

# DISEÑO Y FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA LÁCTEA UTILIZANDO LA HERRAMIENTA DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD

Hader Iván Castaño Peláez, Jaime León Botero Agudelo

<sup>1</sup>Hader Castaño Peláez MSC. Docente Sistemas de Calidad BPM-HACCP Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Cra 48 N 7-151 Medellín Colombia. hicastano@elpoli.edu.co

<sup>2</sup>Jaime León Botero Agudelo. MBA. Docente Gestión Ambiental. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Cra 48 N 7-151. Medellín. Colombia jlbotero@elpoli.edu.co

## RESUMEN

El QFD es una metodología que permite diseñar productos desde la perspectiva del cliente a través del despliegue de las necesidades de los consumidores a estándares de producción enmarcados en planes de Calidad. La función Calidad se soporta a través de la identificación de las necesidades del cliente y se despliega con ayuda del equipo QFD en la traducción de las necesidades de los clientes y la identificación de las características técnicas, las métricas de procesos y subprocesos, y el plan de calidad de la línea. El uso de la herramienta QFD permite el diseño y formulación de productos que satisfacen en alto grado los requerimientos del cliente identificados en el estudio de mercado. La investigación se desarrolla con el objetivo de incrementar la productividad con calidad de la línea de bebida láctea en una empresa de Antioquia. La implementación mejora los índices de productividad de la línea, ya que el departamento de Calidad no contabiliza a la fecha reprocesos ni devoluciones del producto. Las características técnicas de mayor importancia son en su orden el grado de cumplimiento de la vida útil, el Control del proceso de fermentación, la calidad microbiológica y el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos del producto.

**Palabras clave:** Diseño, Formulación, Yogur, Calidad

Recibido 29 de Septiembre de 2010. Aceptado 29 de Noviembre de 2010

*Received: September 29, 2010 Accepted: november 06, 2010*

## DESIGN AND FORMULATION OF A DAIRY MILKY USING QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT TOOL

### ABSTRAC

QFD is a methodology that enables to design products from the perspective of the client through the deployment of the needs of consumers to production standards framed in quality plans. The quality function supports via identifying customer needs and deployments with the work of the QFD group in the translation of the needs of clients and identification of the technical characteristics, processes and sub processes, metrics and the line quality plan. Using the QFD tool allows the design and formulation of a dairy drink that satisfies high degree of customer requirements identified in the study of market Research develops with the objective of increasing productivity with quality in dairy drink line in a dairy company of Antioquia. Implementation improves rates of productivity of the line, the Department of quality not posted to date reproceses or product returns. Technical major characteristics are: the degree of fulfilment of the useful life, the process of fermentation, the microbiological quality control and compliance physico-chemical parameters of the product.

**Keywords:** Design, Formulation, Yogurt, Quality

## 1. INTRODUCTION

Una herramienta de mucha utilidad y poco utilizada en nuestro país para el diseño y formulación de productos es el Despliegue de la Función calidad, técnica estructurada que involucra al cliente en la organización como eje en la búsqueda de la satisfacción de las necesidades, expectativas y requerimientos. El QFD (despliegue de la función calidad por sus siglas en inglés) es una técnica estructurada de calidad que tuvo sus orígenes en el Japón entre los años 1970 y 1980, en donde se presentó una coyuntura económica que tuvo como salida el competir con calidad, costo y tiempo [1]. El QFD aproxima las necesidades o requerimientos de los clientes en planes específicos para fabricar los productos y/o los servicios que satisfagan dichas necesidades. La implementación de esta herramienta de diseño y calidad ofrece múltiples beneficios a las organizaciones, entre las que se pueden listar: cambios oportunos que toman menor tiempo en la implementación, menor tiempo de desarrollo de productos, reducción de costos de garantías, trabajo en equipo, transferencia de conocimientos, participación de todas las áreas funcionales de la organización, mayor calidad, y una ventaja competitiva dentro del mercado [2,3]. El QFD ha sido definido por otros investigadores como una metodología orientada al apoyo de los equipos de desarrollo e innovación, en el proceso de definición de los atributos, características, especificaciones hasta los procesos productivos y control de calidad desde el punto de vista de satisfacer las necesidades de los consumidores a los que va destinado el producto [4].

La actividad de diseño y formulación de alimentos, es una actividad crucial en el éxito del lanzamiento de nuevos productos en el mercado; aunque no elimina la incertidumbre del éxito del lanzamiento del producto si permite desarrollar una serie de actividades que reduce la probabilidad de fracaso en dicha actividad. El sector de alimentos es un sector muy dinámico en lo referente a la creación de nuevos productos, como respuesta a los cambios en los hábitos de consumo de alimentos, la reducción en los tiempos de preparación de alimentos y responder a la competencia [5]. La implementación de la herramienta QFD aplicada en el sector de diseño y formulación de alimentos permite dar respuesta a las necesidades de las empresas en los

lanzamientos de nuevos productos. El lanzamiento de nuevos productos se clasifica y caracteriza como: extensiones de línea, reposicionamiento de productos existentes, nueva presentación de un producto existente, reformulación de un producto existente, nuevo empaque para un producto existente, productos innovadores o de adición de valor, productos creativos entre otros.

Los cambios en los hábitos de consumo, la reducción en los tiempos de preparación de alimentos, la toma de conciencia de los consumidores frente al papel que juega la alimentación en la prevención de la salud, ha influenciado el crecimiento del sector de bebidas lácteas fermentadas, en especial aquellos productos con valor agregado, como son el segmento de los productos funcionales: yogures con prebióticos, con sistemas de fortalecimiento del sistema inmune, yogures con cereales, etc. Según cálculos del Observatorio de cadenas [6], el consumo aparente de Yogur en Colombia en el periodo 2001-2004 presentó un incremento del 20%, lo que representa un incremento de 20 millones de kg de esta bebida. En el caso del Kumis, su consumo no ha crecido apreciablemente. El incremento en los consumos de yogur se explican en cambios en los hábitos de alimentación en el desayuno, donde el yogur ha ganado una participación importante.

El proyecto tiene como objetivo realizar el diseño e implementación de la línea de bebidas lácteas utilizando la herramienta del Despliegue de la Función Calidad con el propósito de incrementar los niveles de productividad con criterios de calidad, que le permitan a la empresa participar en un mercado cada vez más competitivo y que de respuestas a las necesidades de los consumidores, garantizando el éxito en la introducción de la bebida láctea en el mercado de la compañía.

## 2. MATERIALES Y METODOS

El diseño y formulación de la línea de bebidas lácteas se realizó mediante la aplicación de las actividades de la metodología del QFD [5]. Para la aplicación de la metodología fue necesaria la creación y capacitación del equipo QFD, integrado por representantes de las áreas de ventas, producción, calidad y gerencia, con el

acompañamiento de los investigadores del proyecto.

### **2.1 Identificación de las necesidades y/o expectativas del cliente (Estudio de mercado).**

Las fuentes primarias del estudio fueron los hogares que hacen parte del nicho comercial de la empresa. Para la recolección de la información, se utilizó la técnica de encuesta semiestructurada. El instrumento utilizó preguntas cerradas de adopción múltiple. Se aplicó prueba piloto a una muestra de 40 hogares (10% del tamaño de muestra). La aplicación del instrumento contempló un 95% de confiabilidad y un 5% de error de estimación. Una vez se aplicó el instrumento a la totalidad de la muestra, se procedió a la tabulación de la información, haciendo uso de software Statgraphics Centurión XV. Se identificaron como criterios de diseño implícitos la garantía de la inocuidad y el cumplimiento de la normatividad alimentaria actual

### **2.2 Proceso de traducción de las necesidades del cliente en requisitos del cliente.**

Se utilizó la herramienta de lluvia de ideas para identificar las características técnicas o variables que inciden directamente en dar respuesta a los requerimientos de los clientes. Después de realizar la lluvia de ideas se agruparon las características por grado de afinidad.

### **2.3 Establecimiento de las correlaciones entre las dimensiones.**

El equipo QFD identificó las relaciones que existen entre los requerimientos del cliente “los qué” y las características técnicas capaces de satisfacer los requerimientos “Los cómo”; Posteriormente se realizó la ponderación total de las características técnicas. Como herramienta para éste análisis se utilizó la herramienta de la casa de la calidad. (Matriz Casa de la Calidad)

### **2.4 Identificación de las especificaciones técnicas y condiciones de proceso.**

Las especificaciones técnicas y condiciones de proceso de elaboración de la bebida se identificaron por medio de la aplicación del despliegue de la calidad mediante los productos de las correlaciones de las matrices: matriz producto- proceso, que toma las características de la matriz anterior (las características técnicas) y da como resultado el “cómo” satisfacer las características técnicas con los procesos productivos y las medidas que aseguran su

cumplimiento; matriz proceso-subproceso, que establece las relaciones entre los procesos “el qué” con los subprocesos que la integran y las métricas que aseguran la calidad “El cómo”, y la matriz funcional, que relaciona los requerimientos operativos de los subprocesos con las actividades funcionales concretas de calidad para cumplir en última instancia con las exigencias de los clientes

### **2.5 Formulación de la bebida de yogurt**

La bebida de yogurt se elaboró siguiendo los lineamientos del Despliegue de la Función calidad, y con la ayuda de la implementación del Sistema de Gestión Inocuidad Alimentaria (Decreto 3075 de 1997 y Decreto 60 de 2002, decretos que reglamentan la adopción de las BPM y el Sistema HACCP en Colombia). Se evaluaron cuatro cultivos lácteos comerciales; en lo que respecta con la dosificación de colorantes se cumplió las disposiciones de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura). Los ensayos se realizaron por duplicado a escala industrial en Biorreactor de 1500 litros de volumen útil, fabricado por la empresa SERVINOX. Se hizo seguimiento a los parámetros de control de todos los subprocesos. A cada una de las formulaciones se le realizaron estudios de estabilidad haciendo seguimiento a los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos por espacio de un mes a intervalos de 7 días en los laboratorios de Interactuar S.A. Las formulaciones fueron analizadas por nueve jueces entrenados en análisis sensorial de alimentos, en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad de Antioquia, con pruebas descriptivas de para determinación de perfiles de sabor y textura. Una prueba de aceptación sensorial fue realizada a la formulación con mayor evaluación de calidad sensorial, la prueba fue realizada por 40 jueces no entrenados pertenecientes al universo de la población identificada en el estudio de mercado, permitiendo identificar el nivel de aceptación de la bebida; esta actividad cerró el diseño y formulación de la bebida empleando la metodología de diseño de producto QFD.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Identificación de las necesidades y/o expectativas del cliente.

En la tabla 1. se muestran los valores de los requerimientos de los clientes que se identificaron de la actividad de tabulación y análisis de la información del estudio de mercado.

Tabla 1 Identificación de la voz del cliente

Atributo	Voz del cliente (Requerimientos de los clientes)
Textura	Los clientes prefieren las bebidas de yogurt más espesas que líquidas.
Acidez.	Requerimiento por bebidas poco ácidas
Dulzura	Son preferidas las bebidas dulces y poco dulces. Las bebidas muy dulces no son aceptadas
Sabor	Son preferidos los siguientes sabores en orden de importancia: Melocotón, Mora, Fresa y Guanábana
Tamaño	Los clientes requieren presentaciones en bolsa plástica de 200 ml.
Paquetes	Son preferidos los paquetes de seis unidades con sabores surtidos
Valor nutricional	Los clientes requieren bebidas de yogurt enriquecidas con sustancias que incrementen el valor nutricional
Precio	Requerimientos de precios racionales

El equipo QFD identificó en la inocuidad alimentaria y la trazabilidad, requerimientos no explícitos de los clientes, que son fundamentales para satisfacer las necesidades de los consumidores. Las causas de devoluciones, quejas y reclamaciones de los clientes también son elementos a considerar para el rediseño del producto; el departamento de calidad de la empresa identificó las siguientes causas: manchas en el envase, alta acidez y empaques con problemas en los sellos, ya que son causa de fugas y derrames, que deterioran los rótulos de los otros empaques y cuantificó en un 5 puntos porcentuales, el porcentaje de productos con no conformidades. Los requerimientos de los clientes se agruparon por categorías mediante estudio de afinidad, generando las siguientes categorías

1. Características organosensoriales
2. Integridad del producto (Sin deterioro e Inocuidad)
3. Integridad del empaque/envase (sin manchas en el envase, fecha de vencimiento y lote legibles)
4. Valor nutricional (Enriquecido con compuestos nutricionales que aportan características especiales al producto)

#### Identificación de las características técnicas.

El producto de esta actividad permitió identificar las variables de carácter técnico que inciden directamente en dar respuesta a los requerimientos del cliente. En la tabla 2. se recogen las traducciones a características técnicas de los requerimientos del cliente

Tabla 2 Traducción de la voz del cliente a características técnicas

La voz del cliente (Requerimiento)	Traducción a característica técnica
Textura(Viscoso)	Cultivo láctico (Selección) Control del proceso de fermentación
Acidez	Selección del cultivo láctico Control del proceso de fermentación. Acidez de la materia prima (leche fresca y suero) Control de la cadena de frío del producto terminado
Dulzura	Adición de edulcorante (sacarosa/ azúcar invertido, edulcorante hipocalórico) Control del proceso de fermentación
Intensidad de color normal	Formulación Cumplimiento de BPM en la dosificación de colorantes
Sabor	Control de la formulación Selección del cultivo láctico Cumplimiento de BPM en lo que respecta a la dosificación de aditivos alimentarios
Tamaño	Sistema de dosificación volumétrico
Valor nutricional	Selección del cultivo (tipo de bacteria / cultivo prebiótico) Adición de vitaminas
Inocuo	Calidad de la materia prima (físicoquímico y microbiológico) Proceso de pasteurización Proceso de fermentación Cumplimiento de BPM en todas las etapas de proceso
Sin deterioro	Control del proceso de envasado Gestión de la cadena de frío en las actividades de almacenamiento, transporte y distribución
Envases sin manchas	Calidad de la tinta de impresión Calidad del sistema de sellado
Fecha de producción y lote legible	Plan de trazabilidad Cumplimiento de BPM Sistema de impresión de lote y fecha

En la tabla 3 se muestra el agrupamiento de las características técnicas mediante el uso de un diagrama jerárquico por categorías. El equipo QFD agrupó las características por grado de afinidad con el objetivo de simplificar el análisis par realizar el Despliegue de la Función Calidad

Tabla 3 Agrupamiento de características técnicas por grado de afinidad

Categoría de agrupamiento	Características agrupadas
Grado de cumplimiento de la vida útil de las bebidas de yogurt	Control del proceso de fermentación (control de acidez del producto) Mantenimiento de la temperatura de refrigeración (4 ° C) en las actividades logísticas de almacenamiento, transporte, distribución y comercialización. Control de proceso de pasteurización Control del proceso de envasado (Calidad del sistema de llenado) Manejo de inventarios ( Política PEPS)
Calidad Microbiológica	Control de calidad de materia prima e insumos Control de los puntos críticos Cumplimiento de las Buenas prácticas de Manufactura Buenas prácticas de manufactura en la dosificación de aditivos (colorantes y saborizantes)
Cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos	Control de calidad de las materia primas (Leche y suero) Control de la variable acidez
Eficiencia del sistema de envasado	Control del volumen dosificado Control del sistema de sellado Calidad del material de empaque (apto para envasado de alimentos) Sistema de impresión (calidad de tinta)
Valor nutricional	Selección del cultivo láctico (Prebióticos) Adición de vitaminas Adición de minerales
Control del proceso de fermentación	Calidad de la materia prima e insumos Seguimiento al proceso (Acidez, control de temperatura, Azúcares reductores y viscosidad) Formulación

**Establecimiento de las correlaciones entre las dimensiones: Requerimientos de clientes y Características técnicas**

En la tabla 4 se observan los productos del desarrollo de la herramienta de análisis: La casa de la Calidad le permitió a la organización identificar las características técnicas que son

más importantes para satisfacer las necesidades y/o requerimientos de los clientes.

Tabla 4 Casa de la calidad de la bebida de yogurt en la empresa Auralac

		Priorización	Grado de cumplimiento de vida útil del producto	Calidad microbiológica	Cumplimiento de parámetros fisicoquímico	Eficiencia del sistema de envasado	Valor nutricional	Control del proceso de fermentación
Características Organolépticas	Color	5	○	●	○		●	●
	Sabor							
	Textura							
	Acidez							
Integridad del Producto	Sin deterioro	5	●	○	○		Δ	●
	Inocuidad	5	●	●	●			●
Características del sistema de Envasado/empaque	Sin manchas	3		Δ		●		
	Rótulos de trazabilidad Legibles	4	○			●		
Valor Nutricional	Conservación nutricional	3			○		●	
	Adición de compuestos							
Valor objetivo de características técnicas y sus unidades			100%	100%	100%	100%	100%	100%
Evaluación técnica de las características			144	129	123	63	82	135

Los valores de la priorización se determinaron por medio de encuestas hechas a los mismos clientes identificados en el desarrollo del estudio de escuchar la voz del cliente, las necesidades de los clientes agrupadas por categorías fueron valoradas en la escala de 1 a 5 (5 mayor valoración por el cliente y 1 menor valoración por el cliente). La simbología utilizada para la ponderación hecha por el equipo QFD para correlacionar las características técnicas y los requerimiento de los clientes, con el objetivo de identificar que características técnicas son más importantes para dar respuesta a los clientes es la siguiente: ● (9 puntos) muy correlacionada, ○ (6 puntos) correlacionada, Δ (3 puntos) poco correlacionada y en blanco (0 puntos) sin correlación. A manera de ejemplo se ilustra la ponderación de la característica técnica grado de cumplimiento de la vida útil del producto: Σ (Valor priorizado de la característica)\* (Ponderación de la correlación entre la característica técnica y los requerimientos de los clientes) = 5\*6 + 5\*9 + 5\*9 + 3\*0 + 4\*6 + 3\*0 = 144

Después de construir la casa de la calidad y aplicar la herramienta de calidad de Análisis de Pareto, se pudo observar que las características técnicas de mayor importancia son en su orden el grado de cumplimiento de la vida útil (144 puntos y frecuencia relativa de 0.21), el Control del

proceso de fermentación (135; 0.20), la calidad microbiológica (129, 0.19) y el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos del producto (123; 0.18), que representan una frecuencia acumulada 0.78. La gestión en la categoría de eficiencia en el sistema de envasado y valor nutricional debe realizarse después de haber diseñado e implementado un sistema de Calidad que de respuesta a las categorías que a juicio de los miembros de equipos QFD dan mayor respuesta a las necesidades y/o requerimientos de los clientes. En las categorías de características anteriores la empresa puso especial gestión en el proceso de elaboración de la bebida de yogurt, pues son los elementos que mas impactan la satisfacción de las necesidades de los consumidores

**Determinación de las relaciones entre las características técnicas.**

Para las actividades de ingeniería y diseño es importante el efecto de una característica sobre las demás, de forma que si hay una correlación negativa entre las características se identifique un punto de equilibrio. En la tabla 5 se puede observar que no hay competencia entre las categorías características técnicas seleccionadas, ya que las correlaciones entre todas las características resultaron ser de naturaleza positiva

Tabla 5. Techo de la casa de la calidad.

	Grado de cumplimiento de vida útil del producto	Calidad microbiológica	Cumplimiento de parámetros fisicoquímico	Eficiencia del sistema de envasado	Valor nutricional	Control del proceso de fermentación
Grado de cumplimiento de vida útil del producto	0	++	++	+	+	++
Calidad microbiológica		0	+	++		++
Cumplimiento de parámetros fisicoquímico			0	+	+	++
Eficiencia del sistema de envasado				0		
Valor nutricional					0	+
Control del proceso de fermentación						0

- Correlación negativa ++ Correlación positiva fuerte + Correlación positiva

**Identificación de las especificaciones técnicas y condiciones de proceso**

La herramienta del Despliegue de la Función Calidad permitió identificar las especificaciones técnicas y condiciones de proceso a partir del producto obtenido a partir de la implementación de la Casa de la calidad (categorías de características técnicas que mas impactan en la satisfacción de los clientes), que toma las características de la matriz anterior y da como resultado “cómo” satisfacer las características técnicas con los procesos productivos y las medidas que aseguran su cumplimiento. En la tabla 6 se presentan los resultados del análisis de desagregación a nivel de proceso y sus métricas que aseguran el cumplimiento de las características de la bebida láctea.

El análisis del equipo QFD permitió que fueran identificadas las medidas necesarias para alcanzar las características técnicas de la bebida en cada una de las etapas de proceso, desde la recepción hasta las actividades de almacenamiento, transporte, distribución y comercialización. El proceso de preparación de

azúcar invertido no afecta la satisfacción de las características técnicas del producto. Los controles a los procesos de recepción de leche, enfriamiento, envasado, pasteurización de la mezcla, fermentación, ajuste del sabor/color afectan las condiciones para alcanzar las características técnicas identificadas y por ende la satisfacción de las necesidades de los clientes. En la tabla 6 se observa que el grado de cumplimiento de la vida útil del producto es influenciado por todas la métricas de los procesos, a excepción de los procesos de preparación de azúcar invertido y ajuste del sabor/color. El valor nutricional es influenciado en la etapa de formulación en donde se adicionan sabores y colores, además de vitaminas.

En la tabla 7 se presenta la correlación de la Matriz proceso-subproceso establece las relaciones entre los procesos “el qué” con los subprocesos que la integran y las métricas que aseguran la calidad “El cómo”

Tabla 6. Matriz de correlación entre Categorías de características técnicas y métricas de procesos

Procesos	Grado de higiene de la leche. Cumplimiento de parámetros. Aplica para leche y suero fisicoquímicos	Grado de eliminación de partículas extrañas. Grado de enfriamiento	Grado de inversión de la sacarosa en fructosa y lactosa	Grado de eliminación de microorganismo patógenos y banales de la mezcla	Grado de transformación de lactosa en ácido láctico (Seguimiento y control de acidez). Grado de transformación de la viscosidad	Grado e control del proceso de enfriamiento. Conservación de las propiedades del gel. Grado de control de la acidez	Cumplimiento de BPM en la dosificación de color, sabor y vitaminas	Grado de legibilidad, grado de trazabilidad. Grado de hermeticidad. Grado de control del sistema de dosificación	Grado de control de la cadena de frío (4 °C)
	Recepción de leche	Adecuación de la leche y suero	Preparación de azúcar invertido	Pasteurización de la mezcla: leche, suero y azúcar	Fermentación	Enfriamiento	Ajuste Sabor/color	Envasado	Almacenamiento - Transporte, distribución y comercialización
Grado de cumplimiento de vida útil del producto	O	O		O	O	O		O	O
Calidad microbiológica	O			O				O	O
Cumplimiento de parámetros fisicoquímico	O					O	O		
Eficiencia del sistema de envasado								O	O
Valor nutricional							O		
Control del proceso de fermentación					O	O			

Tabla 7. Matriz de correlación proceso-subproceso

Subproceso		Alcohol, lactometría, densidad y sensorial	Pruebas microbiológicas, antibióticos e inhibidores. Análisis físicoquímico	Presencia de partículas extrañas. Control rpm e la clarificadora	Control de Temperatura del proceso de enfriamiento	Control y registro de tiempo vs temperatura	Control de grado de inversión	Control tiempo vs temperatura. Caracterización microbiológica de la mezcla	Control de la presión de homogenización	Control de los de inoculo (Lote, fecha de vencimiento, con de almacenamiento). Acidez	Control de temperatura. Seguimiento y control acidez	Tiempo de enfriamiento. Control curva de enfriamiento. Control de acidez	Calidad microbiológica de colorante y saborizante. Control de agitación y temperatura	Aspejo del empaque. Etiquetado y rotulado. Control del sellado. Control de dosificación. Control del sistema U.V.	Control de temperatura	
		Prueba de plataforma leche y suero	Filtración leche y suero	Clarificación de leche y suero	Enfriamiento leche y suero	Almacenamiento en silo	Preparación de azúcar invertido	Pasteurización mezcla	Homogenización	Inoculación	Fermentación	Enfriamiento	Formulación	Envasado	Almacenamiento	Control de temperatura
Recepción de leche	Grado de higiene de la leche. Cumplimiento de parámetros. Aplica para leche y suero físicoquímicos	0	0													
Adecuación de la leche y suero	Grado de eliminación de partículas extrañas. Grado de enfriamiento			0	0	0										
Preparación de azúcar invertido	Grado de inversión de la sacarosa en fructosa y lactosa						0									
Pasteurización de la mezcla: leche, suero y azúcar	Grado de eliminación de microorganismo patógenos y banales de la mezcla							0	0							
Ajuste de temperatura	Grado de ajuste de la temperatura para inicio de la fermentación según cultivo									0	0					
Fermentación	Grado de transformación de lactosa en ácido láctico (Seguimiento y control de acidez). Grado de transformación de la viscosidad										0	0				
Enfriamiento	Grado de control del proceso de enfriamiento. Conservación de las propiedades del gel. Grado de control de la acidez											0				
Ajuste Sabor/color	Cumplimiento de BPM en la dosificación de color, sabor y vitaminas												0			
Envasado	Grado de legibilidad, grado de trazabilidad. Grado de hermeticidad. Grado de control del sistema de dosificación													0		
Almacenamiento, Transporte, distribución	Grado de control de la cadena de frío (4 ° C)															0

En la matriz proceso- subproceso se correlacionaron los procesos con los subprocesos y sus métricas de control. Se evidenció el despliegue de las medidas de control en cada uno de los subprocesos, esto permitió la identificación de los puntos de control de calidad con miras a diseñar e implementar el plan de calidad de la elaboración de la bebida que garantice la satisfacción de las necesidades y/o requerimientos de los clientes, por medio del despliegue a través de las correlaciones en las matrices.

El Despliegue de la Función Calidad culminó con matriz funcional, que relaciona los requerimientos operativos de los subprocesos con las actividades funcionales concretas de calidad para cumplir en última instancia con las exigencias de los clientes. En la tabla 8, que describe los elementos matriz funcional, se observan las correlaciones que fueron identificadas por el equipo QFD entre las actividades de control de calidad de proceso con los subprocesos de elaboración de la bebida de yogurt. Cada una de las métricas definidas fueron implementadas a la luz de un plan de calidad que permitió la identificación de los puntos de control y puntos críticos de control (integración con el Decreto 60 de 2002 Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control).

Como producto final del Despliegue de la Calidad, la matriz subproceso- Función de la calidad le permitió al Equipo QFD identificar las siguientes actividades que garantizan la satisfacción de las necesidades del cliente: Pruebas de plataforma con las métricas del Decreto 616 de 2006 y resolución 2310 de 1986, Plan de mantenimiento de la Clarificadora, Control del proceso de enfriamiento de la leche en silo a 4 ° C, Control de Calidad microbiológico de la leche, Realización de pruebas de antibióticos e inhibidores, programa de limpieza y desinfección en los equipos de la línea, Control del proceso de pasteurización y registro automático, plan de calidad de materias primas ( incluye plan de muestreo, homologación de proveedores y auditorías a proveedores), Control de proceso de Fermentación (Temperatura, seguimiento a la acidez y viscosidad), verificación de uso de sabores y colorantes según BPM bajo la resolución 10593 de 1985 del Ministerio de Salud de Colombia, hoy Ministerio de la Protección Social, verificación del sistema UV de la envasadora, control de sellado y programa de

trazabilidad (Lote, fecha de elaboración y vencimiento) y programa de Almacenamiento y transporte del producto terminado.

### Formulación de la bebida de yogurt

En la figura 1. se visualiza el proceso productivo que se utilizó para la elaboración de la bebida de yogurt, y que fue el resultado de la implementación de la herramienta QFD en lo que respeta a la traducción de las características técnicas a requisitos de proceso.

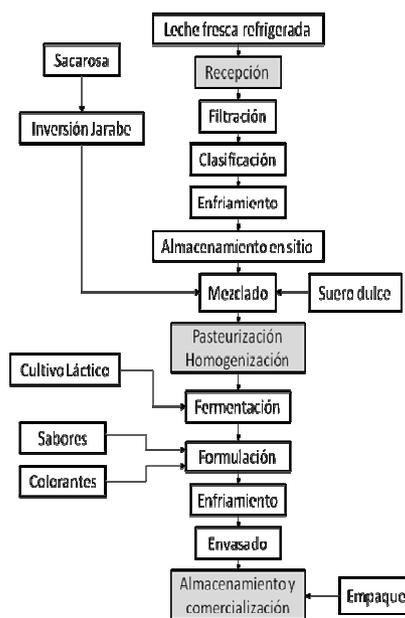


Figura 1 Diagrama de Flujo de elaboración de la bebida de yogurt

Tabla 8 Matriz Funcional (Subproceso – Función de Calidad)

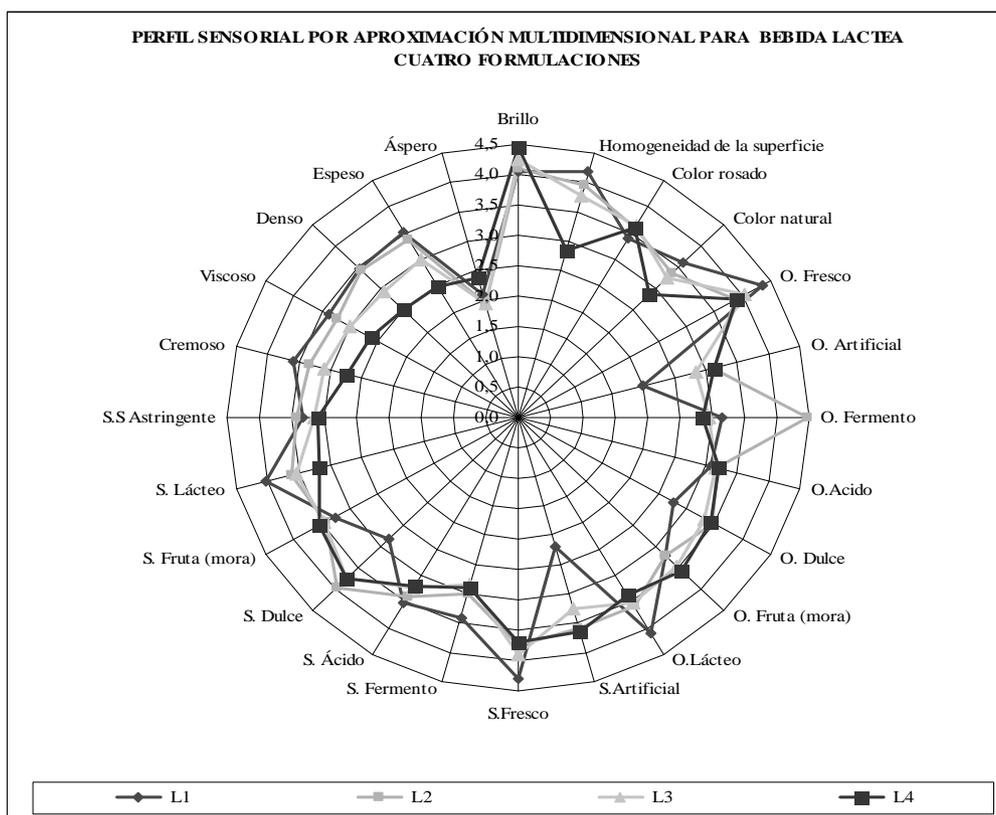
Matriz Subproceso Función		Prueba de estabilidad en alcohol Cumplimiento del Decreto 616 de 2006	Plan de mantenimiento de Clarificadora centrifuga. Control de p.m. 12000	Control del proceso de enfriamiento T inferior 4 °C	Recuento microbiológico (Coliformia, mesófilos, hongos y levaduras, Salmonella, Ausencia de antibióticos e inhibidores.	Cumplimiento de parámetros fisicoquímicos según Decreto 616	Programa de L+D. Verificación eficacia de pasteurización. Control tiempo vs temperatura. 83 °C y 30 s	Plan de calidad de materias primas (Cultivo láctico)	Plan de calidad proceso de fermentación	Cumplimiento de BPM color y sabor. Ausencia de patógenos en aditivos alimentarios. Plan de calidad compras	Programa de L+D envasadora. Sistema desinfección de empaque.	Control de sellado. Programa de trazabilidad (lote y fecha de vencimiento)	Programa de almacenamiento, transporte, distribución y comercialización
Prueba de plataforma leche y suero	Alcohol, lactometría, densidad y sensorial	O											
Filtración leche y suero	Pruebas microbiológicas, antibióticos e inhibidores. Análisis fisicoquímico		O		O	O							
Clarificación de leche y suero	Presencia de partículas extrañas. Control rpm y la clarificadora		O										
Enfriamiento leche y suero	Control de Temperatura del proceso de enfriamiento			O									
Almacenamiento en silo	Control y registro de tiempo vs temperatura			O									
Preparación de azúcar invertido	Control de grado de inversión					O							
Pasteurización mezcla	Control tiempo vs temperatura. Caracterización microbiológica de la mezcla						O						
Homogenización	Control de la presión de homogenización						O						
Inoculación	Control de lote de inóculo								O				O
Fermentación	Control de temperatura. Seguimiento y control acidez								O				
Enfriamiento	Tiempo de enfriamiento. Control curva de enfriamiento. Control de acidez								O				
Formulación	Calidad microbiológica de colorante y saborizante. Control de agitación y temperatura									O			
Envasado	Asepsia del empaque. Etiquetado y rotulado. Control del sellado. Control de dosificación. Control del sistema UV. Control de la											O	
Almacenamiento	Control de temperatura												O

### Evaluación sensorial de la bebida Láctea

En la figura 2. Se aprecia que los jueces entrenados identifican en la bebida láctea descriptores de sabor (artificial, fresco, fermento, ácido, dulce, fruta, lácteo y astringente), olor (fresco, artificial, fermento, ácido, dulce, fruta y lácteo) y textura (cremosos, viscoso, denso, espeso y áspero) que califican de uno a cinco, donde 1 es la intensidad débil y 5 es la intensidad fuerte. La formulación L1 presenta el olor más fresco, más natural y mayor olor lácteo; las formulaciones L2 y L4 presentan el olor más

artificial; la formulación L3 presente el mayor olor a fermento. En lo que respecta al sabor, la formulación L1 tiene la nota más natural, el mayor sabor fresco y el mayor sabor lácteo y el menor sabor artificial, la formulación L2 presenta menos sabor a fermento y mayor sabor dulce y la formulación L4 presenta el mayor sabor artificial y más sabor a fruta. La formulación L1 presenta la mayor cremosidad y viscosidad, características importantes para la bebida de yogurt, la formulación L4 se presenta como la formulación más áspera, menos viscosa, cremosa y densa.

Figura 2. Perfil sensorial por aproximación multidimensional para bebida Láctea (O: Olor, S: Sabor, S.S: Sensación somato sensoria)



### Calidad general de la bebida láctea

En la tabla 9 se presentan los resultados globales de la evaluación de la calidad general de las cuatro formulaciones evaluadas. La formulación L1 presenta la mayor valoración y la formulación L4 presenta la menor valoración por parte de los jueces.

**Tabla 9.** Evaluación de la calidad general de las formulaciones de bebida láctea (%)

Calidad General	Alto	Medio	Bajo
L1	39.00	61.00	0.00
L2	17.00	55.00	29.00
L3	9.5.00	85.70	4.80
L4	14.30	25.57	57.14.

### Evaluación fisicoquímica y Microbiológica de la bebida láctea

En las tablas 10 y 11 se presenta la evaluación fisicoquímica y microbiológica de la formulación L1, formulación de mayor valoración en el estudio sensorial. La formulación presenta conformidad con las especificaciones sobre las características que deben cumplir las bebidas lácteas, según resolución 2310 de 1986 del Ministerio de Salud de Colombia durante el periodo de evaluación, a unas condiciones de temperatura de  $4 \text{ }^\circ \pm 0.2 \text{ }^\circ \text{C}$

**Tabla 10.** Parámetros microbiológicos de la bebida láctea

Parámetros	R/to Mohos y Levaduras Ufc /g	NMP coliformes Totales /g	NMP coliformes Fecales /g
Análisis			
Especificaciones (Res. 2310/1986)	200 – 500	20 – 93	< 3
Análisis inicial 7 días	20	< 3	< 3
Análisis intermedio 14 días	< 10	< 3	< 3
Análisis intermedio 21 días	< 10	< 3	< 3
Análisis final 30 días	< 10	< 3	< 3

**Tabla 11.** Parámetros fisicoquímicos de la bebida láctea

Parámetro/ tiempo	% de Acidez Total	% Contenido de sólidos	% de Grasa Total	Viscosidad aparente en cp	% de Proteína
Especificación Resolución 2310 de 1886	0.7-1.5	Min. 9.5	Min. 2.5 (entero)	No referenciada	No referenciada
7	0.70	19.04	3.0	6210	2.97
14	0.72	18.60	2.8	6750	2.76
21	0.79	19.10	2.9	7970	2.58
30	084	19.05	2.8	8320	2.60

### Estudio de aceptación de la bebida láctea.

Cuarenta personas fueron seleccionadas al azar del tamaño de muestra original del estudio de mercado (400) para evaluar el nivel de aceptación de la bebida láctea. Las personas calificaron los atributos de color, sabor, textura y olor en una escala de uno (1) a cinco (5), siendo 1 muy malo, 2 malo, 3 regular, 4 bueno y 5 excelente. El 74 por ciento de los consumidores evaluaron la bebida como excelente y el 23 por ciento la evaluaron como buena, sólo un tres por ciento evaluaron la bebida como regular.

## 4. CONCLUSIONES

Con base al producto de la matriz de la casa de la calidad, la empresa puso todos sus esfuerzos en hacer gestión sobre el grado de cumplimiento de la vida útil, el control del proceso de fermentación, la calidad microbiológica y el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos del producto. Estas características técnicas fueron desplegadas por medio de la matriz que relacionan las características técnicas con el proceso, la matriz que relaciona las características de proceso-subproceso, y la matriz funcional que define el plan de calidad del proceso de elaboración de la bebida que se soporta en el Plan HACCP para la bebida de Yogur. (Información no mostrada)

El enfoque de mejoramiento de la productividad de la línea de bebidas de yogurt bajo la metodología de trabajo implementada en este

proyecto permite abordar el incremento en la productividad en varios de sus elementos; calidad integral (Gestión de inocuidad alimentaria) y escuchar la voz del cliente como insumo para el desarrollo de la metodología del diseño de productos y procesos (herramienta de diseño de productos QFD)

El uso de la herramienta QFD permitió el diseño y formulación de una bebida láctea que satisfizo en alto grado los requerimientos del cliente identificados en el estudio de mercado. La herramienta de QFD permitió en las diferentes fases de la implementación la interacción de las diferentes áreas de la empresa y realizar un trabajo en equipo centrado en la satisfacción del cliente.

La implementación de los sistemas ha permitido a la fecha, mejorar los índices de productividad de la compañía, ya que el departamento de Calidad no contabiliza a la fecha reprocesos (cinco meses después de implementado el proyecto), ni devoluciones de bebidas de yogurt. El departamento comercial de la empresa no ha registrado en su sistema de información quejas ni reclamos de los clientes y consumidores de la bebida de yogurt, lo que influye significativamente en el posicionamiento del producto y reconocimiento de la calidad.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Colciencias, a la Incubadora de empresas Génesis y al Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid por la financiación del proyecto.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Berdugo, C. y Luna, C. QFD y logística Integral: La voz del cliente es el primer eslabón de la Cadena. Ingeniería y Desarrollo. 2002; 11 (2): 45-58.

[2] González M. QFD La función Despliegue de la Calidad. México D.F, Mexico. Mc Graw Hill, 2001. 324 p.

[3] Akao Y. QFD Past, present and future. En: International Symposium on QFD Linkoping: QFD Institute; 1997. 45-51.

[4] Viñas, D. Tresserres, J. González, P. y Villela, A. QFD Aplicado: Competitividad e Innovación de cara al mercado. [Sitio en Internet]. Disponible en: [www.ingegraf.es](http://www.ingegraf.es). Consultado: 10 de septiembre de 2010

[5] Fuller W. New Food Product Development. From concept to marketplace. Boca Raton, USA. CRC Pres; 1994. 275 p.

[6] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. La cadena de los lácteos en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005 [Sitio en Internet]. Disponible en: [http://www.agrocadenas.gov.co/lacteos/lacteos\\_descriccion.htm](http://www.agrocadenas.gov.co/lacteos/lacteos_descriccion.htm). Consultado: 07 de agosto de 2010.

