

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DESARROLLO DE UNA SALSA TIPO CHIMICHURRI MEDIANTE LA
METODOLOGÍA “DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD” Y ESTIMACIÓN
DE SU VIDA ÚTIL

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de
Estudios de Posgrado en Ciencia de Alimentos para optar al grado de
Maestría Académica en Ciencia de Alimentos

REBECA CASTELLANOS DÍAZ

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2019

Dedicatoria

Dedicado a mis padres...

Agradecimientos

Le agradezco a mis profesores del Posgrado en Ciencias de Alimentos por todo el conocimiento transmitido y por el apoyo brindado.

“Esta Tesis fue aprobada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Académica en Ciencia de Alimentos”

Dra. María Lourdes Pineda Castro, M.Sc.
**Representante del Decano
Sistema de Estudios de Posgrado**

M.Sc. Ileana Morales Herrera
Directora de la tesis

M.Sc. Ileana Alfaro Álvarez
Asesora

M.Sc. Alejandro Chacón Villalobos
Asesor

M.Sc. Adriana Araya Morice
**Representante de la Directora
Programa de Posgrado en Ciencias de Alimentos**

Rebeca Castellanos Díaz
Sustentante

Tabla de Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Hoja de Aprobación.....	iv
Resumen.....	viii
Índice de Cuadros	xi
Índice de Figuras.....	xii
1. Justificación.....	1
2. Marco teórico.....	4
2.1. Desarrollo de productos.....	4
2.2. Despliegue de la función de calidad – QFD	5
2.2.1.Requerimientos del cliente.....	8
2.2.1.1Grupos Focales.....	8
2.2.1.2Proceso de análisis jerárquico – AHP	10
2.3. Salsa tipo chimichurri.....	13
2.4. Aceite	14
2.4.1.Aceite de Oliva	14
2.4.2.Aceite de canola	15
2.5. Perejil	15
2.6. Ajo.....	16
2.7. Vinagre.....	17
2.8. Estimación de vida útil	17
2.9. Análisis sensorial.....	18
2.10. Inocuidad.....	20
3. Objetivos	22
3.1. Objetivo general	22
3.2. Objetivos específicos.....	22
4. Materiales y métodos.....	22
4.1. Localización.....	22
4.2. Materia prima.....	22
4.3. Definición de las condiciones de proceso	23
4.4. Diagrama de flujo del proceso	24
4.5. Despliegue de la función de calidad, QFD	25

4.5.1. Voz del cliente:	25
4.6. Validación del prototipo seleccionado.....	29
4.7. Estimación de la vida útil del prototipo validado.....	29
4.7.1. Análisis fisicoquímicos.....	30
4.7.2. Análisis microbiológicos.....	30
4.7.3. Análisis sensorial.....	31
5. Resultados y discusión	32
5.1. Despliegue de la Función de Calidad	32
5.1.1. Voz del cliente	32
5.1.2. Priorización de las necesidades del cliente.....	34
5.1.3. Parámetros de diseño.....	35
5.1.4. Matriz de relaciones.....	37
5.1.5. Competencia	39
5.1.6. Mejora	40
5.1.7. Correlación	40
5.1.8. Matriz casa de calidad	41
5.2. Validación del prototipo seleccionado.....	42
5.2.1. Prueba p.....	42
5.2.2. Prueba dúo-trío.....	43
5.3. Estimación de la vida útil del prototipo validado.....	44
5.3.1. Índice de peróxido	44
5.3.2. pH.....	45
5.3.3. Recuento total aerobio psicrófilos.....	46
5.3.4. Recuento mohos y levaduras	47
5.3.5. Prueba escalar gráfica estructurada	48
5.3.6. Prueba de aceptación.....	52
5.3.7. Punto de corte	56
6. Conclusiones	61
7. Recomendaciones.....	61
8. Referencias bibliográficas.....	62
9. Anexos	70
9.1. Anexo 1	70
9.2. Anexo 2	71
9.3. Anexo 3	72
9.4. Anexo 4	73

9.5.	Anexo 5	74
9.6.	Anexo 6	75
9.7.	Anexo 7	76
9.8.	Anexo 8	77
9.9.	Anexo 9	78
9.10.	Anexo 10	79
9.11	Anexo 11.....	83
9.12.	Anexo 12	82
9.13.	Anexo 13.....	83

Resumen

Los consumidores de la salsa tipo chimichurri buscan en este producto una manera de realzar el sabor de la carne, en especial la carne asada a la parrilla. Básicamente, esta salsa se elabora con aceite de oliva, perejil fresco, ajo fresco y vinagre, sin aditivos químicos. El presente trabajo de investigación se realizó en una planta procesadora de alimentos que pertenece a un consorcio de empresas productoras y vendedoras de carne. Para dicha empresa, la salsa tipo chimichurri se considera un producto muy importante pues es muy aceptado por los clientes como acompañamiento para la carne y por ello impulsa su venta.

Por lo tanto, se realizó el desarrollo de la salsa tipo chimichurri mediante la metodología conocida como Despliegue de la Función de Calidad, DFC (o QFD, por sus siglas inglesas *Quality Function Deployment*). Se basa en recopilar las necesidades del consumidor para luego traducirlas en métricas que permiten controlar las variables críticas del producto.

Para priorizar las necesidades del cliente de forma objetiva, se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico mediante la plantilla AHP Excel con múltiples entradas, versión 08.05.2013. D. K. Goepel, que permite las comparaciones pareadas de los requerimientos del cliente y su respectiva calificación de dominancia.

El orden de prioridad de los “requerimientos del cliente” obtenido, en el peso de importancia, fue: la apariencia fresca con el porcentaje de más alto (27.9%) y clasificación más alta (RK=1), el precio ocupó el porcentaje más bajo (8,2%) y la clasificación más baja (RK=5), el tamaño de la presentación y el porcentaje de picadura-aceite son requerimientos del cliente que tienen el mismo peso (26,6%), sin embargo, en la mayoría de las comparaciones pareadas el consumidor eligió al primero sobre el segundo, independientemente de la dominancia que le otorgó. Por esta razón se asignó una prioridad de 2 al tamaño de la presentación y una prioridad de 3 al porcentaje de picadura-aceite. La ausencia de filtrado de aceite obtuvo un peso de 10,7% por lo que, su prioridad fue de 4.

Los principales parámetros de diseño asociados a los requerimientos del cliente mencionados fueron: concentración del producto sanitizante (ácido peracético) durante el

“lavado y sanitizado” de los vegetales y en la etapa de preparación del producto, la proporción adicionada de picadura (%picadura: perejil-ajo) y la concentración de vinagre en la formulación. Adicionalmente, se definieron otros tres parámetros de diseño: temperatura de almacenamiento, capacidad del envase y costo producción.

Posteriormente, el equipo técnico definió la relación entre los requerimientos del cliente y los parámetros de diseño mediante una matriz, ya fueran éstas fuertes (9), medias (3) o débiles (1).

Una vez que el producto se ajustó a los requerimientos del cliente se estimó la vida útil del mismo mediante un estudio de almacenamiento que consistió en almacenar la salsa bajo condiciones controladas a la temperatura de comercialización. Se evaluaron cinco parámetros principales: índice de peróxido, pH, recuento total aerobio de psicrófilos y recuento de mohos y levaduras y análisis sensoriales.

El índice de peróxido cambió significativamente ($p \leq 0,05$) en el período de almacenamiento con una tendencia al aumento, sin embargo, no sobrepasa el límite máximo permitido. Es decir, aunque aumentó durante el tiempo de almacenamiento, está muy lejos de alcanzar el estado oxidación límite donde se aprecie el olor y sabor rancio.

Por otra parte, hubo una tendencia a la disminución del pH conforme aumentan los días de almacenamiento ($p \leq 0,05$), mientras que, el recuento de mohos y levaduras ($R^2=0.74$ y $p \leq 0,0001$) así como el recuento total aerobio psicrófilos ($R^2=0.82$ y $p \leq 0,0001$) fue aumentando de forma significativa y alcanzando los límites máximos permitidos a los 20 y 9 días, respectivamente.

Se midió la intensidad de sabor a rancio, la intensidad de color opaco y la intensidad de aroma a madurado con palistas entrenados. Adicionalmente, se midió la aceptación de sabor, color y aroma con panelistas no entrenado para hacer una correlación entre ambas y observar, a través del tiempo, el comportamiento del primero con respecto a la aceptación

del consumidor. Con la ecuación que se obtuvo de cada una, se determinó el punto de corte.

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Escala de 9 puntos para comparaciones pareadas.....	11
Cuadro 2. Proceso de análisis jerárquico de cinco criterios aplicado a 20 consumidores de salsa tipo chimichurri	35
Cuadro 3. Comparación de defectos entre salsa tipo chimichurri “estándar” y “desarrollada” para validación del prototipo seleccionado	43
Cuadro 4. Prueba Dúo-trío para validación de prototipo.....	44
Cuadro 5. Incumplimiento de parámetros de diseño para la elaboración de un Diagrama de Pareto	79
Cuadro 6. Calificación de requerimientos del cliente detectados en el QFD para producto de la competencia realizado por los consumidores.....	80
Cuadro 7. Datos obtenidos de medición de parámetros de calidad de la salsa tipo chimichurri	82
Cuadro 8. Valores de índice de peróxido de salsa tipo chimichurri obtenidos durante el estudio de almacenamiento a tiempo real.....	83
Cuadro 9. Valores para la obtención del punto de corte del sabor de la salsa tipo chimichurri	83
Cuadro 10. Valores para la obtención del punto de corte del color de la salsa tipo chimichurri	83
Cuadro 11. Valores para la obtención del punto de corte del aroma de la salsa tipo chimichurri	84
Cuadro 12. Valores de pH de salsa tipo chimichurri obtenidos durante el estudio de almacenamiento a tiempo real.....	84
Cuadro 13. Recuento total aerobio psicrófilos de salsa tipo chimichurri obtenidos durante estudio de almacenamiento a tiempo real	84
Cuadro 14. Recuento mohos y levaduras de salsa tipo chimichurri obtenidos durante estudio de almacenamiento a tiempo real	85
Cuadro 15. Valores para la obtención del punto de corte del sabor para la salsa tipo chimichurri	85
Cuadro 16. Valores para la obtención del punto de corte del color para la salsa tipo chimichurri	86
Cuadro 17. Valores para la obtención del punto de corte del aroma para la salsa tipo chimichurri	86

Índice de Figuras

Figura 1. Forma básica de la casa de la calidad para relacionar objetivos (<i>qués</i>) con los <i>cómos</i> (Gutiérrez & De la Vara, 2009).....	6
Figura 2. Formato de un diagrama de afinidad (González <i>et al.</i> , 2013)	10
Figura 3. Matriz A de comparaciones pareadas	12
Figura 4. Diagrama de flujo para elaboración de la salsa tipo chimichurri	24
Figura 5. Diagrama de afinidad de salsa tipo chimichurri	33
Figura 6. Diagrama de Pareto para los parámetros de diseño.....	36
Figura 7. Casa de la Calidad	38
Figura 8. Variación del índice de peróxido de la salsa tipo chimichurri durante el almacenamiento (límite máximo permitido: 15 mEq O ₂ /Kg).....	45
Figura 9. Variación del pH de la salsa tipo chimichurri durante el almacenamiento	46
Figura 10. Variación del recuento total aerobio psicrófilos de la salsa tipo Chimichurri durante el almacenamiento (el límite permitido es de <10exp3 UFC/g).....	47
Figura 11. Variación del recuento de mohos y levaduras de la salsa tipo chimichurri durante el almacenamiento (el límite permitido es de <10exp3 UFC/g).....	48
Figura 12. Regresión lineal de la intensidad de sabor rancio versus tiempo.....	49
Figura 13. Regresión lineal de la intensidad de color opaco versus tiempo.....	50
Figura 14. Regresión lineal de la intensidad de aroma a madurado versus tiempo.....	51
Figura 15. Regresión lineal de la aceptación de sabor por el consumidor versus tiempo.....	53
Figura 16. Regresión lineal de la aceptación del color por el consumidor versus tiempo.....	54
Figura 17. Regresión lineal de la aceptación del aroma por el consumidor versus tiempo.....	55
Figura 18. Aceptación de sabor versus intensidad de sabor rancio	56
Figura 19. Intensidad de sabor rancio versus tiempo de almacenamiento en días	57
Figura 20. Aceptación de color versus intensidad de color opaco	58
Figura 21. Intensidad de color opaco versus tiempo de almacenamiento en días	58
Figura 22. Aceptación de aroma versus intensidad de aroma a madurado	59
Figura 23. Intensidad de aroma a madurado versus tiempo de almacenamiento en días	60



Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Rebeca Castellanos Díaz, con cédula de identidad 109880649, en mi condición de autor del TFG titulado Desarrollo de una salsa tipo chimichurri mediante la metodología "Despliegue de la Función de Calidad" y estimación de su vida útil

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: _____ año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

1. Justificación

Las salsas son parte importante en la dieta pues añaden una variedad infinita de aromas, sabores, colores y texturas a los alimentos básicos que de otra manera no podrían destacarse (Sales & Daesechel, 2012).

Muchos consumidores buscan alimentos que les sean familiares pero novedosos, mientras que otros no les temen a los sabores totalmente nuevos. Ambos tipos de consumidores quieren más sabor, mejor apariencia visual y distinta textura. Además, el consumidor actual tiene poco tiempo para preparar alimentos y quiere productos que sean convenientes. La mezcla de especias y sazónadores en las diferentes salsas puede ser una opción para crear alimentos novedosos que estos consumidores desean (Raghavan, 2000).

Por otra parte, varios autores (Del Greco, 2010; Juneja *et al.*, 2012) reporta que hay una demanda aumentada de productos alimenticios sanos, lo que ha conducido a muchos cambios de la calidad, seguridad de los productos y la usual conformación de sus ingredientes (Juneja *et al.*, 2012; Clara, 2010).

Los consumidores de la salsa tipo chimichurri, efectivamente buscan en este producto una manera de realzar el sabor de sus comidas, en especial la carne, y al mismo tiempo el consumo de un alimento saludable (Barrientos, 2012). Dicha salsa es de origen suramericano y se utiliza para acompañar la carne asada a la parrilla (asado) (Sales & Daesechel, 2012). Básicamente, esta salsa se elabora con aceite de oliva, perejil fresco, ajo fresco y vinagre, sin aditivos químicos.

Tanto el aceite de canola como el aceite de oliva se consideran grasas saludables (Comisión Intersectorial de Guías Alimentarias para Costa Rica, 2010), pues son ricas en ácido oleico, ácido linoleico y ácido α -linoleico (Thiyam-Hollander, 2012; Boskou, 2008). Son considerados ácidos grasos esenciales ya que el organismo no puede sintetizarlos y deben ser incorporado a través de los alimentos (Thiyam-Hollander, 2012) y son fundamentales en la funcionalidad del sistema nervioso y capacidad visual de los humanos

(Valenzuela & Nieto, 2003). Además, estudios clínicos y nutricionales indican que el ácido oleico reduce el riesgo de enfermedad cardiovascular (Russo, 2009), la diabetes y la obesidad (Kien, 2009; Vassiliou *et al.*, 2009).

El ajo (*Allium sativum*) posee grandes beneficios para la salud pues reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, es anticancerígeno y antimicrobiano (Ross & Milner, 2006; Moghadasian & Eeskin, 2012). Otros de los beneficios funcionales del ajo son su actividad antioxidante, su actividad antidiabética y mejora de las funciones inmunes (Rahman, 2007).

El perejil (*Petroselinum sativum* Hoffm) previene el cáncer y ayuda a tener un corazón sano por su contenido de betacaroteno, ácido fólico y vitaminas A y C (García *et al.*, 2010; Burdock, 2001).

El ácido acético proveniente del vinagre es el conservante natural que se añade al producto con el fin de alargar su vida útil (Belitz & Grosch, 1997). También, los compuestos antimicrobianos, provenientes del aceite de oliva y del ajo, contribuyen a ampliar la duración del alimento pues inhiben el crecimiento de células microbianas o las disminuyen (Juneja *et al.*, 2012).

Este trabajo de investigación se realizó en una planta procesadora de alimentos que pertenece a un consorcio de empresas productoras y vendedoras de carne. Para dicha empresa, la salsa tipo chimichurri se considera un producto muy importante pues es muy aceptado por los clientes como acompañamiento para la carne y por ello impulsa su venta.

Sin embargo, mediante los estudios de mercado, el “Departamento de Mercadeo y Ventas” ha detectado una serie de oportunidades de mejora producto de la realimentación aportada por el cliente. De este modo, el presente proyecto busca el desarrollo de un nuevo producto a partir del ya existente con el fin de satisfacer plenamente dichas necesidades del consumidor. Esto le permitirá a la empresa incrementar las utilidades, conservar su participación de mercado y promover la imagen de empresa innovadora.

La metodología escogida para este desarrollo es conocida como Despliegue de la Función de Calidad, DFC (o QFD, por sus siglas inglesas *Quality Function Deployment*). Dentro de sus principales ventajas se encuentra que: reduce los cambios de diseño, disminuye los costos de diseño y fabricación, aumenta la calidad y está fundamentada en dar mayor satisfacción al cliente (Vatthanakul *et al.*, 2010).

El Despliegue de la Función de Calidad se basa en recopilar las necesidades del consumidor para luego traducirlas en métricas que permiten controlar las variables críticas del producto. Esta herramienta permite la planeación del desarrollo y diseño del producto a partir de la voz del cliente (Viaene & Januszewska, 1999). Es el método más completo y comprensible para traducir lo que el cliente necesita del producto a lo que la empresa puede ofrecer y que se ajuste mejor a las necesidades del mismo (Park *et al.*, 2012; Gutiérrez & de la Vara, 2009).

De esta manera, la empresa enfoca sus esfuerzos en lograr las características técnicas del diseño del producto que responda realmente a los requerimientos del cliente actual y potencial sin desgastarse en aspectos que para el consumidor no son importantes y lleven a la empresa a gastos innecesarios (Park *et al.*, 2012).

Una vez que el producto se ajuste a estos requerimientos, es muy importante estimar la vida útil del mismo después de la producción y del empaque, durante la cual el alimento conserva las características de calidad bajo condiciones definidas de almacenamiento (Nicoli, 2012).

La metodología seleccionada para ello es conocida como “estudio de almacenamiento” y consiste en almacenar el producto bajo condiciones controladas a la temperatura de comercialización (Cedeño, 2007).

2. Marco teórico

2.1. Desarrollo de productos

Todas las actividades referentes a la formulación de un nuevo producto, reformulación de un producto existente, uso de nuevas tecnologías o de nuevos ingredientes o cualquier otra que impacte directamente al producto a tal grado que pueda ser promovido al consumidor como nuevo, se definen como desarrollo de productos. Su función es solucionar problemas de proceso, mejorar rendimientos, adaptar el producto a nuevas tecnologías u operaciones, reducir costos y modificar características fisicoquímicas y microbiológicas (Meilgaard *et al.*, 2007; Leondes, 2002).

En la industria de alimentos la investigación y el posterior desarrollo de productos son considerados como una inversión ya que el éxito de una empresa se ve determinado por su capacidad de innovación (Karwowski *et al.*, 2011), lo que le permite ser competitiva y mantenerse dentro del mercado (Moskowitz *et al.*, 2009).

Existen varias metodologías para el desarrollo de productos, para el presente estudio se eligió la metodología llamada Despliegue de la Función de Calidad o QFD (por sus siglas en inglés). La literatura (Vatthanakul *et al.*, 2010; Helferich *et al.*, 2005; Moskowitz *et al.*, 2009; Fung, 2002; Yacuzzi & Martín., 2003; ReVelle & Margetts, 2009) expone que dicha metodología logra identificar las verdaderas necesidades de los consumidores y las características necesarias para satisfacer estas necesidades. Provee una forma de comunicación entre clientes y desarrolladores que es sistemática, pero más informal y completa que solamente las especificaciones de requerimientos. Es decir, recoge las demandas y expectativas de los clientes y las traduce, en pasos sucesivos, a características técnicas y operativas satisfactorias.

Esta metodología permite mirar en una nueva dirección durante el proceso de desarrollo de productos pues va más allá de la estadística y los números; es decir, va más allá de los enfoques cuantitativos. El QFD se caracteriza por su carácter cualitativo (Moskowitz *et al.*, 2009).

2.2. Despliegue de la función de calidad – QFD

Costa, Dekker & Jorgen (2001) señalan que el QFD se originó en Japón en la década de 1960 por Yoji Akao y su metodología se consolidó y expandió geográficamente en las décadas siguientes. Sin embargo, fue hacia 1972 cuando Akao desarrolló la matriz de calidad, previamente introducida en la planta de Mitsubishi Heavy Industries, que sistematizaba la relación entre las necesidades de los clientes y las características de calidad incorporadas en los productos.

Dicha matriz es, en esencia, una tabla que relaciona la voz del cliente con los requerimientos que la satisfacen y suele desplegarse para dar lugar a otras matrices que permiten hacer operativa la voz del cliente (Park *et al.*, 2012; Yacuzzi & Martin, 2003). La matriz del método QFD es llamada “*Casa de la Calidad*” porque su apariencia, con la estructura de techo, se asemeja a una casa. La “*Casa de la Calidad*” tiene varias de las llamadas habitaciones y cada una contiene información concerniente al producto (Benner *et al.*, 2003). La principal meta es trasladar las demandas del cliente a los requerimientos del producto. Su estructura básica se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Forma básica de la casa de la calidad para relacionar objetivos (*qués*) con los *cómos* (Gutiérrez & De la Vara, 2009)

Según Gutiérrez & De la Vara (2009), los pasos del QFD son:

Paso 1. Hacer una lista de objetivos del proyecto fundamentados en “qué” quiere el consumidor y asignar su prioridad con una escala de 1 al 5, donde 5 es la más alta. Por lo general, esta prioridad se obtiene a partir de la situación actual de cada *qué* y de los objetivos que se persiguen en el proyecto (cada prioridad debe reflejar por completo el interés del cliente y los objetivos de la empresa).

Paso 2. Los requerimientos de diseño o los “*cómos*” son las diferentes formas inmediatas con las cuales la empresa puede atender los *qués*. Estos son generalmente características generales del producto (usualmente medibles) que si se aplican o ejecutan apropiadamente

el producto llenará los requisitos del cliente. Una vez identificados los requerimientos de diseño, se procede a anotarlos en la parte vertical de la matriz.

Paso 3. Cuantificar la intensidad de la relación entre cada *qué* frente a cada *cómo*. Con una escala de 1 al 9, asignar 9 en el caso de una relación muy fuerte, 3 para una relación moderada y 1 para una relación débil.

Paso 4. Análisis competitivo. Por lo general, en esta etapa se realiza una evaluación competitiva de cada uno de los *qués* con respecto a los principales competidores. También es posible hacer evaluaciones de los clientes en relación con cada una de las variables objetivo. Incluso, esto puede llevar a modificar las prioridades establecidas en el primer paso.

Paso 5. Matriz de correlación. Contiene las interacciones entre los “*cómos*” y muestra la influencia que tienen entre sí. Es decir, se identifica cuáles de los “*cómos*” se respaldan uno con otro (relación positiva) y cuales están en conflicto (relación negativa). La matriz de correlaciones se ubica en la parte superior y es conocida, por su forma, como el techo de la Casa de la Calidad.

Paso 6. Establecer prioridades para requerimientos técnicos (“*cómos*”). Esto se hace multiplicando la prioridad de cada *qué* por la intensidad de la relación y sumando los resultados. La importancia de la calificación es utilizada para dar prioridad a los esfuerzos y tomar decisiones beneficiosas.

Paso 7. Valores meta o “*cuántos*”. Estos valores deben ser cuantificables, medibles y alcanzables. Cuando no se tiene un punto de referencia de dicho valor se recomienda preguntarle al cliente o utilizar el valor actual del competidor que mejor se desempeñe en este rubro. Es necesario fijar un cuánto por cada “*cómo*”, y ubicarlo en la parte inferior de la matriz en concordancia con cada “*cómo*” correspondiente. Según Benner *et al.* (2003) el “*cuánto*” será medible tanto como sea posible porque los detalles medibles suministran mayor oportunidad de análisis y mejora, no así los no medibles.

De esta manera se puede observar el valor integrador de la matriz de la calidad—núcleo del QFD—que, en un único gráfico, indica los requerimientos del cliente, establece las características técnicas capaces de satisfacerlos y brinda la posibilidad de comparar el producto de la propia empresa con otros de la competencia (Yacuzzi & Martin, 2003; ReVelle & Margetts, 2009; Nagamachi & Mohd, 2010).

2.2.1. Requerimientos del cliente

2.2.1.1. Grupos Focales

Hay varios recursos posibles para captar los requerimientos del cliente: datos de investigación de mercado, los datos de ventas, quejas de clientes, grupos de enfoque, líneas telefónicas gratuitas, encuesta de opinión, entrevistas en profundidad, etc (Charteris, 1993; Griffin & Hauser, 1993, Costa *et al.*, 2001).

En este caso se utilizaron los datos de ventas y quejas del consumidor como base para detectar los requerimientos del cliente de la salsa tipo chimichurri. Posteriormente, se utilizó la técnica de grupos focales, la cual se hará en coordinación con el Departamento de Ventas.

Ruíz *et al.* (2001) explican que los grupos focales pueden utilizarse dentro de las fases preliminares o exploratorias de un estudio para generar hipótesis o desarrollar preguntas y conceptos que puedan utilizarse posteriormente en la construcción de cuestionarios o entrevistas. Los grupos focales son una técnica cualitativa de investigación que consiste en la realización de entrevistas a grupos de 6 a 12 personas, en las cuales el moderador desarrolla de manera flexible un conjunto de temas que tienen que ver con el objeto de estudio.

Los elementos que componen un grupo focal son:

- **El investigador:** cumple la función de moderar el grupo, estimula la discusión y la orienta en función de los temas a ser investigados, sin limitar la espontaneidad y buscando la equidad en la participación (Barragán *et al.*, 2003).
- **La guía de trabajo:** es el instrumento que orienta la discusión. En ella las variables de estudio se transforman en “temas abiertos y flexibles” que son abordados según la propia dinámica del grupo, de manera natural y lo más espontáneamente posible. Es una guía, no un cuestionario de preguntas (Barragán *et al.*, 2003).

- **Los participantes:** representan a la población objetivo del estudio. El número mínimo es el indispensable para generar una interacción grupal (seis personas) y el máximo está dado por la cantidad de interacciones que pueda moderar y asimilar el moderador (usualmente doce personas) (Barragán *et al.*, 2003; Balcázar *et al.*, 2002).
- **El entorno:** es el escenario en el cual discurre la interacción grupal, la puesta en escena de los participantes. Se busca que sea cómodo y, sobre todo, neutro.

Una vez que se logra extraer las necesidades de la voz del cliente se pueden agrupar utilizando un Diagrama de Afinidad (ver Figura 2); esta herramienta sirve para organizar grandes listados de ideas en grupos naturales de acuerdo con criterios establecidos por el equipo de trabajo. Consiste en registrar cada idea en una hoja separada y, coordinado por el moderador, se ordenan las ideas en grupos similares (González *et al.*, 2013).

Se selecciona un título adecuado para cada grupo de ideas una vez que el equipo llega a un consenso final. Este título debe resumir el contenido de todas las ideas de su grupo. Esta actividad es crítica para obtener un verdadero beneficio del Diagrama de Afinidad, por lo que requiere de cuidado y consenso (González *et al.*, 2013).

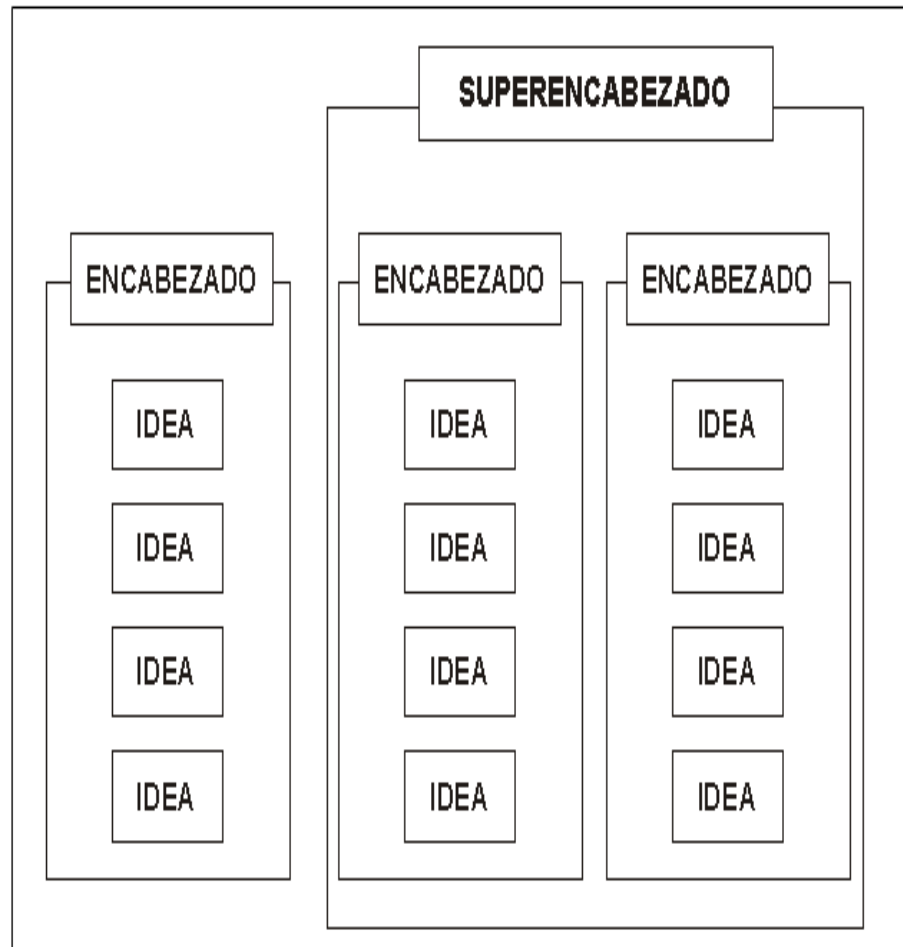


Figura 2. Formato de un diagrama de afinidad (González *et al.*, 2013)

2.2.1.2. Proceso de análisis jerárquico – AHP

Una vez que se obtienen los requerimientos del cliente, se debe hacer una clasificación de importancia relativa. Li, Tang & Lou (2010) recomiendan la metodología llamada Proceso de Análisis Jerárquico o AHP (por sus siglas inglesas Analytic Hierarchy Process).

Consiste en resolver problemas complejos de criterios múltiples mediante un modelo jerárquico, que permite de manera eficiente y grafica organizar la información, descomponerla y analizarla por partes.

El modelo jerárquico básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas (García *et al.*, 2006). Una vez construido el modelo jerárquico se realizan comparaciones pareadas entre dichos elementos (criterios, subcriterior y alternativas) y se atribuyen valores numéricos (peso de importancia) a las preferencias señaladas por las

personas involucradas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales (Nahm et al., 2013)

En dichas comparaciones se utilizan los juicios de la escala fundamental de Saaty (Toncovich et al., 2007), mostrados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Escala de 9 puntos para comparaciones pareadas

IMPORTANCIA	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual importancia	Dos elementos contribuyen idénticamente al objetivo.
3	Dominancia débil	La experiencia manifiesta que existe una débil dominancia de un elemento sobre otro.
5	Fuerte dominancia	La experiencia manifiesta una fuerte dominancia de un elemento sobre otro.
7	Demostrada dominancia	La dominancia de un elemento sobre otro es completamente demostrada.
9	Absoluta dominancia	Las evidencias demuestran que un elemento es absolutamente dominado por otro.
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	Son valores intermedios de decisión.

De acuerdo con García *et al.* (2006) y Toncovich *et al.* (2007) para el caso de n atributos la comparación apareada del elemento i con el elemento j es colocado en la posición de a_{ij} de la matriz A de comparaciones apareadas, tal como se ilustra en la Figura 3.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & a_{nm} \end{bmatrix}$$

Figura 3. Matriz A de comparaciones pareadas

Los valores recíprocos de estas comparaciones son colocados en la posición a_{ji} de A, con la finalidad de preservar la consistencia del juicio. El decisor participante debe comparar la importancia relativa de un elemento con respecto a un segundo, usando la escala de 1 a 9 puntos. Por ejemplo, si el elemento 1 fue calificado con fuerte dominancia sobre el elemento 2, entonces en la posición a_{12} se coloca un 5 y recíprocamente en la posición de a_{21} se coloca 1/5. Según Saaty (1990), una vez que se han ingresado los juicios correspondientes en la matriz de comparaciones pareadas, el problema se reduce al cálculo de “valores propios” y “vectores propios”, los que representan las prioridades y el índice de consistencia del proceso, respectivamente.

Por lo general, se tiene que resolver la siguiente ecuación:

$$A * w = \lambda * w$$

Ecuación 1. Cálculo de valores propios y vectores propios

Donde:

A= Matriz recíproca de comparaciones pareadas (juicios de importancia/preferencia de un criterio sobre otro).

λ = Máximo valor propio de A

w= Vector propio correspondiente a λ

El uso de la técnica AHP es una valiosa herramienta que permite evaluaciones en las que existen factores de orden cualitativo y, además, permite obtener pesos asignados a cada uno de los elementos, los cuales son usados como criterio de decisión (Nahm et al., 2013).

Otra de las fortalezas de este método (García et al., 2006) es que permite identificar y tomar en cuenta las inconsistencias de los decisores, ya que rara vez estos son consistentes en sus juicios con respecto a factores cualitativos. Así, AHP incorpora en el análisis un Índice de Consistencia (IC) y una Relación de Consistencia (RC), para medir la calidad de los juicios emitidos por un decisor. Se considera que un $RC < 0,1$ es aceptable; en caso de que sea mayor, se debe pedir al decisor que haga sus valoraciones o juicios nuevamente.

Por otra parte, Nahm et al. (2013) recomiendan que, antes de priorizar los requerimientos del cliente en términos de importancia relativa como se describe arriba, la calificación prioritaria de los “requerimientos del cliente” hecha para el producto de la competencia deberá también ser determinada. El objetivo es conocer el grado de importancia de los “requerimientos del cliente”, donde las empresas deben enfocarse para ser competitivas. De esta manera, la empresa puede trabajar en los “requerimientos del cliente” más importantes e ignorar los menos importantes para hacer un mejor uso de los recursos.

2.3. Salsa tipo chimichurri

Las salsas son un conjunto de ingredientes que se utilizan para añadir o resaltar el sabor de un alimento. Normalmente se emplean para condimentar ensaladas, carnes, pastas y encurtidos. Son elaborados tanto industrial como artesanalmente (Jiménez, 2008). El chimichurri es de origen suramericano y es una salsa de amplio uso en Argentina y Uruguay para realzar el sabor de las carnes en los tradicionales asados de la región, donde se utiliza también para marinar carnes de pescado y aves, sazonar papas asadas y para acompañar el pan tostado (Sales & Daeschel, 2012).

En la actualidad, muchos consumidores buscan nuevos sabores en la comida extranjera, tanto así que los alimentos étnicos han sido bien recibidos en los grandes mercados (Raghavan, 2000). Por tal razón, la empresa procesadora de salsa produce y vende con éxito una salsa tipo chimichurri que se ha caracterizado por sus ingredientes frescos y de buena calidad.

Para el caso de la salsa tipo chimichurri que elabora la empresa donde se realizó el presente trabajo, el ajo y el perejil son ingredientes de muy buena calidad que se utilizan frescos. Además, se utiliza aceite de oliva por su buen sabor y vinagre como preservante natural.

2.4. Aceite

Los lípidos son indispensables en la dieta porque son el principal recurso de ácidos grasos esenciales que proveen sustancias solubles en grasa como vitaminas y carotenoides. Los ácidos grasos son esenciales para la salud humana pues, juegan un importante rol en muchos procesos metabólicos (Miyashita, 2012).

Las autoridades sanitarias recomiendan (Comisión Intersectorial de Guías Alimentarias para Costa Rica, 2010) el consumo de alimentos que, dentro de los límites recomendados, contengan principalmente grasas insaturadas, con el fin de reducir el riesgo de enfermedades del corazón. Al remplazar las grasas saturadas por grasas insaturadas se reduce el colesterol total y las lipoproteínas de baja densidad (colesterol “malo” o LDL, por sus siglas en inglés).

2.4.1. Aceite de Oliva

El aceite de oliva se obtiene de la pulpa del fruto en drupa del olivo (*Olea europaea sativa*). Los frutos partidos se trituran a fin de romper las células oleosas, a veces con adición de sal. El aceite se separa por prensado o decantación; prensando en frío se obtiene el aceite virgen. En general, se realiza el prensado en caliente a unos 40°C (Belitz & Grosch, 1997).

El aceite de oliva se clasifica en (Quiles *et al.*, 2006; Delgado-Gutiérrez, 2010):

- Aceite de oliva virgen.
- Aceite de oliva extravirgen: tiene una acidez < 0.8 %, cero defectos, aroma a fruta, sabor amargo y picante.
- Aceite de oliva virgen: tiene una acidez < 2 %.
- Aceite de oliva virgen ordinario: tiene una acidez <3.3 %.
- Aceite de oliva virgen lampante: no apto para consumo humano.
 - Aceite de oliva pomace.
- Aceite de oliva-pomace crudo: para procesos de refinado.
- Aceite de oliva-pomace refinado.
- Aceite de oliva pomace: mezcla de aceite de oliva pomace refinado y aceite de oliva virgen.

En general, el aceite de oliva se compone de gliceroles (98% del total del peso) y componentes menores (2% del total del peso), que incluyen más de 230 compuestos químicos como alcoholes alifáticos y triterpénicos, esteroides, hidrocarburos, compuestos volátiles y antioxidantes (carotenoides) y compuestos fenólicos (Servili *et al.*, 2004; Delgado-Gutiérrez, 2010; Sayago *et al.*, 2007).

El ácido oleico (ácido graso monoinsaturado) está presente en una concentración más alta (68-81%) que los otros ácidos (ácido linoléico, palmítico y esteárico) (Quiles *et al.*, 2006). El ácido oleico tiene efectos beneficiosos sobre la salud cardiovascular pues contribuye con la modificación del perfil lipídico del plasma, incrementando el HDL (High Density Lipoprotein, traducido al español como lipoproteínas de alta densidad) y reduciendo el LDL (Low Density Lipoprotein, traducido al español como lipoproteínas de baja densidad). De esta manera, se evita el engrosamiento de las arterias, lo que reduce los problemas de circulación de la sangre (Boskou, 2008).

El aceite de oliva es rico en polifenoles (esto es, antioxidantes naturales), por lo que mejora la calidad de vida de enfermos que padecen de estrés oxidativo, y resulta igualmente beneficioso contra el envejecimiento de las células y la osteoporosis (Mataix *et al.*, 2009), pues induce la protección antioxidante contra la oxidación lipoproteica. También, debido a su actividad antioxidante incrementa la estabilidad y vida útil del aceite de oliva por reducción de procesos oxidativos (Delgado-Gutiérrez, 2010).

2.4.2. Aceite de canola

El aceite de canola se caracteriza por el bajo contenido de ácidos grasos saturados (7%) y, por otro lado, es un importante recurso de ácido oleico monoinsaturado (58-60%); ácido linoleico, en particular omega 3 (20%) y ácido α -linoleico (10%) (Thiyam-Holländer & Schwarz, 2012). Esto lo hace un aceite de gran valor nutricional.

2.5. Perejil

El perejil (*Petroselinum sativum*) es un apreciado ingrediente culinario que contiene vitaminas A, C y E, fósforo, hierro, calcio y azufre (Raghavan, 2000). Además, contiene apiína y flavonoides, compuestos que le confieren acción diurética y antioxidante, aceite

esencial rico en apiol y miristicina, que le otorga propiedades emenagogas (estimula la menstruación) y vasodilatadoras (Troncoso & Guija, 2007).

Adicionalmente, la ingesta de antioxidantes presentes en el perejil es un factor protector de la salud importante, ya que reducen el riesgo de enfermedades mediante la prevención del daño oxidativo celular (Serafini *et al.*, 2002). Cada vez se presenta más evidencia (Serafini *et al.*, 2002; Pellegrini *et al.*, 2006; Serafini & Testa, 2009) que demuestra la participación de los radicales libres en la patogénesis de ciertas enfermedades, como cáncer, artritis reumatoide, arteriosclerosis, diabetes mellitus, catarata senil y enfermedad de Alzheimer.

2.6. Ajo

El ajo (*Allium sativum*) es reconocido por todas las sustancias beneficiosas para el organismo que contiene en su pequeño volumen (Roos & Milner, 2006; Sadiq, 2009). Dentro de sus principales compuestos bioactivos se encuentran: polifenoles, flavonoides, antocianina, taninos y ácido ascórbico. Además, dispone de compuestos azufrados como el sulfuro de alilio, que se descompone al contacto con el aire dando lugar a la alicina, que actúa como un extraordinario fungicida y antibiótico (Gorinstein *et al.*, 2008; Benavides *et al.*, 2007; Sadiq *et al.*, 2009).

Se reportan (Zhang *et al.*, 2007; Herman-Antosiewicz *et al.*, 2007; Milner, 2006; Mahmoodi *et al.*, 2006; Dilip *et al.*, 2012) innumerables actividades funcionales del ajo, dentro de las cuales se pueden incluir: actividad para atrapar radicales libres, estimulación inmune, cura de enfermedades cardiovasculares, propiedades anti-cáncer y anti-infecciosas.

Por otra parte, el ajoeno, un producto de gran estabilidad, se origina de la ruptura y la reparación no enzimática de la alicina y tiene propiedades antifúngicas, por lo que constituye un agente terapéutico que permite el tratamiento tópico de las infecciones fúngicas en la piel (Ledezma & Apitz-Castro, 2006).

Este último ha tomado importancia en los últimos años por tener una alta eficacia en tratamientos de la piel y disminuye considerablemente los riesgos de toxicidad sistémica, donde los efectos adversos pueden afectar a diversos sistemas del organismo (gastrointestinal, nervioso, cutáneo, hepático, etc.) (Ledezma & Apitz-Castro, 2006).

2.7. Vinagre

El vinagre ha formado parte de la alimentación humana desde la antigüedad como condimento, conservador de alimentos y base para remedios sencillos en hombres y animales. El vinagre es esencialmente una solución diluida de ácido acético obtenido por fermentación, a la que se le agregan sales y extractos de otras materias (Mesa *et al.*, 2014).

El vinagre es el resultado de dos fermentaciones: primero, el azúcar es convertido a etanol por acción de levaduras (fermentación alcohólica) y luego por acción de las bacterias *Acetobacter*, se convierte el etanol a ácido acético (fermentación del ácido acético o acetificación). La acetificación es el segundo paso del proceso: el etanol es convertido a acetaldehído y luego el acetaldehído es convertido a ácido acético (Tesfaye *et al.*, 2002). Belitz & Grosch (1997) señala que las bacterias *Acetobacter* requieren un suministro generoso de oxígeno para su crecimiento y actividad.

2.8. Estimación de vida útil

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable, el producto ha llegado al fin de su vida útil (Morales, 2008).

Es importante identificar los factores específicos que afectan la vida útil y evaluar sus efectos individualmente y en combinación. Estos se pueden dividir en: a) factores intrínsecos: materia prima (composición, estructura, naturaleza), actividad de agua, pH, acidez, disponibilidad de oxígeno y potencial redox; y b) factores extrínsecos: procesamiento, higiene y manipulación, materiales y sistemas de empaque, almacenamiento, distribución y lugares de venta (Valencia *et al.*, 2008). Hay diversas maneras de aproximar el valor de vida útil de un alimento, algunas son: datos de literatura, pruebas de distribución en condiciones extremas, quejas de los consumidores, estudio de almacenamiento y pruebas aceleradas de vida útil (Fu & Labuza, 1993).

La metodología conocida como “estudio de almacenamiento” consiste en almacenar el producto bajo condiciones controladas a la temperatura de comercialización del mismo, durante el tiempo necesario hasta que sus características de calidad indiquen que ha llegado a fin su vida útil. Es un método muy exacto donde se miden las variables consideradas como las más importantes, pero tiene la desventaja de brindar un dato de vida útil solo a la temperatura del estudio (Cedeño, 2007).

Para el caso de las salsas, Smith & Straton (2007) señalan el crecimiento microbiano como factor de deterioro, por lo que proponen agregar preservantes químicos, adicionar ácido para lograr pH de 4.6 o la refrigeración del producto. El estudio de García y Molina (2008) utiliza el índice de peróxido como factor de deterioro, por el alto contenido de lípidos en la formulación del producto.

2.9. Análisis sensorial

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios (Lopetcharat & McDaniel, 2011). No existe ningún instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. Los principales usos del análisis sensorial son: control de calidad, desarrollo de productos e investigación (Meilgaard *et al.*, 1999).

Un aspecto muy importante de resaltar en el análisis sensorial es el lugar donde se llevan a cabo las pruebas. El cuarto de prueba debe ser un espacio tranquilo y agradable donde los panelistas pueden trabajar sin interferir el uno con el otro. Se debe cumplir con las siguientes condiciones (Hough, 2010):

- área de preparación de alimentos.
- área separada para discusión del panel.
- área de cabinas de degustación.
- área de oficina o un escritorio para el encargado del panel.
- material y equipo para preparar y servir las muestras.

La indagación sobre los gustos, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados. La información sobre las características sensoriales específicas de un alimento requiere pruebas orientadas al producto. La identificación y medición de las propiedades sensoriales es factor esencial para el desarrollo de nuevos productos alimenticios, reformulación de productos ya existentes, identificación de cambios causados por los métodos de procesamiento, almacenamiento y uso de nuevos ingredientes, así como para el mantenimiento de normas de control de calidad. Este tipo de pesquisa cuantitativa orientada al producto se obtiene llevando a cabo evaluaciones sensoriales en el laboratorio, con paneles entrenados. Cuando se modifica la fórmula de un alimento o se desarrolla una nueva, las pruebas orientadas al producto preceden a menudo a las pruebas orientadas al consumidor (Watts *et al.*, 1992). La prueba dúo-trío es un método discriminativo o de diferenciación empleado para investigar si hay una diferencia sensorial entre muestras. Una muestra marcada "R" sirve de referencia, entre otras dos que se dan al mismo tiempo (Flanzy, 2003).

Para el tratamiento de los datos de pruebas de diferenciación se parte de la hipótesis H_0 que no hay diferencias entre los dos productos. El número de respuestas correctas es comparado con una probabilidad de resultado de un muestreo realizado al azar. La distribución de este muestreo al azar sigue una ley binómica (Flanzy, 2003):

$$B = C_N^k p^k (1-p)^{n-k}$$

Ecuación 2. Distribución de muestreo según Ley Binómica

n = número de panelistas.

k = número de respuestas correctas.

p = probabilidad de obtener una respuesta exacta.

$1-p$ = probabilidad de obtener una respuesta inexacta.

Se han preparado tablas binomiales (Larmond, 1977; Roessler *et al.*, 1978; Rousseau, 2004) para las pruebas dúo-trío, que proporcionan el número mínimo de respuestas correctas que hay que obtener para rechazar la hipótesis H_0 inicial. Se toma esta decisión dada la débil probabilidad de que la importancia del número de respuestas correctas sea

debido al azar. No obstante, existe un riesgo α (1ª especie) de equivocarse. Los valores normalmente tomados son 5%, 1% y 0,1%.

También hay pruebas que ayudan a cuantificar las intensidades percibidas de las características sensoriales de un producto. Estos procedimientos se conocen como análisis descriptivos. El primer método para hacer esto con un panel de jueces entrenados fue el perfil de sabor. Se formula un método que involucra un entrenamiento intensivo de panelistas que los hace capaces de caracterizar todas las notas de sabor en un alimento y la intensidad de estas notas usando una simple escala de categoría y anotar su orden de aparición. Actualmente este método se llama Análisis Descriptivo Cuantitativo y usa diseños experimentales y análisis estadístico, tales como análisis de varianza. El análisis descriptivo es aplicable para la caracterización de una amplia variedad de cambios en un producto en el desarrollo de nuevos productos. La información puede relacionarse con la aceptación del consumidor y a las medidas instrumentales por medio de técnicas estadísticas tales como regresión y correlación (Carrillo & Reyes, 2013).

2.10. Inocuidad

Un alimento inocuo es aquel que no ocasiona un daño o enfermedad a la persona que lo consume. Debido a la fuerte relación que existe entre la inocuidad y la salud de los consumidores, el obtenerla adquiere importancia fundamental e indiscutible. Los alimentos durante su obtención, preparación, manipulación, transporte, almacenamiento o consumo, y por causas provocadas no deliberadamente, sufren variaciones en sus características sensoriales (color, aroma, textura, sabor), composición química o valor nutritivo, de tal manera que su aceptabilidad para el consumo queda suprimida o sensiblemente disminuida, aunque puede sin embargo permanecer inocuo. Un alimento puede estar expuesto a diversos agentes y perder su inocuidad. Los agentes pueden ser físicos, químicos o biológicos que, al alterar el alimento, pueden provocar un daño en la salud del consumidor (De la Fuente & Barboza, 2010).

Entre los agentes físicos más alarmantes se encuentra la luz que promueve decoloraciones y oxidación de lípidos; además, se pueden tener golpes y magulladuras por agentes mecánicos, por temperaturas extremas, modificaciones en el pH e inclusive efectos por la presencia de oxígeno. Con respecto a los agentes químicos, no se puede descartar la

acción del oxígeno, que puede conducir a la desnaturalización de proteínas, al enranciamiento autooxidativo de lípidos o destrucción de vitaminas. También, la presencia de metales pesados inactiva enzimas y son tóxicos a concentraciones altas o inducen la oxidación.

Por lo tanto, las técnicas de conservación se aplican para controlar el deterioro de la calidad de los alimentos. Desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste en exponer a los microorganismos a un medio hostil (por ejemplo, a uno o más factores adversos) para prevenir o retardar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte. Ejemplos de tales factores son el pH bajo, la limitación del agua disponible para el crecimiento (por ejemplo, reducción de la actividad de agua), la presencia de conservadores, las temperaturas altas o bajas, la limitación de nutrientes, la radiación ultravioleta y las radiaciones ionizantes (Leistner y Gould, 2002).

El pH óptimo para el crecimiento de la mayoría de las bacterias asociadas a alimentos está en el rango 6,5-7,5. Pero algunas bacterias patógenas pueden crecer a pH 4,2 y algunas bacterias deteriorativas pueden multiplicarse en condiciones muy ácidas (pH = 2,0). En general, los hongos y las levaduras tienen mayor habilidad que las bacterias para crecer a pH ácidos, pudiendo proliferar a un valor de pH tan bajo como 1,5. Disminuir el pH debajo de 4,2 es una forma efectiva de lograr la inocuidad de algunos alimentos debido a la alta sensibilidad al pH de las bacterias patógenas. Sin embargo, para controlar el crecimiento de todos los microorganismos el pH requerido en ausencia de otros factores de conservación sería muy bajo ($< 1,8$) y ello causaría el rechazo de los productos por consideraciones sensoriales. Si se utilizan ácidos orgánicos débiles (por ejemplo, ácidos sorbico, propiónico y/o benzoico) como conservadores, la acidez debe ser lo suficientemente alta para asegurar que una gran proporción del ácido esté en forma no disociada. La forma no disociada del ácido actúa como transportadora de protones a través de la membrana celular, aumentando la velocidad de entrada de los mismos a la célula. El microorganismo necesita energía extra para mantener dicha variable constante y expulsar los protones (Leistner y Gould, 2002).

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Desarrollar una salsa tipo chimichurri para una empresa procesadora y estimar su vida útil mediante un estudio de almacenamiento.

3.2. Objetivos específicos

Solventar los requerimientos del cliente para una salsa tipo chimichurri basado en la metodología de Despliegue de la Función de la Calidad (*Quality Function Deployment - QFD*).

Seleccionar el prototipo que mejor cumpla con las expectativas del cliente y validarlo.

Estimar la vida útil del prototipo validado según los resultados obtenidos en el QFD.

4. Materiales y métodos

4.1. Localización

El presente trabajo se realizó en una planta procesadora de salsas, ubicada en la provincia de San José. El análisis sensorial se llevó a cabo en dicha planta, en una sala acondicionada para análisis sensorial.

Los análisis microbiológicos y físico-químicos se llevaron a cabo en los laboratorios del Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA).

4.2. Materia prima

- ✓ Aceite compuesto pomace-refinado: 90% aceite LEAR (Low Erucid Acid Rape, conocido como canola) y 10% aceite de oliva extravirgen. Marca Abruzzo. Primera calidad. Distribuido por MAYCA.
- ✓ Perejil fresco: lavado, sanitizado y centrifugado.
- ✓ Ajo fresco.
- ✓ Vinagre de sidra de manzana. Marca HEINZ. Distribuido por MAYCA.
- ✓ Sal refinada yodada.
- ✓ Hoja de laurel seca.

4.3. Definición de las condiciones de proceso

- El lavado y desinfección de las materias primas vegetales se hizo de acuerdo con los métodos validados por la empresa y utilizando los productos aprobados por la misma.
- El proceso de picado del perejil y del ajo se hizo en procesador Robout Coupe M39157.
- El llenado, etiquetado y empacado del producto se hizo de forma manual.
- El producto se almacenó y transportó a temperatura de refrigeración (5°C).

4.4. Diagrama de flujo del proceso

El diagrama de flujo del proceso de elaboración de la salsa tipo chimichurri se describe en la Figura 4.

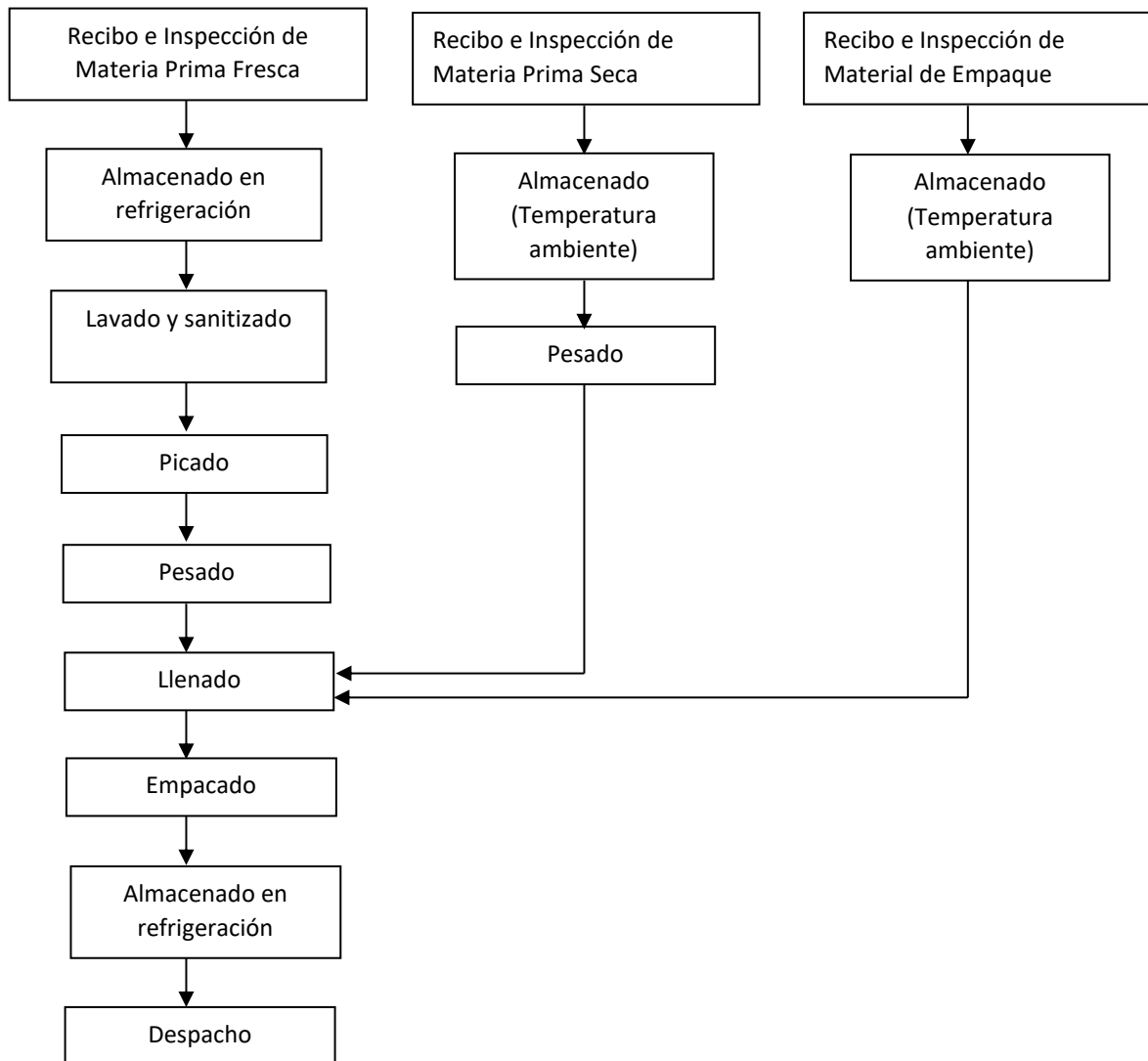


Figura 4. Diagrama de flujo para elaboración de la salsa tipo chimichurri

4.5. Despliegue de la función de calidad, QFD

4.5.1. Voz del cliente:

La determinación de la voz del cliente es la primera etapa en la implementación de la metodología y una de las más importantes porque en ella se fundamenta la filosofía del QFD, por lo tanto, se utilizó un instrumento especialmente eficaz en la obtención de información: la entrevista en el marco de grupos de discusión y, más concretamente, los grupos focalizados.

Costa *et al.* (2001) indican que los grupos focalizados constituyen un mecanismo para explorar la voz del cliente mediante un grupo de discusión semiestructurado. Para los efectos de este proyecto, el grupo focal del presente estudio se conformó principalmente por vendedores de “mesa caliente de puntos de venta”; los que tienen la función de impulsar la venta de productos cocidos y acompañamientos para las carnes (la salsa tipo chimichurri es uno de estos). Su escogencia para la conformación del grupo focal se sustentó en el hecho que estos colaboradores tienen contacto directo con el consumidor final y, por tanto, reciben realimentación de forma directa y espontánea. Además, se involucró a los administradores de los puntos de venta, dado que son los emisores de las inconsistencias internas y externas (enlace entre el punto de venta y el área de producción).

De tal modo, el grupo se estructuró con 12 participantes: los vendedores de mesa caliente de cada uno de los puntos de venta (9 personas) y los administradores de punto de venta (3 personas). El objeto fue recopilar información y opiniones sobre su percepción de la salsa tipo chimichurri, dando espacio a que expongan sus expectativas del producto.

La “guía de trabajo” para llevar a cabo el grupo focal se basó en la información de los registros de no conformidades de calidad y la información de los “Reportes de Ventas” (que registra las “Visitas a Punto de Venta”), del último año.

Según lo anterior, la consulta se sustentó en los siguientes tópicos:

- Principales causas de la satisfacción o insatisfacción con el producto.
- Percepción del concepto de producto ideal.
- Definición de “calidad de producto” a través de la interpretación de la visión de los participantes.
- Características cualitativas indispensables para la aceptación del producto.

En aras de sintetizar el conjunto de datos verbales (ideas, opiniones, temas, expresiones, etc.) o lluvia de ideas generados, se utilizó la herramienta “Diagrama de Afinidad”, descrita en el punto 2.2.1.1. del Marco Teórico, de forma tal que se pudo agrupar y jerarquizar la información recopilada, basado en el principio de que muchos de los datos verbales son afines, por lo que pueden reunirse bajo unas pocas ideas generales.

Una vez que se obtuvo el diagrama de afinidad se pudo extraer los principales requerimientos del cliente, y así proceder con la priorización de los mismos como se explica a continuación.

4.5.2. Priorización de las necesidades del cliente

Para conocer cuáles requerimientos del cliente son prioritarios se utilizó el modelo llamado Proceso de Análisis Jerárquico – AHP (por sus siglas en inglés Analytic Hierarchy Process) recomendado por Nahm *et al.* (2013). Esta es una técnica desarrollada por Thomas Saaty en 1980 y es una importante herramienta para la toma de decisiones (García *et al.*, 2006).

Para efectos de este proyecto se aplicó la herramienta AHP a consumidores regulares de la salsa tipo chimichurri. Se utilizó la plantilla de AHP Excel con múltiples entradas versión 08.05.2013. D. K. Goepel.

El tamaño de muestra, o cantidad de personas a entrevistar, se definió mediante la siguiente fórmula (Ekesa, 2010; Magnani, 1997):

$$n = \frac{t^2 \times p(1-p)}{m^2}$$

Ecuación 3. Tamaño de muestra

Donde:

n = cantidad de clientes a entrevistar.

t = nivel de fiabilidad al 95% (valor estándar de 1,96).

p = prevalencia estimada de compradores de salsa tipo chimichurri (tomado de los registros de “tarjeta de cliente frecuente”).

m = margen de error de 5% (valor estándar de 0,05).

4.5.3. Parámetros de diseño

Una vez que se determinó y priorizó los requerimientos del cliente, en conjunto con el equipo técnico de la empresa, se determinaron las características o parámetros de diseño necesarios para satisfacer dichas necesidades del cliente.

Mediante un Diagrama de Pareto, elaborado a partir de las observaciones y no conformidades de calidad registradas en los controles en proceso, el equipo pudo enfocarse en las causas que tuvieron mayor impacto si son resueltas (causa-raíz) para lograr cumplir con los requerimientos del cliente.

4.5.4. Matriz de relaciones

Se generó la matriz de relaciones entre las necesidades del cliente y los parámetros de proceso. Para ello se utilizó una serie de valores o íconos que indican la mayor o menor relación (Costa *et al.*, 2001):

9: Relación fuerte

3: Relación media

1: Relación débil

4.5.5. Calificación prioritaria de la competencia

Para efectos de este proyecto se utilizó una encuesta para obtener esta información. Se buscó que el cliente diera una calificación a cada uno de los “requerimientos del cliente” detectados en la primera etapa de la metodología, pero para el producto de la competencia. Dicha calificación se hizo utilizando una escala de 1 al 5, donde 5 la calificación más alta. La muestra será igual a la descrita en el punto 4.5.2. Para el análisis de los datos se utilizó el cálculo de la varianza, la desviación estándar y la mediana (para cada uno de los requerimientos del cliente).

4.5.6. Correlación

Se identificaron las correlaciones existentes entre los parámetros de diseño según el siguiente convenio (Asociación Latinoamericana de QFD, 2002; Gutiérrez & de la Vara, 2009):

- Correlación positiva: si basta con llevar a cabo uno de los dos parámetros de diseño para que se cumplan ambos.
- Correlación negativa: cuando es incompatible la consecución de un parámetro de diseño con el otro.

4.5.7. Matriz casa de calidad

Posteriormente se procedió a hacer el análisis de los datos obtenidos de las etapas antes descritas, mediante el uso de la herramienta conocida como Casa de Calidad “Traditional House of Quality (Large)”, versión 1.2.15.0, 2008. SIX SIGMA PRODUCTS GROUP, INC (ver Anexo 1).

De dicha matriz se obtuvo la siguiente información:

- Requerimientos del cliente, así como la priorización de los mismos.
- Parámetros de diseño, así como la correlación entre los mismos.
- Valoración del grado de dificultad para lograr los parámetros de diseño.
- Determinación de los valores meta para cumplir los parámetros de diseño.
- Gráfico que refleja la posición de la empresa con respecto a la competencia.

4.6. Validación del prototipo seleccionado

A partir del QFD se definieron los cambios que se debían incorporar al nuevo producto. Posteriormente se propuso a los socios tres prototipos para que seleccionaran uno como el más conveniente.

Una vez que los socios seleccionaron uno de los prototipos expuestos, el mismo se comparó con el producto estándar y así se llevó a cabo una prueba de hipótesis para comparar la proporción de defectos, prueba p , siendo p la proporción promedio de unidades defectuosas, para lo que se estableció como hipótesis nula:

$$H_0: p \geq p_0$$

Quedando la hipótesis alternativa:

$$H = p < p_0$$

Se utilizó la distribución binomial con un α de 0,05.

Para esta prueba se tomó una muestra de 10 unidades de 3 lotes (de 100 unidades cada uno) diferentes. Wortman (2010) explica que la distribución binomial aplica cuando la población es grande ($N > 50$) y el tamaño de muestra pequeño comparado con la población. Además, indica que la binomial aplica mejor cuando el tamaño de muestra es menos de un 10% de N ($n < 0,1N$).

Este procedimiento se llevó a cabo antes y después de las mejoras implementadas producto del QFD. Una vez que se obtuvieron los resultados de la prueba de hipótesis se implementaron los cambios y se determinaron los aspectos de control para asegurar el mantenimiento de los resultados con el tiempo.

4.7. Estimación de la vida útil del prototipo validado

Se realizó un estudio de almacenamiento con el objetivo de establecer la curva de vida útil del producto, tomando muestras de 4 lotes diferentes. Se tomaron muestras a 0, 10, 20 y 30 días. La frecuencia de análisis es de 10 días, ya que actualmente la salsa tipo chimichurri

tiene una vida útil de un mes. Se estableció la vida útil del producto a su temperatura de almacenamiento, en función de los cambios en los parámetros indicadores de deterioro.

El diseño experimental utilizado fue un diseño irrestricto aleatorio, ya que los cuatro lotes son repeticiones del experimento; se utilizó el tiempo como variable independiente y los parámetros de calidad: pH, índice de peróxido, recuento total aerobio de psicrófilos y recuento de mohos y levaduras, como variables dependientes. Los datos se analizaron estadísticamente mediante una regresión lineal simple. Se trabajó con un valor de significancia de 5%. La variable que primero se deterioró es conocida como parámetro crítico de deterioro, por lo que determinó la vida útil del producto. La misma se rige por las normas que regulan los alimentos, así como por el estudio con los panelistas entrenados.

4.7.1. Análisis fisicoquímicos

- **pH:** determinación del pH por potenciómetro (AOAC Official Methods 981.12).
- **Índice de peróxido (método volumétrico):** pesar $5,00 \pm 0,05$ g del aceite de la salsa (no se requiere extracción de grasa) en un matraz Erlenmeyer de 250 mL y adicionar 25 mL de una solución de ácido acético/diclorometano (3:2), disolviendo perfectamente. Adicionar 0,5 mL de una solución saturada de yoduro de potasio y dejar reposar en la oscuridad durante 60 segundos, medidos con cronómetro. Añadir 75 mL de agua desionizada hervida y fría, titular lentamente con tiosulfato de sodio 0,1 N. Si se gastan menos de 3 mL, diluir el titulante a 0,01 N. Agitar vigorosamente durante la titulación hasta obtener un color amarillo pálido. Adicionar 0,5 mL de solución de almidón indicador (almidón soluble al 1% en agua) y continuar la titulación hasta la desaparición del color azul por 30 segundos (AOAC Official Methods 965.33). El índice de peróxidos se obtuvo calculando los miliequivalentes de tiosulfato utilizados en la titulación por kilogramo de muestra.

4.7.2. Análisis microbiológicos

- **Recuento total psicrófilos aerobio** (AOAC Official Methods 990.12; CITA Servicios analíticos, 2014): Se pesa 10 g de la muestra y se agregan 90 mL de Buffer de fosfato (BP) y se homogeniza en stomacher por 2 min (dilución madre). Se hacen diluciones

decimales (1mL dilución madre + 9 mL BP = 10^2) hasta la dilución que se considere necesaria. Tomar 1 mL de cada dilución y depositar placa Petri (diferente para cada dilución) y chorear aproximadamente 20 mL de Agar Standar +TTC al 0,5%, homogenizar cuidadosamente con movimientos en ocho. Dejar gelificar. Incubar a 7°C durante 10 días.

- **Recuento de Mohos y Levaduras** (AOAC Official Methods 997.02; CITA Servicios analíticos, 2017): Se pesan 10 g de la muestra y se agregan 90 mL de Agua Peptonada Buferizada al 2% (APB) y se homogeniza en stomacher por 2 min (dilución madre). Se hacen diluciones decimales (1 mL dilución madre + 9 mL APB = 10^2) hasta la dilución que se considere necesaria. Tomar 1 mL de cada dilución y depositar placa Petri (diferente para cada dilución) y chorear aproximadamente 20 mL de Agar Papa Dextrosa + AC 10%, homogenizar cuidadosamente con movimientos en ocho. Dejar gelificar. Incubar a 20-25°C durante 5 días.

4.7.3. Análisis sensorial

Como parte de la validación del prototipo seleccionado, se hizo un análisis sensorial del mismo mediante la prueba dúo –trío para lo cual, se habilitó un cubículo en el segundo piso del punto de venta. Dicha prueba se realizó con 100 consumidores del producto y permitió conocer si hay diferencia significativa entre la salsa que usualmente se produce o muestra referencia (R) y la salsa desarrollada.

A la muestra del prototipo seleccionado por los accionistas como “idónea” se le realizó la prueba dúo-trío, como parte de la validación, con el fin de detectar diferencias significativas en el sabor de la salsa tipo chimichurri desarrollada en comparación a la muestra referencia ya que para los socios. Para este caso, la muestra referencia es la salsa tipo chimichurri que usualmente se produce (sin los cambios hechos producto del QFD). Ambas muestras se sirvieron a temperatura ambiente sobre una rodaja delgada de pan chapata y para limpiar el paladar entre una muestra y otra se utilizó agua para enjuague.

Una de las muestras codificadas es idéntica a la referencia (R) y la otra no. A los panelistas se les pide que prueben primero la muestra R y a continuación las muestras codificadas, para tratar de identificar cuál de las dos muestras codificadas es idéntica a R.

Para el caso del estudio de vida útil, el análisis sensorial se hizo mediante prueba escalar grafica estructurada de 5 puntos de tipo unipolar por lo que, el punto neutral está ubicado en uno de los extremos y en ella se evalúa la intensidad de un solo atributo (Espinosa, 2007). Se habilitó un cubículo en el segundo piso del punto de venta, se colocaron muestras codificadas, agua para enjuague y se midió la intensidad de sabor rancio (ver Anexo 3), intensidad de color opaco (ver Anexo 4) y la intensidad de aroma madurado (ver Anexo 5). Para esta prueba se contó con 6 panelistas entrenados (Watts *et al.*, 1992) de la empresa. El análisis de datos se hizo mediante regresión lineal, con un nivel de significancia del 5%.

Además, se hizo una prueba de aceptación de sabor, color y aroma con 50 panelistas (Watts *et al.*, 1992) que evaluaron el producto con una escala de 7 puntos (ver Anexo 6, Anexo 7 y Anexo 8); a los mismos se les presentó muestra del día 0, 10, 20, 30 y 40.

Posteriormente se hizo una relación entre la intensidad de cada uno de los atributos evaluados por los jueces entrenados y la evaluación de aceptación por parte del consumidor mediante la metodología de punto de corte.

5. Resultados y discusión

5.1. Despliegue de la Función de Calidad

5.1.1. Voz del cliente

Para conocer la voz del cliente se realizó un grupo focalizado de 12 participantes, nueve de ellos tienen contacto directo con el consumidor final a través de mesa caliente, donde impulsan los productos, y 3 de ellos administran puntos de venta.

Resultado de la discusión guiada se generaron muchos datos verbales como ideas, opiniones y expresiones que se agruparon en función de la relación que tenían entre sí, mediante un diagrama de afinidad, como se muestra en la Figura 5.

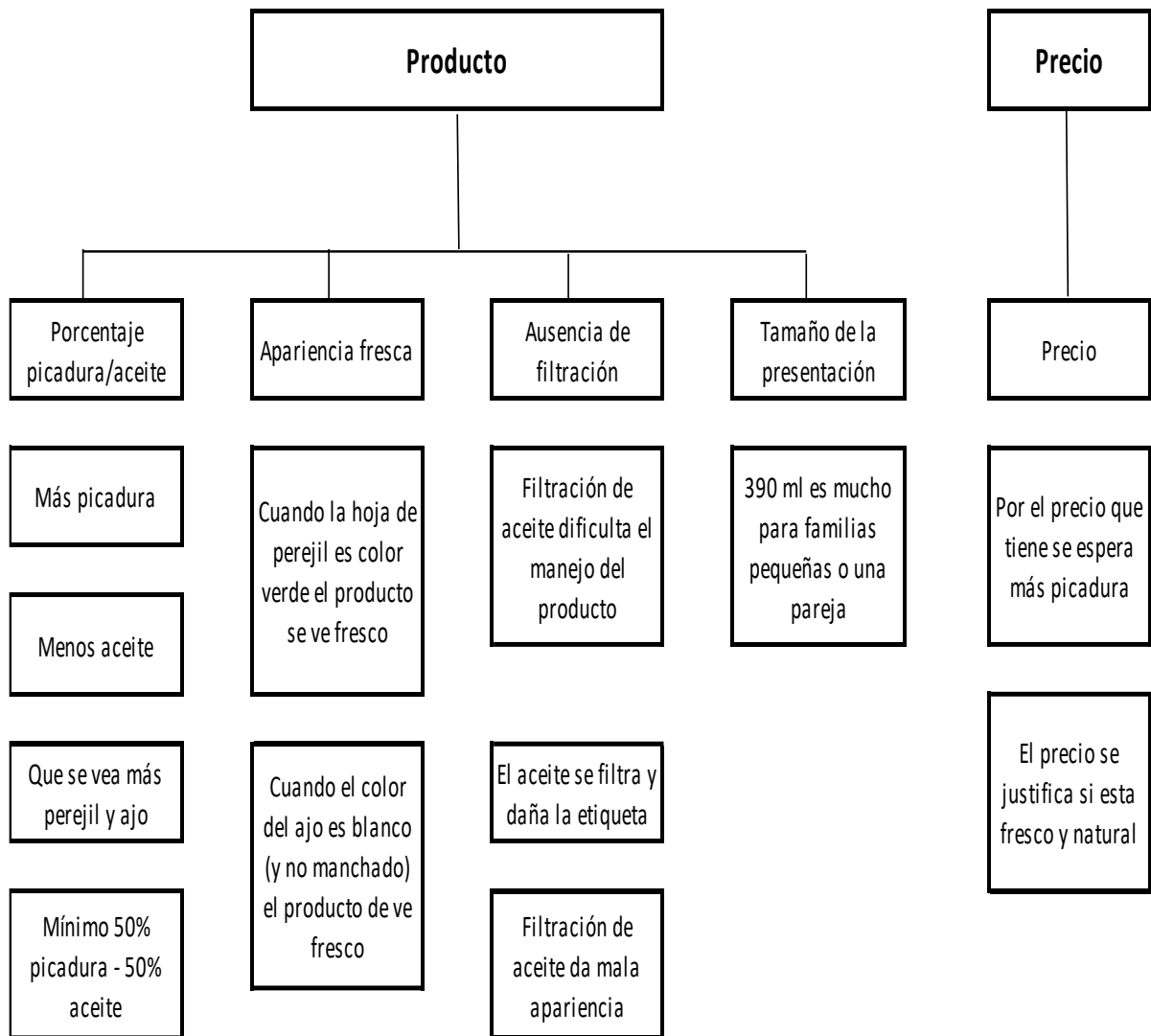


Figura 5. Diagrama de afinidad de salsa tipo chimichurri.

Utilizando el diagrama de afinidad, se determinó que hay cinco requerimientos del cliente: la proporción o porcentaje de picadura-aceite, la apariencia fresca, la ausencia de filtrado del aceite, el tamaño de la presentación y el precio.

Un aspecto importante es que no se registra inconformidad en cuanto al sabor (no hay ninguna boleta de inconsistencia referente al sabor), más bien se detectó una gran aceptación en el sabor de la salsa (por parte del departamento de Mercadeo y Ventas). Es

una garantía de “mejora del producto” implementar los requerimientos del cliente sin afectar el sabor.

5.1.2. Priorización de las necesidades del cliente

Para priorizar las necesidades del cliente encontradas en el paso anterior de forma objetiva, se utilizó el Proceso de Análisis Jerárquico mediante la plantilla AHP Excel con múltiples entradas, versión 08.05.2013. D. K. Goepel, como se muestra en el Anexo 9. El insumo para esta etapa del proceso de QFD fue la comunicación directa con el consumidor durante el llenado de las hojas (de la plantilla) de comparaciones pareadas de los requerimientos del cliente y su respectiva calificación de dominancia, la cantidad de personas entrevistadas fue de 20 de acuerdo con la ecuación 3.

El Cuadro 2 muestra el orden de prioridad de los “requerimientos del cliente” obtenido. Se puede observar que, en el peso de importancia, la apariencia fresca ocupa el porcentaje más alto (27.9%) y la clasificación más alta (RK=1), es decir, es el requerimiento del cliente prioritario de satisfacer por parte de la empresa.

El precio ocupa el porcentaje más bajo (8,2%) y la clasificación más baja (RK=5), lo que muestra un mercado muy particular donde la frescura del producto es determinante para la compra y no tanto así el precio.

El tamaño de la presentación y el porcentaje de picadura-aceite son requerimientos del cliente que tienen el mismo peso (26,6%), sin embargo, en la mayoría de las comparaciones pareadas el consumidor eligió al primero sobre el segundo, independientemente de la dominancia que le otorgó. Por esta razón se asignó una prioridad de 2 al tamaño de la presentación y una prioridad de 3 al porcentaje de picadura-aceite.

Cuadro 2. Proceso de análisis jerárquico de cinco criterios aplicado a 20 consumidores de salsa tipo chimichurri

Criterio	Peso (%)	RK*	Consenso	Consistencia Relativa
Apariencia fresca	27,9	1	59,6	0,1
Tamaño	26,6	2		
Ausencia de filtrado	10,7	4		
Porcentaje picadura / aceite	26,6	3		
Precio	8,2	5		

Nota: *RK=ranking

La ausencia de filtrado de aceite obtuvo un peso de 10,7% por lo que, su prioridad fue de 4. La prioridad de cada uno de los requerimientos del cliente se muestra en la Figura 7 que ilustra la matriz conocida como “Casa de la Calidad”.

El consenso que se dio entre todos los participantes fue de un 59,6% y la consistencia relativa fue de 0.1% (dados por la plantilla AHP Excel con múltiples entradas, versión 08.05.2013. D. K. Goepel), lo que indica que hubo juicios consistentes (Saaty, 1990).

5.1.3. Parámetros de diseño

En esta etapa, primeramente, se analizaron los datos de las hojas de “Control en Proceso” (del último año) mediante un Diagrama de Pareto, con el fin de contabilizar la frecuencia de incumplimientos (no conformidades) en las etapas del proceso que de una u otra manera se relacionan con los requerimientos del cliente detectados (ver Anexo 10).

En la Figura 6 se muestra que más del 50% de incumplimientos en proceso se da en la concentración del producto sanitizante (ácido peracético) durante el “lavado y sanitizado” de los vegetales y en la etapa de preparación del producto, la proporción adicionada de picadura (%picadura: perejil-ajo). Estos son los principales criterios que más impactan y

que se deben controlar para cumplir con los requerimientos del cliente. Y seguido de estos dos, está la concentración de vinagre en la formulación.

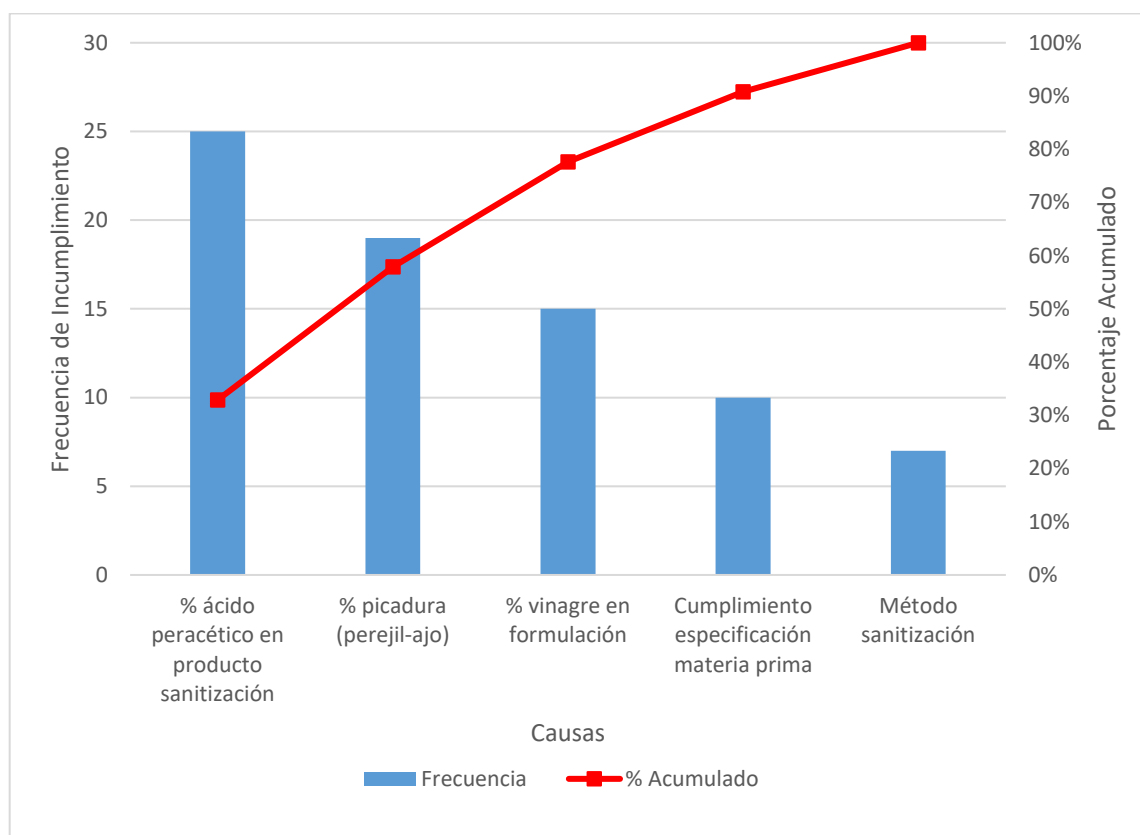


Figura 6. Diagrama de Pareto para los parámetros de diseño

El equipo técnico de la empresa determinó que los tres criterios mencionados anteriormente son parámetros de diseño requeridos para dar respuesta a los requerimientos del cliente. Y, adicionalmente, se definieron estos otros parámetros de diseño:

- **Temperatura de almacenamiento:** define la temperatura de almacenamiento que más favorece la estabilidad del producto.
- **Capacidad del envase:** define la presentación del producto en cuanto a tamaño.
- **Costo producción:** controla los costos de producción para dar al cliente un precio de venta adecuado.

5.1.4. Matriz de relaciones

Una vez que se definió los requerimientos del cliente y los parámetros de diseño, el equipo técnico determinó las relaciones entre ambos (ver Figura 7), ya fueran éstas fuertes (9), medias (3) o débiles (1).

El requerimiento del cliente de “apariencia fresca”, “porcentaje de picadura/aceite” y “precio” tiene una relación fuerte con los parámetros de diseño referentes a la formulación, esto es, porcentaje de picadura y porcentaje de vinagre. Esto se debe a que dichos parámetros de diseño definen las materias primas que conforman la salsa, así como la proporción de cada una de las mismas en el producto.

La “apariencia fresca” y la “ausencia de filtración” en el frasco son requerimientos del cliente que tienen una relación fuerte con el parámetro de diseño de temperatura de almacenamiento (5°C), debido a que los diferentes fenómenos de alteración como acción enzimática, proliferación de microorganismos y oxidación son considerablemente retardados a temperaturas de refrigeración (Maroulis & Saravacos, 2003).

La “apariencia fresca” tiene una relación alta con el parámetro de diseño de costo de producción porque el uso de vegetales frescos requiere almacenamiento en refrigeración y mano de obra para sanitizar y procesar dichos vegetales. Por otra parte, hay una relación media entre la “apariencia fresca” y la concentración del producto sanitizante pues, si la concentración de ácido peracético es alta podría contribuir al deterioro del color del perejil y del ajo.

El “tamaño” del producto tiene una relación fuerte con el parámetro de diseño que define la capacidad del envase. En esta etapa se define la presentación en que se vende el producto tomando en cuenta el aumento de familias pequeñas que frecuentan los puntos de venta.

Título: Salsa tipo chimichurri
Autor: Rebeca Castellanos
Fecha: 15/10/17
Observaciones: Competidor 1 = BADIA
 Competidor 2 = VITORIANA

Grupo: Gestión de la Innovación
 Escuela de Tecnología de Alimentos
 Facultad de Ciencias Agroalimentarias
 Universidad de Costa Rica

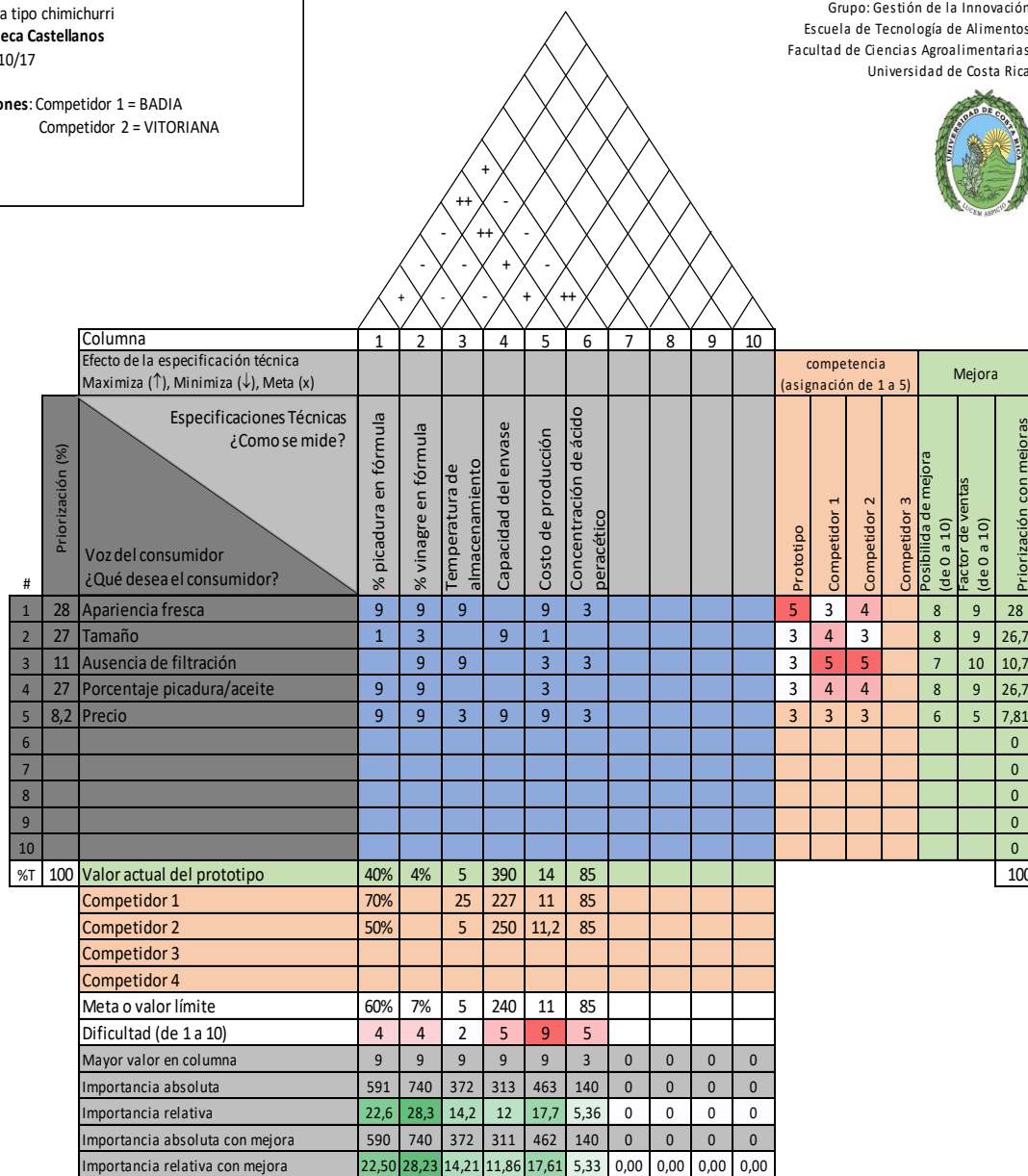


Figura 7. Casa de la Calidad

En cuanto al requerimiento del cliente de “ausencia de filtrado” se encontró una relación alta con los parámetros de diseño de formulación, donde se definen las materias primas y las cantidades de las mismas, y temperatura de almacenamiento para retrasar el crecimiento de microorganismos. Además, hay una relación media con el parámetro de diseño referente a la concentración del producto sanitizante debido a que su función es

eliminar microorganismos de los vegetales, pero si se utiliza en altas concentraciones puede dañarlos.

El requerimiento de un mayor “porcentaje de picadura” tiene una fuerte relación con el parámetro de diseño de formulación pues, establece los porcentajes de cada materia prima. Y tiene una relación baja con el costo de producción pues hace un balance entre materias primas de bajo costo, como el perejil, y materias primas de alto costo, como el aceite de oliva.

El “precio” de venta tiene una relación fuerte con la formulación, la capacidad del envase y el costo de producción, pues se afecta directamente con el precio de las materias primas, materiales de empaque, mano de obra y otros costos de producción ya sean directos o indirectos. Además, tiene una relación media con la temperatura de almacenamiento pues, por la naturaleza de los productos que la empresa fabrica, se cuenta con red de frío (5°C) y no hay un impacto en el consumo eléctrico.

5.1.5. Competencia

El área comercial de la empresa realizó un análisis de la competencia donde el cliente calificó cada uno de los requerimientos de dos marcas comerciales y la marca de la empresa (ver Anexo 11). Los resultados obtenidos fueron el insumo para hacer la matriz de “análisis de la competencia” de la Casa de la Calidad que se muestra en la Figura 7.

En la Figura 7 se observa que la “apariencia fresca” en la marca comercial 1 y la marca comercial 2 obtuvieron una calificación de 3 y 4 respectivamente, mientras que la marca de la empresa obtuvo la calificación de 5. Esto indica que la empresa produce una salsa superior a la competencia en este requerimiento específicamente.

En cuanto al tamaño, la mejor calificación la tuvo la marca comercial 1 con una puntuación de 4 versus una puntuación de 3 en la marca de la empresa y en la marca comercial 2.

Además, se observa en la Figura 7 que la marca comercial 1 y la marca comercial 2 cumplieron perfectamente con el requerimiento del cliente “ausencia de filtrado” pues ambos obtuvieron una calificación de 5. Sin embargo, la marca de la empresa donde se

realizó el presente trabajo obtuvo una calificación de 3; esto indicó que está por debajo de la competencia en el cumplimiento de dicho requerimiento del cliente y que para ser competitivo se debe eliminar el filtrado o fuga del producto.

La marca comercial 1 y la marca comercial 2 obtuvieron una puntuación de 4 en el “porcentaje de picadura-aceite” mientras que la marca de la empresa obtuvo una calificación de 3 (ver Figura 7). Esto indicó que está por debajo de la competencia en el cumplimiento de dicho requerimiento del cliente y que para ser competitivo debe cambiar dicha proporción o porcentaje.

En cuanto al precio, las tres marcas obtuvieron la misma puntuación de 3; es decir, el cliente percibe que el precio podría bajar.

5.1.6. Mejora

Se puede observar que entre la priorización realizada con la herramienta conocida como Proceso Análisis Jerárquico y la priorización con mejoras no hubo mayor diferencia. Esto evidencia que la mejora de mayor peso para satisfacer los requerimientos del cliente es la que logre una apariencia fresca. Por lo tanto, se deben enfocar los esfuerzos en lograr satisfacer dicho requerimiento del cliente.

Al mismo tiempo se puede ver como la mejora que logre bajar el precio es la que menos va a impactar los requerimientos del cliente.

5.1.7. Correlación

El techo de la casa de la calidad, que se observa en la Figura 7, muestra la correlación positiva (+) y negativa (-) que se obtuvo entre los parámetros de proceso; la cual es muy importante pues, el conocimiento de estas correlaciones permite ahorrar esfuerzos y, por tanto, gastos.

Se evidencia una relación positiva entre el porcentaje de picadura y el porcentaje de vinagre pues ambas tienen que ver con la formulación del producto. Al mismo tiempo, dichos

parámetros de proceso tienen una fuerte relación con el costo de producción, ya que la proporción de las materias primas aumentan o disminuyen el costo del producto terminado.

La relación entre los parámetros de proceso “temperatura de almacenamiento” y “costo” es positivo, pues hay una relación directa entre volumen de almacenamiento y consumo eléctrico. Es importante resaltar que, en este caso particular, al contar la empresa con red de frío, simplemente se almacena en los cuartos refrigerados con los que cuenta la compañía sin incurrir en costos adicionales.

La “capacidad del envase” y la “concentración del producto de sanitización” son parámetros de proceso que se relacionaron positivamente con el “costo” debido a que lo afecta directamente.

5.1.8. Matriz casa de calidad

Toda la información obtenida en las etapas anteriores se visualiza en la matriz de la Casa de la Calidad (Figura 7). Además, la parte inferior de la matriz muestra valores límite o metas para cada uno de los parámetros de diseño y el grado de dificultad para lograrlos, así como la importancia relativa, importancia relativa con mejora, importancia absoluta e importancia absoluta con mejora; los mismos fueron establecidos por el equipo técnico.

Los parámetros de diseño “% picadura” y “% antes picadura” obtuvieron los mayores pesos de importancia relativa, 22,6 y 28,3 respectivamente. Esto indica que tienen un gran impacto en el cumplimiento de los requerimientos del cliente, determinantes en la decisión de compra. Al comparar estos valores con los pesos de importancia relativa con mejora, no se evidencia diferencia y esto refuerza el criterio de enfocarse en dichos parámetros de proceso.

En relación con los parámetros de diseño antes mencionados, es importante mencionar que el vinagre, como fuente de ácido acético, ayudó a estabilizar el producto ya que es un ácido orgánico que ha sido usado tradicionalmente como preservante al retardar el crecimiento de microorganismos (Marshall *et al.*, 2000) y, por otro lado, el aumento de picadura (perejil y ajo) dieron una apariencia de “gran cantidad de picadura” en el frasco de vidrio que contiene la salsa.

Por lo tanto, se definió que el valor límite del vinagre debe ser 6% y el valor límite de la picadura (perejil-ajo) debe ser 60%. En ambos casos, se le asignó un nivel de dificultad de 4 pues son fáciles de lograr haciendo uso de cucharas medidoras, pero requiere entrenamiento para lograr la destreza del operario.

El siguiente parámetro de proceso en importancia relativa es el “costo de producción” con un peso de 17,7 y se le asignó un nivel de dificultad de 9 pues requiere un gran esfuerzo para lograr el valor meta de $\phi 11/g$.

El almacenamiento en refrigeración tiene un valor límite de 5 °C y en la escala de dificultad obtuvo una calificación de 2, debido a que la empresa cuenta con red de frío. Ocupa el segundo lugar en el peso relativo (14,2) lo que refleja la importancia del almacenamiento de la salsa en cuanto a vida útil.

La capacidad del envase es el requerimiento de diseño que define el tamaño del envase, la salsa se vende en frasco de 390 mL y se determinó la necesidad de una presentación de 240 mL. La calificación dentro de la escala de dificultad fue de 5, ya que requiere una inversión en inventario de envases. El peso relativo de este parámetro de diseño es de 12.

El valor límite de la concentración del producto de sanitización (ácido peracético) es de 80-85 ppm. Para cumplir con el valor límite se requiere regular el dosificador de forma sistemática, por lo que se le asignó una calificación de 5 dentro de la escala de dificultad y, además, obtuvo el menor peso relativo (5,36).

5.2. Validación del prototipo seleccionado

5.2.1. Prueba p

Los resultados de la prueba de hipótesis para comparación de proporción de defectos, prueba p, se muestran en el Cuadro 3. Al obtener un valor p menor a la significancia ($\alpha=0,05$) y un valor absoluto del estadístico de prueba ($Z_0= 3.8402$) mayor que el valor crítico de la distribución normal estándar ($Z_{0,05}=1,6449$) se cuenta con suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Lo anterior respalda el resultado obtenido de la disminución en la proporción de defectos.

Cuadro 3. Comparación de defectos entre salsa tipo chimichurri “estándar” y “desarrollada” para validación del prototipo seleccionado

Lote	Tamaño de muestra	Defectuosos		Z	P
		Estandar	Desarrollado		
1	100	4	1	3,84	6.1464E-05
2	100	5	0		
3	100	3	1		
4	100	5	0		
5	100	1	0		
6	100	4	1		
Total	600	22.00	3.00		

La hipótesis nula dice que no hay disminución de defectos entre el producto estándar y el prototipo seleccionado, por lo tanto, al obtener un valor p menor a la significancia se rechaza la hipótesis nula.

5.2.2. Prueba dúo-trío

Se registraron las respuestas correctas o aciertos y, haciendo uso de la tabla elaborada por Rossler *et al.* (1978), se determinó el número mínimo de respuestas correctas necesaria para establecer diferencia significativa.

Para que el producto desarrollado presente diferencia significativa con respecto al producto usualmente fabricado, se debe obtener al menos 59 aciertos al aplicar la prueba. El Cuadro 4 muestra que sólo hubo 27 aciertos, por lo tanto, no hay diferencia significativa en el sabor de la salsa tipo chimichurri desarrollada con respecto a la usualmente fabricada.

Cuadro 4. Prueba Dúo-trío para validación de prototipo

Número de juicios	Número de aciertos	Número mínimo de respuestas correctas necesario para establecer diferencias significativas
100	27	59

La prueba dúo-trío indica si existe diferencia, pero no indica la dirección o la magnitud de la diferencia entre muestras (Hough & Fiszman, 2005) por lo que, se ajustó a los intereses del presente proyecto: investigar únicamente el grado de similitud entre el producto estándar y su reformulación.

5.3. Estimación de la vida útil del prototipo validado

Para la estimación de la vida útil del prototipo seleccionado se evaluaron cinco parámetros principales: índice de peróxido, pH, recuento total aerobio de psicrófilos y recuento de mohos y levaduras y análisis sensoriales. Los datos obtenidos de las 4 repeticiones para cada una de las variables mencionadas se encuentran en el Anexo 12.

5.3.1. Índice de peróxido

Debido a que la salsa tipo chimichurri tiene un alto porcentaje de lípidos, de acuerdo a la formulación, es muy susceptible a la oxidación y tiene muchas posibilidades de tornarse rancio durante el almacenamiento. Por esta razón se determinó el índice de peróxido como medida del grado de oxidación del mismo a lo largo del tiempo.

Según Belén-Camacho *et al.* (2007), los productos iniciales de la oxidación (rancidez) de aceites y de grasas son los hidroperóxidos (R-OOH); sin embargo, se denominan normalmente peróxidos. La determinación de peróxidos se basa en su capacidad de liberar yodo de una dilución de yoduro de potasio en ácido acético glacial. El yodo formado se valora con disolución patrón de tiosulfato de sodio, utilizando una disolución de almidón como indicador.

Como se observa en la Figura 8, los valores del índice de peróxido obtenidos variaron entre 1,54 meq O₂/Kg al día 0 y 1,77 meq O₂/Kg a los 30 días de almacenamiento.

El análisis de regresión lineal indicó que el índice de peróxido cambió significativamente ($p \leq 0,05$) en el periodo de almacenamiento con una tendencia al aumento (figura 9); sin embargo, no sobrepasa el límite máximo permitido de 15 meq O₂/Kg (CODEX STAN 19 - 1981). Esto quiere decir que, aunque el índice de peróxido aumentó durante el tiempo de almacenamiento de forma significativa, está muy lejos de alcanzar el estado de oxidación límite donde se aprecie el olor y sabor a rancio.

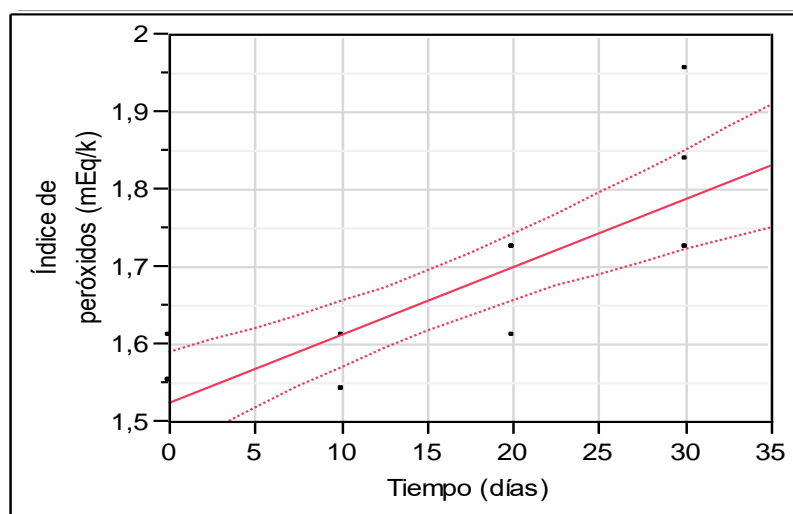


Figura 8. Variación del índice de peróxido de la salsa tipo chimichurri durante el almacenamiento (límite máximo permitido: 15 mEq O₂/Kg)

El aumento del índice de peróxido en el tiempo de almacenamiento alcanzó 1,77 meq O₂/Kg debido a la producción de peróxidos producidos por la oxidación del aceite. Esto se puede deber al tipo de empaque que se utiliza pues, al ser un frasco de vidrio transparente, la irradiación con luz ultravioleta cataliza la descomposición de hidroperóxidos, peróxidos y compuestos carbonilo para formar radicales libres (Lupano, 2013).

5.3.2. pH

En la Figura 9 se muestran los resultados obtenidos para el pH, los cuales variaron entre 5,53 y 5,40. Se encontró que hay diferencia significativa ($p \leq 0,05$) de pH a lo largo del

tiempo y se observa una tendencia a la disminución del pH conforme aumentan los días de almacenamiento. Es decir, conforme los días de almacenamiento aumentan el pH es más ácido.

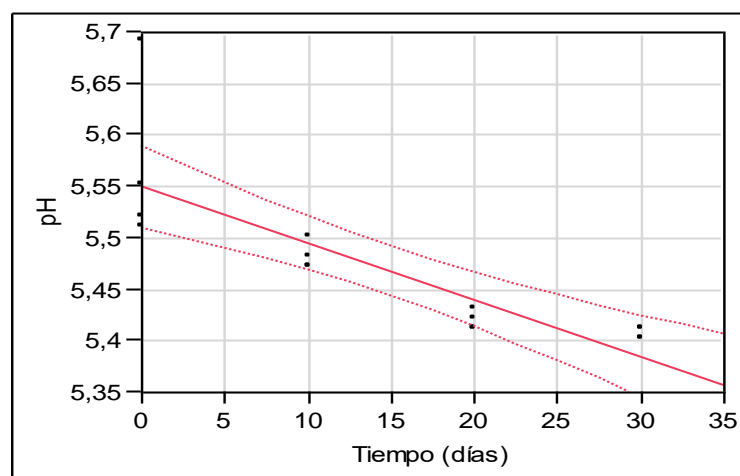


Figura 9. Variación del pH de la salsa tipo chimichurri durante el almacenamiento

La disminución del pH se puede deber a la acumulación de desechos metabólicos producidos por los microorganismos que están creciendo en el producto (Orellana & Lynette, 1998).

5.3.3. Recuento total aerobio psicrófilos

Los microorganismos psicrófilos tienen una temperatura óptima de crecimiento entre 0°C y 15°C (Madigan *et al.*, 2004). Debido a que el producto desarrollado se almacena a temperatura de refrigeración (5°C) se optó por realizar –precisamente- el recuento total aerobio de psicrófilos.

Los valores obtenidos oscilaron entre $5,6 \times 10^2$ UFC/g y $5,2 \times 10^4$ UFC/g en el día 0 y el día 20, respectivamente, como se puede ver en la Figura 10. De acuerdo con los datos obtenidos hubo una diferencia significativa ($R^2=0.82$ y $p<0,0001$) en el recuento realizado a lo largo del tiempo de almacenamiento con una tendencia al aumento. La figura 10 muestra que para el día 20 se sobrepasó el límite permitido para el recuento total aerobio psicrófilos de 10×10^4 UFC/g según NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01, por lo que se intrapoló para

estimar el límite permitido utilizando la siguiente ecuación: $\log RTA = 2,6028764 + 0,1115341 * \text{día}$.

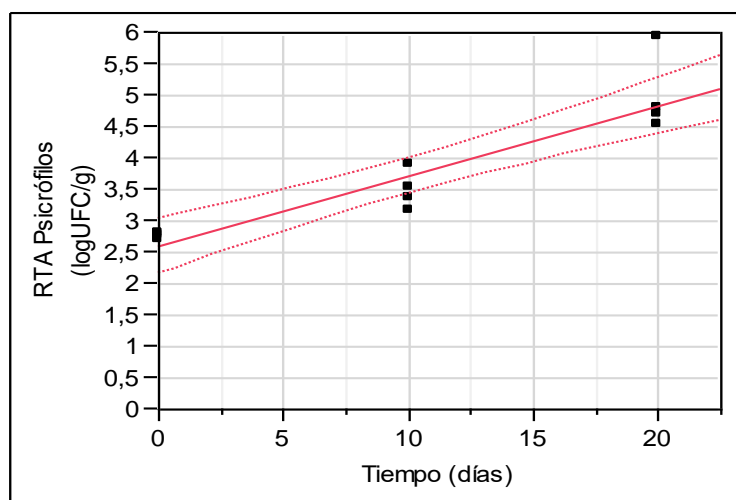


Figura 10. Variación del recuento total aerobio psicrófilos de la salsa tipo Chimichurri durante el almacenamiento (el límite permitido es de $<10 \times 10^3$ UFC/g)

Por medio del método gráfico, se determina que a partir del día 10 se alcanzó el límite máximo para este parámetro, tomando en cuenta un intervalo de confianza del 95%.

Al aumentar el crecimiento de microorganismos aerobios psicrófilos en la salsa tipo chimichurri, durante el tiempo de almacenamiento, se disminuyó el valor del pH ya que, éstos al crecer en el producto contribuyen al deterioro del mismo.

5.3.4. Recuento mohos y levaduras

Los resultados obtenidos en el recuento de mohos y levaduras oscilaron entre $5,6 \times 10^2$ UFC/g el día 0 y $5,2 \times 10^4$ UFC/g el día 20, como se aprecia en la Figura 11 el recuento aumentó de manera significativa ($R^2=0,74$ y $p<0,0001$). El valor obtenido a los 10 días de almacenamiento fue superior al límite permitido para dicho recuento de $<10 \times 10^3$ UFC/g (NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01), por lo que fue necesario intrapolar para conocer el recuento a los 9 días, utilizando la siguiente ecuación: $\log RML = 1,5907833 + 0,1299495 * \text{día}$.

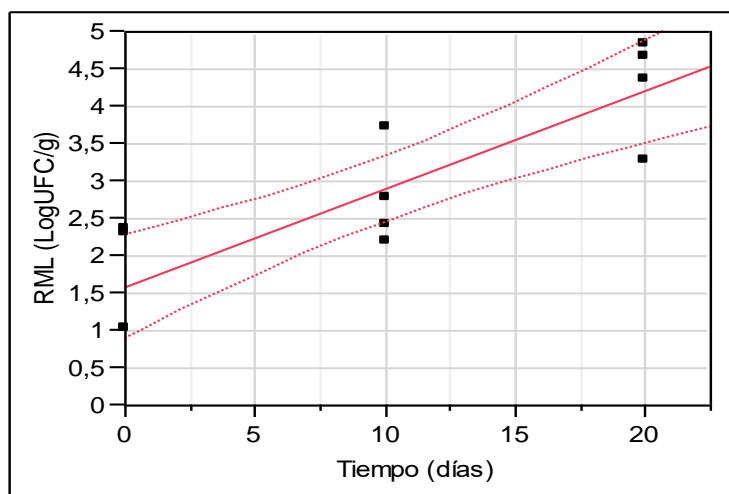


Figura 11. Variación del recuento de mohos y levaduras de la salsa tipo chimichurri durante el almacenamiento (el límite permitido es de $<10 \times 10^3$ UFC/g)

Por medio del método gráfico, se determina que a partir del día 8 se alcanzó el límite máximo para este parámetro, tomando en cuenta un intervalo de confianza del 95%.

Los mohos y levaduras ven favorecido su crecimiento en pH ácidos con valores comprendidos entre 4,5 y 5,5 como los obtenidos en el producto en cuestión (Fraiser & Westhoff, 1994). El recuento de mohos y levaduras fue la variable que se deterioró más rápidamente por lo que se considera la variable crítica de deterioro.

5.3.5. Prueba escalar gráfica estructurada

Se evaluó los diferentes grados de intensidad de sabor a rancio, el color opaco y el aroma a madurado. Estos son atributos sensoriales que van cambiando durante el almacenamiento de la salsa tipo chimichurri y fueron calificados, de acuerdo a una escala predeterminada, por jueces entrenados de la empresa. Para esto se utilizó una escala grafica estructurada unipolar, donde el punto neutral está ubicado en uno de los extremos de la escala y en ella se evaluó la intensidad de un solo atributo.

5.3.5.1. Sabor a rancio

La oxidación de los lípidos es una de las principales causas de deterioro de los alimentos pues provoca la aparición de olores y sabores desagradables (rancidez oxidativa) (Steele,

2004). En la Figura 12 se puede observar la variación del sabor a rancio durante el almacenamiento.

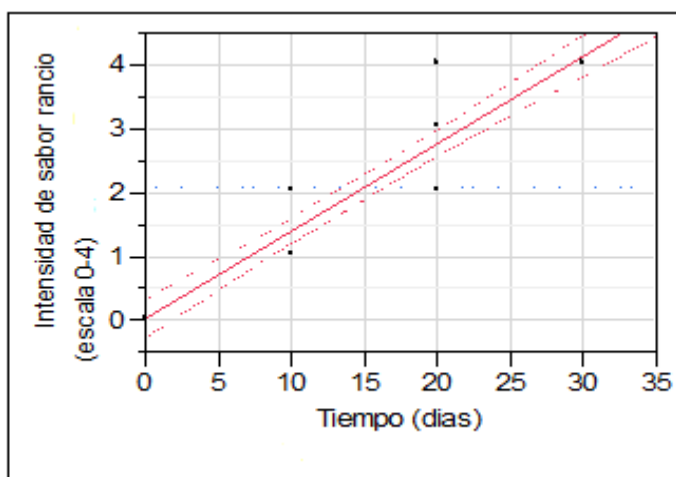


Figura 12. Regresión lineal de la intensidad de sabor rancio versus tiempo

En este caso se obtuvo una ecuación de regresión (Sabor Rancio = $0,0333333 + 0,1366667 \cdot \text{tiempo}$) del cambio del sabor a rancio que corresponde a un modelo significativo ($p=0.0001$, $R^2 0,93$), por lo tanto, hay un buen ajuste de los datos. Es decir que, para alcanzar la intensidad de sabor a rancio de 4, que es el valor máximo de la escala, se requiere de 30 días.

Por medio del método gráfico y usando el valor 3 de escala de intensidad (muy rancio), se determina que a partir del día 20 se alcanzó el límite máximo para este parámetro, tomando en cuenta un intervalo de confianza del 95%.

La autooxidación o rancidez oxidativa ocurre al exponer un alimento por tiempo prolongado al contacto directo con el oxígeno. En este proceso un hidrógeno alílico es extraído de la cadena lipídica de un ácido graso (fase de iniciación) por influencia de factores como alta temperatura, humedad, presencia de iones metálicos oxidantes e incidencia directa de luz. El radical libre resultante actúa como iniciador de una cadena de reacciones que generan más radicales libres, que al entrar en contacto con el oxígeno atmosférico dan lugar a compuestos indicadores de la oxidación primaria (peróxidos).

Estos compuestos primarios contribuyen a la separación de un hidrógeno alílico de las cadenas de otros ácidos grasos insaturados, lo que fomenta la formación de hidroperóxidos (fase de propagación) hasta que dos radicales de cualquier tipo se combinan para formar un producto no radicalario; sin embargo, esto está limitado inicialmente por el pequeño número de radicales presentes en el sistema (fase de finalización). Los hidroperóxidos sufren finalmente una ruptura en la que se generan los compuestos secundarios de la oxidación lípida, como aldehídos, cetonas, alcoholes y polímeros; además de tener acción citotóxica, son los responsables de sabores y olores anormales en el aceite (Landines & Zambrano, 2009).

5.3.5.2. Color a opaco

Hough & Fiszman (2005) señalan que generalmente el deterioro de un alimento está acompañado por cambios de color. Para el caso de la salsa tipo chimichurri el color cambia en el tiempo a opaco tal y como se muestra en la Figura 13.

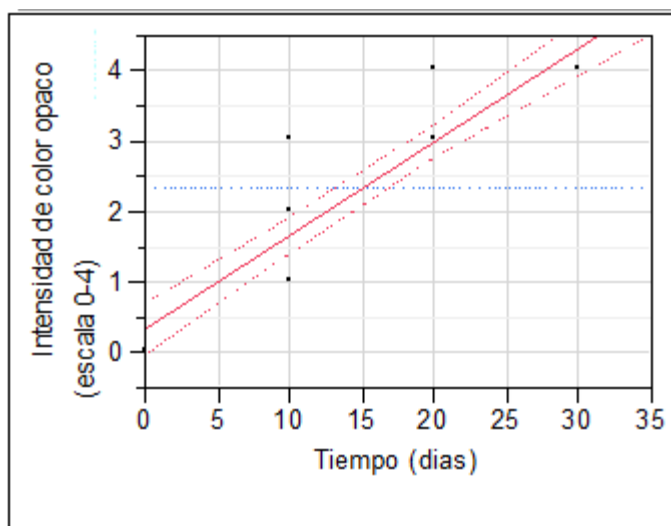


Figura 13. Regresión lineal de la intensidad de color opaco versus tiempo

Se obtuvo una ecuación de regresión de aumento del color opaco ($0,3333333 + 0,1333333 * \text{Tiempo}$) que corresponde a un modelo significativo ($p=0,0001$) y un coeficiente de determinación alto ($R^2=0,89$) por lo tanto, se observa curvas de confianza de 95% cercanas a la línea de mejor ajuste.

Es decir que, para alcanzar la intensidad de color opaco de 4, que es el valor máximo de la escala, se requiere de 28 días.

Por medio del método gráfico y usando el valor 3 de escala de intensidad (muy opaco), se determina que a partir del día 18 se alcanzó el límite mínimo para este parámetro, tomando en cuenta un intervalo de confianza del 95%.

La razón por la cual se presenta un cambio en la coloración es la fotooxidación de los pigmentos por la acción de la luz, que en combinación con el oxígeno produce una grave decoloración, principalmente por la alteración de la clorofila (Lee & Schwartz, 2006).

5.3.5.3. Aroma a madurado

En la figura 14 se muestra el cambio del aroma a lo largo del tiempo de almacenamiento; se midió la intensidad de aroma a madurado.

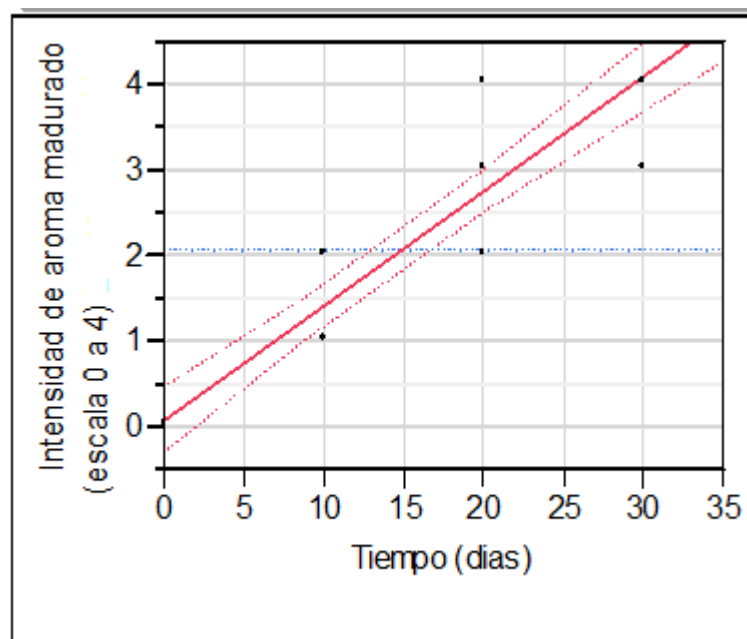


Figura 14. Regresión lineal de la intensidad de aroma a madurado versus tiempo

Los resultados obtenidos muestran una ecuación de regresión de aumento del aroma a madurado ($0,0833333 + 0,13333333 * \text{Tiempo}$) que corresponden a un modelo significativo

($p < 0,0001$) y un coeficiente de determinación alto ($R^2 = 0,88$) por lo que se observa en la figura 14 curvas de confianza de 95% cercanas a la línea de mejor ajuste.

Es decir que, para alcanzar la intensidad de aroma a madurado de 4, que es el valor máximo de la escala, se requiere de 29 días.

Por medio del método gráfico y usando el valor 3 de escala de intensidad (mucho aroma a madurado), se determina que a partir del día 20 se alcanzó el límite mínimo para este parámetro, tomando en cuenta un intervalo de confianza del 95%.

5.3.6. Prueba de aceptación

Se realizó una prueba con los consumidores para medir el nivel de aceptación del sabor, color y aroma del producto a lo largo del tiempo de almacenamiento y posteriormente, establecer una relación entre la respuesta del consumidor y la intensidad del atributo.

Esta prueba se basa en que el consumidor dé su impresión una vez que ha probado las muestras, señalando cuánto le agradan o desagradan (grado de aceptabilidad sensorial). Para esto, se utilizó una escala de siete puntos que va desde “me gusta extremadamente” hasta “me disgusta extremadamente”, pasando por el punto central de “ni me gusta ni me disgusta”.

5.3.6.1. Sabor

La Figura 15 muestra la disminución significativa ($p < 0,0001$, $R^2 = 0,89$) del grado de aceptación del sabor de la salsa por parte del consumidor durante el tiempo de almacenamiento.

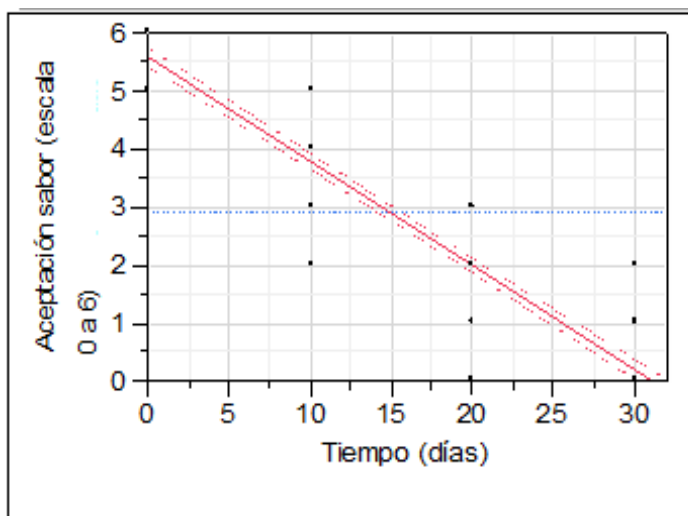


Figura 15. Regresión lineal de la aceptación de sabor por el consumidor versus tiempo

Se estimó el grado de aceptación de sabor 0 (me disgusta extremadamente), por parte del consumidor, mediante la ecuación: aceptación de sabor (0 a 6) = 5,596 - 0,1794 * tiempo, dando como resultado que tal desagrado se alcanza a los 31 días.

Por medio del método gráfico y usando el valor 2 de escala de aceptación (me disgusta moderadamente), se determina que a partir del día 19 se alcanzó el límite mínimo para este parámetro, tomando en cuenta un intervalo de confianza del 95%.

Haciendo una correlación entre la intensidad de sabor rancio (figura 12) y la aceptación del sabor (figura 15), a través del tiempo, se puede observar que al aumentar el primero se disminuye la aceptación de sabor por parte del consumidor.

Es decir, conforme aumenta el sabor a rancio en el producto la aceptación del sabor por parte del consumidor disminuye.

5.3.6.2. Color

La siguiente figura (figura 16) ilustra la disminución significativa ($p < 0,0001$, $R^2 = 0,83$) del grado de aceptación del color de la salsa por parte del consumidor durante el tiempo de almacenamiento.

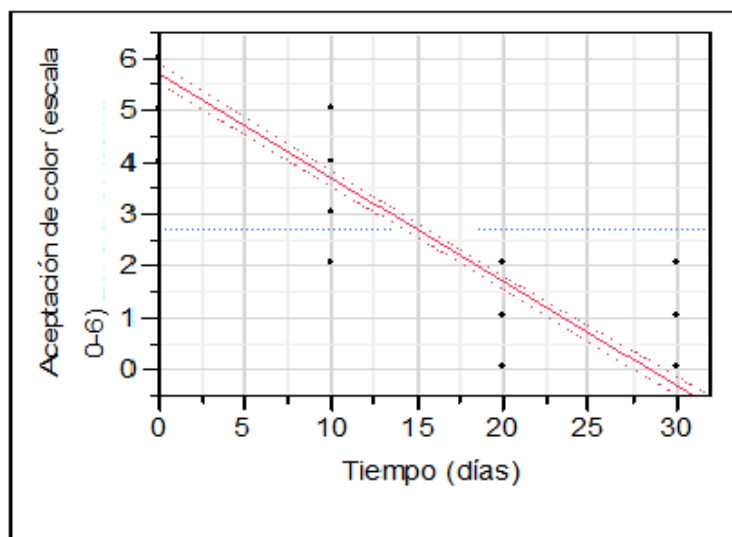


Figura 16. Regresión lineal de la aceptación del color por el consumidor versus tiempo

Se estimó el grado de aceptación de color 0 (me disgusta extremadamente), por parte del consumidor, mediante la ecuación: $\text{aceptación de color (0 a 6)} = 5,468 - 0,1722 * \text{tiempo}$, dando como resultado que tal desagrado se alcanza a los 32 días.

Por medio del método gráfico y usando el valor 2 de escala de aceptación (me disgusta moderadamente), se determina que a partir del día 17 se alcanzó el límite mínimo para este parámetro, tomando en cuenta un intervalo de confianza del 95%.

Correlacionando el aumento de la intensidad del color opaco (Figura 13) con la disminución del grado de aceptación del color (figura 16), en el tiempo de almacenamiento, se puede observar que conforme aumenta el color opaco del producto la aceptación por parte del consumidor en cuanto a color disminuye.

5.3.6.3. Aroma

La Figura 17 muestra la disminución significativa ($p < 0,0001$, $R^2 = 0,90$) del grado de aceptación del aroma de la salsa por parte del consumidor durante el tiempo de almacenamiento.

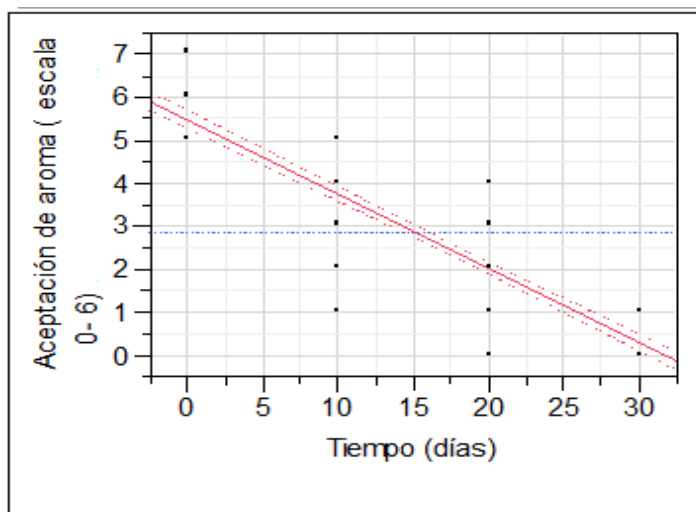


Figura 17. Regresión lineal de la aceptación del aroma por el consumidor versus tiempo

Se estimó el grado de aceptación del aroma (me disgusta extremadamente), por parte del consumidor, mediante la ecuación: aceptación de aroma (0 a 6) = $5,7 - 0,2 * \text{tiempo}$, dando como resultado que tal desagrado se alcanza a los 28 días.

Por medio del método gráfico y usando el valor 2 de escala de aceptación (me disgusta moderadamente), se determina que a partir del día 19 se alcanzó el límite mínimo para este parámetro, tomando en cuenta un intervalo de confianza del 95%.

Haciendo una correlación entre la intensidad de aroma a madurado (figura 14) y la aceptación de aroma (figura 17), a través del tiempo, se puede observar que al aumentar el primero se disminuye la aceptación de aroma por parte del consumidor.

Esto indica que conforme aumenta la intensidad del aroma a madurado hay una disminución de la aceptación del aroma, por parte del consumidor, a través del tiempo.

5.3.7. Punto de corte

5.3.7.1. Sabor

Se asignó un valor límite de 3 (ni me gusta ni me disgusta) para estimar el punto de corte en la variable sabor, tal y como se muestra en la Figura 18.

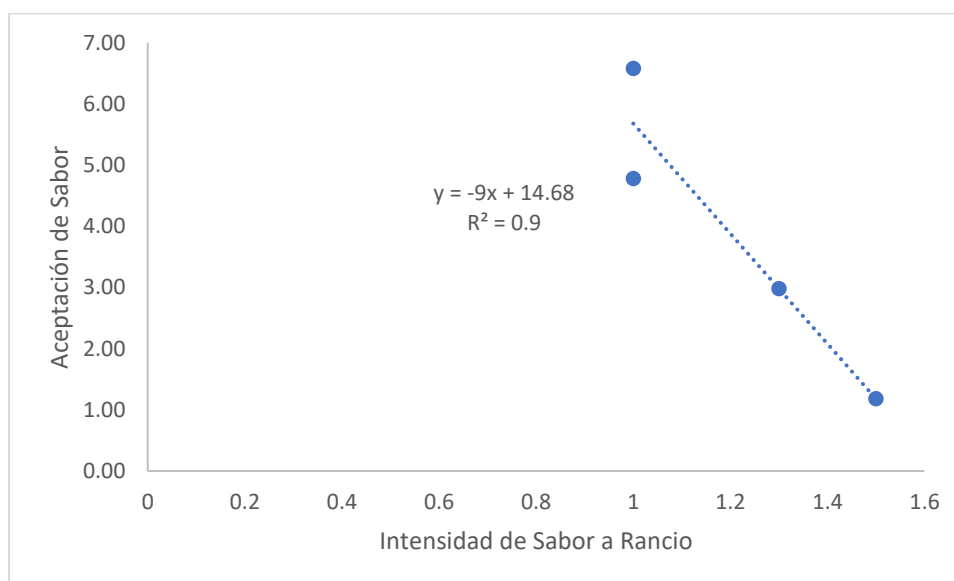


Figura 18. Aceptación de sabor versus intensidad de sabor rancio

Se obtuvo la siguiente ecuación: $y = -9x + 14,68$ con un $R^2 = 0,9$. Por medio de la misma se logró obtener el valor de $x = 1,30$.

Una vez obtenido el valor de x , se logró estimar el tiempo (en días) de vida útil de cuerdo a la variable de sabor, como se muestra en la Figura 19:

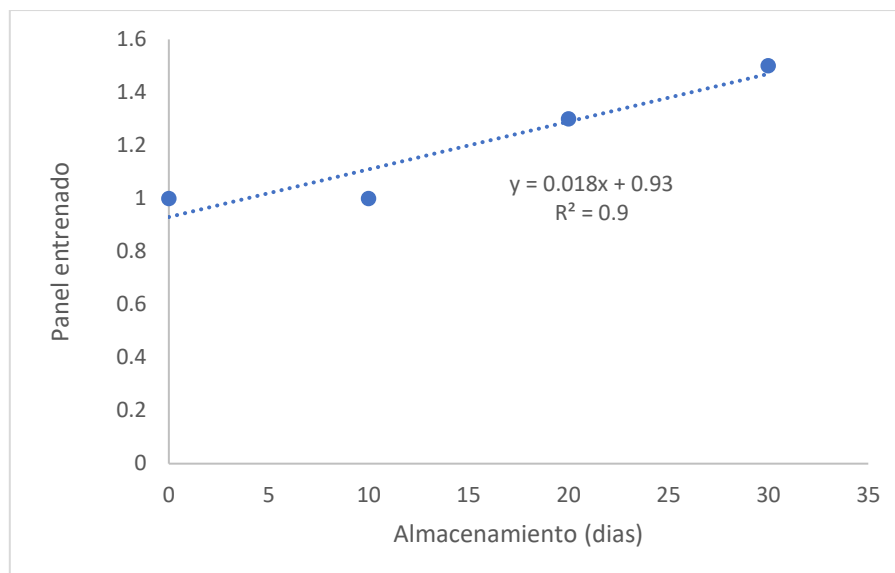


Figura 19. Intensidad de sabor rancio versus tiempo de almacenamiento en días

Se obtuvo la siguiente ecuación: $y=0,018x+0,93$ con un $R^2=0,9$.

De acuerdo con la ecuación anterior se obtiene una vida útil estimada de 19 días de almacenamiento.

5.3.7.2. Color

Para el caso de la variable de color, se asignó un valor límite de 3 (ni me gusta ni me disgusta) para estimar el punto de corte como se muestra en la Figura 20

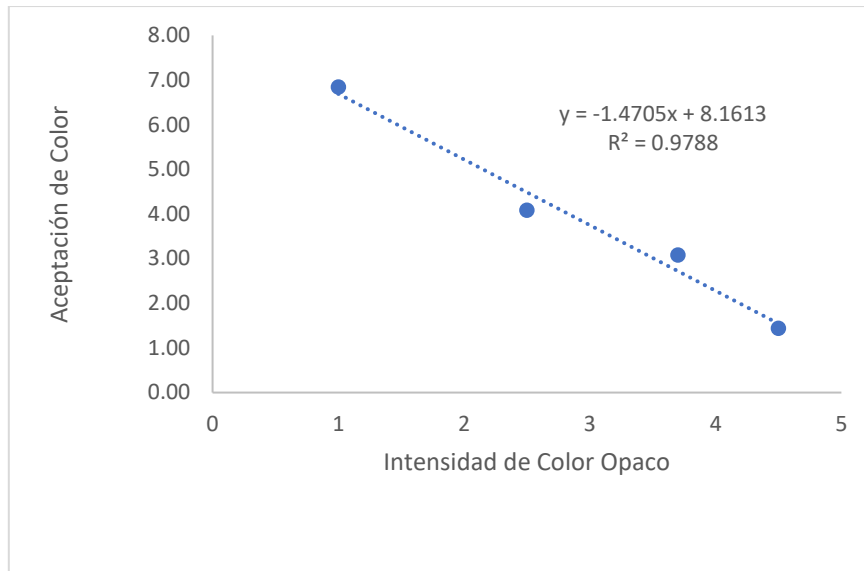


Figura 20. Aceptación de color versus intensidad de color opaco

Se obtuvo la siguiente ecuación: $y = -1,4705x + 8,1613$ con un $R^2 = 0,97$. Por medio de la misma se logró obtener el valor de $x = 3,50$.

Una vez obtenido el valor de x , se logró estimar el tiempo (en días) de vida útil de acuerdo a la variable de color, como se muestra en la Figura 21.

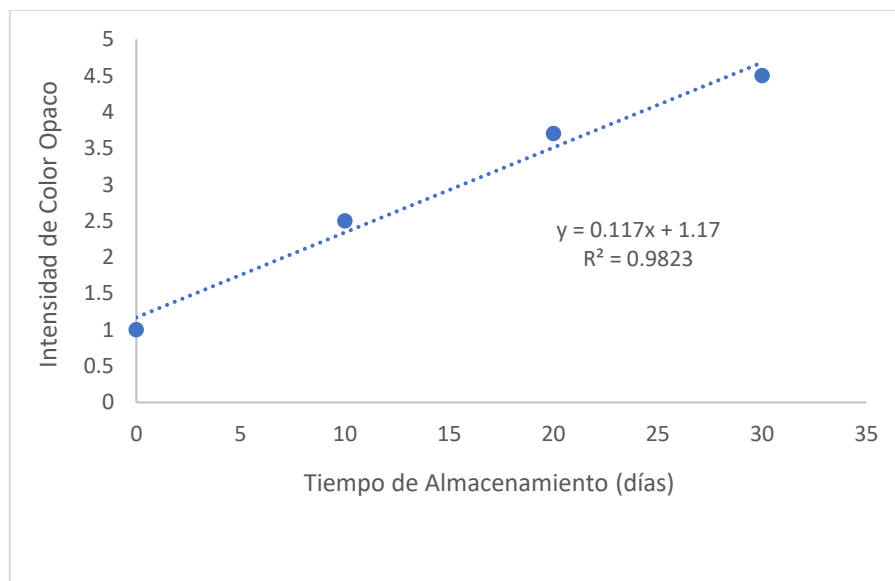


Figura 21. Intensidad de color opaco versus tiempo de almacenamiento en días

Se obtuvo la siguiente ecuación: $y=0,117x+1,17$ con un $R^2=0,98$.

De acuerdo con la ecuación anterior se obtiene una vida útil estimada de 18 días de almacenamiento.

5.3.7.3. Aroma

Se asignó un valor límite de 3 (ni me gusta ni me disgusta) para estimar el punto de corte en la variable aroma, tal y como se muestra en la Figura 22.

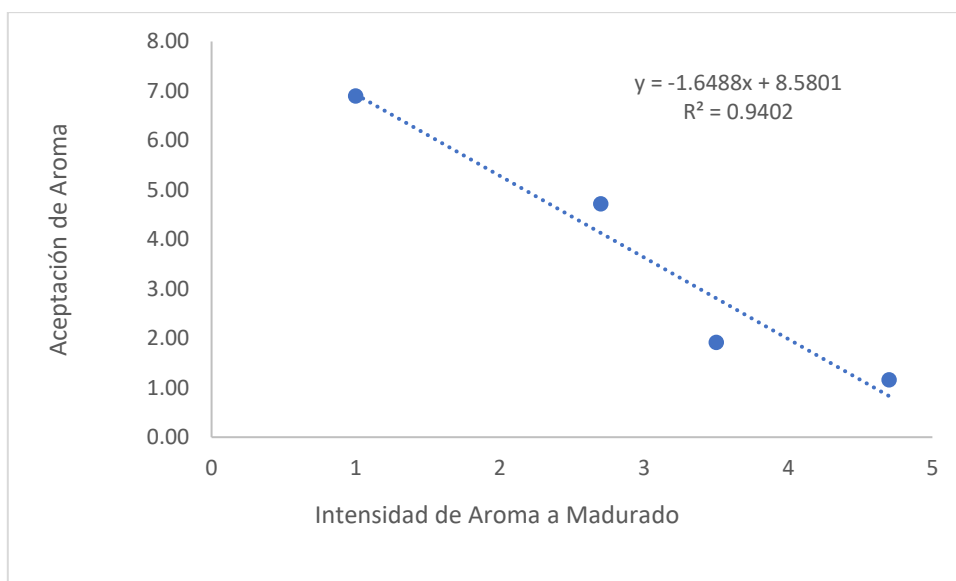


Figura 22. Aceptación de aroma versus intensidad de aroma a madurado

Se obtuvo la siguiente ecuación: $y=-1,6488x+8,5801$ con un $R^2=0,94$. Por medio de la misma se logró obtener el valor de $x=3,39$.

Una vez obtenido el valor de x , se logró estimar el tiempo (en días) de vida útil de cuerdo a la variable de aroma, como se muestra en la Figura 23.

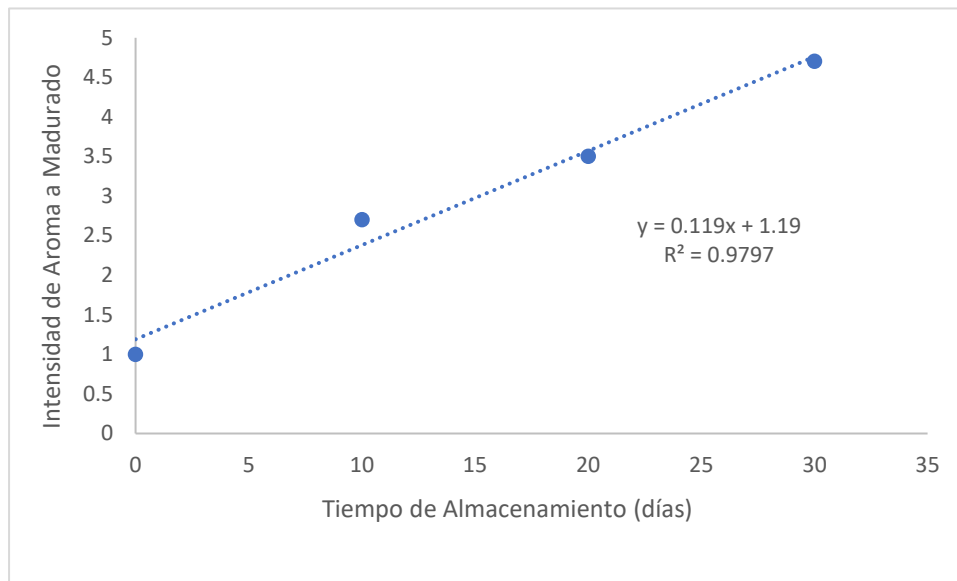


Figura 23. Intensidad de aroma a madurado versus tiempo de almacenamiento en días

Se obtuvo la siguiente ecuación: $y=0,119x+1,19$ con un $R^2=0,97$.

De acuerdo con la ecuación anterior se obtiene una vida útil estimada de 19 días de almacenamiento.

6. Conclusiones

- La apariencia fresca del producto es el requerimiento del cliente más importante en la decisión de compra y el precio es el de menor importancia.
- Con respecto a la competencia, la empresa donde se realizó el presente estudio produce la salsa con mejor apariencia fresca. Sin embargo, la competencia la supera en los requerimientos del cliente relacionados con tamaño, ausencia de filtrado (derrames) y porcentaje de picadura (perejil y ajo). Por lo tanto, los valores límite meta determinados en este estudio son: 65-70% picadura, 16% vinagre y almacenamiento a 5°C.
- La intensidad de sabor rancio, intensidad de color opaco y la intensidad de aroma a madurado son variables sensoriales que fueron evaluadas por un panel entrenado y que mostraron un aumento en el tiempo de almacenamiento. Mientras que las pruebas sensoriales realizadas con los consumidores muestran una disminución en la aceptación de sabor, color y aroma en el tiempo de almacenamiento.
- El punto de corte o valor de intensidad sensorial en que el consumidor empieza a percibir un cambio del producto, en comparación con la muestra fresca, es a los 18 días para color y 19 días para las variables de sabor y aroma.
- A pesar de que las variables sensoriales evaluadas se deterioraron entre los 18 y 19 días, el recuento de mohos y levaduras llega a su límite permitido a los 8 días. Esto nos lleva a concluir que la estimación de vida útil para la salsa tipo chimichurri es de 8 días en condiciones de refrigeración.

7. Recomendaciones

- Se recomienda mantener la cadena de frío durante el transporte y almacenamiento de la salsa tipo chimichurri para disponer de una vida útil de 8 días.

8. Referencias bibliográficas

- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE QFD, 2002. Herramientas QFD. http://www.qfdlat.com/Herramientas_QFD/herramientas_qfd.html
- BALCÁZAR, P., GONZÁLEZ-ARRATIA, N., GURROLA, G. & MOYSÉN, A. 2002. Investigación cualitativa. Universidad Autónoma del Estado de México. Pp.129.
- BARRAGÁN, R., SALMAN, T., AYLLON, V., SANJINÉS, J., LANGER, E., CÓRDOVA, J & ROJAS, R. 2003. Guía para la formulación y ejecución de proyectos de investigación. Vol. 1. 3 ed. Editorial Offset, La Paz. Pp.158-163.
- BARRIENTOS, G. 2012. Reporte de ventas carnicerías DF. Planta procesadora de salsa. San José. Comunicación personal.
- BELEN-CAMACHO, D., ROMAN, JC., GARCIA, DM., MORENO-ALVAREZ, MJ., MEDINA, C. & OJEDA, CA. 2007. Efecto del secado solar en los contenidos de humedad, carbohidratos, carotenoides totales e índice de peróxido del mesocarpio de la palma índice de peróxido como medida del grado de oxidación del mismo a lo largo del tiempo.
- BENNER, M., LINNEMANN, A. JORGEN, W. & FOLSTAR, P. 2003. Quality function deployment (QFD) – can it be used to develop food product? Food quality and preference 14:327-339.
- BOSKOU, D. 2008. Olive oil minor constituents and health. CRC Press, Boca Ratón, FL. Pp.11–44.
- BURDOCK, G. A. 2001. Fenaroli's handbook of flavor ingredients. 4 ed. CRC Press, Boca Ratón, FL.
- CARRILLO, M. & REYES, a. 2013. Vida útil de los alimentos, Revista iberoamericana de las ciencias biológicas y agropecuarias: CIBA. Dialnet 2(3):16-17.
- CEDEÑO, P. 2007. Desarrollo de una barra de mango (*Magnifera indica* var. Tommy Atkins) deshidratado por aire caliente (012215). Tesis de licenciatura en tecnología de alimentos. Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica. San José.
- CHARTERIS, W. 1993. Quality fuction deployment: a quality engineering technology for the food industry. International journal of dairy technology 46:12-21.
- CÓCCARO, G. C. 2010. Desarrollo de nuevos productos: alimentos funcionales y novel food. Alternativas para el diseño de alimentos y su marco legal. Interciencia 32(4): 257-261.
- COSTA, A. DEKKER, M. & JONGEN, W. 2001. Quality function deployment in the food industry: a review. Trends in Food Science and Technology 11:306-314.
- DE LA FUENTE, N. & BARBOZA, J. 2010. Inocuidad y bioconservación de alimentos. Acta universitaria 20(1):43-52.
- DEL GRECO, N., 2010. Estudio sobre tendencias de consumo de alimentos. Argentina. Pp.10-16.

- DELGADO-GUTIERREZ, C. 2010. Sensory Quality of Extra Virgin Olive Oil. Proquest, Umi Dissertation Publishing, California. Pp.3-38.
- DILIP, G., GOPALA, A. RAO, G. & VIJAY, M. 2012. Pharmacokinetic interaction of garlic and atorvastatin in dyslipidemic rats. *Indian Journal of Pharmacology* 44(2):246-252.
- EKESA, B., KIMIYWE, J., DAVEY, M., DHUIQUE-MAYER, C., VAN DEN BERGH, I. & BLOMME, G. 2010. Intake on vitamine A-rich foods, supplementation, nutrition status and illness in preschoolers: eastern DRC. Africa nutritional epidemiology conference. Nairobi, Kenya. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR2019150852>
- ESPINOSA, C.J. 2007. Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba. Pp.39-84.
- FLANZY, C. 2003. *Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*. 2 ed. Dialnet. AMV Ediciones, Madrid. Pp:186-187.
- FRAZIER W. & WESTHOFF D. 1994. *Microbiología de los Alimentos*. 4 ed. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 29, 44.
- FU, B. & LABUZA, T. 1993. Shelf-life prediction: theory and application. *Food control* 4(3):125-133.
- FUNG, R.Y.K., TANG, J., TU, Y. & WANG., D. 2002. Product design resources optimization using a non-linear fuzzy quality function deployment model, *International Journal of Production Research* 40:(3):585-599.
- GARCIA, C. & MOLINA, M. 2008. Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas. *Revista Ingeniería* 18 (1,2): 57-64.
- GARCIA, J., NORIEGA, S., DIAZ, J. & DE LA RIVA, J. 2006. Aplicación del proceso de jerarquía analítica en la selección de tecnología agrícola. *Revista Agronomía Costarricense* 30(1):107-114.
- GARCÍA, M.; CORTEZ, M. & RODRÍGUEZ, E. 2010. Evaluación del Secado de Perejil Aplicando Técnicas de Deshidratación Osmótica Como Pretratamiento. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, Colombia* 63:(2):5693-5705.
- GASS, S. & RAPCSAK, T. 2004. Singular value decomposition in AHP. *European Journal of Operational Research* 154:573-584.
- GOEPEL, D. K. Plantilla de AHP Excel con múltiples entradas versión 08.05.2013. <http://bpmsg.com>
- GONZALEZ, C., DOMINGO, R. & SEBASTIAN, M. 2013. *Técnicas de mejora de la calidad*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid. Pp. 100-174.
- GORINSTEIN, S., LEONTOWICZ, H., LEONTOWICZ, M., AMIESNIK, J., NAJMAN, K. DRZEWIECKI, J., CVIKROVÁ, M., MARTINCOVÁ, O., KATRICH, E. & TRAKHTENBERG,

- S. 2008. Comparison of the Main Bioactive Compounds and Antioxidant Activities in Garlic and White and Red Onions after Treatment Protocols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56:4418-4426.
- GRIFFIN, A. & HAUSER, J. 1993. The voice of the customer. *Marketing Science* 12(1):1-27.
- GUTIÉRREZ, H. & DE LA VARA, R. 2009. Control estadístico de calidad y seis sigma. 2 ed. McGraw Hill. México D. F. Pp.167-171.
- WILDMAN, R. E. C. 2007. *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods*, 2 Ed. CRC Press, Boca Ratón, F. L.
- HELFERICH, A., HERZWURM, G. & SCHOCKERT, S. 2005. QFD-PPP: Product line portfolio planning using quality function deployment. *Software Products Line Conference*. Ed. Obbink and Pohl. Pp.162-173.
- HERMAN-ANTOSIEWICZ, A., POWOLNY, A. A., & SINGH, S. V. 2007. Molecular targets of cancer chemoprevention by garlic-derived organosulfides. *Acta Pharmacol Sin.* 28(9):1355–1364.
- HOUGH, G. & FISZMAN, S. 2005. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. CYTED, Madrid.
- HOUGH, G. 2010. Sensory shelf-life estimation of food products. CRC Press, Boca Ratón, F. L.
- JIMÉNEZ, A. 2008. Tesis: Usos alternativos del chayote (*Sechium edule* Sw.): Elaboración y aplicación de un puré de chayote como sustituto de grasa en alimentos. Tesis de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos. Universidad de Costa Rica, Escuela de Tecnología de Alimentos. Pp.105.
- JUNEJA, V., DWIVEDI, H. & YAN, X. 2012. *Annu. Rev. Food Sci. Technol: Novel Natural Food Antimicrobials*. Downloaded from www.annualreviews.org
- KARWOWSKI, W., SOARES, M. & STATION, N. 2011. Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design. *Methods and Techniques*. CRC Press. Pp.405 -413.
- KIEN, C. 2009. Dietary interventions for metabolic syndrome: Role of modifying dietary fats. *Curr. Diab. Rep.* 9(1):43–50.
- LABUZA. 2000. Determination of shelf-life of foods. Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota. St. Paul.
- LANDINES, P. M. A. & ZAMBRANO, N. J. A. 2009. La oxidación lipídica en la cadena de producción acuícola. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* (1):13-22.
- LARMOND, E. 1977. Métodos de laboratorio para la evaluación sensorial de alimentos. Subdivisión de investigación. Departamento de Agricultura de Canadá (1637):19-63.

- LEDEZMA, E. & APITZ-CASTRO, R. 2006. Ajoene, el principal compuesto activo derivado del ajo (*Allium sativum*), un nuevo agente antifúngico. *Revista Iberoamericana de Micología* 23(2):75-80.
- LEE, J. & SCHWARTZ, S. 2006. Pigments in plant foods. *Handbook of food science, technology and engineering*. Ed. YJ Hui. Taylor & Francis, Florida.
- LEISTNER, L. & GOULD, G. 2002. Hurdle technologies, combination treatments for food stability, safety and quality. *Food engineering series*. Springer Science Business Media New York. Pp.01-43.
- LEONDES, C.T. 2002. *Intelligent Systems. Technology and Applications*. CRC Press (6):60-63.
- LI, Y., TANG, J. & LOU, X. 2010. An ECI-based methodology for determining the final importance ratings of customer requirements in MP product improvement. *Expert Syst Appl* 37:6240-6250.
- LOPETCHARAT, K. & MCDANIEL, M. 2011. *Sensory analysis of foods. Methods of Analysis of Food Components and Additives*. 2 ed. Ed. Semith Ötles, CRC Press. Florida. Pp.309-348.
- LUPANO, C. 2013. *Modificaciones de componentes de alimentos: cambios químicos y bioquímicos por procesamiento y almacenamiento*. Editorial de la Universidad de La Plata, Argentina.
- MADIGAN, M., MARTINKO, J. & PARKER, J. 2004. *Brock Biología de los microorganismos*. 10 ed. Pearson Educación, Madrid. P.153.
- MAGNANI, R. 1997. *Sampling guide. IMPACT food security and nutrition monitoring project*. Arlington, VA.
- MAHMOODI, M., ISLAMI, M. R., ASADI-KARAM, G. R., KHAKSARI, M., SAHEBGHADAM-LOTFI, A., HAJIZADEH, M. R. & MIRZAEI, M. R. 2006. Study of the effects of raw garlic consumption on the level of lipids and other blood biochemical factors in hyperlipidemic individuals. *Pak J Pharm Sci* 19(4):295–298.
- MAROULIS, Z. & SARAVACOS, G. 2003. *Food Process Design*, CRC Press, Florida. Pp: 152-200.
- MARSHALL, D., COTTON, L. & BAL'A, F. 2000. Acetic Acid. In: *Natural Food Antimicrobial System*. A.S. Naidu (Ed). CRC Press, Florida.
- MATAIX, J., RODRIGUEZ, J., BARBANCO, F & MARTINEZ, E. 2009. *Aceite de oliva y salud. El aceite de oliva virgen: tesoro de Andalucía*. Ed. Alerto Fernández & Antonio Segura. Málaga, España. Pp.327-357.
- MEILGAARD, M., CIVILLE, G. & CARR, B. T. 1999. *Sensory evaluation techniques*. 3 ed. CRC Press, Florida.
- MEILGAARD, M., CIVILLE, G. & CARR, T. 2007. *Sensory evaluation techniques*. 4 ed. CRC Press, Florida.

- MESA, L., LOPEZ, N., HASTIE, L. & GONZALEZ, E. 2014. Obtención de vinagre a partir de sirope de fructuosa. *Revista Centro Azúcar, Cuba* 41(1):12-19.
- MILNER, J. A. 2006. Diet and cancer: facts and controversies. *Nutrition and Cancer* 56(2):16–24.
- MINISTERIO DE SALUD, DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL E INOCUIDAD ALIMENTARIA. NTS N°071 MINS/DIGESA V.01. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Resolución ministerial No 591-2008/MINSA. Lima 2008.
- MINISTERIO DE SALUD. 2010. Comisión Intersectorial de Guías Alimentarias para Costa Rica - CIGA. San José, Costa Rica.
- MIYASHITA, K. 2012. Nutritional impact of fatty acid composition of canola oil and its effect on the oxidative deterioration. In: *Canola and Rapeseed: Production, Processing, Food Quality, and Nutrition*. Ed. Usha Thiyam-Holl, N. A. Michael Eskin & Bertrand Matth (Ed). CRC Press. Pp.299-316.
- MOGHADASIA, M.H. & ESKIN, NA M., 2012. *Functional Foods and Cardiovascular Disease*. CRC Press, Florida.
- MORALES, I. 2008. Vida Útil de Alimentos. *Revista Alimentica* 22:(4).
- MOSKOWITZ, H., SAGUY, I. & STRAUS, T. 2009. *An Integrated Approach to New Food Product Development*. CRC Press. Pp.217-232.
- NAGAMACHI, M. & MOHD, A. 2010. *Innovations of Kansei Engineering*. CRC Press, Florida.
- NAHM, Y., ISHIKAWA, H. & INOUE, M. 2013. New rating methods to prioritize customer requirements in QFD with incomplete customer preferences. *International Journal Advance Manufacturing Technology* 65:9-12.
- NICOLI, M.C. 2012. *Shelf Life Assessment of Food*. CRC Press, Florida. Pp.1–16, 169-198.
- NORMA DEL CODEX PARA GRASAS Y ACEITES COMESTIBLES NO REGULADOS POR NORMAS INDIVIDUALES, CODEX STAN 19-1981.
- ORELLANA, L. E. 1998. Desarrollo y determinación del largo de vida útil del embutido fresco de tilapia nilotica. Universidad de Puerto Rico, Mayaguez.
- PARK, S., HAM, S. & LEE, M. 2012. How to improve the promotion of Korean beef barbecue, bulgogi, for international customers. and application of quality function deployment. *Appetite* 59(2): 324-332.
- PELLEGRINI, N., SERAFINI, M., SALVATORE, S., DEL RIO, D., BIANCHI, M. & BRIGHENTI, F. 2006. Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Molecular Nutrition and Food Research* 50(11):1030-1038.

- POUCH, F. It, K. 2001. "Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods." American Public Health Association. Fourth Edition, Washington, DC. U.S.A. AOAC Official Methods 981.12
- POUCH, F. It, K. 2001. "Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods." American Public Health Association. Fourth Edition, Washington, DC. U.S.A. AOAC Official Methods 965.33
- POUCH, F. It, K. 2001. "Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods." American Public Health Association. Fourth Edition, Washington, DC. U.S.A. AOAC Official Methods 990.12
- POUCH, F. It, K. 2001. "Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods." American Public Health Association. Fourth Edition, Washington, DC. U.S.A. AOAC Official Methods 997.02
- QUILES, J., RAMIREZ-TORTOSA, M.C. & YAQOUB, P. 2006. Olive oil and health. Editorial CABI Publishing, Massachusetts. Pp.28-39, 110-195.
- RAGHAVAN, S. 2000. Handbook of Spices, Seasonings and Flavorings. CRC Press, Florida.
- RAHMAN, M. S. 2007. Allicin and other functional active components in garlic: Health benefits and bioavailability. *International Journal of Food Properties* 10:(2): 245-268.
- REVELLE, J. & MARGETTS, D. 2009. Home Builder's Guide to Continuous Improvement Schedule, Quality, Customer Satisfaction, Cost, and Safety. CRC Press. Pp:157-170.
- ROESSLER, E., PANGBORN, SIDEL, J. & STONE, H. 1978. Expanded statistical tables for estimating significance in paired preference, paired difference, duo-trio and triangle tests. *Journal Food Science* 4(43):941-947.
- ROSS, S. A. & MILNER, J. A. 2006. Garlic: The Mystical Food in Health Promotion. Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods. 2 ed. Ed. Robert E. C. Wilman. CRC Press, Florida. Pp.73-99.
- ROUSSEAU, B. 2004. Sensory evaluation techniques. Handbook of food analysis. 2 ed. Ed. Leo M, L, Nollet 3:22-24.
- RUÍZ, A., GÓMEZ, C. & LONDOÑO D. 2001. Investigación clínica: epidemiología clínica aplicada. Centro Editorial Javeriano CEJA, Bogotá. Pp.350-354.
- RUSSO, G.L. 2009. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: From biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochemical and Pharmacology*. CRC Press, Florida.
- SAATY, R. 1987. The analytic Hierarchy Process – what it is and how it is use. *Mathematical Modelling* 9(3-5):161-176.

- SAATY, T. 1990. How to make a decision. *European Journal of Operational Research* 48(1):9-26.
- SADIQ, M., TAUSEEF, M., BUTT, M. & IQBAL, J. 2009. Garlic: Nature's protection against physiological threats. *Critical reviews in food science and nutrition* 49(6):538-551.
- SALES, M & DAESCHEL, M. 2012. Specialty condiments, dressings and sauces. *Specialty Food: processing technology, quality, and safety*. Ed Yanyum Zhao. CRC Press. Pp.105-133.
- SAYAGO, A., MARÍN, M., APARICIO, R. & MORALES, M. 2007. Vitamina E y aceites vegetales. *Grasas y aceites* 58:(1):74-86.
- SERAFINI M., BELLOCCO R. & WOLK, A, 2002. Total antioxidant potential of fruit and vegetables and risk of gastric cancer. *Gastroenterology* 123(4):985-991.
- SERAFINI, M. & TESTA, M. 2009. Redox ingredients for oxidative stress prevention: the unexplored potentiality of coffee. *Clinics in Dermatology* 27(2):225-229.
- SERVILLI M, SELVAGGINI R, ESPOSTO S, TATICCHI A, MONTEDORO G, MOROZZI G. 2004. Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *Journal of Chromatography* 1054(1-2):113-127.
- SIX SIGMA PRODUCTS GROUP, INC. 2008. Traditional House of Quality (Large). Versión 1.2.15.0.
- SMITH, D. & STRATTON, J. 2007. *Comprendiendo las BPM para salsas y aderezos*. Instituto de Agricultura y Recursos Naturales de la Universidad de Nebraska-Lincoln.
- STEELE, R. 2004. *Understanding and measuring the shelf life of food*. 1 Ed. CRC Press, Boca Raton. Pp.04-18
- TESFAYE, W., MORALES, M., GARCÍA-PARRILLA, M. Y. Y TRONCOSO, A. 2002. Wine Vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology* 13: 12-21.
- THIAM-HOLLÄNDER, U. & SCHWARZ, K. 2012. Rapeseed and canola phenolics antioxidant attributes and efficacy. In: *Canola and rapeseed: production, processing, food quality, and nutrition*. Ed. Usha Thiyam-Holl, N. A. Michael Eskin & Bertrand Matth (Ed). Pp:277-298.
- TONCOVICH, A., MORENO-JIMENEZ, J. & CORRAL, R. 2007. Selección multicriterio de un sistema ERP mediante las metodologías AHP y ANP. Primer congreso de logística y gestión de la cadena de suministros, Zaragoza.
- TORRES, A. GUERRA, M. & ROSQUETE, Y. 2001. Estimación de la vida útil de una fórmula dietética en función de la disminución de lisina disponible. *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 21:(2):129-133.

- TRONCOSO, L. & GUIJA, E. 2007. Efecto antioxidante y hepatoprotector del *Petroselinum sativum* (perejil) en ratas, con intoxicación hepática inducida por paracetamol. Anales de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima 68:(4):333-343.
- VALENCIA, F., MILLÁN, L. & JARAMILLO, Y. 2008. Estimación de la vida útil fisicoquímica, sensorial e instrumental de queso crema bajo en calorías. Revista Lasallista de Investigación 5:(1):28-32.
- VALENZUELA, A. & NIETO, S. 2003. Ácidos grasos omega-6 y omega-3 en la nutrición perinatal: su importancia en el desarrollo del sistema nervioso y visual. Revista chilena de pediatría 74:(2):149-157.
- VASSILIOU, E., GONZALEZ, A., GARCIA, C., TADROS, J., CHAKRABORTY, G. & TONEY, J. 2009. Oleic acid and peanut oil high in oleic acid reverse the inhibitory effect of insulin production of the inflammatory cytokine TNF- α both in vitro and in vivo systems. Lipids Health Dis. Pp.8, 25.
- VATTHANAKUI, S., JANGCHUD, A., JANGCHUD, K., THERDTHAI, N. & WILKINSON, B. 2010. Gold kiwifruit leather product development using quality function deployment approach. Food Quality and Preference 21:339-345.
- VIAENE, J. & JANUSZEWSKA, R. 1999. Quality function deployment in the chocolate industry. Food Quality and Preference. ScienceDirect. Pp: 10:377-385.
- WATTS, B.M., YLIMAKI, G.L., JEFFERY, L.E. & ELÍAS, L.G. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo CIID. Ottawa, Ont. Pp.8-32.
- WORTMAN, B. 2010. The six sigma green belt. Quality Council of Indiana, Indiana.
- YACUZZI, E., & MARTÍN, F. 2003. QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos, serie documentos de trabajo No. 234. Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina (UCEMA). Buenos Aires.
- ZHANG, Z. M., YANG, X. Y., DENG, S. H., XU, W., & GAO, H. Q. 2007. Antitumor effects of polybutylcyanoacrylate nanoparticles of diallyl trisulfide on orthotopic transplantation tumor model of hepatocellular carcinoma in BALB/c nude mice. Chin Med J (Engl). 120(15):1336–1342.

9.2. Anexo 2

PRUEBA DÚO-TRÍO
SALSA TIPO CHIMICHURRI

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Frente a usted hay tres muestras de salsa tipo chimichurri, una de referencia marcada con R y dos codificadas.

Una de las muestras codificadas es igual a R.

¿Cuál de las muestras codificadas es igual a la referencia R? Marque con una X

MUESTRAS	MUESTRA IGUAL A LA REFERENCIA
529	_____
357	_____

Comentarios:

MUCHAS GRACIAS

9.3. Anexo 3

PRUEBA ESCALAR GRÁFICA ESTRUCTURADA DE 5 PUNTOS

EVALUACION DE INTENSIDAD DE SABOR A RANCIO

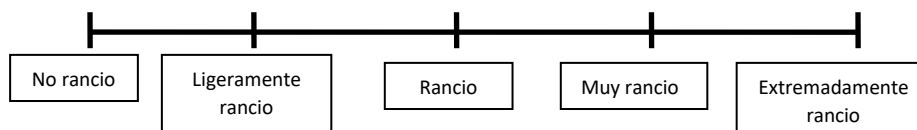
SALSA TIPO CHIMICHURRI

NOMBRE: _____

FECHA: _____

Pruebe la muestra a evaluar e indique a través de una marca sobre la línea, la intensidad de sabor rancio.

Muestra código: _____



MUCHAS GRACIAS

9.4. Anexo 4

PRUEBA ESCALAR GRÁFICA ESTRUCTURADA DE 5 PUNTOS

EVALUACION DE INTENSIDAD DE COLOR OPACO

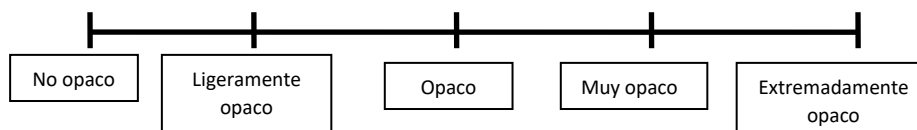
SALSA TIPO CHIMICHURRI

NOMBRE: _____

FECHA: _____

Pruebe la muestra a evaluar e indique a través de una marca sobre la línea, la intensidad de apariencia opaca.

Muestra código: _____



MUCHAS GRACIAS

9.5. Anexo 5

PRUEBA ESCALAR GRÁFICA ESTRUCTURADA DE 5 PUNTOS

EVALUACION DE INTENSIDAD AROMA A MADURADO

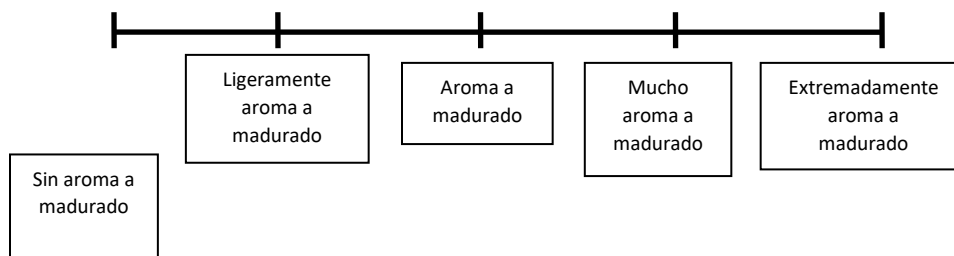
SALSA TIPO CHIMICHURRI

NOMBRE: _____

FECHA: _____

Pruebe la muestra a evaluar e indique a través de una marca sobre la línea, la intensidad de aroma a madurado.

Muestra código: _____



MUCHAS GRACIAS

9.6. Anexo 6

PRUEBA DE ACEPTACION DEL SABOR A TRAVES DEL TIEMPO

SALSA TIPO CHIMICHURRI

Pruebe por favor las muestras en el orden que se le dan. Escriba el código e indique su nivel de agrado con cada una, marcando con una equis (X) en la escala que mejor describa su sentir.

	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Código:					
Me gusta extremadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta extremadamente	_____	_____	_____	_____	_____

MUCHAS GRACIAS

9.7. Anexo 7

PRUEBA DE ACEPTACION DEL COLOR A TRAVES DEL TIEMPO

SALSA TIPO CHIMICHURRI

Pruebe por favor las muestras en el orden que se le dan. Escriba el código e indique su nivel de agrado con cada una, marcando con una equis (X) en la escala que mejor describa su sentir.

	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Código:					
Me gusta extremadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta extremadamente	_____	_____	_____	_____	_____

MUCHAS GRACIAS

9.8. Anexo 8

PRUEBA DE ACEPTACION DEL AROMA A TRAVES DEL TIEMPO

SALSA TIPO CHIMICHURRI

Pruebe por favor las muestras en el orden que se le dan. Escriba el código e indique su nivel de agrado con cada una, marcando con una equis (X) en la escala que mejor describa su sentir.

	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra	Muestra
Código:					
Me gusta extremadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____	_____
Me disgusta extremadamente	_____	_____	_____	_____	_____

MUCHAS GRACIAS

9.9. Anexo 9

Plantilla AHP Excel con múltiples entradas, versión 08.05.2013. D. K. Goepel

Participant 9		1		α : 0.15	CR: 3%	1
Name	Weight	Date	Consistency Ratio		Scale	
i	j	Criteria	more important ?	Scale	A	B
		A	B	A or B (1-9)		
1	2	Apariencia fresca	Tamaño	A	1	
1	3		Ausencia filtrado	A	9	
1	4		Porcentaje picadura	A	7	
1	5		Precio	A	9	
1	6					
1	7					
1	8					
2	3	Tamaño	Ausencia filtrado	A	9	
2	4		Porcentaje picadura	A	5	
2	5		Precio	A	5	
2	6					
2	7					
2	8					
3	4	Ausencia filtrado	Porcentaje picadura	B	5	
3	5		Precio	A	1	
3	6					
3	7					
3	8					
4	5	Porcentaje picadura	Precio	A	1	
4	6					
4	7					
4	8					
5	6					
5	7					
5	8					
6	7					
6	8					
7	8					

Intensity	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two elements contribute equally to the objective
3	Moderate importance	Experience and judgment slightly favor one element over another
5	Strong Importance	Experience and judgment strongly favor one element over another
7	Very strong Importance	One element is favored very strongly over another, it dominance is demonstrated in practice
9	Extreme importance	The evidence favoring one element over another is of the highest possible order of affirmation

Matrix	Apariencia fresca	Tamaño	Ausencia filtrado	Porcentaje picadura	Precio	0	0	0	0	0
Apariencia fresca	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	2 2/3	1	3 4/9	0	0	0	0	0
2	1	0	2 1/2	1	3	0	0	0	0	0
3	3/8	2/5	0	3/8	1 4/9	0	0	0	0	0
4	1	1	2 2/3	0	3 1/6	0	0	0	0	0
5	2/7	1/3	2/3	1/3	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

normalized principal Eigenvector
27.86%
26.64%
10.74%
26.60%
8.17%
0.00%
0.00%
0.00%
0.00%
0.00%

9.10. Anexo 10

Cuadro 5. Incumplimiento de parámetros de diseño para la elaboración de un Diagrama de Pareto

Causa	Frecuencia	% Acumulado
% ácido peracético en producto sanitización	25	33%
% picadura (perejil-ajo)	19	58%
% vinagre en formulación	15	78%
Cumplimiento especificación materia prima	10	91%
Método sanitización	7	100%

9.11. Anexo 11

Cuadro 6. Calificación de requerimientos del cliente detectados en el QFD para producto de la competencia realizado por los consumidores

BADIA																								
ITEM/PERSONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio	Varianza	Desv	
																							Estándar	Mediana
Apariencia fresca	2	3	2	4	2	2	2	3	2	4	3	3	4	3	3	2	4	1	3	4	2.800	0.800	0.894	3.000
Tamaño	4	5	4	3	4	3	4	3	5	4	3	4	3	3	4	5	4	3	5	4	3.850	0.555	0.745	4.000
Ausencia filtrada	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4.850	0.134	0.366	5.000
Porcentaje picadura	4	5	3	4	5	3	5	4	5	5	4	4	3	5	4	5	4	4	5	4	4.250	0.513	0.716	4.000
Precio	4	3	5	4	2	3	3	3	5	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3.500	0.579	0.761	3.000
VITTORIANA																								
ITEM/PERSONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio	Varianza	Desv	
																							Estándar	Mediana
Apariencia fresca	4	3	3	4	5	4	3	3	4	4	4	3	5	4	5	4	3	4	4	5	3.900	0.516	0.718	4.000
Tamaño	3	4	3	3	3	5	3	3	4	3	4	3	5	4	3	3	4	3	2	5	3.500	0.684	0.827	3.000

Ausencia filtrada	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4.800	0.168	0.410	5.000		
Porcentaje picadura	3	4	4	3	4	4	5	3	4	3	4	3	4	3	5	4	4	4	3	4	3.750	0.408	0.639	4.000		
Precio	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3.450	0.261	0.510	3.000		
EMPRESA																										
																									Desv	
ITEM/PERSONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Promedio	Varianza	Estándar	Mediana		
Apariencia fresca	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	3	5	5	5	4	4	5	5	5	4.500	0.368	0.607	5.000		
Tamaño	3	5	4	3	4	3	4	3	4	2	3	4	3	3	4	3	4	3	5	3	3.500	0.579	0.761	3.000		
Ausencia filtrada	4	5	2	4	3	5	3	3	4	2	4	3	4	3	3	2	4	3	4	3	3.400	0.779	0.883	3.000		
Porcentaje picadura	3	3	3	2	3	3	4	3	4	3	4	2	2	3	4	5	4	4	5	4	3.400	0.779	0.883	3.000		
Precio	4	3	4	4	2	3	3	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	2	3.350	0.450	0.671	3.000		

9.12. Anexo 12

Cuadro 7. Datos obtenidos de medición de parámetros de calidad de la salsa tipo chimichurri

Día	Índice Peróxido	pH	Recuento Total Aerobio Psicrófilos	Recuento Mohos y Levaduras
Día 0	1,5498	5,4100	5,80E+02	2,20E+02
Día 0	1,5498	5,4000	5,50E+02	10
Día 0	1,6072	5,4100	5,70E+02	1,90E+02
Día 0	1,5498	5,4000	4,60E+02	10
Día 10	1,5383	5,4100	1,40E+03	5,80E+02
Día 10	1,5383	5,4200	7,20E+03	2,50E+02
Día 10	1,6072	5,4100	2,20E+03	5,10E+03
Día 10	1,5383	5,4300	3,20E+03	1,50E+02
Día 20	1,7220	5,4800	3,20E+04	6,40E+04
Día 20	1,7220	5,5000	5,80E+04	2,10E+04
Día 20	1,6072	5,4700	4,60E+04	4,30E+04
Día 20	1,7220	5,4700	8,20E+05	1,80E+03
Día 30	1,8368	5,5500	Incontable	Incontable
Día 30	1,7220	5,6900	Incontable	Incontable
Día 30	1,7220	5,5200	Incontable	Incontable
Día 30	1,9516	5,5100	Incontable	Incontable

9.13. Anexo 13

Cuadro 8. Valores de índice de peróxido de salsa tipo chimichurri obtenidos durante el estudio de almacenamiento a tiempo real

Día	Índice Peróxido	R²	P
0	1.5498	0,6741	0,0001
10	1.53832		
20	1.722		
30	1.7794		

Cuadro 9. Valores para la obtención del punto de corte del sabor de la salsa tipo chimichurri

Días almacenamiento muestra	Panel entrenado (prom sabor rancio)	Panel consumidores (prom preferencia)
0	0,933	6,200
3	0,988	6,000
6	1,043	6,040
9	1,098	5,600
12	1,153	4,740

Cuadro 10. Valores para la obtención del punto de corte del color de la salsa tipo chimichurri

Días almacenamiento muestra	Panel entrenado (prom color opaco)	Panel consumidores (prom preferencia)
0	0,833	6,280
3	1,008	6,000
6	1,183	5,840
9	1,358	5,460
12	1,533	4,700

Cuadro 11. Valores para la obtención del punto de corte del aroma de la salsa tipo chimichurri

Días almacenamiento muestra	Panel entrenado (prom aroma)	Panel consumidores (prom preferencia)
0	0,900	6,140
3	1,295	5,880
6	1,690	5,720
9	2,085	5,360
12	2,480	4,460

Cuadro 12. Valores de pH de salsa tipo chimichurri obtenidos durante el estudio de almacenamiento a tiempo real

Día	pH	R ²	P
0	5,535	0,6867	0,0001
10	5,475		
20	5,415		
30	5,405		

Cuadro 13. Recuento total aerobio psicrófilos de salsa tipo chimichurri obtenidos durante el estudio de almacenamiento a tiempo real

Día	Recuento Total Aerobio Psicrófilos	R ²	P
0	5.60E+02	0,8387	0,0001
10	2.70E+03		
12	8.74E+03		
15	1.89E+04		
20	5.20E+04		
30	Incontable		

Cuadro 14. Recuento mohos y levaduras de salsa tipo chimichurri obtenidos durante estudio de almacenamiento a tiempo real

Día	Recuento Mohos y Levaduras	R²	P
0	5.60E+02	0,7443	0,0003
9	5.76E+02		
10	2.70E+03		
20	5.20E+04		
30	Incontable		

Cuadro 15. Valores para la obtención del punto de corte del sabor para la salsa tipo chimichurri

Días almacenamiento muestra	Panel entrenado (promedio sabor rancio)	Paneles consumidores (promedio preferencia)
0	0,9333	6,720
10	1,1163	6,440
20	1,2993	6,000
30	1,4823	5,100
40	1,6653	4,080

Cuadro 16. Valores para la obtención del punto de corte del color para la salsa tipo chimichurri

Días almacenamiento muestra	Panel entrenado (promedio color opaco)	Panel consumidores (promedio preferencia)
0	1,1667	6,760
10	2,3334	6,500
20	3,5001	4,900
30	4,6668	3,980
40	5,8335	3,600

Cuadro 17. Valores para la obtención del punto de corte del aroma para la salsa tipo chimichurri

Días almacenamiento muestra	Panel entrenado (promedio aroma madurado)	Panel consumidores (promedio preferencia)
0	1,1833	6,84
10	2,3666	6,5
20	3,5499	4,86
30	4,7332	4,12
40	5,9165	3,36