel de expertos fueron el sabor y la intensidad de dulzura, los cuales no mostraron ninguna variación en el análisis de sensibilidad. Es decir que cuando se disminuyó e incrementó el puntaje de cada uno de estos criterios, el orden de las 9 alternativas permaneció constante. Al realizar el análisis de sensibilidad se pudo observar que cuando se disminuyó la importancia del criterio textura en un 10%, el orden de las alternativas cambió: la alternativa A2 aumentó dos posiciones colocándose en el segundo lugar de preferencia, las galletas A7 y A5 bajaron un nivel respectivamente (ver Figura 6). Es decir que si la textura tuviese menos importancia entre los expertos, el orden de las alternativas sería diferente.

Figura 6: Análisis de sensibilidad al disminuir un 10% en el criterio Textura.



El sabor residual fue seleccionado como el de menor importancia en el orden jerárquico de los criterios. Durante el análisis de sensibilidad, se observó que cuando se aumentó la valoración del criterio sabor residual en un 15%, hubo una perturbación en el orden de las alternativas, y nuevamente A2 escaló dos posiciones para ocupar el segundo lugar, y la galleta A5 se mantuvo en la tercera posición mientras que la A7 bajó dos niveles para ocupar el cuarto lugar (ver Figura 7). Esto quiere decir que si el sabor residual tuviese más importancia entre los expertos, el orden de las alternativas también variaría.

Figura 7: Análisis de sensibilidad al aumentar un 15% en el criterio Sabor Residual



La conducta antes descrita se debe a que cuando los expertos realizaron la comparación binaria entre las alternativas A2 y A7 según el criterio del sabor residual, la preferencia por la A2 fue mucho más alta que la preferencia por la A7.

El fenómeno que se presenta en el análisis de sensibilidad se puede interpretar mejor si se toma en cuenta que si el peso del criterio es alto, entonces la alternativa que contenga un mayor puntaje según este criterio tendrá una posición más alta en el orden jerárquico, esto corresponde al caso de aumentar el peso del criterio de sabor residual. Consecuentemente, si el peso del criterio disminuye entonces la alternativa con la puntuación más alta estará sujeta a la calificación obtenida en los demás criterios, esta conducta se observa en el caso de la alteración del criterio textura.

4. Conclusiones

Basándose en las referencias bibliográficas consultadas en esta investigación, se concluye que la comprensión de los factores que determinan el interés de los consumidores hacia los productos alimenticios dietéticos constituye un tema de estudio de gran relevancia académica y empresarial. Los temas de investigación son muy diversos, abarcando desde la percepción del consumidor sobre los beneficios de salud ofrecidos por los alimentos para regímenes especiales, los factores que determinan su éxito en el mercado y los criterios de evaluación.

Existe una diversidad de métodos de investigación que se utilizan para conocer las actitudes de los consumidores sobre los diferentes aspectos del uso de los productos y de métodos de evaluación de conceptos, pero pocos métodos permiten optimizar las variables y los estímulos que definen la utilidad percibida por parte del consumidor. Asimismo, son muy escasas las referencias sobre el uso de técnicas de decisión multicriterio como herramienta de selección y optimización de conceptos en el campo de los alimentos en general y de los productos libres de azúcar en particular.

En conclusión existe una brecha en las técnicas de investigación para mejorar y garantizar la aplicabilidad de los resultados de estos estudios a través de métodos más analíticos, de costo relativamente bajo y resultados que sean predictivos de la realidad. En este sentido los métodos de decisión multicriterios tales como el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) aportan un avance de gran significación al lograr sistematizar la forma en que los consumidores toman decisiones mediante un modelo matemático estructurado, fácil de aplicar, de procesar y de interpretar.

Para la aplicación del AHP, la selección de un grupo multidisciplinario de expertos constituyó un elemento de apoyo en el ordenamiento de las alternativas debido al aporte que cada uno de ellos efectuó desde su experiencia profesional en diversas áreas. El hecho de que se pueda disponer en el centro de la decisión de profesionales de las áreas de la nutrición, la salud, el mercadeo e ingeniería permite dar mayor rigor a los hallazgos presentados. El apoyo del grupo de expertos multidisciplinario constituyó un aporte de gran utilidad en la etapa cualitativa de la selección de criterios y alternativas para el diseño del AHP.

Con referencia a la presentación de las alternativas en forma concreta, es decir con los productos horneados a nivel piloto, ayudo a los decisores a ubicarse en un plano de mayor realismo lo cual mejora sustancialmente el proceso de toma de decisiones.

En vista de que los productos libres de azúcar tienen propiedades sensoriales diferentes a las de sus análogos con azúcar, se hizo necesario seleccionar un conjunto de criterios de evaluación para el AHP que permitieran a los expertos discernir los aspectos sensoriales de

cada una de las alternativas presentadas. Los resultados del estudio ratificaron la creencia generalizada de que el sabor de un producto alimenticio constituye un elemento de aceptación clave cosa que se ratificó en este estudio por elevado peso relativo en la intensidad de escala de valores de los criterios.

La propuesta planteada demuestra que es posible generar un nuevo enfoque metodológico que mejore los estudios en el campo de los Proyectos Ingeniería de los Alimentos, aplicado al caso de estudio de los alimentos para regímenes especiales para Venezuela.

Referencias

- Ait, L., Mathieu, O., (2009). *Lianne, V., Trystanm, G., Birlouez-Aragon, I. (2007). Comparison of the effect of sucrose and hexose on furfural formation and browning in cookies baked at different temperature. Food Chemistry. 101, 1407-1416.*
- Bevilacqua, M., D'Amore, A., Polonara, F. (2004). A multi-criteria decision approach to choosing the optimal blanching-freezing system. *Journal of Food Engineering. 62, 253-563.*
- Diaz, A. (2009). *Diseño Estadístico de Experimentos (2da. Edición).* Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Duarte, E., Silva, R.C., Onofre, Z., Chagas, M.C., Valverde, A.B., Saraiva, J.A., Ablan, F. (2010). Glycemic control and its in patients with Diabetes in Venezuela. Results from a nation wide survey. *Diabetes Research and Clinical Practice. 87, 407-414.*
- Fanianos, M., Halfen, M. (1994). *Desarrollo de una línea de galletas con aspartame. Trabajo Especial de Grado,* Universidad Metropolitana,
- Fogliato, F.S., & Albin, S.L. (2003). An AHP-based procedure for sensory data collection and analysis in quality and reliability applications. *Food Quality and Preference. 14, 375-385.*
- García-Melón, M., Aragonés, P., Gonzalez, M.C. (2008). An AHP –based evaluation procedure for Innovation Educational Projects: A Face-TO FACE vs. computer-mediated case study. *Omega 36, 754-765.*
- Gaston, A., Giménez, A., & Gambaro, A. (2008a). Influence of nutritional knowledge on perceived healthiness and willingness. *Appetite, 19, 663-668.*
- Gaston, A., Giménez, A., & Gambaro, A. (2008b). Understanding consumer's perception of conventional and hard laddering. *Food Quality and Preference, 19, 636-643.*
- Harrar, A. (2010). In *Propuesta de aplicación de Técnicas de Decisión Multicriterio en el desarrollo de Alimentos Funcionales en Venezuela.* Tesis Doctoral. Departamento de Proyectos de Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia.
- Martins, L.L., Andre, E.M., & Efraim, P. (2009). sensory profile acceptability and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolate. *Food Quality and Preference, 20: 138-143.*
- Pareyt, B., Goovaerts, M., Broekaert, W., & Delcour, J. (2009). The role of sugar and fats in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of Food Engineering, 90, 400-408.*

- Saleem, Q., Wildman, J.R.D., Huntley, J.M., & Whitworth, M.B. (2005). Material properties of semi-sweet biscuits for finite element modeling of biscuit cracking. *Journal of Food Engineering*, 68, 19-32.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: RWS Publications
- Saaty, T.L. (2000). *Fundamentals of Decision Making with the Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Siro, T.I., Kapolna, E., Kapolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-a review. *Appetite*, 51, 456-467.
- Stephen, D.A., Corby, K.M., Hongmei, H., Coulon, S., Cefalu, T., Geiselman, P., & Donald, A. W. (2010) *Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels*. *Appetite*, 55, 37-43.
- Tudoran, A., Olsen, S.O., & Dopici, D. (2009). The effect of health benefit information on consumers health value, attitudes and intentions. *Appetite*, 52, 586-579.
- Verbeke, W. (2006). Functional food: consumer willingness to compromise on taste for health. *Food Quality and Preference*, 17, 126-131.
- Villaroel, et al. (2009). *Desarrollo de una formulación de galletas para celíacos utilizando harina desgrasada de avellana chilena (Gevuina avellana, Mol) y harina de quinoa (Chenopodium quinoa Wild)*. *Archivos Latinoamericanos de nutrición*, 4, 184-190.
- Xu, S., Chen, X., & Sun, D.W. (2001). Determining optimum edible films for kiwifruit using analytical hierarchy process. *Computers & Operations Research*, 30, 877-886.
- Xu, S., Chen, X., & Sun, D.W. (2003). Preservation of kiwi-fruit coated with edible film at ambient temperature. *Journal of Food Engineering*, 50, 211-216.

Correspondencia: (Para mas informacion contacte con):

Valeria Avalos
Phone: 58 212 9912964
E-mail: valeriuska@gmail.com
Escuela de Ingeniería Química,
Facultad de Ingeniería,
Universidad Metropolitana
Caracas, Venezuela

Alicia Harrar de Dienes
Phone : +582122403555
Email : adienes@unimet.edu.ve
Departamento de Energetica
Universidad Metropolitana
Caracas, Venezuela

Jacklyn Rodríguez
Phone: +58 212 2417602
E-mail: jacklynjacklyn@hotmail.com
Escuela de Ingeniería Química,
Facultad de Ingeniería,
Universidad Metropolitana
Caracas, Venezuela

