

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Análisis y Mejoramiento de Satisfacción al Cliente de dos productos de
INPACAF S.A., utilizando herramientas del Diseño por Six Sigma y del
Mejoramiento de Procesos Six Sigma**

Diana Trujillo Martínez

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniería
Industrial

Quito, Enero 2011

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Análisis y Mejoramiento de Satisfacción al Cliente de dos productos de INAPCAF S.A., utilizando herramientas del Diseño por Six Sigma y del Mejoramiento de Procesos por Six Sigma

Diana Trujillo Martínez

16 de enero del 2011

Danny Navarrete, MSc.
Director de la Tesis

Firma

Ximena Córdova, Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

Firma

Verónica León MSc.
Miembro del Comité de Tesis

Firma

Fernando Romo, Ph.D.
Decano del Colegio Politécnico

Firma

Quito, Enero 2011

© Derechos de Autor
Diana Trujillo Martínez
2011

DEDICATORIA

A mi madre, María Magdalena, por quien soy lo que soy.

AGRADECIMIENTO

Es impresionante cómo la vida puede perderse en segundos, pero es impresionante también que pocos segundos para apreciar la vida y sentir que se renace.

Agradezco infinitamente a Dios por haber podido llegar a éste punto culminante de mi carrera universitaria de la misma manera que le agradecí por estar viva cuando abrí los ojos luego del terrible accidente de tránsito que sufrí hace algunos días.

Agradezco a mis Padres por darme la vida, pero en especial a mi Madre, quien ha sido la brújula que me ha guiado, el roble que me ha dado soporte, y que con su infinito amor, dedicación y paciencia ha sido siempre mi compañera y amiga en mis alegrías y tristezas.

Agradezco a mi novio, Alejandro, con quien he aprendido todo lo que no está escrito en los libros, mi conciencia, mi amigo, mi amor, quien me acompañó en cada etapa del desarrollo de éste documento, y supo darme fuerzas y ánimo con ternura y comprensión.

Agradezco a INPACAF S.A., y a su cabeza el Sr. Fausto Asimbaya, quien con su experiencia y enseñanzas invaluable me ha permitido crecer, madurar y superarme no sólo profesional sino también personalmente.

Agradezco a Ximena Córdova por su paciencia, cariño y dedicación llenó de luz y conocimientos mi camino, sin dejar nunca de mostrar su gran lado humano y su sencillez.

Agradezco a Danny Navarrete por su exigencia y su incansable búsqueda de perfección, ya que así ha permitido que éste documento no solo hable de Calidad, pero la contenga en cada letra.

A todos mis Profesores que día a día han ido cincelandando el saber en mi mente y en mi corazón.

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto es aplicar las herramientas tanto del Diseño por Six Sigma como la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento de Procesos en el análisis y mejoramiento de la Satisfacción de los Clientes de dos productos de una Panificadora Industrial, y estudiar la relación existente entre dicho mejoramiento y las ventas de éstos productos.

Dado que el objetivo del proyecto plantea también un mejoramiento de dos productos ya existentes, se han empleado las herramientas de las dos metodologías mencionadas de acuerdo a los análisis que fueron requeridos. Se completaron las cuatro primeras fases de un proyecto Six Sigma (Definir o Identificar, Medir, Analizar y Mejorar).

Luego de realizar un análisis de costos y ventas, se decidió evaluar la Satisfacción de los Clientes de la ciudad de Quito, de los productos con menor rentabilidad neta para la empresa, siendo éstos Melvas y Ponqués, para luego mejorarla. Se encontró que en las Melvas se debían mejorar características físicas del producto como la Cantidad de Azúcar, la Cantidad de Migas que desprende el producto y la Crujiencia, mientras que en los Ponqués se encontró que se debía mejorar lo mismo que en las Melvas, a excepción de la Crujiencia, que para el caso de los Ponqués era Esponjosidad. Se encontró también que era necesario mejorar la disponibilidad de ambos productos en la percha.

Se desarrolló un detallado Estudio de Consumidor, empleando herramientas como el Análisis de la Varianza y el Diseño de Experimentos para mejorar la Satisfacción del Cliente por las características físicas del producto, como fue necesario en el caso de los Ponqués. Para mejorar la disponibilidad de los productos se utilizó el Modelo del Vendedor de Periódicos. Finalmente se mejoró la Satisfacción de los Clientes y se encontró que existía una relación lineal positiva con las ventas de los productos.

Los pasos empleados en éste proyecto pueden y deberían ser aplicados continuamente en la empresa por lo que se recomienda profundizar e invertir en estudios de Satisfacción al Cliente.

ABSTRACT

The objective of this project is to apply the tools of both the Design for Six Sigma and Six Sigma Process Improvement Methodologies in the analysis and improvement of Customer Satisfaction of two products of a local Bakery Industry, and to study the relationship between such improvement and its respective sales.

Since the objective of the project engulfs an improvement of two existing products, tools of the two mentioned methodologies have been used, according to the analyses that were required. The first four phases of a Six Sigma project (Define or Identify, Measure, Analyze and Improve) have been completed.

After conducting a cost and sales analysis, it was decided to evaluate the Customer Satisfaction in the city of Quito of the two products with the lowest net profit for the company, being these Melvas and Ponqués, to improve it then. It was found that the physical features of the Melvas such as the Amount of Sugar, the Amount of Crumbs that are released from the project and its Crunchiness needed to be improved. In the Ponqués the features to improve were the same, except for the Crunchiness which was replaced for the Sponginess in this case. It was also found that it was necessary to improve the availability of both products in the rack.

A detailed Customer Study was developed, using tools such as Analysis of Variance and Design of Experiments to improve Customer Satisfaction by the physical characteristics of the product, as it was necessary in the case of Ponqués. To improve the availability of products, the Newsvendor Model was used. Finally, the Customer Satisfaction was improved and it was found that it had a positive linear relationship with the sales of products.

The steps used in this project can, and should be implemented continuously in the company, which is why investment and more investigation are recommended for Customer Satisfaction Studies.

Tabla de Contenidos

Introducción	1
Objetivos Generales y Específicos	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Capítulo 1	4
1. Marco Teórico.....	4
1.1. La Calidad.....	4
1.1.1. Significado de la Calidad y de Mejoramiento de la Calidad	4
1.1.2. Definiciones de Calidad	4
1.1.3. Dimensiones de la Calidad	4
1.1.4. Mejoramiento de la Calidad	5
1.1.5. Terminología de la Ingeniería de Calidad	5
1.2. Orígenes y Evolución de la Metodología Six Sigma.....	5
1.2.1. Definición de la Metodología Six Sigma	8
1.2.2. Mejoramiento de Procesos Six Sigma.....	8
1.2.3. Diseño por Six Sigma (DFSS).....	12
1.3. Estudios del Consumidor: Investigación Cualitativa.....	20
1.3.1. Razones para efectuar Investigación Cualitativa	20
1.3.2. Clasificación de los Procedimientos de Investigación Cualitativa	20
1.4. Estudios del Consumidor: Investigación Descriptiva	26
1.4.1. Método de Encuesta.....	26
1.4.2. Cuestionarios	28
1.5. Costeo de Productos y Rentabilidad.....	35
1.5.1. Revisión del MRP (Material Resource Planning).....	35
1.5.2. Costos.....	36
1.5.3. Rentabilidad.....	38
1.6. Muestra o Censo.....	38
1.6.1. Proceso de Diseño del Muestreo.....	39
1.6.2. Tamaño de muestra de una población de tamaño conocido	43
1.7. La Distribución Normal.....	44

1.8.	Pruebas de Hipótesis.....	46
1.8.1.	Errores en las Pruebas de Hipótesis	47
1.8.2.	Pruebas de Hipótesis para la Distribución Normal	48
1.9.	Estrategia de Experimentación.....	50
1.9.1.	Conceptos Estadísticos Básicos.....	51
1.9.2.	Diseño de Experimentos.....	52
1.9.3.	Pautas generales para diseñar experimentos.....	52
1.9.4.	Diseño de Bloques Completos Aleatorizados.....	55
1.9.5.	Diseños Factoriales	57
1.9.6.	Diseño Factorial 2^k	59
1.9.7.	Adición de Puntos Centrales al Diseño 2^k	61
1.10.	Análisis de la Varianza	63
1.10.1.	Modelos para los Datos.....	64
1.10.2.	Inferencia sobre las Varianzas de dos Poblaciones Normales	66
1.10.3.	Otras pruebas para la Igualdad de Varianzas de Datos	69
1.10.4.	Comparación de Pares de Medias de Tratamientos	70
1.11.	Escalas Recomendadas para Cuestionarios con varios alimentos	71
1.11.1.	Método de Escala JAR (Just-About-Right).....	71
1.11.2.	Adecuación de uso de Escala Hedónica y de Escala de Ordenamiento en Alimentos	72
1.12.	NORMA ISO 6658: 1995 Directivas Generales para la Metodología de Análisis Sensorial	75
1.13.	El Modelo del Vendedor de Periódico (The News Vendor Model)	77
Capítulo 2.....		81
2.	Fase Reconocer	81
2.1.	Descripción de la Empresa.....	81
2.1.1.	Descripción de los Productos y Procesos de INPACAF S.A.	83
2.2.	Descripción de la Situación Actual de Aseguramiento y Control de la Calidad del Producto Terminado de INPACAF S.A.....	83
Capítulo 3.....		87
3.	Fase Definir - Identificar	87
3.1.	Cartera de Proyecto	87
3.2.	Identificación de los Requerimientos del Cliente.....	87

3.2.1.	Realización de Grupos Focales.....	88
3.2.2.	Selección de Productos para el Proyecto.....	96
3.2.3.	Validación de Información de Grupos Focales en Productos Seleccionados.....	102
3.2.4.	Desarrollo de la Investigación Descriptiva.....	108
Capítulo 4.....		119
4.	Fase Medir.....	119
4.1.	Aplicación del Cuestionario para obtención de Información Cuantitativa	119
4.1.1.	Movimiento de Clientes en Supermercados Santa María.....	119
4.1.2.	Determinación de la Población Objetivo y del Marco de Muestreo	119
4.1.3.	Técnica de Muestreo por Cuota aplicada a las 12 Sucursales de Supermercados Santa María	120
4.1.4.	Determinación del tamaño de muestra para el Cuestionario diseñado.....	120
4.1.5.	Aplicación del Cuestionario en Cada Sucursal de Supermercados Santa María	123
4.2.	Análisis de Datos de la Encuesta de Satisfacción de Melvas y Ponqués	127
4.2.1.	Verificación de Validez de los Datos como supuestos del Análisis de la Varianza	127
4.2.2.	Análisis de la Varianza para preguntas de Nivel de Agrado de Melvas y Ponqués .	129
4.2.3.	Análisis de Preguntas JAR (Just About Right) de Melvas y Ponqués	137
4.2.4.	Análisis de Satisfacción Global de Melvas y Ponqués.....	144
4.2.5.	Análisis de la Pregunta de Disponibilidad en Percha de Ponqués y Melvas	146
Capítulo 5.....		151
5.	Fase Analizar	151
5.1.	Solución al Problema de Disponibilidad en Percha de Ponqués y Melvas	151
5.1.1.	Solución de Disponibilidad para Ponqués utilizando el Modelo del Vendedor de Periódicos	151
5.1.2.	Solución de Disponibilidad para Melvas utilizando el Modelo del Vendedor de Periódicos	156
5.2.	Mejoramiento a Disponibilidad en Percha de Melvas y Ponqués en Dos Sucursales de Supermercados Santa María	159
5.2.1.	Desarrollo de la Investigación Descriptiva para Re-evaluación de Disponibilidad de Ponqués y Melvas	159
5.2.2.	Determinación de la Población Objetivo y del Marco de Muestreo para Re-evaluación de Disponibilidad de Melvas y Ponqués	160
5.2.3.	Composición del Tamaño de Muestra para Re-evaluación de Disponibilidad de Melvas y Ponqués	160

5.2.4.	Aplicación del Segundo Cuestionario de Evaluación de Satisfacción de Ponqués..	161
5.3.	Análisis de Datos de la Encuesta de Re-evaluación de Disponibilidad de Ponqués y Melvas	162
5.3.1.	Análisis Comparativo de Disponibilidad de Ponqués.....	162
5.3.2.	Análisis Comparativo de Satisfacción Global de Ponqués.....	162
5.3.3.	Análisis Comparativo de Disponibilidad de Melvas.....	163
5.3.4.	Análisis Comparativo de Satisfacción Global de Melvas	163
5.4.	Determinación de la forma de crear las características de los prototipos de Ponqué utilizando Diseño de Experimentos	164
5.4.1.	Entrevista con el Chef Milton Cepeda Acerca de la manipulación de las características del Ponqué en la cocina	164
5.4.2.	Entrevista con el Dr. Javier Garrido acerca de la medición de Esponjosidad en los alimentos	165
5.4.3.	Diseño de Experimentos para determinar cómo manipular la Esponjosidad del Ponqué	166
5.5.	Determinación de Prototipos para re-evaluar la satisfacción de los clientes de Ponqués de INPACAF S.A.	174
5.6.	Desarrollo de la Investigación Descriptiva para re-evaluar la Satisfacción de los clientes de Ponqués INPACAF S.A.....	175
5.6.1.	Desarrollo de la Investigación Descriptiva para Re-evaluación de Ponqués.....	175
5.6.2.	Determinación de la Población Objetivo y del Marco de Muestreo para Re-evaluación de Ponqués	177
5.6.3.	Muestreo con la Norma ISO 6658 aplicada a las 12 Sucursales de Supermercados Santa María.....	177
5.6.4.	Composición del Tamaño de Muestra de acuerdo a la Norma ISO: 6658	178
5.6.5.	Aplicación del Segundo Cuestionario de Evaluación de Satisfacción de Ponqués..	179
5.7.	Análisis de Datos de la Encuesta de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués.....	181
5.7.1.	Verificación de Validez de los Datos como supuestos del Análisis de la Varianza	181
5.7.2.	Análisis de la Varianza para preguntas de Nivel de Agrado del Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués	185
5.7.3.	Análisis de la Pregunta de Ordenamiento	204
Capítulo 6.....		207
6.	Fase Mejorar	207
6.1.	Comparación de Satisfacción Global de Ponqués antes y después del Mejoramiento ...	207
6.2.	Comparación de Satisfacción Global de Melvas antes y después del Mejoramiento	207

6.3. Comparación de Incremento en Ventas y relación con Satisfacción Global de Clientes de INPACAF S.A.	208
7. Conclusiones.....	211
8. Recomendaciones.....	213
9. Bibliografía.....	215
Anexos	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 1.A. Detalle de productos de la Línea de Fábrica con el número del respectivo código de barras:.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 1.B. Detalle de Productos de la Línea de Panadería	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 2: Cartera de Proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
Six Sigma Project Charter	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 3.A. Resumen de Ventas de La Línea de Panaderías.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 3.B. Resumen de Ventas Línea de Fábrica:.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 3.C. Ventas de Línea de Fábrica incluyendo Puntos de Venta. ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo 4: Costos individuales por gramo de materia prima	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 5: Costeo de materia prima de productos de INPACAF S.A. ..	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 6.A. Costos Operacionales por Línea de Producto	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 6.B. Rentabilidad de Productos de Línea de Panadería	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 6.C. Ganancias Netas por venta de Productos de Panadería	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 6.D. Ganancias Netas Agregadas por Familia de Productos de Panadería ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo 7.A. Rentabilidad de Productos de Línea de Fábrica.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 7.B. Ganancias Netas por Venta de Productos de Línea de Fábrica.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 7.C. Ganancias Netas Agregadas por Familia de Productos de Fábrica ..	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 8.A. Diseño de Encuesta para Melvas	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 8.B: Tabulación de datos de Encuesta de Melvas.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 9.A. Diseño de Encuesta para Ponqués.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 9.B. Tabulación de Datos de Encuesta Ponqués.....	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 10.A: Diseño de Encuesta de Re-evaluación de Disponibilidad de Ponqués ¡Error! Marcador no definido.	

Anexo 10.B: Diseño de Encuesta de Re-evaluación de Disponibilidad de Melvas. **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 10.C: Tabulación de Datos de Re-evaluación de Disponibilidad de Melvas y Ponqués. **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 11.A. Formato de Encuesta de Re-Evaluación de Satisfacción de Ponqués . **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 11.B: Tabulación de Datos de Encuesta de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués **¡Error! Marcador no definido.**

Índice de Tablas

<i>Tabla 1.1. Enfoque Six Sigma y Ciclo de Vida del Proceso</i>	14
<i>Tabla 1.2. Situaciones de los errores de las pruebas de hipótesis.</i>	47
<i>Tabla 1.3. Notaciones para las corridas del diseño 2³</i>	61
<i>Tabla 2.1. Resumen de los Principales Valores de Balances Contables de INPACAF S.A. de los 3 últimos años:</i>	84
<i>Tabla 3.1. Características de los Cuatro Grupos Focales realizados con los productos de INPACAF S.A</i>	89
<i>Tabla 3.2. Presentación de los Productos de Líneas de Fábrica y Panadería de INPACAF S.A. para los Grupos Focales</i>	93
<i>Tabla 3.3. Atributos de Interés para Ponqués</i>	104
<i>Tabla 3.4. Atributos de Interés para Melvas:</i>	105
<i>Tabla 3.5. Atributos de Interés Finales para Ponqués</i>	107
<i>Tabla 3.6. Atributos de Interés Finales para Melvas</i>	107
<i>Tabla 4.1: Totales de ventas en unidades de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A. del último trimestre del 2009</i>	121
<i>Tabla 4.2: Promedio de unidades de ventas semanales de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A. del último trimestre del 2009</i>	121

<i>Tabla 4.3. Tamaño de muestra para el promedio de clientes semanales de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A., en todas las sucursales de Supermercados Santa María</i>	122
<i>Tabla 4.4. Tamaño de muestra redondeados al entero superior para el promedio de clientes semanales de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A., en todas las sucursales de Supermercados Santa María.....</i>	123
<i>Tabla 4.5. Lotes tomados para degustación de Melvas</i>	125
<i>Tabla 4.6. Lotes tomados para degustación de Ponqués:</i>	125
<i>Tabla 4.7. Resumen de porcentajes de pregunta JAR para las tres características en Ponqués</i>	137
<i>Tabla 4.8. Resumen de porcentajes de pregunta JAR para las tres características en Melvas</i>	139
<i>Tabla 4.9. Disponibilidad de Ponqués en las Perchas de Supermercados Santa María</i>	147
<i>Tabla 4.10: Promedio de ventas semanales de Ponqués de INPACAF S.A. del último trimestre del 2009:</i>	148
<i>Tabla 4.11. Disponibilidad aproximada de Ponqués para sucursales de Supermercados Santa María</i>	148
<i>Tabla 4.12. Disponibilidad de Melvas en las Perchas de Supermercados Santa María</i>	149
<i>Tabla 4.13: Promedio de ventas semanales de Melvas de INPACAF S.A. del último trimestre del 2009</i>	149
<i>Tabla 4.14. Disponibilidad aproximada de Melvas para sucursales de Supermercados Santa María</i>	150
<i>Tabla 5.1. Venta en unidades de Ponqués en la Sucursal de Villaflora tomando en cuenta los reabastecimientos entre semana para la percha</i>	152
<i>Tabla 5.2. Demanda de Ponqués en la Sucursal de Villaflora tomando en cuenta los reabastecimientos entre semana para la percha.</i>	152
<i>Tabla 5.3. Venta en unidades de Melvas en la Sucursal de Santa Clara tomando en cuenta los reabastecimientos entre semana para la percha</i>	156

<i>Tabla 5.4. Demanda de Melvas en la Sucursal de Santa Clara tomando en cuenta los reabastecimientos entre semana para la percha</i>	<i>157</i>
<i>Tabla 5.5. Factores y correspondientes Niveles que se utilizarán en el Diseño de Experimentos de la Esponjosidad de Ponqués.....</i>	<i>167</i>
<i>Tabla 5.6. Prototipos para re-evaluación de satisfacción en Ponqués con sus respectivas variaciones en características de interés</i>	<i>175</i>
<i>Tabla 5.7. Composición en porcentajes de clientes de Ponqué de INPACAF S.A. para la muestra del primer cuestionario de evaluación de Satisfacción</i>	<i>178</i>
<i>Tabla 5.8. Composición en número de la muestra de 100 clientes de Ponqué de INPACAF S.A. para el segundo cuestionario de evaluación de Satisfacción.....</i>	<i>179</i>
<i>Tabla 5.9. Suma de Rangos para pregunta de Ordenamiento de Satisfacción Global de 4 Prototipos de Ponqué.....</i>	<i>204</i>
<i>Tabla 5.10. Diferencias absolutas entre la suma de rangos para los 4 prototipos de Ponqué.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabla 5.11. Comparación con tabla de Diferencias Absolutas con Sumatoria Ordinal Absoluta Crítica de los Prototipos para un 5% y un 1% del nivel de significancia</i>	<i>205</i>
<i>Tabla 6.1. Resumen de Ventas en Unidades de Melvas y Ponqués durante el mes de Octubre del 2010</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 6.2. Comparación en Ventas entre Octubre del 2009 y Octubre del 2010 en Unidades de Melvas y Ponqués</i>	<i>209</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 1.1. Gráfica de Probabilidad acumulada para 100 números aleatorios normales</i>	50
<i>Figura 2.1: Organigrama de INPACAF S.A.</i>	82
<i>Figura 3.1. Diagrama de Afinidad de resultados de los Grupos Focales realizados con los clientes de INPACAF S.A.</i>	95
<i>Figura 3.2. Diagrama de Pareto de las Ganancias Globales del último trimestre del 2009 de INPACAF S.A.</i>	100
<i>Figura 3.3. Diagrama de Pareto de las Ganancias Agregadas del último trimestre del 2009 de la Línea de Fábrica de INPACAF S.A.</i>	101
<i>Figura 4.1. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Nivel de Agrado en Ponqués</i>	128
<i>Figura 4.2. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Nivel de Agrado en Melvas</i>	129
<i>Figura 4.3. Gráfica de Residuales de Nivel de Agrado de Ponqués</i>	131
<i>Figura 4.4. Gráfica de Residuales de Nivel de Agrado de Melvas:</i>	133
<i>Figura 4.5. Gráfica de Análisis de Medias de Características de Ponqués</i>	136
<i>Figura 4.6. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Cantidad de Azúcar en Ponqués</i>	140
<i>Figura 4.7. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Esponjosidad en Ponqués</i>	141
<i>Figura 4.8. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Cantidad de Migas en Ponqués</i>	142
<i>Figura 4.9. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Cantidad de Azúcar en Melvas</i>	142
<i>Figura 4.10. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Crujiencia en Melvas</i>	143

<i>Figura 4.11. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Cantidad de Migas en Melvas</i>	144
<i>Figura 4.12: Histograma para Datos de Pregunta de Satisfacción Global de Melvas</i>	145
<i>Figura 4.13: Histograma para Datos de Pregunta de Satisfacción Global de Ponqués</i>	146
<i>Figura 5.1. Prueba de Normalidad de Datos de Demanda Aproximada de Ponqués para la sucursal de Villaflores</i>	154
<i>Figura 5.2. Prueba de Normalidad de Datos de Demanda Aproximada de Melvas para la sucursal de Santa Clara</i>	157
<i>Figura 5.3. Información introducida al Software Estadístico MINITAB para el Diseño de Manipulación de Esponjosidad en Ponqués</i>	171
<i>Figura 5.4. Prueba de Normalidad de Datos de la Penetración en milímetros de las combinaciones del Diseño de Experimentos para manipular Esponjosidad de Ponqués</i>	172
<i>Figura 5.5. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Nivel de Agrado en Cantidad de Azúcar de Cuatro Prototipos de Ponqué</i>	182
<i>Figura 5.6. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Cuadrado del Nivel de Agrado en Cantidad de Azúcar de Cuatro Prototipos de Ponqué</i>	183
<i>Figura 5.7. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Nivel de Agrado en Esponjosidad de Cuatro Prototipos de Ponqué</i>	184
<i>Figura 5.8. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Cuadrado del Nivel de Agrado en Esponjosidad de Cuatro Prototipos de Ponqué</i>	185
<i>Figura 5.9. Gráfica de Residuales del Cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar en Ponqués</i>	187
<i>Figura 5.10. Gráfica de Residuales del Cuadrado Nivel de Agrado de Esponjosidad en Ponqués</i>	189
<i>Figura 5.11. Gráfica de los Efectos del Factor Prototipo en el Cuadrado del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar para Ponqué</i>	191
<i>Figura 5.12. Gráfica de Análisis de Medias de Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar de 4 Prototipos de Ponqués</i>	194
<i>Figura 5.13. Gráfica de los Efectos del Factor Prototipo en el Nivel de Agrado de la Esponjosidad para Ponqué</i>	195

<i>Figura 5.14. Gráfica de Análisis de Medias de Nivel de Agrado de Esponjosidad de 4 Prototipos de Ponqués</i>	197
<i>Figura 5.15. Prueba de Igualdad de Varianzas para la Satisfacción Global de Cuatro Prototipos de Ponqué</i>	198
<i>Figura 5.16. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Cuadrado de la Satisfacción Global de Cuatro Prototipos de Ponqué</i>	199
<i>Figura 5.17. Gráfica de Residuales del Cuadrado de la Satisfacción Global en Ponqués</i>	200
<i>Figura 5.18. Gráfica de los Efectos del Factor Prototipo en el Cuadrado de la Satisfacción Global para Ponqués</i>	201
<i>Figura 5.19. Gráfica de Análisis de Medias del Cuadrado de la Satisfacción Global de 4 Prototipos de Ponqués</i>	203

Análisis y Mejoramiento de Satisfacción al Cliente de dos productos de INPACAF S.A., utilizando herramientas del Diseño por Six Sigma y del Mejoramiento de Procesos Six Sigma

Introducción

El presente proyecto tiene como objetivo el analizar los componentes de la satisfacción al cliente de dos productos de la línea más fuerte de INPACAF S.A., y mediante el uso de varias herramientas de la Metodología Six Sigma y el Diseño por Six Sigma mejorar los indicadores de dichos componentes, al igual que la satisfacción.

En la actualidad, la Metodología Six Sigma es una de las herramientas de análisis y mejoramiento que ha brindado a varias compañías a nivel mundial, soluciones altamente efectivas para sus problemas tanto desde el diseño, como ya en la elaboración de productos y servicios.

En éste proyecto se desarrollarán las cuatro primeras fases de la Metodología Six Sigma y Diseño por Six Sigma, de acuerdo a las herramientas que sean necesarias para el análisis. Se efectuará un análisis preliminar dentro de la fase Reconocer que permitirá ejecutar las cuatro siguientes fases de mejor manera.

En la fase Definir se buscará entender los procesos productivos de la empresa, identificar a sus clientes, y mediante un análisis contable de los últimos años encontrar el problema que puede haber estado afectando las ventas y por ende la satisfacción de los clientes.

Posteriormente, en la fase Medir, se buscarán las herramientas adecuadas para dimensionar los componentes de la satisfacción al cliente, y relacionarlos con la misma. En la fase Analizar, se plantearán soluciones para mejorar éstos componentes y la satisfacción al cliente, y se las aplicará.

Finalmente, en la fase Mejorar, se compararán los indicadores de satisfacción, sus componentes, y las ventas de la empresa antes y después de realizar el mejoramiento.

Adicionalmente se presentarán las conclusiones y recomendaciones del proyecto, de acuerdo a los objetivos planteados.

Objetivos Generales y Específicos

Objetivo General

Mejorar la satisfacción de los clientes de la Panificadora Industrial INPACAF S.A. de los productos con la rentabilidad más baja de la Línea de Productos más fuerte, y encontrar la relación entre el incremento de la satisfacción y la rentabilidad estos productos, utilizando la Metodología Design for Six Sigma.

Objetivos Específicos

1. Evaluar inicialmente el estado financiero y de ventas de INPACAF S.A.
2. Entender cuáles son las necesidades de los clientes de los productos de INPACAF S.A. y poder establecer medidas para estas necesidades.
3. Conocer cómo INPACAF S.A. ha venido manejando las necesidades de sus clientes para realizar sus productos.
4. Dimensionar cuáles son las ventajas de la utilización de la Metodología Desing for Six Sigma, versus la situación actual de los procesos que influyen en la satisfacción del cliente por los productos de INPACAF S.A.
5. Aplicar la Metodología Desing for Six Sigma, implementando en los procesos productivos de la Línea de Productos más fuerte, el sistema de diseño de productos DMADV.
6. Modificar los procesos involucrados en la elaboración, distribución y venta de los productos seleccionados para el presente proyecto, para incrementar la satisfacción actual de sus clientes.
7. Comprobar y validar que las modificaciones realizadas a los productos seleccionados cumplan de mejor manera con los criterios inicialmente establecidos de satisfacción de los clientes de INPACAF S.A.

Capítulo 1

1. Marco Teórico

1.1. La Calidad

1.1.1. Significado de la Calidad y de Mejoramiento de la Calidad

Hay muchas maneras de definir calidad. El concepto de calidad que se forma en la mayoría de las personas se relaciona con una o más características deseables que debería poseer un producto o servicio (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad, 2).

1.1.2. Definiciones de Calidad

La definición tradicional de calidad se basa en el punto de vista de que los productos y los servicios deben cumplir con los requerimientos de quien los usa. En la adecuación para el uso se distinguen dos aspectos generales: calidad de diseño y calidad de conformidad. Todos los bienes y servicios se producen con varios grados o niveles de calidad. Estas variaciones en los grados o niveles de calidad son internacionales y por consiguiente, el término técnico apropiado es calidad de diseño. La calidad de conformidad es la medida en que el producto se ajusta a las especificaciones requeridas por el diseño. La calidad de conformidad está influida por varios factores, incluyendo la elección de los procesos de manufactura, la capacitación y supervisión de la fuerza de trabajo, el tipo de sistema de aseguramiento de calidad usado, la medida en que se siguen estos procedimientos de aseguramiento de calidad, y motivación de la fuerza de trabajo para alcanzar la calidad.

La definición moderna de calidad es que ésta es inversamente proporcional a la variabilidad. Obsérvese que ésta definición implica que si la variabilidad de las características importantes de un producto disminuye, la calidad del producto aumenta (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad, 5).

1.1.3. Dimensiones de la Calidad

Existen varias maneras de evaluar la calidad de un producto. Con frecuencia es de suma importancia distinguir estas diferentes dimensiones de la calidad. Hay ocho dimensiones de calidad:

1. Desempeño: ¿Servirá el producto para el fin proyectado?
2. Confiabilidad: ¿Con qué frecuencia falla el producto?

3. Durabilidad: ¿Cuánto tiempo dura el producto?
4. Facilidad de servicio: ¿Qué tan fácil es reparar el producto?
5. Estética: ¿Cómo luce el producto?
6. Características incluidas: ¿Qué hace el producto?
7. Calidad percibida: ¿Cuál es la reputación de la compañía o de su producto?
8. Conformidad con los estándares: ¿El producto se fabrica exactamente como lo proyectó el diseñador? (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad, 3).

1.1.4. Mejoramiento de la Calidad

El mejoramiento de calidad es la reducción de la variabilidad en procesos y productos. La variabilidad excesiva en el desempeño de los procesos suele resultar en desperdicio. Por ejemplo, considérese el desperdicio de dinero, tiempo y esfuerzo que se asocia con un mal producto (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad, 6).

1.1.5. Terminología de la Ingeniería de Calidad

Todo producto posee varios elementos que describen en conjunto la idea que se forma el usuario o consumidor de calidad. Es común llamar a estos parámetros *características de la calidad*. Las características de la calidad pueden ser de varios tipos:

- Físicas: longitud, peso, voltaje, viscosidad.
- Sensoriales: sabor, apariencia, color.
- Orientadas al tiempo: confiabilidad, durabilidad, facilidad de servicio.

Obsérvese que los diferentes tipos de características de la calidad pueden relacionarse directa o indirectamente con las dimensiones de calidad.

La Ingeniería de Calidad es el conjunto de actividades operativas, administrativas y de ingeniería que emplea una compañía a fin de asegurar que las características de la calidad de un producto se encuentran en los niveles nominales o requeridos (Montgomery, Control Estadístico de la Calidad, 7).

1.2. Orígenes y Evolución de la Metodología Six Sigma

Six Sigma es el sistema más rápido de manejo de negocios en crecimiento en la industria en estos días. Se le ha acreditado el ahorro de miles de millones de dólares en compañías desde los inicios de los 90's. Esta metodología fue desarrollada por la Industria Motorola en los años 80, se volvió mayormente conocida luego de que Jack Welch de General Electric la hizo el foco central de su estrategia de negocios en 1995 (Yang y Bassem, 21). Fue el

mismo Jack Welch quien hizo que el Six Sigma evolucione desde una técnica para resolución de problemas, a una estrategia de calidad y últimamente, a una filosofía de calidad sofisticada (The Evolution of Six Sigma).

A Mikel Harry, se lo conoce como el *abuelo* de Six Sigma, y a él se le atribuye ser la autoridad líder en teoría y práctica de esta metodología. La evolución comenzó en los años 70, cuando una firma Japonesa se hizo cargo de una planta de Motorola donde se fabricaban televisores en los Estados Unidos, y la firma japonesa empezó a poner en práctica cambios drásticos a las formas de operar la fábrica. Bajo el manejo de los japoneses, la fábrica empezó a producir televisores con el 5% de los defectos que existían cuando la fábrica estaba a cargo del manejo de Motorola. Finalmente, Motorola reconoció que su calidad era desastrosa. Desde ese entonces, la gerencia de Motorola decidió tomar a la calidad en serio. Cuando Bob Galvin tomo el puesto de Jefe Ejecutivo de Motorola en 1981, el retó a su compañía a lograr un desempeño diez veces mejor con respecto al actual en un periodo de cinco años (The Evolution of Six Sigma).

En 1984 Harry se une a Motorola, donde trabajó con Bill Smith, quien a criterio de Harry, es el *padre* de Six Sigma. Durante 1985, Smith escribió un reporte de investigación interno de calidad que capturó la atención de Bob Galvin. Smith descubrió la correlación existente entre que tan bien un producto funciona en su vida útil y cuánto retrabajo había sido requerido durante su proceso de manufactura. El también encontró que los productos que fueron construidos con menores disconformidades fueron aquellos que se desempeñaron mejor luego de haber sido entregados al cliente. A pesar de que los ejecutivos de Motorola argumentaron sobre la suposición de Smith, luego tuvieron que enfrentar el reto de cómo crear maneras prácticas de eliminar defectos. Con el concepto de *filtro lógico*, Harry desarrolló un enfoque para resolución de problemas de cuatro etapas: Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, ó MAIC por sus siglas en inglés. Posteriormente, la disciplina MAIC se volvió el mapa de camino para lograr la calidad Six Sigma (The Evolution of Six Sigma).

El 15 de enero de 1987, Galvin lanzó un programa de calidad a largo plazo, llamado *El Programa de Calidad Six Sigma*. Este era un programa corporativo que establecía al Six Sigma como nivel requerido de capacidad para enfocarse al estándar de 3.4 defectos por millón de oportunidades ó DPMO por sus siglas en inglés. Este nuevo estándar debía ser usado en todo, es decir, en productos, procesos, servicios y administración. La Política Corporativa del Comité de Motorola actualizó luego su objetivo de calidad como:

“Mejorar la calidad de productos y servicios diez veces para 1989, y al menos 100 veces para 1991. Lograr una capacidad Six Sigma para 1992”

El objetivo último de calidad era tener cero defectos en todo lo que hacían. El objetivo revisado de calidad decía que todos son responsables por y para todos, relacionándose a este objetivo. Adicionalmente, también afirmaba que ninguna persona podría asumir que ella o él han hecho suficiente hasta que el objetivo completo de Six Sigma haya sido logrado en toda la compañía. Luego de implementar Six Sigma, en 1988, Motorola estuvo entre las primeras empresas que recibieron el Premio Nacional de Calidad Malcom Baldrige (The Evolution of Six Sigma).

En 1993, en Asea Brown Boveri ó ABB, Harry formó equipo con Richard Schroeder, con quien luego formó la Academia Six Sigma. Inspirado por Kjell Mgnuson, uno de los presidentes de negocios de ABB, Harry se dio cuenta de que los ejecutivos de alto nivel sólo se enfocaban en las ganancias cuantificables del negocio. Además, reconoció que la calidad no debería ser lo primero, sino el negocio que llevaría a la realización de la calidad. Adicionalmente, de su experiencia en las Coroporaciones Marinas, entendió la importancia de las tácticas. Para explotar el poder completo de Six Sigma, enfocándose en resultados bottom line ó de fondo, Harry refinó las tácticas de despliegue de Six Sigma, que incluían un Champion, Master Black Belt y Green Belt ó un Camipión, Master Cinta Negra, Cinta Negra y Cinta Verde (The Evolution of Six Sigma).

Por esas épocas, enamoradas del éxito de Motorola, varias otras compañías como Texas Instruments, empezaron un ejercicio similar. No fue hasta 1993 que Six Sigma realmente empezó a transformar los negocios. Este es el año en el que Harry y Schroeder se mudaron a Allied Signal, y su jefe ejecutivo, Larry Bossidy, decidió adoptar Six Sigma. No paso mucho tiempo luego de que Allied Signal empezó su ejercicio de Six Sigma en calidad, que Jack Welch, Jefe Ejecutivo de General Electric, influenciado por Bossidy, empezó a interesarse por Six Sigma. Ambos sintieron que los programas antiguos de calidad eran demasiado pesados en slogans y muy ligeros en resultados. En junio de 1995, Welch invitó a Bossidy a asistir a un Consejo Corporativo Ejecutivo de General Electric, conociendo y compartiendo su experiencia con Six Sigma. Luego de dicha reunión, General Electric realizó un análisis costo-beneficio para la implementación de Six Sigma. El análisis mostró que si General Electric, en ese entonces corriendo sus procesos a un nivel tres o cuatro sigma, podría subir su calidad a Six Sigma, y dejar de correr un costo de oportunidad de 7 mil a 10 mil millones de dólares. Posteriormente, en enero de 1996, en equipo con la

Academia Six Sigma, Welch anunció el lanzamiento de Six Sigma en General Electric. En ese tiempo, él llamaba a Six Sigma como la más ambiciosa empresa en que la empresa se había embarcado (The Evolution of Six Sigma).

1.2.1. Definición de la Metodología Six Sigma

Six Sigma es una metodología que provee a los negocios con las herramientas que necesitan para mejorar la capacidad de sus procesos de negocio. Para Six Sigma, un proceso es la unidad básica de mejoramiento (Yang y Bassem, 21). Un proceso se define como una “serie de operaciones que logran el avance del producto hacia su tamaño, forma y especificaciones finales” (Niebel, 685). En Six Sigma, el propósito del mejoramiento del proceso es incrementar el desempeño y disminuir la variación del desempeño. Este incremento en el desempeño y reducción en la variación del proceso conducirá a una reducción de defectos y un mejoramiento en las ganancias (Yang y Bassem, 21).

El nombre Six Sigma se deriva de una terminología estadística; Sigma ó la letra griega σ , significa *desviación estándar*. Para una distribución normal, la probabilidad de que un punto se encuentre entre el rango ± 6 sigma, alrededor de la media es 0,9999966. En un proceso productivo, el *Estándar Six Sigma* significa que la tasa de defectos del proceso será 3.4 defectos por millón de unidades. Claramente Six Sigma indica un grado extremadamente alto de consistencia y extremadamente baja variabilidad. En términos estadísticos, el propósito de Six Sigma es reducir la variación para lograr desviaciones estándar más pequeñas. Comparada con otras iniciativas de calidad, la diferencia fundamental de Six Sigma es que se aplica no solo a la calidad del producto, pero también a otros aspectos de operación del negocio, mejorando procesos fundamentales (Yang y Bassem, 21).

1.2.2. Mejoramiento de Procesos Six Sigma

En un proyecto Six Sigma, si el equipo Six Sigma selecciona la estrategia de mejoramiento regular de procesos Six Sigma, entonces se lleva a cabo un proceso de cuatro etapas para mejorar el proceso existente. Estas cuatro etapas son:

- Definir el problema y los requerimientos del cliente.
- Medir los defectos y la operación del proceso.
- Analizar los datos y descubrir las causas del problema.
- Mejorar el proceso para retirar las causas de los defectos
- Controlar el proceso para asegurarse que los defectos no ocurran (Yang y Bassem, 42)

1.2.2.1. Fases de un proyecto Six Sigma

En lo sucesivo, la notación DMAIC será utilizada para referirse a las cuatro fases que se presentan a continuación:

Fase I: Definir el problema y los requerimientos del cliente:

Paso I: Borrador de la cartera de proyecto, la misma que incluye:

- Caso de negocio
- Metas y objetivos del proyecto
- Entregables
- Alcance del proyecto, restricciones y asunciones.
- Miembros del proyecto
- Roles y responsabilidades
- Proyecto de plan preliminar.

Paso II: Identificar y documentar el proyecto:

1. Identificar el proceso: En un proyecto de mejoramiento de proceso Six Sigma, usualmente el equipo trabaja un proceso a la vez. El proceso identificado es usualmente:
 - Un proceso productivo de la empresa, como el desarrollo de un producto, marketing o servicio al cliente, por lo que es un proceso muy importante para la compañía.
 - Un proceso de soporte, como recursos humanos o sistemas de información, pero este proceso se vuelve un cuello de botella o un centro de desperdicio de la compañía.
2. Documentar el proceso: Luego de que el proceso ha sido identificado, un modelo de proceso apropiado será usado para modelar y analizar el proceso como un SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer ó Proveedor, Entrada, Proceso, Salida, Cliente).

Luego de que el modelo de proceso ha sido determinado, los elementos mayores del modelo de proceso, proveedores, entradas, mapa del proceso, salidas del proceso y cliente. En este paso, el proyecto se mantendrá al nivel más alto del proceso, o al más bajo, dado que no se desean detalles para complicarse en un principio.

Paso III: Identificar, analizar y priorizar los requerimientos del cliente:

1. Identificar los requerimientos del cliente. Hay dos tipos de requerimientos de clientes:
 - Requerimientos de salida: Son las características del producto final y servicio entregado al cliente al final del proceso.
 - Requerimientos de servicio: Estas son maneras más subjetivas en las que el cliente espera ser tratado y servido durante el proceso en sí. Los requerimientos del servicio son difíciles de definir con precisión.
2. Analizar y priorizar los requerimientos del cliente. La lista de requerimientos del cliente puede ser muy larga para un producto o proceso y usualmente tiene una jerarquía.

La lista de requerimientos puede ser larga, pero no todos los requerimientos son iguales hacia los ojos del consumidor. Es necesario analizar y priorizar aquellos requerimientos. Este paso puede ser realizado mediante un análisis de Kano o QFD. La lista de requerimientos del cliente de alta prioridad usualmente se conoce como características críticas a la calidad o CTQ.

Fase 2: Medición del desempeño del proceso:

La medición es un paso muy importante. El mismo incluye el recolectar datos para evaluar el nivel del desempeño actual del proceso, y proveer información para las fases de análisis y mejoramiento. Esta fase usualmente incluye los siguientes pasos:

1. Seleccionar lo que necesita ser medido: Usualmente se mide lo siguiente:
 - Medidas de entrada o Input
 - Medidas de salidas u Output: CTQs, sustitutos de CTQs, y contabilidad de defectos.
 - Estratificación de datos: Esto significa que al igual que con la recolección de salidas o Outputs Y, es necesario recolectar la información correspondiente a las variables que pueden tener una relación causa-efecto con la Y, las cuales se denominan X.
2. Desarrollar un plan de recolección de datos: En este plan se determinarán factores como la frecuencia de medición, quién realizará la medición, el formato de la recolección de

los datos, y los instrumentos de medición. En este paso es muy necesario poner atención al:

- Tipo de datos: Estos pueden ser de dos tipos: discretos o continuos. Las *medidas discretas* son aquellas que permiten ordenar ítems en diferentes y separadas categorías. Las *medidas continuas* son aplicadas para cantidades que pueden ser medidas en escala continua infinitamente divisible.
 - Método de medición y muestreo.
3. Calcular el nivel de proceso sigma. Para datos continuos se puede usar métodos de cálculo de capacidad del proceso. Para datos discretos, se puede calcular directamente la tasa de defectos y luego traducir esta información a nivel sigma.

Fase III: Analizar los datos y descubrir las causas del problema:

Luego de la recolección de datos, es necesario analizar los datos y procesarlos para poder encontrar la manera de mejorar el proceso. Hay dos tareas importantes en esta fase:

1. Análisis de datos: Utilizando los datos recolectados para encontrar patrones, tendencias y otras diferencias que puedan sugerir, dar soporte o rechazar teorías acerca de la causa y efecto. Los métodos usualmente suelen incluir:
 - Análisis de causa raíz
 - Diagramas de causa y efecto
 - AMEF ó Análisis de Modo y Efecto de Falla
 - Diagrama de Pareto
 - Validar causa raíz.
 - Diseño de experimentos
 - Método de Shanin.
2. Análisis de proceso: Esto involucra una mirada detallada a los procesos claves existentes que suplen requerimientos del cliente para poder identificar tiempos de ciclo, retrabajos, tiempos de paro, y otros pasos que no agregan valor al cliente. Se puede usar aquí mapeo de procesos, o métodos de manejo de proceso.

Fase IV: Mejorar el proceso:

Antes de completar la fase 3, se debe haber ya identificado las causas raíces del problema de desempeño del proceso. Si las causas raíz de los problemas de desempeño del proceso se

han identificado por análisis del proceso, las soluciones se caracterizan usualmente como técnicas tales como simplificación del proceso, procesamiento paralelo, eliminación del cuello de botella. Si las causas raíz son identificadas aplicando análisis de datos, entonces encontrar la solución al problema de desempeño es fácil. Hay algunas circunstancias en las que encontrar la solución es muy complicado, dado que muchas soluciones obvias podrían resolver el problema, pero esto podría tener efectos perjudiciales en otros aspectos del proceso. En este caso, las soluciones creativas necesitan ser encontradas. La lluvia de ideas y el TRIZ (ó Teoría de Soluciones Inventivas de Problemas) podrían ser usados aquí.

Fase V: Control del Proceso:

El propósito de esta fase es poder sostener el mejoramiento. Es necesario documentar el cambio realizado en la fase de mejoramiento. Si el mejoramiento se ha hecho mediante métodos de manejo de procesos, como simplificación de procesos, es necesario establecer el estándar del nuevo proceso. Si el mejoramiento ha sido hecho eliminando las causas raíz del bajo desempeño, es necesario rastrear el desempeño del proceso luego del mejoramiento y controlar las variables críticas relacionadas con el desempeño, usando diagramas de control (Yang y Bassem, 46)

1.2.3. Diseño por Six Sigma (DFSS)

El diseño orientado al consumidor es un proceso de desarrollo que busca transformar los deseos del cliente en soluciones de diseño que son útiles al consumidor (Yang y Bassem, 49). El Diseño por Six Sigma es un enfoque de Six Sigma que abarca el cambio o el rediseño de la estructura fundamental del proceso base. El objetivo del DFSS es diseñar o reestructurar el proceso para que éste logre intrínsecamente lograr la máxima satisfacción de sus clientes y consistentemente entregue sus funciones. El Diseño por Six Sigma es necesario cuando:

- Un negocio desea reemplazar, en lugar de reparar uno o más de sus procesos fundamentales.
- Un equipo líder o un Six Sigma descubre que simplemente mejorando un proceso existente nunca se logrará entregar el nivel de calidad que los clientes están demandando.
- El negocio identifica una oportunidad de ofrecer un producto o servicio totalmente nuevo.

El Diseño por Six Sigma no es un arreglo rápido; tomará más esfuerzo al principio, pero le pagará mejor que el mejoramiento regular Six Sigma al final. (Yang y Bassem, 42). El mayor objetivo del DFSS es diseñarlo bien la primera vez para evitar experiencias dolorosas río abajo, anticipándose a las vulnerabilidades de diseño. El término Six Sigma en el contexto de DFSS puede definirse como el nivel en el cual las vulnerabilidades de un diseño no son mínimas. Generalmente, dos mayores vulnerabilidades de diseño pueden afectar la calidad de la entidad de diseño:

- Vulnerabilidades conceptuales que son establecidas por la violación de los axiomas y principios de diseño.
- Vulnerabilidades operacionales dadas por la falta de robustez en el ambiente de uso. Eliminación o reducción de las vulnerabilidades operacionales es el objetivo de la iniciativa de calidad que incluye Six Sigma (Yang y Bassem, 51)

Las vulnerabilidades operacionales requieren de reducción de la variabilidad y ajuste a la media de los requerimientos del cliente CTSs. La investigación de la Tolerancia es el corazón de las vulnerabilidades operacionales dado que ésta trata con la asignación de las tolerancias en los parámetros de diseño y las variables del proceso, la evaluación y control de procesos de manufactura, los asuntos metrológicos, al igual que los modelos geométricos y de costo. Al contrario, las vulnerabilidades conceptuales son usualmente omitidas dado su falta de un enfoque compatible sistemático para encontrar soluciones ideales, ignorancia del diseñador, presión de fechas de entrega del proyecto y limitaciones de presupuesto. Esto puede ser atribuido parcialmente al hecho de que los métodos tradicionales de calidad son caracterizados como prácticas aplicadas luego del hecho, dado que usan información retrasada para actividades de desarrollo, tales como datos de campo. Desafortunadamente, ésta práctica deriva en diseño enfocado hacia ciclos interminables de diseño-prueba-arreglo-prueba, creando lo que se conoce ampliamente como el modo “de apagar incendios” de operación. Las compañías que practican esto usualmente sufren de altos costos de desarrollo, largos tiempos en el mercado, inferiores niveles de calidad y bajo desempeño ante la competencia (Yang y Bassem, 53).

1.2.3.1. Enfoque Six Sigma y Ciclo de Vida del Proceso

La siguiente tabla muestra a detalle las etapas del ciclo de vida del proceso, las tareas de Six Sigma que se deben emplear en cada parte, la estrategia a ser usada, y el nombre de las herramientas más comunes utilizadas en cada etapa:

Tabla 1.1. Enfoque Six Sigma y Ciclo de Vida del Proceso:

Etapa del ciclo de vida del producto o servicio	Tareas de Six Sigma	Estrategia Six Sigma	Herramientas de Six Sigma
Ímpetu/Ideación	Identificar el alcance del proyecto, clientes, proveedores, necesidades del consumidor.	DFSS	Investigación del consumidor, análisis de procesos, análisis de Kano, QFD.
Desarrollo del concepto	Asegurar que el nuevo concepto de proceso salga con los requerimientos funcionales correctos que satisfagan las necesidades de los clientes, y que también pueda liderar un profundo sistema de diseño, libre de vulnerabilidad, y que sea robusto para el diseño río abajo.	DFSS	QFD, Método de Taguchi/diseño robusto, TRIZ, Axiomatic design, DOE, Simulación/optimización, Diseño basado en la confiabilidad
Diseño del proceso/experimentación/lanzamiento	Asegurar que el proceso entregue las funciones desea, que se desempeñe consistente y robustamente. Validar el proceso en desempeño y consistencia	DFSS	Método de Taguchi/diseño robusto, DOE, Simulación/optimización, Diseño basado en la confiabilidad.
Operación rutinaria del proceso	Asegurar que el proceso entero se desempeñe consistentemente	Mejoramiento de procesos Six Sigma	SPC, Diagnóstico y solución, prueba y error
Mejoramiento del proceso	Mejorar para satisfacer nuevos requerimientos	Mejoramiento de procesos Six Sigma	Análisis del consumidor, Análisis de Kano, QFD, Sistema de mediciones estadísticas, DOE, Método de Shanin, Análisis multivariable, Análisis de regresión, Análisis de proceso, SPC, Mapeo del Valor del Flujo.

Fuente: *Design for Six Sigma, McGraw Hill Editions, New York, 2003*

Elaboración: Yang y Bassem

(Yang y Bassem, 43).

La atención empieza a moverse desde el mejoramiento del desempeño durante las fases más tardías del ciclo de vida del diseño hacia las fases tempranas, en las cuales el desarrollo del producto toma lugar en un nivel más alto de abstracción, es decir, previniendo antes que resolviendo. Este cambio es también motivado por el hecho de que las decisiones de diseño tomadas durante las etapas tempranas del ciclo de vida del mismo tienen el mayor impacto en el costo total y la calidad del sistema. Se dice comúnmente que alrededor del 80 por ciento del costo total se debe a la fase del desarrollo del concepto (Yang y Bassem, 53).

1.2.3.2. Fases del Diseño por Six Sigma (DFSS)

El Diseño por Six Sigma tiene las siguientes fases:

- Identificar los requerimientos
- Desarrollo del diseño
- Optimización del diseño
- Verificación del diseño

En lo sucesivo, la notación IDOV será utilizada para referirse a las cuatro fases que se presentan a continuación:

Fase I: Identificar los requerimientos:

Los proyectos DFSS pueden ser categorizados como diseño o rediseño de una entidad. El Diseño Creativo es el término que será usado para referirse a un nuevo diseño, diseño de borrador, o diseño incremental por rediseño. En el último caso, algunos datos pueden ser utilizados para redefinir los requerimientos del diseño.

Paso I: Bosquejar la cartera de proyecto:

Esto es lo mismo que lo que se realiza en el proyecto de mejoramiento DMAIC Six Sigma, cuyas fases son Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Sin embargo, la duración del proyecto es más larga y el costo inicial es más alto. La duración mayor del proyecto está dada por el hecho de que la compañía estará diseñando ó rediseñando una entidad diferente, no meramente parchando los agujeros de una existente. El costo inicial más alto está dado por el hecho de que hay muchos otros requerimientos del consumidor que deben ser identificados y estudiados, dado que se necesita identificar todos los atributos críticos a la calidad, para poder concebir y optimizar mejores diseños. Para el caso DMAIC, lo que se hace es trabajar en el mejoramiento de un conjunto limitado de atributos críticos a la calidad.

Paso II: Identificar los requisitos del consumidor y del negocio:

En este paso, los clientes deben ser totalmente identificados y sus necesidades recolectadas y analizadas, con la ayuda de una función de despliegue de la calidad (QFD) y un análisis de Kano. Luego, se determina n las métricas más adecuadas para los CTSs, ó atributos críticos a la satisfacción para poder medir y evaluar el diseño. Nuevamente, con la ayuda

de la QFD y el análisis de Kano, los límites numéricos y los objetivos para cada CTS son establecidos. En resumen, ésta es la lista de tareas en esta parte:

- Identificar los métodos de obtener los requerimientos y necesidades del consumidor.
- Obtener las necesidades y requerimientos del consumidor y transformarlos en una lista VOC, ó voz del consumidor.
- Traducir la lista VOC a requerimientos funcionales y medibles.
- Finalizar los requerimientos:
 - Establecer definiciones de requerimientos mínimos.
 - Identificar y llenar las brechas en los requerimientos provistos por el cliente.
 - Validar la aplicación y los ambientes de uso.
- Identificar los CTSs como críticos a la calidad o CTQs, críticos a la entrega o CTDs, o críticos al costo CTCs, y así sucesivamente.
- Cuantificar los CTSs.
 - Establecer métricas para los CTSs.
 - Establecer niveles de desempeño aceptables y ventanas operativas.
 - Realizar un flujo hacia debajo de los CTSs.

Las herramientas de DFSS utilizadas en esta fase incluyen:

- Investigación de mercado/consumidor
- Función de despliegue de calidad
- Análisis de Kano.
- Análisis de Riesgo.

(Yang y Bassem, 58)

De acuerdo con el Algoritmo DFSS, el determinar los requerimientos del cliente es un paso que sirve para definir y priorizar las expectativas del cliente usando perfiles, en conjunto con requerimientos corporativos, regulatorios e internos de la compañía. El énfasis aquí está dado por promover un profundo conocimiento de los clientes al permitir a los miembros del equipo de diseño aprender experimentando, directamente con los clientes. El entendimiento de los deseos, necesidades, deleites, perfiles de uso, condiciones de operación, y factores ambientales del cliente, le da la información al equipo DFSS la

información necesaria para diseñar soluciones universales. Estos atributos globales son llamados arreglos de “CÓMOs” y serán referidos como tal en la discusión de la función de despliegue de la calidad ó QFD (Yan y Basssem, 96)

Fase II: Desarrollar el diseño

Paso I: Traducir los requerimientos del consumidor (CTSs) a requerimientos funcionales del proceso o producto:

Los requerimientos del cliente, CTSs, dan ideas de qué es lo que va a satisfacer al consumidor, pero estos no pueden ser usados directamente como requerimientos para el producto o diseño del proceso. Es necesario traducir estos requerimientos a requerimientos funcionales del producto o proceso. La QFD puede ser usada para realizar esta transformación. El principio axiomático de diseño también puede ser de mucha ayuda para este paso.

Paso II: Generar alternativas de diseño:

Luego de la determinación de los requerimientos funcionales para la nueva entidad de diseño (producto, servicio o proceso), es necesario desarrollar entidades de diseño que sean capaces de entregar aquellos requerimientos funcionales. En general, hay dos posibilidades:

1. El concepto de tecnología existente o diseño conocido es capaz de cumplir con todos los requerimientos satisfactoriamente; este paso luego se vuelve casi un ejercicio trivial.
2. La tecnología existente o diseño conocido no puede cumplir con todos los requerimientos satisfactoriamente; por lo tanto un nuevo concepto de diseño necesita ser desarrollado. Este nuevo diseño puede ser *creativo* o *incremental*, reflejando el grado de desviación desde el diseño de línea base.

Paso III: Evaluar las alternativas de diseño:

Varias alternativas de diseño pueden ser generadas en el último paso. Es necesario evaluarlas y hacer una determinación final sobre qué concepto será utilizado. Algunos métodos pueden ser usados en la evaluación del diseño, incluyendo el concepto de Pugh para selección de técnica, revisiones de diseño, análisis de vulnerabilidad de diseño y AMEF. Luego de la evaluación del diseño, se podrá seleccionar un concepto ganador. Durante la evaluación, algunas debilidades del conjunto inicial de conceptos de diseño

serán expuestas y los conceptos revisados y mejorados. Si se está diseñando un proceso, las técnicas de manejo de proceso deberán ser utilizadas también como herramienta de evaluación. Las siguientes son herramientas de DFSS para esta fase:

- TRIZ
- QFD
- Diseño Axiomático
- Diseño robusto
- Diseño para X
- DFMEA y PFMEA (análisis de modo y efecto de falla de diseño y de desempeño)
- Revisión del diseño
- CAD/CAE (Computer aided design-engineering)
- Simulación
- Manejo de Procesos

Fase III: Optimización del Diseño

El resultado de esta fase es una entidad con diseño optimizado con todos los requerimientos obtenidos a un nivel de desempeño Six Sigma. Conforme finaliza el concepto de diseño, todavía hay algunos parámetros de diseño que pueden ser ajustados y cambiados. Con la ayuda de la simulación asistida por computador, pruebas de hardware, modelamiento a través de Diseño de Experimentos, métodos de Taguchi de diseño robusto, y metodología de superficie de respuesta, los ajustes óptimos de parámetros podrán ser determinados. Usualmente, esta fase de optimización de parámetros, en proyectos de diseño de productos DFSS, será seguido por un paso de optimización de tolerancia. El punto es proveer bases lógicas y objetivas para determinar las tolerancias de manufactura. Si los parámetros de diseño no son controlables, lo que es usualmente el caso de los proyectos de diseño de productos DFSS, podría ser necesario repetir las fases de la 1 a la 3 del DFSS para diseño de procesos de manufactura. Las siguientes son herramientas de DFSS que serán utilizadas en esta fase:

- Herramientas de simulación de diseño
- Diseño de experimentos
- Método de Taguchi, diseño de parámetros, diseño de tolerancia
- Diseño basado en la confiabilidad

- Evaluación de la robustez

Fase IV: Validar el diseño

Luego de que se haya completado el diseño de parámetros y tolerancia, es necesario realizar actividades de verificación final y validación.

Paso I: Pruebas piloto y refinamiento:

Ningún producto o servicio deberá ser lanzado al mercado sin primero realizar una prueba piloto y de refinamiento. En este paso se puede usar el análisis de diseño a modo y efecto de falla (ADMEEF) tanto como implementaciones piloto y en corta escala para evaluar el desempeño en la vida real.

Paso II: Validación y control del proceso:

En ese paso se validará la nueva entidad para asegurarse de que el resultado final (producto o servicio) como diseño, cumpla con los requerimientos de diseño y que el control de proceso en la manufactura y producción se haya establecido para poder asegurar que las características críticas sean siempre producidas a la especificación de la optimización.

Paso III: Lanzamiento comercial y entrega a un nuevo dueño de proceso:

Conforme la entidad de diseño es validada y el proceso de control establecido, se realiza el lanzamiento de la nueva entidad a escala completa. Con los procesos de soporte necesarios los dueños del proceso pueden completar los requerimientos, el control y los sistemas de monitoreo. Las siguientes son herramientas de DFSS usadas en esta fase:

- Modelamiento de capacidad de proceso
- Diseño de experimentos
- Pruebas de confiabilidad
- Prueba y error Poka-yoke
- Análisis de confianza
- Plan de control de procesos
- Entrenamiento.

(Yang y Bassem, 58)

1.3. Estudios del Consumidor: Investigación Cualitativa

La investigación cualitativa es una metodología importante utilizada en la investigación exploratoria de mercado y de los consumidores. Los investigadores realizan investigación cualitativa para definir el problema o establecer un método para generar hipótesis e identificar variables que deban incluirse en la investigación (Malhotra, 135).

1.3.1. Razones para efectuar Investigación Cualitativa

Existen diversas razones para utilizar investigación cualitativa. No siempre es posible o deseable el uso de métodos por completo estructurados o formales para obtener información de los encuestados. La gente puede no estar dispuesta o no ser capaz de contestar ciertas preguntas, o no está dispuesta a dar respuestas verdaderas a preguntas que invaden su privacidad, que los avergüenzan o que tienen un impacto negativo en su ego o status. En segundo lugar, la gente puede ser incapaz de proporcionar respuestas exactas a preguntas que tocan su subconsciente. Los valores, impulsos emocionales y motivaciones que residen en un nivel subconsciente se disfrazan ante el mundo exterior como la razón y otras defensas del ego. En esos casos, la información deseada se puede obtener mejor mediante la investigación cualitativa. La investigación cualitativa también es muy útil para descubrir qué sentimientos o sensaciones son importantes para los clientes (Malhotra, 138).

1.3.2. Clasificación de los Procedimientos de Investigación Cualitativa

Según el propósito del proyecto, los procedimientos de investigación cualitativa se clasifican en directos o indirectos:

- Directos: Un método directo no se disfraza. El propósito del proyecto se revela a los encuestados o es evidente por las preguntas que se realizan. Los grupos de enfoque y las entrevistas exhaustivas son las principales técnicas directas.
- Indirectos: Un método indirecto disfraza el verdadero propósito del proyecto. Las técnicas proyectivas son utilizadas mayormente para estos propósitos, y dentro de estas técnicas se encuentran las Técnicas de Asociación, Técnicas de complementación, Técnicas de construcción, Técnicas de expresión (Malhotra, 139).

1.3.2.1. Grupos Focales o Grupos de Enfoque

Un grupo focal o grupo de enfoque es una entrevista realizada por un moderador capacitado en forma no estructurada y natural con un pequeño grupo de encuestados. El moderador guía la discusión. El propósito principal de los grupos de enfoque es obtener puntos de vista

el escuchar a un grupo de personas del mercado objetivo apropiado hablar sobre temas de interés para el investigador. El valor de la técnica reside en los resultados inesperados que con frecuencia se obtienen de una discusión de grupo de flujo libre.

Los grupos de enfoque son el procedimiento de investigación cualitativa más importante. Son tan populares que muchos practicantes de investigación de mercados consideran esta técnica como sinónimo de la investigación cualitativa.

1.3.2.1.1. Características de los Grupos Focales

Un grupo de enfoque, o grupo focal por lo general incluye de 7 a 12 integrantes. Es poco probable que grupos con menos de siete integrantes generen el ímpetu y la dinámica de grupo necesaria para una sesión exitosa. Del mismo modo los grupos con más de doce integrantes pueden estar demasiado aglomerados y no conducir a una discusión cohesiva y natural.

Un grupo de enfoque debe ser homogéneo en términos de características demográficas y socioeconómicas. La comunidad entre los miembros de un grupo evita interacciones y conflictos entre los integrantes en cuanto a los temas laterales. Es más, los participantes deben tener la experiencia adecuada con el objeto o tema por analizar. También es importante el entorno físico para un grupo de enfoque. Una atmósfera relajada e informal alienta comentarios espontáneos. La duración normal de un grupo de enfoque es de una hora. Se requiere este periodo para establecer la afinidad con los participantes y explorar sus creencias, sentimientos, ideas, actitudes y conocimientos en relación a los temas de interés. Las entrevistas de grupos de enfoque se registran invariablemente en cintas de video para verse, transcribirse y analizarse posteriormente.

El moderador tiene un papel clave en el éxito de un grupo de enfoque. Debe establecer afinidad con los participantes, hacer que los comentarios avancen e interrogar a los encuestados para evocar sus conocimientos. Además, el moderador puede tener un papel central en el análisis e implementación de los datos. Por lo tanto, debe poseer habilidad, experiencia, conocimiento del tema en discusión y un entendimiento de la naturaleza de la dinámica de grupo. La siguiente es una lista de las habilidades fundamentales de moderadores de grupos de enfoque:

- Amabilidad con firmeza: el moderador debe combinar una separación disciplinada con empatía con el fin de generar la interacción necesaria.

- Tolerancia: el moderador debe ser tolerante pero estar alerta a las señales de que la cordialidad del grupo o el propósito se está desintegrando.
- Compromiso: el moderador debe alentar y estimular el compromiso personal intenso.
- Entendimiento incompleto: el moderador debe alentar a los encuestados a ser más específicos acerca de comentarios generalizados al mostrar un entendimiento incompleto.
- Aliento: el moderador debe alentar a participar a los miembros que no responden.
- Flexibilidad: el moderador debe ser capaz de improvisar y alterar el perfil planeado en medio de las distracciones del proceso de grupo.
- Sensibilidad: el moderador debe ser lo suficientemente sensible para guiar la discusión de grupo a un nivel intelectual así como emocional (Malhotra, 141).

1.3.2.1.2. Aplicaciones de los Grupos Focales

Los grupos focales se pueden utilizar en casi cualquier situación que requiera de entendimiento y conocimientos preliminares. Los grupos de enfoque pueden utilizarse para atender temas esenciales como:

1. Entender las percepciones de los consumidores, sus preferencias y conducta en relación a una categoría de producto.
2. Obtener impresiones de conceptos de productos nuevos.
3. Generar nuevas ideas acerca de productos antiguos.
4. Desarrollar conceptos creativos y copiar material para anuncios.
5. Asegurarse de las impresiones de los precios.
6. Obtener la reacción preliminar del consumidor para programas específicos de marketing.

Las aplicaciones metodológicas de grupos de enfoque incluyen:

1. Definir un problema con más precisión.
2. Generar rumbos de acción alternativos.
3. Establecer el método para un problema
4. Obtener información útil para estructurar cuestionarios para consumidores.
5. Generar hipótesis que puedan comprobarse cuantitativamente.
6. Interpretar resultados previamente obtenidos (Malhotra, 147).

1.3.2.1.3. Planeación y conducción de Grupos Focales

La planeación comienza con un examen de los objetivos del proyecto de investigación de mercados. En la mayoría de los casos, en este punto ya se ha definido el problema, y si es así, deben estudiarse con detenimiento el establecimiento general así como los componentes específicos del mismo. Dada la definición del problema, deberían especificarse claramente los objetivos de la investigación cualitativa. Los objetivos deben ser especificados antes de realizar cualquier investigación cualitativa, ya sea de grupos de enfoque, entrevistas exhaustivas o técnicas proyectivas.

El siguiente paso es establecer una lista detallada de objetivos para el grupo de enfoque. Esto puede tener forma de una lista de preguntas que el investigador quiere que se respondan. Luego se prepara un cuestionario para seleccionar los probables participantes. La información típica que se obtiene del cuestionario incluye la familiaridad y conocimiento del producto, conducta de uso, actitudes y participación en grupos de enfoque y características demográficas estándar.

Se debe delinear un perfil detallado del moderador para uso durante la entrevista del grupo de enfoque. Esto incluye un análisis extenso entre el investigador, el cliente y el moderador. Debido a que el moderador puede ser capaz de dar seguimiento a ideas importantes cuando los participantes las mencione, debe entender el negocio del cliente, los objetivos del grupo de enfoque y cómo se utilizarán los resultados. El uso del perfil del moderador reduce algunos de los problemas de confiabilidad inherentes a los grupos de enfoque, como los causados por distintos moderadores que no cubren los mismos contenidos de formas comparables.

Después de elaborar el perfil detallado se recluta a los participantes y se realiza la entrevista de grupo de enfoque. Durante esta entrevista el moderador debe:

1. Establecer afinidad con el grupo
2. Definir las reglas de interacción del grupo
3. Establecer objetivos
4. Interrogar a los encuestados
5. Provocar una discusión en las áreas importantes
6. Intentar resumir la respuesta del grupo para determinar el grado de acuerdo.

Siguiendo la discusión de grupo, ya sea el moderado o un analista revisa y analiza el resultado. El analista no sólo informa los comentarios específicos y los resultados, sino que también busca respuestas consistentes, nuevas ideas, preocupaciones sugeridas por expresiones faciales y lenguaje corporal, y otras hipótesis que pueden o no haber sido confirmadas por todos los participantes. Como el número de participantes es pequeño, por lo general no se informa de frecuencias y porcentajes en un resumen de un grupo de enfoque. En vez de esto, los informes por lo regular incluyen expresiones como “la mayoría de participantes pensó” o “los participantes se dividieron en este tema”. La documentación e interpretación meticulosa de la sesión en base para la etapa final: tomar acción. Esto por lo general significa realizar investigación adicional.

El número de grupos de enfoque que debe conducirse en un solo tema depende de:

- La naturaleza del tema
- El número de los distintos segmentos de mercado
- El número de ideas nuevas generadas por cada grupo sucesivo
- Tiempo y costo.

Si los recursos lo permiten, deben realizarse grupos de discusión adicionales hasta que el moderador pueda anticipar lo que se dirá. Se recomienda guiar al menos dos grupos. Los grupos de enfoque adecuadamente conducidos pueden generar importantes hipótesis que pueden servir como base para realizar una investigación cuantitativa (Malhotra, 145).

1.3.2.1.4. Ventajas y Desventajas de los Grupos Focales

Ventajas:

- Sinergia: La reunión de un grupo de personas producirá una gama más extensa de información, puntos de vista e ideas que las respuestas individuales obtenidas de manera privada.
- Bola de nieve: En una entrevista de grupo a menudo se produce un efecto de bola de nieve cuando el comentario de una persona dispara una reacción en cadena de los participantes.
- Estimulación: En general, después de un periodo breve de introducción, los encuestados desean expresar sus ideas y exponer sus sentimientos conforme se eleva la emoción general sobre un tema dentro del grupo.

- Seguridad: Debido a que los sentimientos de los participantes son similares a los de los integrantes del grupo, ellos se sienten cómodos y por lo tanto están dispuestos a expresar sus ideas y sentimientos.
- Espontaneidad: Debido a que no se requiere que los participantes respondan preguntas específicas, sus respuestas pueden ser espontáneas y no convencionales y por lo tanto deben proporcionar una idea exacta de sus puntos de vista.
- Serendipia: Es más probable que surjan ideas de pronto por casualidad en un grupo que en una entrevista individual.
- Especialización: Debido a que un grupo de participantes está involucrado simultáneamente se justifica el uso de un entrevistador altamente capacitado, aunque sea costoso.
- Escrutinio científico: La entrevista en grupo permite flexibilidad en los temas que se abarcan y la profundidad con la que se tratan.
- Velocidad: Debido a que un número de individuos se entrevistan al mismo tiempo, el acopio de datos y el análisis ocurren relativamente rápido.

Desventajas:

- Mal uso: Se puede hacer mal uso y abuso de los grupos de enfoque cuando sus resultados se consideran conclusivos más que exploratorios.
- Mala interpretación: Los resultados de los grupos de enfoque pueden ser mal interpretados con más facilidad que los resultados de otras técnicas de acopio de datos. Los grupos de enfoque son particularmente susceptibles a desviaciones de los clientes y el investigador.
- Moderación: Los grupos de enfoque son difíciles de moderar. Son raros los moderadores con todas las habilidades deseables. La calidad de los resultados depende en gran medida de las habilidades del moderador.
- Desorden: La naturaleza no estructurada de las respuestas hace que la codificación, análisis e interpretación sean difíciles. Los grupos de enfoque tienden a ser desordenados.
- Mala representación: Los resultados de los grupos de enfoque no son representativos de la población general y no son proyectables. En consecuencia, los resultados de los grupos de enfoque no deben ser la única base para la toma de decisiones.

1.4. Estudios del Consumidor: Investigación Descriptiva

Anteriormente se ha definido el problema de la investigación de mercados desde un punto de vista cualitativo. Una etapa posterior de la investigación de mercados engloba los diseños de investigación conclusiva que pueden ser causales o descriptivos. Dentro de la investigación descriptiva hay dos métodos muy usados que son la observación y la encuesta (Malhotra, 167).

1.4.1. Método de Encuesta

El método de encuesta incluye un cuestionario estructurado que se da a los encuestados y que está diseñado para obtener información específica. Por lo tanto, este método para obtener información se basa en un interrogatorio a encuestados, en el que se les hace una variedad de preguntas en cuanto a conducta, intenciones, actitudes, conocimiento, motivaciones y características demográficas y estilo de vida. Estas preguntas pueden hacerse de manera verbal, por escrito o por computadora, y obtener respuestas en cualquiera de estas formas. Las preguntas por lo general son estructuradas; lo que se refiere al grado de estandarización impuesto en el proceso de acopio de datos.

En el acopio de datos se prepara un cuestionario formal y las preguntas se realizan en un orden pre-establecido; por lo tanto el proceso también es directo. La investigación se clasifica como directa o indirecta, dependiendo de que el verdadero propósito sea del conocimiento de los encuestados o no (Malhotra, 169). Esto se aplica de la misma manera, directa o indirecta que se expuso al principio de la sección 1.2.2.

La encuesta directa estructurada, el método más popular de acopio de datos, incluye la aplicación de un cuestionario. En un cuestionario típico, la mayor parte son preguntas de *alternativa fija* que requieren que el encuestado seleccione entre una serie de respuestas. El método de encuesta tiene varias ventajas. Primero, el cuestionario es muy fácil de aplicar. Segundo, los datos obtenidos son confiables porque las respuestas son limitadas a las alternativas establecidas. El uso de preguntas de respuesta fija reduce la variabilidad en los resultados que pueden ser causados por diferencias de los encuestadores. Por último, la codificación, análisis e interpretación de los datos son relativamente simples. Las desventajas son que los encuestados pueden no ser capaces o no estar dispuestos a proporcionar la información deseada. Los encuestados quizá sean recios a responder si la información solicitada es delicada o personal. Las preguntas estructuradas y alternativas de respuestas fijas también pueden ocasionar pérdida de validez para cierto tipo de datos, como

creencias y sentimientos. Por último, parafrasear las preguntas adecuadamente no es fácil. Sin embargo, a pesar de estas desventajas, el método de encuesta, es por mucho, el método más común de acopio de datos cuantitativos primarios en la investigación de mercados (Malhotra, 169).

1.4.1.1. Variedad de Preguntas

La variedad de preguntas que se pueden hacer en una encuesta dependen del grado de interacción que tiene el encuestado con el encuestador y el cuestionario, así como la capacidad de realmente ver las preguntas. Se pueden hacer una amplia variedad de preguntas en una encuesta personal debido a que los encuestados pueden ver el cuestionario y un encuestador está presente para aclarar ambigüedades (Malhotra, 180).

1.4.1.2. Uso de estímulos físicos

A menudo es útil o necesario utilizar estímulos físicos, como el producto, prototipo del producto, comerciales o exhibiciones profesionales durante la encuesta. En otros casos son útiles fotografías, mapas u otras ayudas audiovisuales (Malhotra, 180).

1.4.1.3. Control de las muestras

El control de las muestras es la capacidad del modo de encuesta de alcanzar las unidades especificadas de manera eficaz y eficiente en la muestra. Al menos en principio, las encuestas personales ofrecen el mejor control de la muestra. Es posible controlar qué unidades de muestreo se encuestan, quién es encuestado y otros aspectos del acopio de datos (Malhotra, 180).

1.4.1.4. Control del entorno de acopio de datos

El grado de control que un investigador tiene sobre el entorno en el que el encuestador responde, al cuestionario es otro factor que marca diferencias entre los diversos modos de encuesta. Las encuestas personales ofrecen el mayor grado de control del entorno (Malhotra, 182).

1.4.1.5. Anonimato percibido

El Anonimato percibido se refiere a las percepciones del encuestado de que el encuestador o el investigador no discernirá su identidad. El anonimato percibido del encuestado es bajo en las encuestas que más cerca físicamente tienen al encuestado y al encuestador el momento de realizar la encuesta (Malhotra, 183).

1.4.1.6. Métodos de Encuestas clasificados por modo de aplicación

Los cuestionarios de encuestas se pueden aplicar en cuatro modos principales:

1. Encuesta telefónica
2. Encuesta personal
3. Encuesta por correo
4. Encuesta electrónica (Malhotra, 170)

1.4.1.6.1. Encuestas Personales

Los métodos de encuestas personales pueden realizarse en casa, en centros comerciales o asistidos por computadora.

Encuestas personales en centros comerciales

En las encuestas personales en centros comerciales se intercepta a los encuestados mientras compran en la tienda y se les conduce a un lugar de pruebas dentro del centro. Luego la encuesta es aplicada, haciendo que el encuestado llene con sus respuestas las preguntas de la encuesta. La ventaja de la encuesta en centros comerciales es que es más eficaz que el encuestado venga hacia el encuestador que lo contrario (Malhotra, 172).

La flexibilidad en el acopio de datos se determina en primer lugar por el alcance al que un encuestado puede interactuar con el encuestador y el cuestionario de la encuesta. La encuesta personal, ya sea realizada en casa, o centros comerciales permite la mayor flexibilidad de acopio de datos. Debido a que el encuestador y el encuestado se reúnen cara a cara, el encuestador puede aplicar cuestionarios complejos, explicar y aclarar respuestas difíciles e incluso utilizar técnicas no estructuradas (Malhotra, 178).

1.4.2. Cuestionarios

Como se mencionó anteriormente, la encuesta y la observación son dos métodos básicos para obtener datos primarios cuantitativos en la investigación descriptiva. Ambos métodos requieren de un procedimiento para estandarizar el proceso de recopilación de datos con el fin de que la información obtenida sea internamente consistente y pueda analizarse en forma uniforme y coherente. Si varios entrevistadores diferentes realizan entrevistas personales o hacen observaciones en distintos sitios, los datos que recopilen no serán comparables a menos de que sigan lineamientos específicos, que hagan preguntas y registren las respuestas de manera estándar. Con un cuestionario o forma estándar se

asegurar la comparabilidad de los datos, se incrementará la velocidad y exactitud del registro y se facilitará el proceso de los datos (Malhotra,280).

1.4.2.1. Definición de Cuestionario

Un cuestionario, ya sea que se llame cédula, forma de entrevista o instrumento de medición, es un conjunto formal de preguntas para obtener información de encuestados. Un cuestionario por lo general es sólo un elemento de un paquete de recopilación de datos que también puede incluir:

- Procedimientos de trabajo de campo, como instrucciones para seleccionar, aproximarse y preguntar a los encuestados.
- Alguna recompensa, regalo o pago ofrecido a los encuestados.
- Ayudas de comunicación como mapas, fotografías, anuncios y productos.

Sin importar la forma de aplicación, un cuestionario se caracteriza por algunos objetivos específicos (Malhotra, 281).

1.4.2.2. Objetivos de un cuestionario

Cualquier cuestionario tiene tres objetivos específicos:

- Debe traducir la información necesaria en un conjunto de preguntas específicas que los encuestados puedan responder. Es difícil desarrollar preguntas que los encuestados puedan responder y que arrojen la información necesaria. Dos maneras aparentemente similares de plantear una pregunta pueden arrojar información diferente. Por tanto este objetivo es un reto.
- Un cuestionario debe animar, motivar y alentar al encuestado a comprometerse en la entrevista, a cooperar y a completarla. Las entrevistas incompletas tienen utilidad limitada, si acaso. Al diseñar un cuestionario, el investigador debe esforzarse por reducir al mínimo la fatiga, el aburrimiento, la falta de terminación y la falta de respuesta por parte del encuestado. Un cuestionario bien diseñado puede motivar a los encuestados a incrementar la tasa de respuesta.
- Un cuestionario debe minimizar el error de respuesta. Las fuentes potenciales de error en los diseños de investigación, donde el error de respuesta es el que surge cuando los encuestados dan respuestas inexactas o sus respuestas se registraron o analizaron de manera equivocada. Un cuestionario puede ser una fuente principal de error de

respuesta. Reducir al mínimo este error es un objetivo importante del diseño del cuestionario (Malhotra, 281).

1.4.2.3. *Diseño de Cuestionarios*

La gran debilidad del diseño de cuestionarios es la falta de teoría. Debido a que no existen principios científicos que garanticen un cuestionario óptimo o ideal, el diseño del cuestionario es una habilidad que se adquiere con la experiencia. Es un arte más que una ciencia. De acuerdo a *The Art of Asking Questions* de Stanley Payne, publicado en 1951, presenta lineamientos útiles a los investigadores principiantes para diseñar cuestionarios:

1. Especificar la información requerida

Resulta útil revisar los componentes del problema y del método, en particular las preguntas de investigación, hipótesis y la información requerida. Para asegurar todavía más que la información obtenida aborde todos los componentes del problema, el investigador debe preparar un conjunto de tablas de variables ficticias, que consisten en una tabla en blanco utilizada para catalogar datos. Esta describe cómo se va a estructurar el análisis una vez que se han recopilado los datos.

También es importante tener una idea clara de la población objetivo. Las características del grupo de encuestados tienen una gran influencia en el diseño del cuestionario. Las preguntas que son apropiadas para universitarios pueden no serlo para amas de casa. Su comprensión se relaciona con las características socioeconómicas del encuestado (Malhotra, 282)

2. Especificar el tipo de método de entrevista

Puede lograrse una apreciación de cómo influye el tipo de método de entrevista en el diseño del cuestionario al considerar cómo se aplica el cuestionario bajo cada método, con relación a la sección 1.3.1. En las entrevistas personales, los encuestados ven el cuestionario e interactúan directamente con el entrevistador. Por lo tanto, se pueden hacer preguntas variadas, complejas y largas (Malhotra, 282).

3. Determinar el contenido de las preguntas individuales

Cada pregunta en un cuestionario debe contribuir a la información requerida o servir para algún propósito. Si no hay un uso satisfactorio de los datos resultantes de una pregunta, esa debe eliminarse.

Una vez que se ha considerado que es necesaria una pregunta, debemos asegurarnos que es suficiente para obtener la información deseada. A veces se requieren varias preguntas para obtener la información requerida en forma clara (Malhotra, 284).

4. *Diseñar las preguntas para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder*

Los investigadores no deben asumir que los encuestados pueden proporcionar respuestas exactas o razonables a todas las preguntas. El investigador debe sobreponerse a incapacidad del encuestado para contestar. Ciertos factores limitan la capacidad de los encuestados para proporcionar información deseada. Los encuestados tal vez no estén informados, quizá no recuerden o son incapaces de articular cierto tipo de respuestas.

A menudo se pregunta a los encuestados acerca de temas de los que no están informados. La investigación muestra que los encuestados a menudo responden preguntas aunque no estén informados. En situaciones donde no es probable que todos los encuestados estén informados acerca del tema de interés, se deben hacer *preguntas de filtro* antes de las preguntas acerca de los temas mismos. Las preguntas filtro permiten al investigador seleccionar a los encuestados que no están adecuadamente informados.

La incapacidad para recordar de los encuestados lleva a errores de omisión, de abreviación, y creación. La *omisión* es la incapacidad de recordar un evento que realmente tuvo lugar. La *abreviación* ocurre cuando un individuo abrevia o comprime el tiempo al recordar que un evento ocurrió más recientemente como fue en realidad. La capacidad para recordar un evento es influida por:

- El evento en sí
- El tiempo transcurrido desde el evento
- La presencia o ausencia de eventos que ayuden a la memoria.

La investigación indica que las preguntas que no proporcionan al encuestado, señales sobre el evento y que confían en el recuerdo sin asistencia, pueden subestimar la ocurrencia real de un evento. Si los encuestados son incapaces de expresar sus respuestas a una pregunta, es probable que la ignoren y se rehúsen a responder el resto del cuestionario. Por lo tanto, se les deben proporcionar señales, como fotografías,

mapas, etc. El investigador debe reducir al mínimo el esfuerzo que se requiera de los encuestados.

Para aumentar la disposición de los encuestados de responder a las preguntas se pueden usar dos técnicas:

- Ubicar los temas delicados al final del cuestionario, para no inferir en la confianza que el encuestado pueda sentir.
- Iniciar la pregunta con una afirmación de que la conducta de interés es común (Malhotra, 288).

5. *Decidir sobre la estructura de la pregunta*

Las preguntas sin estructura son preguntas abiertas que los encuestados responden en sus propias palabras. También se les conoce como preguntas de respuesta libre. La principal desventaja es que la posibilidad de sesgo del entrevistador es alta. Ya sea que los entrevistadores registren las respuestas palabra por palabra o que escriban solo los puntos principales, los datos dependen de las habilidades de los entrevistadores. Además, las preguntas sin estructura conllevan una codificación de respuestas costosa y que lleva mucho tiempo. Los procedimientos de codificación requeridos para resumir las respuestas en un formato útil para análisis de datos e interpretación pueden ser extensos.

Las preguntas estructuradas especifican el conjunto de alternativas de respuesta y el formato de respuesta. Una pregunta estructurada puede ser de *opción múltiple*, *dicotómica* o *de escala*.

- Preguntas de opción múltiple: En estas preguntas el investigador proporciona una opción de respuestas y se pide a los encuestados que seleccionen una o más de las alternativas dadas. Las alternativas de respuesta deben incluir el conjunto de todas las posibles opciones. Las alternativas de respuesta deben ser mutuamente exclusivas. *El orden o posición de sesgo* es la tendencia de los encuestados a marcar una alternativa solo porque ocupa cierta posición o está enumerada en cierto orden. Los encuestados tienden a marcar la primera o la última afirmación de una lista, en particular la primera. Para una lista de números (cantidades o precios) existe una desviación hacia el valor central de la lista. Para controlar la desviación de orden se deben preparar varias formas del cuestionario combinando en cada una el orden en que aparecen las

alternativas. Cada alternativa debe aparecer una vez en cada uno de los extremos, una vez en el medio y una vez en algún lugar intermedio.

- Preguntas dicotómicas: Son las que tienen dos alternativas de respuesta. A menudo las dos alternativas de interés se complementan por una alternativa neutral. La decisión de utilizar una pregunta dicotómica depende de que los encuestados aborden el tema como una pregunta de sí o no. Aunque las decisiones a menudo se caracterizan como series de elecciones binarias o dicotómicas, el proceso de la toma de decisión implícito puede reflejar incertidumbre, que puede capturarse mejor en las respuestas de opción múltiple.
- Escalas: Las respuestas se miden en parámetros numéricos que están directamente relacionados. Los tipos de escalas son:
 - Nominal: Los números identifican y clasifican objetos.
 - Ordinal: Los números indican las posiciones relativas de los objetos, pero no la magnitud de las diferencias entre ellos.
 - De intervalos: Las diferencias entre los objetos se pueden comparar, el punto cero es arbitrario.
 - De razón: el punto cero es fijo; las proporciones de la escala de valores se puede computar como longitud, peso, tiempo, etc (Malhotra, 237)

Dentro de las escalas de intervalo, es importante mencionar a la Escala Hedónica. Es otro método para medir preferencias, además permite medir estados psicológicos. En este método la evaluación del alimento resulta hecha indirectamente como consecuencia de la medida de una reacción humana. Se usa para estudiar a nivel de Laboratorio la posible aceptación del alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión responda cuánto le agrada o desagrada el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal-numérica que va en la ficha. La escala tiene 9 puntos, pero a veces es demasiado extensa, entonces se acorta a 7 ó 5 puntos:

“1= me disgusta extremadamente, 2= me disgusta mucho, 3= me disgusta moderadamente, 4= me disgusta levemente, 5= no me gusta ni me disgusta, 6= me gusta levemente, 7= me gusta moderadamente, 8= me gusta mucho, 9= me gusta extremadamente” (Escala Hedónica, 2009)

Otro tipo importante de escala de intervalo es la de Likert. La escala de Likert mide actitudes o predisposiciones individuales en contextos sociales particulares. Se le conoce como escala sumada debido a que la puntuación de cada unidad de análisis se obtiene mediante la sumatoria de las respuestas obtenidas en cada ítem.

La escala se construye en función de una serie de ítems que reflejan una actitud positiva o negativa acerca de un estímulo o referente. Cada ítem está estructurado con cinco alternativas de respuesta:

- () Totalmente de acuerdo
- () De acuerdo
- () Indiferente
- () En desacuerdo
- () Totalmente en desacuerdo (Construcción de Escalas, 2010)

6. *Determinar la redacción de las preguntas*

La redacción de la pregunta consiste en traducir el contenido y la estructura de la pregunta deseada en palabras que los encuestados puedan entender clara y fácilmente. Para evitar que los encuestados respondan mal una pregunta mal redactada se recomienda:

- Definir el tema
- Utilizar palabras comunes
- Evitar palabras ambiguas
- No hacer preguntas tendenciosas
- Impedir alternativas implícitas
- Evitar suposiciones implícitas
- No hacer generalizaciones ni estimados
- Utilizar enunciados positivos y negativos (Malhotra, 2012).

7. *Disponer las preguntas en el orden correcto*

Las preguntas iniciales deben ser interesantes, simples y no perturbadoras. Las preguntas difíciles, complejas o aburridas se deben ubicar al final de la secuencia. Las preguntas hechas al inicio de una secuencia pueden influir en las respuestas a las preguntas subsecuentes. Como regla, las preguntas generales deben anteceder a las preguntas específicas. Eso evita que las preguntas específicas desvíen las respuestas a las preguntas generales (Malhotra, 297).

8. *Identificar la forma y distribución*

Es una buena práctica dividir un cuestionario en varias partes, las cuales se pueden requerir para preguntas relacionadas con la información básica. Las preguntas en cada parte deben ser numeradas, en particular cuando se utilizan preguntas ramificadas. Numerar las preguntas también hace que la codificación de las respuestas sea más fácil (Malhotra, 299).

9. *Reproducir el cuestionario*

La manera en que un cuestionario se reproduce para su aplicación puede influir en los resultados. El cuestionario debe ser impreso en un papel de buena calidad para que los encuestados le den importancia al proyecto. Si hay varias hojas en el cuestionario estas deben estar grapadas o sujetas con un clip. Cada pregunta se debe reproducir en una sola hoja. Hay que evitar dividir una pregunta, incluyendo sus categorías de respuesta (Malhotra, 300).

10. *Hacer una prueba previa al cuestionario*

La prueba piloto se refiere a la aplicación del cuestionario en una pequeña muestra de encuestados para identificar y eliminar posibles problemas. Aún el mejor cuestionario se puede mejorar con una prueba piloto (Malhotra, 301).

1.5. Costeo de Productos y Rentabilidad

1.5.1. Revisión del MRP (Material Resource Planning)

La función básica del MRP está dada por su nombre, es decir planear los requerimientos del material. El MRP se usa para coordinar órdenes desde dentro y fuera de la planta. Las órdenes externas se llaman órdenes de compra, mientras que las órdenes internas se llaman

trabajos. El enfoque principal del MRP es calendarizar trabajos y órdenes de compra para satisfacer los requerimientos de material generados por demanda externa.

El MRP trabaja con dos dimensiones de control de producto: las cantidades y el tiempo. El sistema debe determinar cantidades apropiadas de producción de todos los tipos de ítems, desde productos finales que son vendidos, a componentes usados para construir o elaborar los productos finales. También es útil para determinar el tiempo de producción.

El MRP maneja tanto productos terminados como ítems finales, y sus partes constitutivas llamadas ítems de bajo nivel. La relación existente entre los ítems y los ítems de bajo nivel se describe por la BOM Bill of Materials ó Lista de Materiales (Hopp y Spearman, 116).

1.5.2. Costos

El término costo es el “conjunto de esfuerzos y recursos que se invierten para obtener un bien” (Reyes Pérez, 3), esto es, se refiere al Costo de Inversión.

Al decir esfuerzos se quiere indicar la intervención del hombre, o sea su trabajo; y al decir recursos se indica las inversiones necesarias que combinadas con la intervención del hombre y en cierto tiempo, hace posible la producción de algo. Esos costos a que antes nos hemos referido en la ciencia económica se denominan *Costos de Inversión*, mismos que al ser medidos en valores de moneda, también toman el nombre de *Costos Monetarios*.

Por lo tanto los costos de inversión, por sus elementos integrantes, esfuerzos y recursos, traducidos a los lenguajes contables y referidos específicamente a los Costos de Producción, los encontramos en los siguientes elementos: materiales, labor y gastos de producción (Reyes Pérez, 3).

1.5.2.1. Costos de Producción

El costo de fabricar una cantidad de producto z (ya sea mediante la compra o producción de esta cantidad) se puede representar por una función $c(z)$. La forma más sencilla de esta función es aquella que es directamente proporcional a la cantidad producida, es decir $c \cdot z$, donde c representa el costo unitario. Otro supuesto común es que $c(z)$ se compone de dos partes: un término que es directamente proporcional a la cantidad ordenada o producida y un término que es una constante K para z positiva y 0 para $z=0$. En este caso,

$c(z)$ = costo de ordenar o producir z unidades

$$= \begin{cases} 0 & \text{si } z = 0 \\ K + cz & \text{si } z > 0 \end{cases} \quad (\text{Hiller, 836})$$

Donde K= costo fijo de preparación y c= costo unitario. La constante K incluye el costo administrativo de ordenar, o, cuando se fabrica el costo del trabajo de preparación para poner en marcha la producción y despachar los productos.

1.5.2.1.1. Factores del Costo de Producción

El costo de producción está formado de tres elementos básicos:

- Materia prima
- Mano de obra
- Gastos de fabricación o producción

La materia prima es el elemento susceptible de transformación por yuxtaposición, ensamble, mezcla, etc. Mano de obra es el esfuerzo humano indispensable para transformar esa materia prima. Gastos de fabricación agrupa las erogaciones necesarias para lograr esa transformación, tales como: espacio, equipo, herramientas, fuerza motriz, etc. (Reyes Pérez, 3)

1.5.2.1.2. Diferentes denominaciones del Costo en Contabilidad

A continuación se presentan las siguientes denominaciones del Costo:

- *Costo primo*: Es la suma de materia prima y mano de obra.
- *Costo de producción*: Es la suma del costo primo más los gastos de fabricación, que también se establece con la fórmula: Materia prima + Mano de obra + Gastos indirectos.
- *Costo de distribución*: Este costo lo encontramos en toda la empresa industrial o comercial, y afecta los ingresos obtenidos en un periodo determinado, siendo su fórmula: Gastos de venta + Gastos de administración + Gastos financieros operación compra venta = Costo de distribución.
- *Costo total*: Será igual a la suma del Costo de Producción más Costo de Distribución.

De lo anterior deducimos que: Precio de venta = Costo total + Margen de utilidad.

El costo de producción sirve para valorizar los productos vendidos y las existencias que quedan en el almacén o, en proceso de transformación; los primeros aparecen en el estado de Resultados y los segundos en el Balance general dentro del activo circulante.

Los costos de distribución solamente afectan a los productos vendidos y por lo mismo los encontramos en el estado de Pérdidas y Ganancias. Con respecto a estos costos, existe la teoría de que deben considerarse como un elemento de inversión y que por lo tanto deberán tomarse como un valor adicional al de producción, es decir, dichos costos deben aumentar el valor de las existencias, aún cuando estas no sean vendidas.

El costo de distribución debe conocerse aún cuando sea en forma estimativa, a efecto de llegar al costo total, que es base para la fijación del precio de venta, es decir, a este costo total se le aumentará el margen de utilidad que se pretenda obtener para llegar al precio de venta, que desde luego está condicionado a la propia competencia (Reyes Pérez, 4)

1.5.2.2. *Costos Fijos y Variables de la actividad de una facilidad*

Hay costos fijos tanto como variables asociados con facilidades, transporte, e inventarios en cada facilidad. Los costos fijos son aquellos en los que se incurre sin importar cuánto se produce o transporta desde una facilidad. Los costos variables son aquellos que se incurren en proporción a la cantidad producida o enviada desde una facilidad determinada (Chopra y Meindl, 125).

1.5.3. Rentabilidad

En Economía, la rentabilidad hace referencia al beneficio, lucro, utilidad o ganancia que se ha obtenido de un recuso o dinero invertido. La rentabilidad se considera también como la remuneración recibida por el dinero invertido. En el mundo de las finanzas se conoce también como los dividendos percibidos de un capital invertido en un negocio o empresa. La rentabilidad puede ser representada en forma relativa (en porcentaje) o en forma absoluta (en valores) (Rentabilidad, 2010)

1.6. Muestra o Censo

El objetivo de la mayoría de los proyectos de investigación de mercados es obtener información acerca de las características o parámetros de población. Una población es el total de todos los elementos que comparten algún conjunto de características comunes y que comprenden el universo del propósito del problema de investigación de mercados. Los parámetros de la población son típicamente números, como la proporción de consumidores

que son leales a una marca en particular de pasta de dientes. Se puede obtener información acerca de parámetros de población al tomar un censo o muestra. Un *censo* incluye una enumeración completa de los elementos de una población. Los parámetros de la población se pueden calcular de manera directa después de que se enumera el censo. Por otro lado, una *muestra* es un subgrupo de población seleccionado para participar en el estudio. Las características de la muestra, llamada estadística, se utilizan para hacer deducciones acerca de los parámetros de la población. Las deducciones que vinculan características de muestra y parámetros de población son procedimientos de cálculo y pruebas de hipótesis (Malhotra, 313).

1.6.1. Proceso de Diseño del Muestreo

El proceso de diseño del muestreo incluye cinco etapas interrelacionadas en forma cercana y relevante con todos los aspectos del proyecto de investigación de mercados, desde la definición del problema hasta la presentación de los resultados. Por lo tanto, las decisiones del diseño de la muestra deben integrarse con todas las otras decisiones del proyecto de investigación (Malhotra, 315).

1.6.1.1. Definición de la Población Objetivo

Los diseños de muestreo comienzan por especificar la población objetivo. La población objetivo es la recolección de elementos u objetos que poseen la información buscada por el investigador acerca de la cual se deben realizar deducciones. La población objetivo se debe definir en forma precisa. La definición imprecisa de la población objetivo causará una investigación ineficaz en el mejor de los casos y engañosa en el peor. Definir la población objetivo incluye traducir la definición del problema en un enunciado preciso de quién debe incluirse en la muestra y quién no.

La población objetivo debe definirse en términos de elementos, unidades de muestreo, extensión y tiempo. Un *elemento* es el objeto acerca del cual se desea la información. En una investigación de encuesta, el elemento por lo general es el encuestado. Una *unidad de muestreo* es un elemento o unidad que contiene el elemento, disponible para selección en alguna etapa del proceso de muestreo. La *extensión* se refiere a los *límites geográficos*, y el *factor tiempo* es el lapso de consideración. (Malhotra, 316).

1.6.1.2. Determinación del Marco de Muestro

Un marco de muestreo es la representación de los elementos de la población objetivo. Consiste en una lista o conjunto de instrucciones para identificar a la población objetivo.

Ejemplos de un marco de muestreo incluyen el directorio telefónico de una asociación con la lista de empresas de una industria, una lista de correo comprada a una organización comercial, el directorio de una ciudad o un mapa. Si no se puede compilar una lista, entonces por lo menos se deben especificar algunas instrucciones para identificar a la población objetivo, como procedimientos aleatorios de marcado de dígito en encuestas telefónicas.

A menudo es posible obtener una lista de elementos de población, pero la lista puede omitir algunos elementos de la población o incluir otros elementos que no pertenecen. Por lo tanto, el uso de una lista llevará al error de marco de muestreo.

En algunas situaciones, la discrepancia entre la población y el marco de muestreo es lo suficientemente pequeña como para ignorarla. Sin embargo, en muchos casos el investigador debe reconocer y resolver el error de marco de muestreo. Esto se puede hacer por lo menos en dos formas. Un método es redefinir la población en términos del marco de muestreo. Otra forma es considerar el error de marco de muestreo seleccionando a los encuestados en la fase de recolección de datos. Los encuestados deben ser seleccionados respecto a las características demográficas, familiaridad, uso del producto y otras peculiaridades para asegurar que satisfacen el criterio de la población objetivo. En la selección se puede eliminar los elementos inapropiados contenidos en el marco de muestreo, pero no se puede considerar a los elementos que se han omitido. Otro método es ajustar los datos recolectados mediante un esquema de pesaje para equilibrar el error de marco de muestreo (Malhotra, 317)

1.6.1.3. Elección de una técnica de muestreo

Seleccionar una técnica de muestreo incluye diversas decisiones de naturaleza más amplia. El investigador debe decidir si utiliza el método bayesiano o tradicional, si muestrea con reemplazo o sin ese y si utiliza el muestreo probabilístico o no probabilístico.

En el muestreo con reemplazo se selecciona un elemento del marco de muestreo y se obtienen los datos apropiados. Luego, el elemento se reubica en el marco de muestreo. Como resultado, es posible que un elemento se incluya en una muestra más de una vez. En el muestreo sin reemplazo, una vez que se selecciona un elemento para su inclusión en la muestra se remueve del marco de muestreo y, por lo tanto, no puede ser seleccionado otra vez. El cálculo de estadísticas se realiza diferente en los dos métodos, pero la deducción estadística no es muy diferente si el marco de muestreo es grande con relación al tamaño de

la muestra final. Por lo tanto, la distinción es importante sólo cuando el marco de muestreo no es grande en comparación al tamaño de la muestra.

La decisión más importante acerca de la elección de a técnica de muestreo es si utilizar el muestreo probabilístico o no probabilístico. Si la unidad de muestreo es diferente del elemento, es necesario especificar precisamente cómo se deben seleccionar los elementos dentro de la unidad de muestreo (Malhotra, 317).

1.6.1.4. Determinación del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se refiere al número de elementos que se incluirán en el estudio. Determinar el tamaño de la muestra es complejo e incluye diversas consideraciones cualitativas y cuantitativas. Los factores cualitativos importantes que se deben considerar en determinar el tamaño de la muestra incluyen:

- Importancia de la decisión
- Naturaleza de la investigación
- Número de variables
- Naturaleza del análisis
- Tamaños de muestra utilizados en estudios similares
- Tasas de incidencia
- Tasas de cumplimiento
- Restricción de recursos

En general, para decisiones más importantes se necesita más información y ésta se debe obtener de la forma más precisa. Esto demuestra que se requieren muestras más grandes, pero conforme aumenta el tamaño de la muestra se obtiene cada unidad de información a mayor costo. El grado de precisión puede ser medido en términos de la desviación estándar de la media. La desviación estándar de la media es inversamente proporcional a la raíz cuadrada del tamaño de la muestra. Cuando mayor sea la muestra, menor la ganancia en precisión al incrementar el tamaño de la muestra por unidad.

La naturaleza de la investigación también tiene impacto en el tamaño de la muestra. Para los diseños de investigación exploratorios, como los que utilizan investigación cualitativa, el tamaño de la muestra es típicamente pequeño. Para la investigación conclusiva, como las encuestas descriptivas, se requieren muestras más grandes. De la misma forma, si los datos

se reúnen en un gran número de variables, se requieren muestras más grandes. Los efectos acumulativos de error de muestreo entre las variables se reducen en una muestra grande.

Si se requiere un análisis sofisticado de datos utilizando técnicas de diversas variaciones, el tamaño de la muestra debe ser grande. Lo mismo se aplica si los datos se analizan con mucho detalle. Por lo tanto, podría requerirse una muestra más grande si los datos van a ser analizados en el nivel de subgrupo que si el análisis está limitado a la suma o muestra total.

El tamaño de la muestra es influido por el tamaño promedio de las muestras en estudios similares. Estos tamaños son determinados con base a la experiencia y pueden servir como lineamientos sólidos, en particular cuando se utilizan técnicas de muestreo no probabilístico.

Por último, la decisión del tamaño de la muestra dependerá de considerar las limitaciones de recursos. En cualquier proyecto de investigación de mercados, el dinero y el tiempo están limitados (Malhotra, 318)

1.6.1.5. Clasificación de las técnicas de muestreo No Probabilístico

Las técnicas de muestreo pueden clasificarse ampliamente como probabilísticas y no probabilísticas. El muestreo probabilístico se basa en el juicio personal del investigador más que en la oportunidad de seleccionar elementos de muestra. El investigador puede decidir de manera arbitraria o consciente qué elementos incluir en la muestra. Las muestras no probabilísticas pueden arrojar buenos estimados de las características de población. Sin embargo, no permiten la evaluación objetiva de la precisión de los resultados de la muestra. Debido a que no hay forma de determinar la probabilidad de seleccionar un elemento en particular para su inclusión de la muestra, los estimados obtenidos no son proyectables a la población en forma estadística. Las técnicas de muestreo no probabilístico comúnmente utilizadas incluyen muestreo por conveniencia, muestreo por juicio, muestreo por cuotas y muestreo de bola de nieve (Malhotra, 320).

1.6.1.5.1. Muestreo por Conveniencia

El muestreo por conveniencia intenta obtener una muestra de elementos convenientemente. La selección de unidades de muestreo se deja principalmente al entrevistador. A menudo los encuestados se seleccionan porque están en el lugar correcto en el tiempo apropiado. Ejemplos de muestreo por conveniencia incluyen: estudiantes de grupos de iglesia, miembros de organizaciones sociales, entrevistas en centros comerciales sin identificar al

encuestado, tiendas departamentales utilizando listas de cuentas de crédito, cuestionarios desprendibles incluidos en revistas y entrevistas de gente en la calle.

El muestreo por conveniencia es la menos costosa de todas las técnicas de muestreo, y la que consume menos tiempo. Las unidades de muestreo son accesibles, fáciles de medir y cooperativas. A pesar de estas ventajas, esta forma de muestreo tiene serias limitaciones. Hay muchas posibles fuentes de sesgo por selección, incluyendo la autoselección del encuestado (Malhotra, 321).

1.6.1.5.2. Muestreo por Juicio

El muestreo por juicio es una forma de muestreo por conveniencia en el que los elementos de la población se seleccionan con base en el juicio del investigador, el cual, empleando su juicio o experiencia, elige a los elementos que se incluirán en la muestra porque cree que son representativos de la población de interés o que son apropiados en alguna otra forma. Los ejemplos comunes de muestreo por juicio incluyen: mercados de prueba seleccionados para determinar el potencial de un nuevo producto, ingenieros de compras seleccionados en la investigación de marketing industrial, etc. (Malhotra, 322).

1.6.1.5.3. Muestreo por Cuota

El muestreo por cuotas puede considerarse como un muestreo de juicio restringido de dos etapas. La primera etapa consiste en desarrollar categorías de control o cuotas de elementos de población. Para desarrollar estas cuotas, el investigador hace una lista de las características de control relevantes y determina la distribución de estas características en la población objetivo. Las características de control pertinentes, que pueden incluir, sexo, edad, y raza, se identifican con base al juicio. A menudo las cuotas se asignan para que la proporción de los elementos de muestra que poseen las características de control sea la misma que la proporción de los elementos de la población con relación a las características de interés. En la segunda etapa, los elementos de muestra se seleccionan con base a la conveniencia o juicio. Una vez que se han asignado las cuotas existe bastante libertad para seleccionar los elementos que se incluirán en la muestra. El único requerimiento es que los elementos seleccionados cumplan con las características de control (Malhotra, 323).

1.6.2. **Tamaño de muestra de una población de tamaño conocido**

Cuando se conoce el tamaño de la población, es idóneo emplear la siguiente fórmula para determinar el tamaño de la muestra de dicha población que permitirá que los análisis

estadísticos realizados a dicha muestra, permitan inferir sobre aspectos de la población general. La ecuación de utilizada para calcular el tamaño de muestra es la siguiente:

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

- N: Tamaño de la población
- K: Z asociado con el nivel de confianza
- P: Proporción de individuos que posee la característica del estudio
- Q: Proción de individuos que no posee la característica del estudio
- e: Error de muestra deseado
- n: Tamaño de la muestra

(Montgomery, Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería, 254)

1.7. La Distribución Normal

Sin lugar a dudas, el modelo de uso más generalizado para la distribución de una variable aleatoria es la distribución normal. Un resultado fundamental, conocido como el *teorema del límite central*, implica que los histogramas con frecuencia tienen esta forma característica, al menos aproximadamente. Siempre que se hace la repetición de un experimento aleatorio, la variable aleatoria que es igual al resultado promedio (o total) en las repeticiones tiende a tener una distribución normal, cuando el número de repeticiones es grande. También se le conoce como distribución de Gauss o gaussiana. Si se supone que cada medición es el resultado de la repetición de un experimento aleatorio, entonces puede usarse la distribución normal para sacar conclusiones aproximadas de este promedio.

De acuerdo al teorema del límite central, si los errores que intervienen de los valores esperados de cada medición son independientes y tienen la misma factibilidad de ser positivos o negativos, entonces puede demostrarse que el error total tiene una distribución normal aproximada.

Se hace mención de la base teórica de una distribución normal para justificar, en parte la forma compleja de la función de densidad de probabilidad. El objetivo es calcular probabilidades para una variable aleatoria normal. Variables aleatorias con medias y varianzas diferentes pueden modelarse por medio de funciones de densidad de probabilidad

normal, con la elección adecuada del centro y la anchura de la curva. El valor de $E(X)=\mu$ determina el centro de la función de densidad de probabilidad y el valor de $V(X)=\sigma^2$ determina la anchura. La siguiente es la fórmula para las funciones de densidad de probabilidad normal:

Una variable aleatoria X con función de densidad de probabilidad:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad \text{para } -\infty < x < \infty$$

Tiene una distribución normal con parámetros μ , donde $-\infty < \mu < \infty$, y $\sigma > 0$. Además,

$$E(X) = \mu \quad \text{y} \quad V(X) = \sigma^2$$

La notación $N(\mu, \sigma^2)$ denota una distribución normal con media μ y varianza

(Montgomery y Runger, 159)

Por la simetría de $f(x)$, $P(X > \mu) = P(X < \mu)$. Puesto que $f(x)$ es positiva para toda x , este modelo asigna una probabilidad a todo intervalo de la recta real. Sin embargo, la función de densidad de probabilidad decrece conforme x se aparta más de μ . Por consiguiente, la probabilidad de que una medición esté lejos de μ es pequeña y a cierta distancia de μ la probabilidad de un intervalo puede aproximarse como cero. El área bajo la función de densidad de probabilidad después de 3σ de la media es muy pequeña. Este hecho resulta conveniente para gráficas aproximadas rápidas de una función de densidad de probabilidad normal. Los bosquejos de las gráficas sirven de ayuda para determinar probabilidades. Debido a que más de 0,9973 de la probabilidad de una distribución normal está dentro del intervalo $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$, es común referirse a 6σ como la anchura de una distribución normal. Aplicando la integración numérica es posible demostrar que el área bajo la función de densidad de probabilidad normal de $-\infty < x < \infty$ es 1.

A una variable aleatoria normal con $\mu=0$ y $\sigma^2=1$ se le llama variable aleatoria normal estándar. Una variable aleatoria normal estándar se denota como Z (Montgomery y Runger, 160).

La función de distribución acumulada de una variable aleatoria normal estándar se denota como:

$$\phi(z) = P(Z \leq z)$$

(Montgomery y Runger, 161)

1.8. Pruebas de Hipótesis

En muchos problemas de Ingeniería es necesario decidir si se acepta o se rechaza un enunciado acerca de algún parámetro. Al enunciado se lo llama *hipótesis*, y al procedimiento para tomar decisiones acerca de la hipótesis se le llama *prueba de hipótesis*. Se trata de uno de los aspectos más útiles en la inferencia estadística, ya que muchos problemas de toma de decisiones, pruebas o experimentos en el mundo de la ingeniería pueden formularse como problemas de prueba de hipótesis. A la prueba estadística de hipótesis se la considera como la etapa de análisis de datos de un experimento comparativo, en el cual al ingeniero le interesa comparar, por ejemplo, la media de una población con un valor dado.

Una *hipótesis estadística* es un enunciado acerca de los parámetros de una o más poblaciones.

Puesto que se usan distribuciones de probabilidad para representar poblaciones, una hipótesis estadística también podría considerarse como un enunciado acerca de la distribución de probabilidad de una variable aleatoria. En la hipótesis, por lo general interviene uno o más parámetros de esta distribución.

Es importante recordar que las hipótesis son siempre enunciados acerca de la población o la distribución bajo estudio, no enunciados acerca de la muestra.

A un proceso que lleva a una decisión acerca de una hipótesis particular se le llama *prueba de una hipótesis*. Los procedimientos de prueba de hipótesis se basan en el uso de la información contenida en una muestra aleatoria de la población de interés. Si esta información es consistente con la hipótesis, entonces se concluirá que la hipótesis es verdadera; sin embargo, si esta información no es consistente con la hipótesis, se concluirá que la hipótesis es falsa. Se hace hincapié en que el carácter verdadero o falso de una hipótesis particular nunca puede conocerse con toda certeza, a menos que pueda examinarse la población completa, lo cual suele ser imposible en la mayoría de las situaciones prácticas.

Por lo tanto, el procedimiento para la prueba de hipótesis deberá realizarse teniendo en mente la probabilidad de llegar a una conclusión incorrecta.

La estructura de los problemas de prueba de hipótesis es idéntica en todas las aplicaciones. La hipótesis nula es la que quiere probarse. El rechazo de la hipótesis nula lleva siempre a aceptar la hipótesis alternativa. Probar la hipótesis implica tomar una muestra aleatoria, calcular un *estadístico de prueba* de los datos muestrales, y utilizar después el estadístico de prueba para tomar una decisión acerca de la hipótesis nula (Montgomery y Runger, 297).

1.8.1. Errores en las Pruebas de Hipótesis

El *error tipo I* se define como el rechazo de la hipótesis nula H_0 , cuando ésta es verdadera.

El *error tipo II* se define como la aceptación de la hipótesis nula cuando ésta es falsa (Montgomery y Runger, 298).

Por tanto, cuando se prueba cualquier hipótesis estadística, cuatro situaciones diferentes determinan si la decisión final es correcta o errónea. A continuación se presentan las cuatro situaciones que se pueden dar asociándose con los errores de tipo I y II:

Tabla 1.2. Situaciones de los errores de las pruebas de hipótesis.

<i>Decisión</i>	<i>H_0 es verdadera</i>	<i>H_0 es falsa</i>
No puede rechazarse H_0	no hay error	error tipo II
Se rechaza H_0	error tipo I	no hay error

Fuente: Estadística y Probabilidad aplicadas a la Ingeniería

Elaboración: Montgomery y Runger

La probabilidad de incurrir en un error tipo I se denota por la letra griega α , es decir,

$$\alpha = P(\text{error tipo I}) = P(\text{rechazar } H_0 \text{ cuando } H_0 \text{ es verdadera})$$

En ocasiones a la probabilidad del error tipo I se la llama nivel de significación o amplitud de la prueba.

Al evaluar un procedimiento de prueba de hipótesis, también es importante examinar la probabilidad de un error tipo II, la cual se denotará por β , es decir,

$$\beta = P(\text{error tipo II}) = P(\text{no puede rechazarse } H_0 \text{ cuando } H_0 \text{ es falsa})$$

(Montgomery y Runger, 300).

1.8.2. Pruebas de Hipótesis para la Distribución Normal

El software estadístico MINITAB, que está siendo usado para el desarrollo del presente proyecto, realiza tres pruebas de Normalidad de datos.

La prueba de normalidad, genera un gráfico de probabilidad y realiza una prueba de hipótesis para examinar si las observaciones siguen una distribución normal, las hipótesis son:

H0: Los datos siguen una distribución normal.

H1: Los datos no siguen una distribución normal.

La escala vertical en el gráfico representa la escala vertical encontrada en el gráfico representa la probabilidad normal. El eje horizontal es una escala lineal. La línea forma un estimado de la función de distribución acumulada para la población de la cual se está graficando los datos. Los estimados numéricos de los parámetros de la población, μ y σ , la prueba de valores normales y el valor p asociado se muestran con el gráfico (MINITAB HELP).

A continuación se presentan las pruebas de normalidad que el Software Estadístico MINITAB lleva a cabo.

1.8.2.1. Prueba de Normalidad de Anderson Darling

La prueba de Anderson Darling se usa para probar si una muestra de datos viene de una población con una distribución específica. Es una modificación de la prueba de Kolmogorov Smirnov y le da mucha más importancia a las colas de la distribución que la prueba de Kolmogorov Smirnov. La prueba de Kolmogorov Smirnov es libre de la distribución, es decir, que los valores críticos no dependen de la distribución específica que se está probando. La prueba de Anderson Darling hace uso de una distribución específica para calcular los valores críticos. Esta prueba tiene la ventaja de permitir una prueba más sensible y la desventaja de que los valores críticos deben ser calculados de cada distribución. Existen en la actualidad tablas de valores críticos disponibles para las distribuciones normal, lognormal, exponencial, Weibull, valor extremo tipo I, y logística.

El estadístico de la prueba de Anderson Darling es:

$$A^2 = -N - S$$

Donde:

$$S = \sum_{i=1}^N \frac{(2i-1)}{N} [\ln F(Y_i) + \ln (1 - F(Y_{N+1-i}))]$$

F es la función de distribución acumulada de la distribución que se está probando.

Y_i son los datos ordenados.

α es el nivel de significancia.

Los valores críticos para la prueba de Anderson-Darling son dependientes de la distribución que se está probando. La prueba es de un lado o una cola y la hipótesis de que la distribución sigue una forma específica se rechaza en la prueba estadística con un α mayor que el valor crítico.

Se debe tomar en cuenta que para una distribución dada, el estadístico de Anderson Darling puede ser multiplicado por una constante, que usualmente depende del tamaño de la muestra (Filliben, 2010)

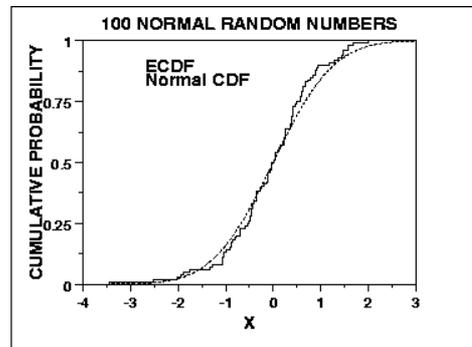
1.8.2.2. *Prueba de Normalidad de Kolmogorov Smirnov*

La prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov es utilizada para decidir si la muestra viene de una población con una distribución específica. Se basa en una función de distribución empírica (ECDF por sus siglas en inglés). Dado que existen N puntos de datos ordenados Y_1, Y_2, \dots, Y_N , la ECDF se define como:

$$E_N = n(i)/N$$

Donde $n(i)$ es el número de puntos menores que Y_i , y los Y_i se ordenan del menor al mayor en valor. Esta es una función por partes que incrementa por $1/N$ al valor de cada punto ordenado de los datos. El siguiente gráfico muestra una función de distribución empírica con una función de distribución normal acumulada para 100 números normales aleatorios. La prueba de Kolmogorov Smirnov se basa en la distancia máxima entre estas dos curvas:

Figura 1.1. Gráfica de Probabilidad acumulada para 100 números aleatorios normales



Fuente: *Engineering Statistics Handbook*, publicado en: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35e.htm>.

Elaboración: Filliben James.

Una característica atractiva de esta prueba es que la distribución del estadístico no depende de la función de distribución acumulada que se está examinando. Sin embargo, la prueba de Kolmogorov Smirnov tiene algunas importantes limitaciones:

- Se aplica solamente a distribuciones continuas.
- Tiende a ser más sensible cerca del centro de la distribución y luego en las colas.
- Seguramente la limitación más seria es que la distribución que se prueba debe ser totalmente especificada. Esto implica que si los parámetros de ubicación, escala y forma se estiman de los datos, la región crítica de la prueba de Kolmogorov Smirnov no es válida, y debe ser determinada por simulación.

Por las limitaciones anteriores, muchos analistas prefieren hacer uso de la prueba de bondad de ajuste de Anderson Darling (Filliben, 2010)

1.8.2.3. Prueba de Normalidad de Ryan Joiner

Una manera obvia de juzgar la linealidad de cualquier gráfico es el calcular su coeficiente de correlación. Cuando esto se realice para gráficos de probabilidad normal, una prueba formal puede ser realizada y es esencialmente equivalente a la poderosa prueba Shapiro-Wilk, y es la prueba de normalidad de Ryan Joiner para muestras pequeñas (Ryan y Joiner, 1976)

1.9. Estrategia de Experimentación

Investigadores de prácticamente todos los campos de estudio llevan a cabo experimentos, por lo general para descubrir algo acerca de un proceso o sistema particular. En un sentido

literal, un experimento es una prueba. En una perspectiva más formal, un experimento puede definirse como una prueba o serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida.

En ingeniería, la experimentación desempeña un papel importante en el diseño de nuevos productos, el desarrollo de procesos de manufactura, y el mejoramiento de procesos. El objetivo en muchos casos sería desarrollar un proceso robusto, es decir, un proceso que sea afectado en forma mínima por fuentes de variabilidad externas (Montgomery, 1).

En general, los experimentos se usan para estudiar el desempeño de procesos y sistemas. El proceso puede por lo general visualizarse como una combinación de máquinas, métodos, personas u otros recursos que transforman cierta entrada (con frecuencia un material) en una salida que tiene una o más respuestas observables. Algunas variables del proceso x_1, x_2, \dots, x_p son controlables, mientras que otras z_1, z_2, \dots, z_q son no controlables (aunque pueden serlo para los fines de la prueba). Los objetivos del experimento podrían comprender los siguientes:

- Determinar cuáles son las variables que tienen mayor influencia sobre la respuesta y .
- Determinar cuál es el ajuste de las x que tiene mayor influencia para que la variabilidad de y sea reducida.
- Determinar cuál es el ajuste de las x que tiene mayor influencia para que y esté casi siempre cerca del valor nominal deseado.
- Determinar cuál es el ajuste de las x que tiene mayor influencia para que los efectos de las variables no controlables z_1, z_2, \dots, z_q sean mínimos

Los experimentos incluyen muchas veces varios factores. Habitualmente, uno de los objetivos de la persona que realiza un experimento, llamada el experimentador, es determinar la influencia que tienen estos factores sobre la respuesta de salida del sistema (Montgomery, 2).

1.9.1. Conceptos Estadísticos Básicos

A cada una de las observaciones de un experimento se le llama corrida. Observe que las corridas individuales difieren, por lo que existen fluctuaciones, o ruido, en los resultados. Es común llamar a este ruido el error experimental o simplemente el error. Se trata de un

error estadístico, lo cual significa que se origina por la variación que no está bajo control y que generalmente es inevitable. La presencia del error o ruido implica que la variable de respuesta, la fuerza de la tensión de adhesión, es una *variable aleatoria*. Una variable aleatoria puede ser *discreta* o *continua*. Si el conjunto de todos los valores posibles de la variable aleatoria es un intervalo, entonces la variable aleatoria es continua (Montgomery, 22).

1.9.1.1. Descripción de la gráfica de la variabilidad

Es frecuente usar métodos gráficos simples como ayuda para analizar los datos de un experimento. El diagrama de puntos, es un recurso muy útil para representar un cuerpo reducido de datos (digamos de hasta unas 20 observaciones). El diagrama de puntos le permite al experimentador ver de inmediato la localización o tendencia central de las observaciones y su dispersión.

Cuando los datos son muy numerosos, es difícil distinguir las observaciones graficadas en un diagrama de puntos, y en tal caso sería preferible un *histograma*. El histograma

1.9.2. Diseño de Experimentos

El diseño de experimentos se refiere al proceso para planear el experimento de forma tal que se recaben datos adecuados que puedan analizarse con métodos estadísticos que llevarán a conclusiones válidas y objetivas. Cualquier problema experimental incluye dos aspectos: el diseño del experimento y el análisis estadístico de los datos. Los tres principios básicos del diseño experimental son la *realización de réplicas*, la *aleatorización*, y la *formación de bloques* (Montgomery, 12).

1.9.3. Pautas generales para diseñar experimentos

Para aplicar el enfoque estadístico en el diseño y análisis de un experimento, es necesario que todos los que participan en el mismo tengan desde el principio una idea clara de qué es exactamente lo que va a estudiarse, cómo se van a coleccionar los datos, y al menos una comprensión cualitativa de la forma en que van a analizarse estos datos:

1.9.3.1. Identificación y enunciación del problema:

Este punto podría parecer muy obvio, pero es común que en la práctica no sea sencillo darse cuenta de que existe un problema que requiere experimentación, y tampoco es fácil desarrollar una enunciación clara, con la que todos estén de acuerdo, de este problema. Es

necesario desarrollar todas las ideas acerca de los objetivos del experimento (Montgomery, 13).

1.9.3.2. Elección de los factores, los niveles y los rangos:

Cuando se consideran los factores que pueden influir en el desempeño de un proceso o sistema, el experimentador suele descubrir que estos factores pueden clasificarse como factores potenciales del diseño o bien como factores perturbadores. Los factores potenciales del diseño son aquellos que el experimentador posiblemente quisiera hacer variar en el experimento. Es frecuente encontrar que hay muchos factores potenciales del diseño, por lo que es conveniente contar con alguna clasificación adicional de los mismos. Algunas clasificaciones útiles son factores del diseño, factores que se mantienen constantes y factores a los que se permite variar. Los factores del diseño son los que se seleccionan realmente para estudiarlos en el experimento. Los factores que se mantienen constantes son variables que pueden tener cierto efecto sobre la respuesta, pero que para los fines del experimento en curso no son de interés, por lo que se mantendrán fijos en un nivel específico.

Por otra parte, los factores perturbadores pueden tener efectos considerables que deben tomarse en consideración, a pesar de que no haya interés en ellos en el contexto del experimento en curso. Los factores perturbadores suelen clasificarse como *factores controlables, no controlables o de ruido*. Un factor perturbador controlable es aquel cuyos niveles pueden ser ajustados por el experimentador. Por ejemplo, el experimentador puede seleccionar lotes diferentes de materia prima o diversos días de la semana para conducir el experimento. La estructura básica de la información de bloques, suele ser útil para trabajar con factores perturbadores controlables. Si un factor perturbador no es controlable en el experimento, pero puede medirse, muchas veces puede usarse el procedimiento de análisis denominado análisis de covarianza para compensar este efecto. Cuando un factor varía de manera natural y no controlable en el proceso puede controlarse para los fines de un experimento, con frecuencia se le llama factor de ruido. En tales situaciones, es común que el objetivo sea encontrar los ajustes de los factores controlables del diseño que minimicen la variabilidad transmitida por los factores de ruido. En ocasiones a esto se le llama el estudio de robustez del proceso o problema de robustez del diseño. La formación de bloques, al análisis de covarianza y los estudios de robustez del proceso se comentan más adelante (Montgomery, 14).

1.9.3.3. Selección de la variable de respuesta:

Para seleccionar la variable de respuesta, el experimentador deberá tener la certeza de que esta variable proporciona en realidad una información útil acerca del proceso bajo estudio. En la mayoría de los casos, el promedio, la desviación estándar, o ambos de la característica medida será la variable de respuesta.

1.9.3.4. Elección del diseño experimental:

La elección del diseño implica la consideración del tamaño de muestra- número de réplicas-, la selección de un orden de corridas adecuado para los ensayos experimentales y la determinación de si entran o no en juego la formación de bloques u otras restricciones sobre la aleatorización.

1.9.3.5. Realización del experimento:

Cuando se lleva a cabo el experimento es vital monitorear con atención el proceso a fin de asegurarse de que todo se esté haciendo conforme a la planeación. Los errores en el procedimiento experimental en esta etapa destruirán por lo general la validez experimental. Poner en primer plano la planeación es crucial para el éxito. Es fácil subestimar los aspectos de logística y planeación cuando se corre un experimento diseñado en un ambiente complejo de manufactura o de investigación y desarrollo. Se sugiere que antes de llevar a cabo el experimento, es conveniente en muchas ocasiones realizar algunas corridas piloto o de prueba. Estas corridas proporcionan información acerca de la consistencia del material experimental, una comprobación del sistema de medición, una idea aproximada del error experimental y la oportunidad de poner en práctica la técnica experimental global.

1.9.3.6. Análisis de los datos:

Deberán usarse métodos estadísticos para analizar los datos a fin de que los resultados y las conclusiones sean objetivos y no de carácter apreciativo. Si el experimento se ha diseñado correctamente y si se ha llevado a cabo de acuerdo con el diseño, los métodos estadísticos necesarios no deben ser complicados. Muchas veces es muy útil también presentar los resultados de varios experimentos en términos de un modelo empírico, es decir mediante una ecuación derivada de los datos que expresa la relación entre la respuesta y los factores importantes del diseño. El análisis residual y la verificación de la adecuación del modelo son también técnicas de análisis importante (Montgomery, 17).

1.9.3.7. Conclusiones y recomendaciones:

Una vez que se han analizado los datos, el experimentador debe sacar conclusiones prácticas acerca de los resultados y recomendar un curso de acción. Los métodos gráficos suelen ser útiles en esta etapa, en particular para presentar los resultados. También deberán realizarse corridas de seguimiento o pruebas de confirmación para validar las conclusiones del experimento.

1.9.4. Diseño de Bloques Completos Aleatorizados

En cualquier experimento, la variabilidad que surge de un factor perturbador puede afectar los resultados. En general, un *factor perturbador* puede definirse como un factor del diseño que probablemente tenga un efecto sobre la respuesta, pero en el que no existe un interés específico. En ocasiones un factor perturbador es *desconocido y no controlable*; es decir, se desconoce la existencia de ese factor e incluso puede tener niveles variables mientras se está realizando el experimento. La aleatorización es la técnica de diseño que se utiliza para protegerse contra estos factores perturbadores que están al acecho. En otros casos, el factor perturbador es *conocido pero no controlable*. Si por lo menos puede observarse el valor que asume el factor perturbador en cada corrida del experimento, es posible hacer la compensación correspondiente en el análisis estadístico mediante el uso del análisis de covarianza. Cuando la fuente de variabilidad perturbadora es *conocida y controlable*, puede usarse una técnica de diseño llamada *formación de bloques* para eliminar de manera sistemática su efecto sobre las comparaciones estadísticas entre los tratamientos (Montgomery, 126).

El objetivo sería hacer el error experimental tan pequeño como fuera posible; querría eliminarse del error experimental la variabilidad entre los ejemplares de la prueba. A éste diseño se le llama *diseño de bloques completos aleatorizados*. La palabra “completos” indica que cada bloque (ejemplar de prueba) contiene todos los tratamientos (Montgomery, 127).

Las unidades de equipo o maquinaria de prueba son con frecuencia diferentes en sus características de operación y serían un factor de formación de bloques típico. Lotes de materia prima, personas y el tiempo también son fuentes de variabilidad perturbadora comunes en un experimento que pueden controlarse de manera sistemática mediante la formación de bloques (Montgomery, 127).

1.9.4.1. Análisis estadístico del diseño de bloques completos aleatorizados

Suponga que se tienen, en general, a tratamientos que vayan a compararse y b bloques, como se muestra:

Bloque 1	Bloque 2	Bloque b
y_{11}	y_{12}	y_{1b}
y_{21}	y_{22}	y_{2b}
.	.	.
.	.	.
y_{a1}	y_{a2}	y_{ab}

Hay una observación por tratamiento en cada bloque, y el orden en que se corren los tratamientos dentro de cada bloque se determina al azar. Debido a que la única aleatorización de los tratamientos se hace dentro de los bloques, con frecuencia se dice que los bloques representan una *restricción sobre la aleatorización*. El modelo estadístico del DBCA ó diseño de bloques completos aleatorizados puede escribirse de varias maneras. El tradicional es el modelo de los efectos:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Donde μ es la media global, τ_i es el efecto del tratamiento i -ésimo, β_j es el efecto del bloque j -ésimo, y ϵ_{ij} es el término del error $NID(0, \sigma^2)$ USUAL. Los efectos de los tratamientos y los bloques se consideran por lo general como desviaciones de la media global por lo que:

$$\sum_{i=1}^a \tau_i = 0 \text{ y } \sum_{j=1}^b \beta_j = 0$$

También es posible utilizar el modelo de las medias para el DBCA, por ejemplo:

$$y_{ij} = \mu_{ij} + \epsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \end{cases}$$

Donde $\mu_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j$. Por lo tanto las hipótesis de interés son:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$$H_1: \text{al menos una } \mu_i \neq \mu_j$$

Ó de manera equivalente:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_a = 0$$

$$H_1: \tau_i \neq 0 \text{ para al menos una } i.$$

Al expresar simbólicamente las sumas de cuadrados se tiene que:

$$SS_T = SS_{Tratamientos} + SS_{Bloques} + SS_E$$

Puesto que hay N observaciones, SS_T tiene $N-1$ grados de libertad. Hay a tratamientos, y b bloques, donde $SS_{Tratamientos}$ y $SS_{Bloques}$ tienen $a-1$ y $b-1$ grados de libertad, respectivamente (Montgomery, 129).

Si se desea probar la igualdad de las medias de los tratamientos, se usa el estadístico de prueba:

$$F_0 = \frac{MS_{Tratamientos}}{MS_E}$$

Que se distribuye como $F_{a-1, (a-1)(b-1)}$ si la hipótesis nula es verdadera. La región crítica es la cola superior de la distribución F , y H_0 se rechazaría si $F_0 > F_{a-1, (a-1)(b-1)}$. También podría haber interés en comparar las medias de los bloques porque, en caso de que la diferencia entre estas medias no sea considerable, quizá no sea necesaria la formación de bloques en experimentos futuros. Sin embargo, se debe recordar que la aleatorización sólo se ha aplicado a los tratamientos dentro de los bloques, es decir, los bloques representan una restricción sobre la aleatorización (Montgomery, 130).

1.9.5. Diseños Factoriales

En muchos experimentos interviene el estudio de los efectos de dos o más factores. En general, los *diseños factoriales* son los más eficientes para este tipo de experimentos. Por diseño factorial se entiende que en cada ensayo o réplica completa del experimento se investigan todas las combinaciones posibles de los niveles de los factores. Por ejemplo, si el factor A tiene a niveles y el factor B tiene b niveles, cada réplica contiene todas las ab combinaciones de los tratamientos. Cuando los factores están incluidos en un diseño factorial, es común decir que están *cruzados*.

El efecto de un factor se define como el cambio en la respuesta producido por un cambio en el nivel del factor. Con frecuencia se le llama *efecto principal* porque se refiere a los factores de interés primario en el experimento.

Por ejemplo, en un experimento factorial de dos factores en el que los factores del diseño tienen dos niveles un *bajo* y un *alto*, el efecto principal del factor A de este diseño de dos niveles puede visualizarse como la diferencia entre la respuesta promedio del nivel bajo de A y la respuesta promedio con el nivel alto de A. Por lo tanto, esta respuesta es el incremento producido por el cambio del factor A cuando de su nivel *bajo* a su nivel *alto* (Montgomery, 170).

En algunos experimentos puede encontrarse que la diferencia en la respuesta entre los niveles de un factor no es la misma para todos los niveles de los otros factores. Cuando esto ocurre, existe una *interacción* entre los factores. El concepto de *interacción* puede ilustrarse de otra manera. Suponga que los dos factores del diseño tratado son cualitativos (temperatura, presión, tiempo, etc.) Entonces una representación con un modelo de regresión del experimento factorial de dos factores podría escribirse como:

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{12}x_1x_2 + \epsilon$$

Donde y es la respuesta, las β son parámetros cuyos valores deben determinarse, x_1 es una variable que representa al factor A , x_2 es una variable que representa al factor B , y ϵ es un término del error aleatorio. Las variables x_1 y x_2 se definen en una *escala codificada* de -1 a +1. Adicionalmente, una interacción es una forma de curvatura en el modelo de superficie de respuesta fundamental del experimento. En general, cuando una interacción es grande, los efectos principales correspondientes tienen escaso significado práctico (Montgomery, 174).

Por ejemplo, si el factor A tiene un efecto, pero depende del nivel del factor B , entonces el conocimiento de la interacción AB es más útil que el conocimiento del efecto principal. Una interacción significativa suele enmascarar la significación de los efectos principales. Esto se podría evidenciar con gran claridad en una gráfica de interacción. En presencia de una interacción significativa, el experimentador deberá por lo general examinar los niveles de uno de los factores, manteniendo fijos los niveles de los otros factores para sacar conclusiones acerca del factor principal (Montgomery, 174).

1.9.5.1. *La Ventaja de los Diseños Factoriales*

Suponga que se tienen dos factores A y B, cada uno con dos niveles. Los niveles de los factores se denotan por A^-, A^+, B^-, B^+ . Podría obtenerse información acerca de ambos factores haciéndolos variar uno a la vez. El efecto de cambiar el factor A está dado por $A^+B^- - A^-B^-$ y el efecto de cambiar el factor B está dado por $A^-B^+ - A^-B^-$. Debido a que está presente el error experimental, es deseable realizar dos observaciones, por ejemplo par cada combinación de tratamientos y estimar los efectos de los factores utilizando las respuestas promedio. Por lo tanto, se necesita un total de seis observaciones.

Si se hubiera efectuado un experimento factorial, se habría registrado una combinación adicional de los tratamientos, A^+B^+ . Ahora, utilizando solo cuatro observaciones, pueden hacerse dos estimaciones del efecto de A: por $A^+B^- - A^-B^-$ y $A^+B^+ - A^-B^+$. De manera similar, pueden hacerse dos estimaciones del efecto de B. Estas dos estimaciones de cada efecto principal podrían promediarse para producir efectos principales promedio que tienen la misma precisión que las estimaciones del experimento con un solo factor, pero solo se requieren cuatro observaciones en total, y nosotros diríamos que la eficiencia relativa del diseño factorial con respecto al experimento de un factor a la vez es de $6/4 = 1,5$. En general, esta eficiencia relativa aumentará conforme se incremente el número de factores.

Suponga que ahora está presente una interacción. Si el diseño de un factor a la vez indicara que A^-B^+ y A^+B^- dieron mejores respuestas que A^-B^- , una conclusión lógica sería que A^+B^+ sería todavía mejor. Sin embargo, si está presente una interacción puede ser una equivocación grave.

En resumen, los diseños factoriales son más eficientes que los experimentos de un factor a la vez. Además, un diseño factorial es necesario cuando puede haber interacciones presentes a fin de evitar llegar a conclusiones incorrectas. Por último, los diseños factoriales permiten la estimación de los efectos de un factor con varios niveles de los factores restantes, produciendo conclusiones que son válidas para un rango de condiciones experimentales (Montgomery, 175).

1.9.6. **Diseño Factorial 2^k**

Los diseños factoriales se usan ampliamente en experimentos que incluyen varios factores cuando es necesario estudiar el efecto conjunto de los factores sobre una respuesta. Sin embargo, hay varios casos especiales del diseño factorial general que son importantes debido a su uso generalizado en el trabajo de investigación y porque constituyen las bases

de otros diseños de gran valor práctico. El más importante de estos casos especiales es el de k factores, cada uno con solo dos niveles. Estos niveles pueden ser cuantitativos, como dos valores de temperatura, presión o tiempo, o bien cualitativos, como dos máquinas, dos operadores, los niveles “alto” y “bajo” de un factor, o quizá la presencia o ausencia de un factor. Una réplica completa de este diseño requiere $2 \times 2 \times \dots \times 2 = 2^k$ observaciones y se le llama *diseño factorial 2^k* .

El diseño 2^k es de particular utilidad en las etapas iniciales del trabajo experimental, cuando probablemente se estén investigando muchos factores. Este diseño proporciona el menor número de corridas con las que pueden estudiarse k factores en un diseño factorial completo. Por consiguiente, estos diseños se usan ampliamente en los *experimentos de tamizado o selección de factores*.

Puesto que hay solo dos niveles para cada factor, se supone que la respuesta es aproximadamente lineal en el rango elegido para los niveles de los factores (Montgomery, 227).

1.9.6.1. *Diseño 2^3*

Suponga que tres factores, A, B y C, cada uno con dos niveles, son de interés. Al diseño se le llama diseño factorial 2^3 , y en este caso la representación geométrica de las ocho combinaciones de tratamientos puede hacerse con un cubo como se muestra en la figura siguiente:

Utilizando la notación “+” y “-” para representar los niveles alto y bajo de los factores, las ocho corridas del diseño 2^3 pueden enlistarse como se presentó en la previa figura. Se le conoce en ocasiones como la matriz de diseño. Las combinaciones de los tratamientos en el orden estándar se escriben como (I) , a , b , ab , c , ac , bc y abc . Recuerde que estos símbolos representan también el total de las n observaciones hechas con esa combinación de tratamientos en particular.

Existen en realidad tres notaciones diferentes para las corridas del diseño 2^3 que son de uso general. La primera es la notación + y -, llamada con frecuencia *notación geométrica*. La segunda es el uso de las etiquetas en letras minúsculas para identificar las combinaciones de los tratamientos. La tercera y la última notación utiliza 1 y 0 para denotar los niveles alto y bajo, respectivamente, de los factores, en lugar de + y -. Estas diferentes notaciones se ilustran enseguida para el diseño 2^3 :

Tabla 1.3. Notaciones para las corridas del diseño 2³:

Corrida	A	B	C	Etiquetas	A	B	C
1	-	-	-	1	0	0	0
2	+	-	-	a	1	0	0
3	-	+	-	b	0	1	0
4	+	+	-	ab	1	1	0
5	-	-	+	c	0	0	1
6	+	-	+	ac	1	0	1
7	-	+	+	bc	0	1	1
8	+	+	+	abc	1	1	1

Fuente: *Diseño y Análisis de Experimentos, Limusa Wiley, Segunda Edición, México, 2007*

Elaboración: *Montgomery Douglas*

Hay siete grados de libertad entre las ocho combinaciones de tratamientos del diseño 2³. Tres grados de libertad se asocian con los efectos principales de A, B y C. Cuatro grados de libertad se asocian con las interacciones; uno con cada una de las interacciones AB, AC, BC y uno con la interacción ABC (Montgomery, 228).

Aunque de forma matemática existen varias ecuaciones para estimar los efectos de cada uno de los factores, sin embargo, para calcular dichos efectos en el presente proyecto, se utilizará únicamente la información del Software Estadístico MINITAB.

1.9.7. Adición de Puntos Centrales al Diseño 2^k

Una preocupación potencial en el uso de los diseños factoriales de dos niveles es el supuesto de linealidad de los efectos de los factores. Desde luego, no es necesaria la linealidad perfecta, y el sistema 2^k funcionará bastante bien incluso cuando el supuesto de linealidad sea sólo válido de manera muy aproximada. De hecho, se ha señalado ya que si se agregan los términos de interacción a un modelo de los efectos principales o de primer orden, de donde se obtiene:

$$y = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_j + \sum_{i < j} \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon$$

Entonces se tiene un modelo con la capacidad de representar cierta curvatura en la función de respuesta. Esta curvatura, desde luego, es resultado del torcimiento del plano introducido por los términos de la interacción $\beta_{ij} x_i x_j$.

Habrá situaciones en que la curvatura de la funci3n de respuesta no est3 modelada adecuadamente por la ecuaci3n anterior. En tales casos, un modelo l3gico por considerar es:

$$y = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_j + \sum_{i < j} \sum \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{j=1}^k \beta_{jj} x_j^2 + \varepsilon$$

Donde las β_{jj} representen los efectos cuadráticos o de segundo orden puros. A la ecuaci3n anterior se la llama modelo de superficie de respuesta de segundo orden.

Cuando se realiza un experimento factorial de dos niveles, por lo general se anticipa el ajuste del modelo de primer orden de la ecuaci3n de los efectos de primer orden, pero deberá estar alerta ante la posibilidad de que el modelo de segundo orden sea en realidad más apropiado. Existe un m3todo para hacer una r3plica de ciertos puntos de un diseño factorial 2^k que ofrecerá protecci3n contra la curvatura de los efectos de segundo orden a la vez que permitirá una estimaci3n independiente del error que va a obtenerse. El m3todo consiste en agregar puntos centrales al diseño 2^k . Estos consisten en n r3plicas que se corren en los puntos $x_i = 0 (i=1,2,\dots,k)$. Una raz3n importante para agregar r3plicas de las corridas en el centro del diseño es que los puntos centrales no afectan las estimaciones usuales de los efectos en un diseño 2^k . Cuando se agregan puntos centrales, se supone que los k factores son cuantitativos (Montgomery, 272).

Las siguientes son sugerencias para el uso de los puntos centrales:

- Cuando un experimento factorial se lleva a cabo en un proceso en marcha, considere utilizar las condiciones de operaci3n actuales (o de receta) como el punto central del diseño. Esto con frecuencia le asegura al personal de operaci3n que al menos parte de las corridas del experimento van a realizarse bajo condiciones familiares, y por lo tanto es improbable que los resultados obtenidos (por lo menos para estas corridas) sean peores que los que se obtienen t3picamente.
- Cuando el punto central de un experimento factorial corresponde con las condiciones de operaci3n actuales, el experimentador puede usar las respuestas observadas en el punto central para proporcionar una verificaci3n aproximada de si algo inusual ocurri3 durante el experimento. Es decir, las respuestas del punto central deberán ser muy similares a las respuestas observadas hist3ricamente en la operaci3n rutinaria del proceso. Con frecuencia el personal de operaci3n llevará una carta de control para monitorear el desempeño del proceso. En ocasiones las

respuestas de los puntos centrales pueden graficarse directamente en la carta de control como una verificación de la forma en que estuvo operando el proceso durante el experimento.

- Considere correr las réplicas del punto central en orden no aleatorio. Específicamente, deberán correrse uno o dos puntos centrales en o cerca del principio del experimento, uno o dos cerca de la parte media, y uno o dos cerca del final. Al separar los puntos centrales en el tiempo, el experimentador tiene una verificación aproximada de la estabilidad del proceso durante el experimento. Por ejemplo, si ha ocurrido una tendencia en la respuesta mientras se realizaba el experimento, graficar las respuestas de los puntos centrales contra el tiempo puede poner de manifiesto esta situación.
- En ocasiones los experimentos tienen que realizarse en situaciones en las que la información previa acerca de la variabilidad del proceso es escasa o nula. En estos casos, correr dos o tres puntos centrales como las primeras corridas en el experimento puede ser de suma utilidad. Estas corridas pueden proporcionar una estimación preliminar de la variabilidad. Si la magnitud de la variabilidad parece razonable, se continúa; por otra parte, si la

1.10. Análisis de la Varianza

Suponga que se tienen a tratamientos o niveles de un solo factor que quieren compararse. La respuesta observada de cada uno de los a tratamientos es una variable aleatoria. Los datos aparecerían como en la tabla I. Una entrada a la tabla I (por ejemplo y_{ij}) representa la observación j -ésima tomada bajo el nivel del factor o tratamiento i . Habrá en general n observaciones bajo el tratamiento i -ésimo.

Tratamiento (nivel)	Observaciones					Totales Promedios	
1	y_{11}	y_{12}	y_{13}	.....	Y_{1n}	y_1	\bar{y}_1
2	y_{21}	y_{22}	y_{23}	.....	Y_{2n}	y_2	\bar{y}_2
a	y_{a1}	y_{a2}	y_{a3}	.....	Y_{an}	y_a	\bar{y}_a

1.10.1. Modelos para los Datos

Se encontrará útil describir las observaciones de un experimento con un modelo. Una manera de escribir este modelo es:

$$y_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, a \end{cases}$$

Donde y_{ij} es la observación ij -ésima, μ_i es la media del nivel del factor o tratamiento i -ésimo, y ε_{ij} es un componente del error aleatorio que incorpora todas las demás fuentes de variabilidad del experimento, incluyendo las mediciones, la variabilidad que surge de factores no controlados, las diferencias entre las unidades experimentales a las que se aplican los tratamientos, y el ruido de fondo general en el proceso. Es conveniente considerar que los errores tienen media cero, de tal modo que $E(y_{ij}) = \mu_i$. La misma ecuación puede ser escrita como el modelo de los efectos:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, a \end{cases}$$

En esta forma del modelo, μ es un parámetro común a todos los tratamientos al que se llama la media global y τ_i es un parámetro único del tratamiento i -ésimo al que se le llama el efecto del tratamiento i -ésimo. Tanto el modelo de las medias como el de los efectos son modelos estadísticos lineales; es decir, la variable de respuesta y_{ij} es una función lineal de los parámetros del modelo. A la ecuación anterior también se la conoce como análisis de varianza simple o de un solo factor o dirección. Además, será un requisito que el experimento se lleve a cabo en orden aleatorio para que el ambiente en el que se apliquen los tratamientos sea lo más uniforme posible. Por lo tanto, el diseño experimental es un diseño completamente aleatorizado. Los objetivos serán probar las hipótesis apropiadas acerca de las medias de los tratamientos y estimarlas. Para probar las hipótesis, se supone que los errores del modelo son variables aleatorias que siguen una distribución normal e independiente con media cero y varianza σ^2 . Se supone asimismo que la varianza σ^2 es constante para todos los niveles del factor. Esto implica que las observaciones:

$$y_{ij} \sim N(\mu + \tau_i, \sigma^2)$$

Y que las observaciones son mutuamente independientes.

Los a tratamientos de la ecuación anterior pudieron ser elegidos expresamente por el experimentador. En esta situación quieren probarse hipótesis acerca de las medias de los tratamientos y las conclusiones se aplicarán únicamente a los niveles del factor considerados en el análisis. Las conclusiones no pueden extenderse a tratamientos similares que no fueron considerados explícitamente. También se podría querer estimar los parámetros del modelo (μ, τ_i, σ^2) . A éste se le llama modelo con efectos fijos (Montgomery, 65)

1.10.1.1. *Análisis del Modelo con Efectos Fijos*

De la sección previa se recuerda que y_i representa el total de las observaciones bajo el tratamiento i -ésimo. De manera similar, sea que $y_{..}$ represente el gran total de todas las observaciones y que $\bar{y}_{..}$ represente el gran promedio de todas las observaciones. Expresado simbólicamente:

$$y_{i.} = \sum_{j=1}^n y_{ij}, \quad \bar{y}_{i.} = y_{i.} / n \quad i = 1, 2, \dots, a$$

$$y_{..} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad \bar{y}_{..} = y_{..} / N$$

Donde $N=an$ es el número total de observaciones. Se nota que el subíndice “punto” implica la operación suma sobre el subíndice que reemplaza. El interés se encuentra en probar la igualdad de las a medias de los tratamientos; es decir, $E(y_{ij}) = \mu + \tau_i = \mu_i$ donde $i=1, 2, \dots, a$. Las hipótesis apropiadas son:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j \quad \text{para al menos un par } (i, j)$$

En el modelo de los efectos, la media $\mu_i = \mu + \tau_i$. Por lo general, μ se considera como una media global de modo que:

$$\frac{\sum_{i=1}^a \mu_i}{a} = \mu$$

Esta definición implica que:

$$\sum_{i=1}^a \tau_i = 0$$

Es decir que los efectos del tratamiento o factor pueden considerarse como desviaciones de la media global. Por consiguiente, una forma equivalente de escribir las hipótesis anteriores es en términos de los efectos de los tratamientos τ_i :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_a$$

$$H_1 : \tau_i \neq 0 \quad \text{para al menos una } i$$

Por lo tanto, se habla de probar la igualdad de las medias de los tratamientos o de probar que los efectos de los tratamientos, las τ_i son cero. El procedimiento apropiado para probar la igualdad de las medias de los a tratamientos es igual al análisis de varianza (Montgomery, 66)

1.10.1.2. Descomposición de la suma de cuadrados total

1.10.2. Inferencia sobre las Varianzas de dos Poblaciones Normales

Para inferir sobre las Varianzas de dos Poblaciones Normales se realizan análisis mediante pruebas de hipótesis. Tanto el procedimiento de prueba de hipótesis como la construcción del intervalo de confianza son relativamente sensibles al supuesto de normalidad.

1.10.2.1. Pruebas de hipótesis sobre el cociente de dos varianzas

Suponga que dos poblaciones normales independientes son de interés, donde las medias y las varianzas poblacionales, por ejemplo, $\mu_1, \sigma_1^2, \mu_2, \sigma_2^2$ son desconocidas. Quieren probarse hipótesis acerca de la igualdad de las dos varianzas, por ejemplo $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$, Suponga que se cuenta con dos muestras aleatorias de tamaño n_1 de la población 1 y de tamaño n_2 de la población 2, y sean S_1^2 y S_2^2 las varianzas muestrales. Quieren probarse las hipótesis:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

El desarrollo de un procedimiento de prueba para estas hipótesis requiere una nueva distribución de probabilidad, que es la distribución F .

1.10.2.1.1. La distribución F

Una de las distribuciones más útiles en la estadística es la distribución F . La variable aleatoria F se define como el cociente de dos variables aleatorias ji-cuadrada independientes, divida cada una por el número de sus grados de libertad. Es decir:

$$F = \frac{W/u}{Y/v}$$

Donde W y Y son variables aleatorias ji-cuadrada independientes con u y v grados de libertad, respectivamente. Entonces, la distribución de muestreo F tiene el siguiente enunciado:

Sean W y Y variables aleatorias ji-cuadrada independientes con u y v grados de libertad, respectivamente. Entonces el cociente:

$$F = \frac{W/u}{Y/v}$$

Tiene la función de densidad de probabilidad:

$$f(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{u+v}{2}\right)\left(\frac{u}{v}\right)^{u/2} x^{(u/2)-1}}{\Gamma\left(\frac{u}{2}\right)\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)\left[\left(\frac{u}{v}\right)x+1\right]^{(u+v)/2}} \quad 0 < x < \infty \text{ (Montgomery y Runger, 410)}$$

Y se dice que sigue una distribución F con u grados de libertad en el numerador y v grados de libertad en el denominador. Por lo general se abrevia $F_{u,v}$.

La media y la varianza de la distribución F son $\mu = v/(v-2)$ para $v > 2$, y:

$$\sigma^2 = \frac{2v^2(u+v-2)}{u(v-2)^2(v-4)}, \quad v > 4 \text{ (Montgomery y Runger, 411)}$$

La variable aleatoria F no es negativa, y la distribución está sesgada a la derecha. Existen tablas con los puntos porcentuales de la distribución F . Sea $f_{\alpha,u,v}$ el punto porcentual de la

distribución F , con u grados de libertad en el numerador y v grados de libertad en el denominador, tal que la probabilidad de que la variable aleatoria F exceda este valor es:

$$P(F > f_{\alpha,u,v}) = \int_{f_{\alpha,u,v}}^{\infty} f(x)dx = \alpha \quad (\text{Montgomery y Runger, 411})$$

1.10.2.1.2. Procedimiento de la Prueba

Sea $X_{11}, X_{12}, \dots, X_{2n_1}$ una muestra aleatoria de una población normal con media μ_1 y varianza σ_1^2 , y sea $X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2n_2}$ una muestra aleatoria de una segunda población normal con media μ_2 y varianza σ_2^2 . Suponga que ambas poblaciones normales son independientes. Sean S_1^2 y S_2^2 las varianzas muestrales. Entonces el cociente:

$$F = \frac{S_1^2 / \sigma_1^2}{S_2^2 / \sigma_1^2}$$

Tiene una distribución F con $n_1 - 1$ grados de libertad en el numerador y $n_2 - 1$ grados de libertad en el denominador. La hipótesis nula es:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

El estadístico de la prueba es:

$$F_0 = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Las hipótesis alternativas y los criterios de rechazo son respectivamente:

Hipótesis alternativas	Criterio de rechazo
$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	$f_0 > f_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1} \quad f_0 < f_{1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$
$H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$	$f_0 > f_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$
$H_1 : \sigma_1^2 < \sigma_2^2$	$f_0 < f_{1-\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$

(Montgomery y Runger, 413)

1.10.3. Otras pruebas para la Igualdad de Varianzas de Datos

Los paquetes estadísticos de software en la actualidad proveen otras opciones de pruebas formales para Igualdad de Varianzas de Datos. El paquete estadístico MINITAB incluye dos pruebas estadísticas que se realizan para la Igualdad de Varianzas, la prueba de Bartlett y la de Levene.

De acuerdo con la guía del paquete estadístico tanto la prueba de Bartlett como la de Levene se utilizan cuando existen más de dos niveles en los que se quiere probar Igualdad de Varianzas.

La prueba de Bartlett debe ser usada cuando los datos vienen de distribuciones normales, debido a que ésta prueba no es robusta cuando se trata de otras distribuciones. Por otro lado, la prueba de Levene se usa cuando los datos vienen de distribuciones continuas, pero no necesariamente normales. Este método considera las distancias de las observaciones desde la mediana muestral, en lugar de hacerlo desde la media muestral. Esto hace que la prueba sea más robusta para muestras pequeñas (Help MINITAB).

1.10.3.1. Prueba de Igualdad de Varianzas de Bartlett

La prueba de Bartlett (Snedecor y Cochran, 1983 en The Engineering Statistics Handbook, o en español El Manual de Estadística para Ingeniería, es usada para probar si k muestras tienen varianzas iguales. Esta prueba es usada para verificar el supuesto de varianzas iguales que algunas pruebas como el ANOVA requieren. Las hipótesis de esta prueba son:

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_k \text{ para al menos un par de } (i,j)$$

$$H_1 : \sigma_i \neq \sigma_j$$

La prueba de Bartlett está diseñada para probar la igualdad de varianzas entre grupos contra la alternativa de que las varianzas no son iguales por al menos dos grupos.

$$T = \frac{(N - k) \ln s_p^2 - \sum_{i=1}^k (N_i - 1) \ln s_i^2}{1 + (1/(3(k - 1)))((\sum_{i=1}^k 1/(N_i - 1)) - 1/(N - k))}$$

En la anterior fórmula s_i^2 es la varianza del i -ésimo grupo. N es el tamaño total de la muestra, N_i es el tamaño de la muestra del i -ésimo grupo, k es el número de grupos, y s_p^2 es la varianza de pozo o *pooled variance*. La varianza de pozo es un promedio ponderado del grupo de varianzas, definido como:

$$s_p^2 = \sum_{i=1}^k (N_i - 1) s_i^2 / (N - k)$$

Con nivel de significancia α , y criterio de rechazo de desigualdad de varianzas si:

$$T > \chi_{(\alpha, k-1)}^2$$

(Snedecor y Cochran, 1983 en Engineering Statistics Handbook)

1.10.4. Comparación de Pares de Medias de Tratamientos

Suponga que el interés se encuentra en comparar todos los pares de a medias de tratamientos y que las hipótesis nulas que quieren probarse son $H_0 : \mu_i = \mu_j$ para toda $i \neq j$. A continuación se presenta la prueba de Tukey que es muy útil para hacer estas comparaciones.

1.10.4.1. Prueba de Tukey

Suponga que, después de un análisis de varianza en el que se ha rechazado la hipótesis nula de la igualdad de las medias de los tratamientos, quieren probarse todas las comparaciones de las medias por pares:

$$H_0 : \mu_i = \mu_j$$

$$H_1 : \mu_i \neq \mu_j$$

Para toda $i \neq j$. Tukey propuso un procedimiento para probar hipótesis para las que el nivel de significación global es exactamente α cuando los tamaños de las muestras son iguales y es a lo sumo α cuando los tamaños de las muestras no son iguales. El procedimiento de Tukey hace uso de la distribución del *estadístico del rango studentizado*:

$$q = \frac{\bar{y}_{\max} - \bar{y}_{\min}}{\sqrt{MS_E / n}}$$

Donde $\bar{y}_{\max} - \bar{y}_{\min}$ son las medias muestrales mayor y menor, respectivamente, sacadas de un grupo de p medias muestrales. Existen tablas estadísticas que contienen los valores de $q_{\alpha}(p, f)$ los puntos porcentuales α superiores de q , donde f es el número de grados de libertad asociados con MS_E . Para tamaños de las muestras iguales, la prueba de Tukey

declara que dos medias son significativamente diferentes si el valor absoluto de sus diferencias muestrales excede:

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{MS_E}{n}}$$

Cuando los tamaños de las muestras no son iguales, la ecuación anterior quedaría como:

$$T_{\alpha} = \frac{q_{\alpha}(a, f)}{\sqrt{2}} \sqrt{MS_E \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}$$

A la versión para tamaños de las muestras diferentes se le llama en ocasiones el procedimiento Tukey-Kramer (Montgomery, 97).

Cuando se visualizan en Minitab los intervalos de confianza, se puede evaluar también la significancia práctica de diferencia entre medias, además de la significancia estadística. Como es usual, la hipótesis nula de no diferencia entre medias se rechaza si y solo si el cero no está contenido en el intervalo de confianza (MINITAB HELP)

1.11. Escalas Recomendadas para Cuestionarios con varios alimentos

1.11.1. Método de Escala JAR (Just-About-Right)

La escala de importancia just-about-right o JAR, es usada comúnmente en investigaciones de mercado para identificar los atributos de los productos o características que pueden requerir mejoramientos. Los consumidores responden ingenuamente indicando si un producto está cercano a lo justo en un atributo o característica especificados, o si hay muy poco o mucho de ese atributo. Es una escala bimodal, adaptada para del uso en investigaciones sociales.

La escala debe ser usada con un panel de 100 o más consumidores. Asume que el cliente que va a responder entiende los atributos, tanto como la forma de usar la escala. La escala es usualmente empleada con tres puntos para facilidad de análisis. La escala es usualmente insensible a pequeñas diferencias.

En la escala JAR, al consumidor se le solicita indicar si el producto está en lo justo o si no en cuanto al atributo, si es muy fuerte o muy débil, etc. La escala puede ser ampliada con anclas semánticas teniendo al punto de *just about right* o *me gusta* como está en el centro,

con un número igual de categorías a ambos lados, por lo tanto podría existir una escala JAR de cinco, siete, nueve o más puntos.

La escala es una serie de categorías discretas. Puede haber más de cuatro categorías en cada lado, sin embargo, a mayor número de categorías es más fácil que existe confusión en el análisis. Dado que la escala JAR es una escala dicotómica, los análisis sugeridos se limitan a porcentajes de respuestas en el centro y en ambos lados, el alto y el bajo, o en los casos en los que se manejen valores esperados por categoría, se puede utilizar la metodología de chi-cuadrada. El porcentaje de respuestas en una categoría es el enfoque más ampliamente utilizado (Chambers y Baker, 51)

1.11.2. Adecuación de uso de Escala Hedónica y de Escala de Ordenamiento en Alimentos

En complemento a lo descrito en la sección 1.4.2.3. sobre Diseños de Cuestionarios, y como parte del avance de la Investigación sobre Evaluación Sensorial en Alimentos, se presenta a continuación una discusión sobre la Adecuación del uso de la Escala Hedónica y la Escala de Ordenamiento o Ranking en Alimentos, realizada por el Dr. Dr. Michael O' Mahony de la Universidad de Davis California.

Generalmente, para el análisis sensorial, el propósito es obtener una medida numérica de intensidades para poder decir el grado de diferencia entre muestras. Para los Psicofísicos, el objetivo es determinar la relación natural percibida y la intensidad física, para determinar la relación entre uno y otro punto de la escala. Este objetivo no demanda de los métodos tradicionales de escalas; para análisis sensoriales, un procedimiento de escala que refleje el procesamiento natural del cerebro no es esencial.

Las escalas son diseñadas para estímulos que se perciben como diferentes obviamente. Esto no es adecuado para determinar el grado de diferencia para pequeñas diferencias -estímulos confusos- porque el error en la escala, el valor \pm es probablemente más grande que la diferencia que está siendo medida. No se puede medir una distancia en milímetros con una escala calibrada a cm.

¿Cuántas Categorías?

No se deben usar pocas categorías o los estímulos diferentes podrían obtener la misma calificación. Cuatro estímulos y tres categorías no funcionan. No se deben usar demasiadas categorías o los jueces podrían agrupar categorías y usarlas de manera intercambiable.

Se ha notado que un juez no entrenado, dando respuestas verbales puede mantener 7 ± 2 categorías en su mente. Pero cuando el juez está usando una hoja de respuesta, las categorías no tienen que mantenerse en su mente ya que se encuentran impresas en la hoja de respuestas.

No hay una respuesta real a la pregunta de cuántas categorías deben ser utilizadas. Es necesario que se pueda expresar el espacio entre los estímulos. Pero si hay demasiadas categorías, los jueces empezarán a usarlas de manera intercambiable (Mahony, 1983).

Espacio entre los números

¿Todos los puntos de la escala son equidistantes? Hay resistencia de las personas para utilizar los extremos de la escala. Es difícil pasar de 8 a 9 más que de 4 a 5. La distancia psicológica entre 8 y 9 es mayor que la que hay entre 4 y 5. Significa que en la manera en la que el juez usa los números, éstos no se encuentran equidistantes. De hecho, no se puede asumir que ninguno de los números se encuentra a igual distancia del siguiente y de su anterior. Esto tiene consecuencias en el análisis estadístico. Las distancias desiguales de espacio entre los números rompen o terminan con lo que se asume en la estadística paramétrica.

Esto significa que no se puede tratar la escala como una escala absoluta. El 5 de una persona puede ser más intenso que el 7 de otra. Entonces si se estuviere comparando dos comidas, por ejemplo en su dulzor o cantidad de azúcar, no se podría tener a la primera persona probando una comida y a la segunda otra. La primera persona podría calificar una comida con un 5, mientras que la segunda persona podría calificarla con un 7. Pero el 5 de la primera persona puede ser más dulce que el 7 de la segunda. Por lo tanto, lo que debería hacerse es arreglar a que las dos personas prueben las dos comidas. La primera persona podría calificar a las dos comidas con un 4 y un 6, mientras que la segunda persona con un 7 y un 8. Como se puede ver, ambas personas han dado calificaciones diferentes a las comidas, pero ambas comparten en que la segunda comida es más dulce que la primera

Si las personas estuviéramos calibradas como instrumentos, entonces se podrían tener diferentes jueces evaluando cada comida. Se sabe que los instrumentos calibrados usan una escala de la misma manera, pero los jueces no. Ellos no han pasado por un proceso de calibración. La calibración toma demasiado tiempo con humanos porque tendemos a olvidar la calibración. Puede que tome semanas calibrar a un humano en una fortaleza dada sobre

un atributo. Entonces debe pensar que los jueces son instrumentos no calibrados, por lo tanto al poner los datos en escalas dará el orden o ranking de intensidad de un estímulo o de un atributo dado, mientras que las calificaciones medias expresan el espacio entre ellos. Los datos no hacen referencia alguno a las cantidades físicas absolutas (Mahony, 184).

El ordenamiento o *Ranking* es simple. La gente ha practicado el ordenamiento durante toda su vida, entonces, ¿por qué no utilizar una habilidad que la gente ya tiene? Esto es especialmente apropiado para consumidores, que no tienen entrenamiento en técnicas de escalas.

Con el ordenamiento no se da ninguna idea sobre el espacio existente entre los productos ordenados. Entonces, la media del orden da una medida de espacio, basada en el comportamiento, del juez o jueces, en lugar de las estimaciones de espacio, probablemente poco acertadas de los jueces no entrenados (Mahony, 190)

¿Cuántos estímulos se pueden ordenar?

Depende. Para estímulos que lucen diferente, como puede ser el caso que se encuentre en el ordenamiento hedónico, el número puede ir hasta diez. Para sabores en los que el estímulo es muy parecido, el número puede estar entre cuatro y cinco (Mahony, 190).

1.11.2.1. Análisis de Ordenamiento por Rangos

El procedimiento de comparación múltiple que involucra la suma de rangos de Freidman para el análisis de datos ordinales se expondrá a continuación como opción a las pruebas desarrolladas por Kramer. Las comparaciones múltiples de Kramer no son las adecuadas para la finalidad propuesta, debido a que las sumas de rangos ordinales de diferentes muestras no son independientes una de otra, y el nivel de probabilidad para una de estas pruebas es incorrecto. Los procedimientos de comparación múltiple propuestos por Joanes, que compensan las debilidades en las pruebas de Kramer, utilizan la distribución de la variabilidad de las sumas del ordenamiento por rangos de cada configuración de suma de rangos, con los procedimientos no paramétricos de compración múltiple que exponen Hollander y Wolfé y las tablas de valores críticos Dunn Ranking y Wilcoxon, ampliadas recientemente por Newell y MacFarlane.

El análisis de datos de pruebas que se basan en ordenamiento por rangos, o escalas de rangos ordinales puede ser de dos tipos:

- a. Comparación de todas las muestras o tratamientos entre sí.
- b. Comparación entre una referencia o control y varias muestras.

El primer tipo de análisis pretende discernir aquellas muestras que son superiores o inferiores a otras muestras.

El segundo tipo de análisis probará si una referencia es superior dentro de un grupo de muestras (diferencia direccional = 1 cola); puede probar si es inferior al grupo de muestras (diferencia direccional = 2 colas).

Se procede a sumar los rangos para las muestras presentadas a los jueces A, B, C, D, etc. Luego se procede a encontrar las diferencias absolutas entre suma de rangos. Por ejemplo, si se presentaron 4 muestras se deberán encontrar las diferencias absolutas para: A-B, A-C, A-D, B-C, B-D, C-D.

En las tablas expandidas por procedimientos de comparación múltiple en el análisis de ordenamiento de datos de Newell, se deberán buscar las diferencias de sumatoria ordinal absoluta crítica de “todos los tratamientos” como comparaciones al nivel de significancia del 5% y del 1%. Luego se deberá comparar con la diferencia absoluta entre suma de rangos expuesta anteriormente y se podrá concluir qué muestra es estadísticamente diferente del resto (Análisis de ordenamiento por rangos, 2010)

1.12. NORMA ISO 6658: 1995 Directivas Generales para la Metodología de Análisis Sensorial

Cuando el número de muestras o prototipos de productos que se desean evaluar son mayores a 1, e inclusive si la evaluación sensorial de productos es compleja, el analista debe acogerse a la Norma ISO 6658:1995 para Análisis Sensorial (Álvarez, 2010)

Las siguientes son las Directivas de la Norma ISO 6658:1995 para Análisis Sensorial con respecto a los tipos de escala y categorías:

5.3. Ensayos de Escalas y Categorías

5.3.1. Tipos: Para estimar el orden o tipo de diferencias, o las categorías o clases en que se deben distribuir las muestras se emplean los ensayos siguientes:

- a) ensayo de clasificación por ordenamiento (5.3.2);
- b) ensayo de categorización nominal (5.3.3);

- c) ensayo de cotación o de categorización ordinal (5.3.4.);
- d) ensayo de puntuación (5.3.5);
- e) ensayo de graduación o de clasificación (5.3.6.)

5.3.2. Ensayo de clasificación por ordenamiento (IRAM 15136)

5.3.2.1. Definición: Ensayo en el cual una serie de tres o más muestras se presenta a cada evaluador, quien debe clasificarlas por orden de intensidad o de graduación de algunas propiedades específicas.

5.3.2.2. Aplicaciones: Este ensayo se recomienda:

- a) como una preselección para ayudar a planificar una evaluación más precisa;
- b) para seleccionar productos;
- c) para concretar ensayos de consumidores destinados a conocer la aceptación y la determinación del orden de preferencia;
- d) para entrenar evaluadores.

5.3.2.3. Ventajas: Es un ensayo rápido y de utilidad para la evaluación de un pequeño número de muestras (no más de seis) que tengan propiedades complejas (por ejemplo calidad y sabor). También es conveniente cuando se trata de analizar el aspecto de un número mayor de muestras.

5.3.2.4. Desventajas: Dado que, por su magnitud, algunas diferencias no pueden incluirse entre los resultados del ordenamiento, este ensayo brinda menos información que el ensayo de cotación. Además, es necesario el empleo de muestras de control si se desea comparar dos grupos de resultados.

5.3.2.5. Número de evaluadores: De acuerdo con los propósitos del ensayo, se recomiendan:

- 3 o más expertos; o bien
- 5 o más evaluadores seleccionados; o bien
- 10 o más evaluadores. Para ensayos de consumidores, 100 o más evaluadores.

5.3.2.6. Procedimiento

5.3.2.6.1. Antes de comenzar el ensayo es necesario asegurarse que los evaluadores conocen las propiedades y están de acuerdo con los criterios con los que se evaluará.

5.3.2.6.2. Cada evaluador examina, según una secuencia dada, las muestras debidamente codificadas, y les asigna un ordenamiento preliminar.

5.3.2.6.3. Este ordenamiento puede ser controlado y reajustado mediante una nueva evaluación de las muestras (Norma ISO 6658:1985 Directivas Generales para la Metodología de Análisis Sensorial, 1985)

1.13. El Modelo del Vendedor de Periódico (The News Vendor Model)

Considere la situación que un fabricante de luces navideñas enfrenta cada año. La demanda es de cierta forma impredecible y ocurre en un pequeño estallido justo antes de navidad, y si el inventario no se encuentra en las perchas, se pierden las ventas. Adicionalmente el costo de recoger inventario no vendido hasta el próximo año, es demasiado alto para hacer atractiva la opción de almacenamiento de año a año. En lugar de ello, cualquier juego de luces que se vendan luego de Navidad tendrá un descuento alto.

Para escoger una cantidad adecuada de producción, las piezas importantes de información a considerar son (1) demanda anticipada y (2) los costos de producir demasiado o muy poco. Para desarrollar un modelo formal se asume lo siguiente:

1. *Los productos son separables.* Se pueden considerar productos uno a la vez dado que no hay interacciones (por ejemplo no hay recursos de producción compartidos o demanda correlacionada)
2. *La planeación se hace para un único período.* Se puede dejar a un lado los periodos futuros dado que el efecto de la decisión actual en ellos es insignificante (por ejemplo en el caso de que el periodo no sea llevado entre periodos).
3. *La demanda es aleatoria.* Se puede caracterizar la demanda con una distribución de probabilidad conocida.
4. *Las entregas se hacen adelantadas a la demanda.* Todo el inventario ordenado o producido es disponible para cubrir la demanda.
5. *Los costos de sobre-ordenar y de ordenar menos son lineales.* Los recargos por tener mucho o muy poco inventario son proporcionales a la cantidad de exceso o falta de stock.

Se hace uso de estas asunciones para desarrollar un modelo, usando la siguiente notación:

$X =$ Demanda (en unidades), una variable aleatoria.

$g(x)=$	Función de densidad de probabilidad (pdf) de la demanda; para este modelo se asumirá que la demanda se distribuye continuamente porque es analíticamente conveniente, pero los resultados son esencialmente los mismos si la demanda es modelada como discreta (por ejemplo cuando es restringida a valores enteros).
$G(x)=$	$P(X \leq x) =$ función de distribución acumulada (cdf) de la demanda.
$\mu=$	media de la demanda (en unidades)
$\sigma=$	desviación estándar de la demanda (en unidades)
$c_0=$	costo en dólares por unidades de exceso de la orden (cuando sobran unidades luego de que se ha cumplido con la demanda)
$c_s=$	costo en dólares por unidad faltante.
$Q=$	cantidad de producción o de orden (en unidades); ésta es la variable de decisión (Hopp, 68)

Para desarrollar el modelo, se puede observar que si se producen Q unidades, entonces el número de unidades de sobre-producción está dado por:

$$\text{Unidades en exceso} = \max\{Q-X, 0\}$$

Eso quiere decir, que si $Q \geq X$, luego el exceso es simplemente $Q-X$, pero si $Q < X$, entonces hay escasez y el exceso es cero. Se puede calcular el exceso esperado como:

$$E[\text{unidades en exceso}] = \int_0^{\infty} \max\{Q-x, 0\}g(x)dx = \int_0^Q (Q-x)g(x)dx$$

De forma similar, el número de unidades de escasez está dada por:

$$\text{Unidades de escasez} = \max\{X-Q, 0\}$$

Eso quiere decir que si $X \geq Q$, entonces la escasez es simplemente $X-Q$, pero si $X < Q$, entonces hay un exceso y la escasez es cero. Se puede calcular la escasez esperada como:

$$E[\text{unidades de escasez}] = \int_0^{\infty} \max\{x-Q, 0\}g(x)dx = \int_Q^{\infty} (x-Q)g(x)dx$$

Utilizando las ecuaciones para el valor esperado de unidades en exceso y de unidades de escasez, se puede expresar el costo como una función de la cantidad de producción:

$$Y(Q) = c_0 \int_0^Q (Q - x)g(x)dx + c_s \int_Q^\infty (x - Q)g(x)dx$$

Se encontrará que el valor de Q que minimiza este costo esperado, igualando la derivada de las integrales anteriores es:

$$G(Q^*) = \frac{c_s}{c_0 + c_s}$$

Primero se debe notar que dado que $G(Q^*)$ representa la probabilidad de que la demanda sea menor o igual a Q^* , este resultado implica que Q^* debe ser escogido de tal manera que la probabilidad de tener suficiente stock para cumplir con la demanda esté dado por la última ecuación. En segundo lugar, se debe tomar en cuenta que conforme $G(x)$ incrementa en x (es decir que las funciones de distribución acacumulada siempre incrementan monotónicamente), de tal forma que cualquier cantidad que incrementa el lado derecho de la última ecuación, resultará en un valor más alto de Q^* . Esto implica que el incremento de c_s incrementará también Q^* , mientras que un incremento en c_0 hará que Q^* decrezca, como se podría intuir.

Asumiendo que G es una distribución normal, se puede re-escribir la expresión como:

$$G(Q^*) = \Phi\left(\frac{Q^* - \mu}{\sigma}\right) = \frac{c_s}{c_0 + c_s}$$

Donde Φ es la función de distribución acumulada (cdf) de la distribución normal estándar. Esto significa que:

$$\left(\frac{Q^* - \mu}{\sigma}\right) = z$$

Donde z es el valor en la tabla normal estándar para el cual $\Phi(z) = c_s/c_0 + c_s$. Por lo tanto:

$$Q^* = \mu + z\sigma$$

La expresión anterior significa que para el caso normal, Q^* es una función creciente de la media de la demanda μ . También es creciente en la desviación estándar de la demanda σ , dado que z es positiva. Este será el caso en el que $c_s/c_0 + c_s$ sea mayor a un medio, dado

que $\Phi(0) = 0,5$ y $\Phi(z)$ crece en z . Sin embargo, si los costos como $c_s/c_0 + c_s$ son menores que un medio, entonces la cantidad óptima a ordenar Q^* decrece conforme σ crece.

Capítulo 2

2. Fase Reconocer

A pesar de que no existe en la revisión literaria una Fase Reconocer como tal, dentro de la Metodología Six Sigma, detallada en la sección 1.2., este paso es importante para proporcionar una visión inicial y entender la situación actual de la empresa y de los procesos y/o productos que se van a examinar en el presente proyecto. Además es importante recalcar que debido a que el presente es un proyecto de análisis y mejoramiento de calidad de productos ya existentes, se tomarán las mejores partes y las más aplicables de las fases tanto de un proyecto Six Sigma como de un proyecto de Diseño por Six Sigma.

2.1. Descripción de la Empresa

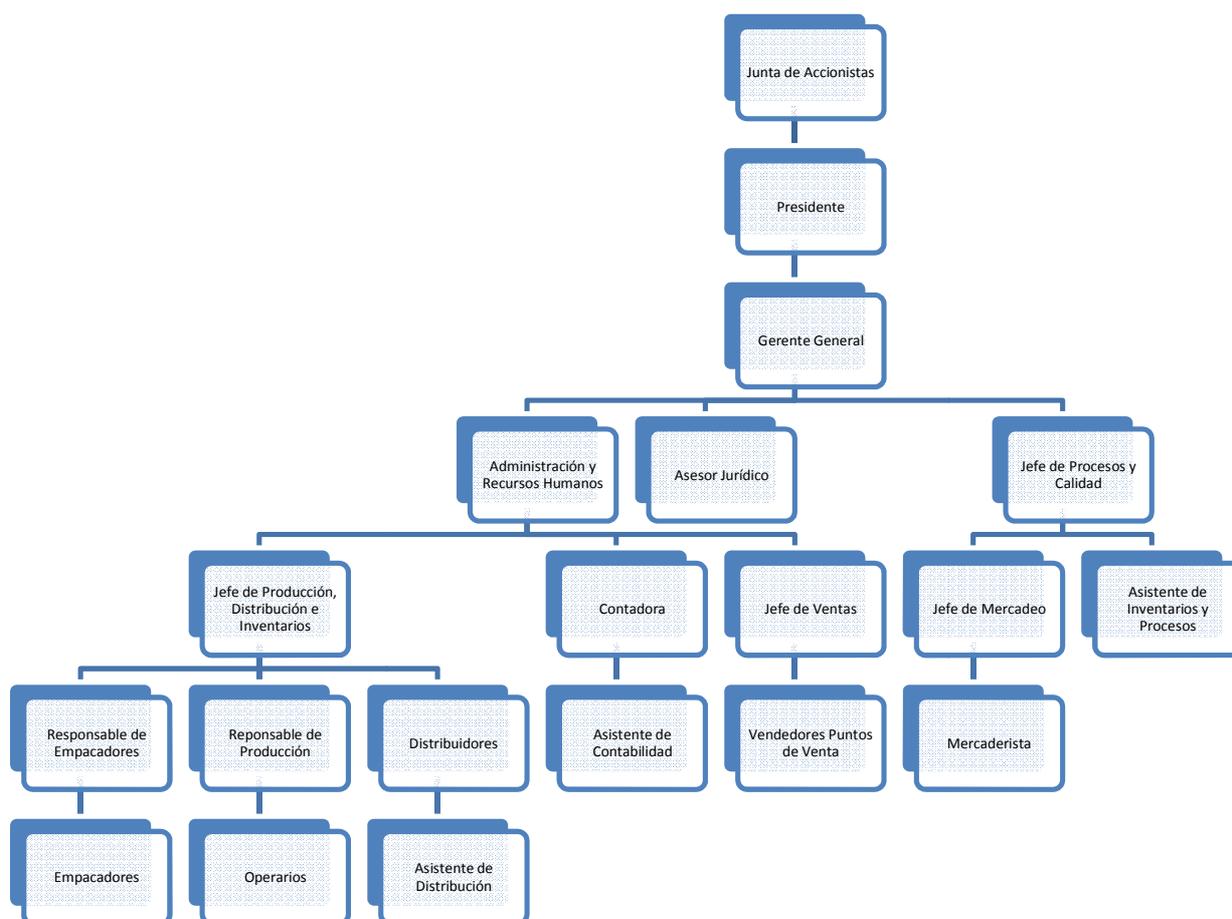
INPACAF S.A., o Industria Pan y Café Sociedad Anónima, fue constituida como tal desde Noviembre del 2009, anterior a esta fecha, la empresa había funcionado bajo el Registro Único de Contribuyente de la persona natural del Sr. Fausto Asimbaya Pastrano, y manteniendo el nombre de INPACAF, o Industria Pan y Café. La empresa fue fundada por el mismo señor hace alrededor de ocho años y hasta hace dos, funcionaba en la Humberto Toscano N53-156 y Pinos, sector La Kennedy. Actualmente la planta de producción y las oficinas administrativas funcionan en las instalaciones ubicadas en Catalina Herrera N12-102 y Lizardo García, sector Conocoto.

INPACAF S.A. nace de la iniciativa de crear una panificadora y distribuidora de pan, que compita en el mercado de Quito con marcas como Mundipan y Panadería La Unión, a través de la fabricación de productos de panadería y pastelería de consumo diario. La estrategia de la empresa en su inicio era ubicar dichas panaderías en puntos de alta afluencia de clientes, y por ello, su representante legal realizó los trámites necesarios para poder ubicar sus puntos de venta dentro de los Supermercados Santa María.

Al ver que el producto y la marca tuvieron gran acogida por parte de los clientes de Supermercados Santa María, segmento al que se enfoca la empresa, INPACAF S.A. decide lanzar su línea de productos a nivel industrial, que pueda competir en el mercado nacional con empresas como Panificadora Mercadillo o Servipan S.A. y que pueda llegar al consumidor a través de su propia marca, Pan y Café, y de la marca de su principal cliente intermediario y distribuidor, Supermercados Santa María. Actualmente INPACAF S.A. maneja ambas líneas de producto, la Línea de Panaderías, que es el producto para consumo

diario sin empaque, dirigido a los puntos de venta, y la Línea de Fábrica, con producto empacado que se exhibe en las perchas dentro de Supermercados Santa María. En las instalaciones donde INPACAF funciona actualmente, además de la planta de producción, funcionan también las oficinas administrativas de la empresa, entre ellas, la Gerencia General, el Departamento de Contabilidad, el Departamento de Marketing y Ventas, y el Departamento de Gestión de Calidad y Procesos. Es importante recalcar, que a pesar de que la empresa cuenta con camiones propios para la distribución de sus dos líneas de producto, no existe un Departamento de Logística, Despachos y Devoluciones, sino que estas funciones han sido delegadas al Administrador de la Planta, quien también labora en dichas instalaciones. La empresa cuenta con un Asesor Jurídico, sin embargo el mismo no trabaja en las instalaciones de INPACAF S.A. El siguiente es el Organigrama detallado de la empresa. La tabla que sigue a dicho Organigrama muestra el nombre de las personas que ocupan cada cargo.

Figura 2.1: Organigrama de INPACAF S.A.



Fuente: Información Administrativa INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

Actualmente INPACAF S.A. cuenta con tres Panaderías, a las que en lo sucesivo se las denominará Puntos de Venta. Los Puntos de Venta se encuentran ubicados dentro de las instalaciones de las sucursales de Villaflores, Ofelia y Santa Clara de Supermercados Santa María. Los Puntos de Venta de la sucursal de Ofelia y Santa Clara pertenecen a los Supermercados Santa María, categoría A o Mega. El tener esta categoría implica que los locales son más grandes que el promedio de tamaño de un supermercado de esta cadena y que se puede encontrar en ellos mayor cantidad de producto por tipo y por marca. Además, pueden acoger a una mayor cantidad de clientes y esto es un beneficio para los Puntos de Venta de Pan y Café, al poder acceder a un mayor número de clientes potenciales.

2.1.1. Descripción de los Productos y Procesos de INPACAF S.A.

Como se mencionó anteriormente, en la descripción de la empresa, INPACAF S.A. cuenta con dos líneas de producto, la Línea de Panaderías y la Línea de Fábrica. En el Anexo 1.A y 1.B se presentan dos tablas con el detalle de cada uno de los productos de cada línea y sus respectivas presentaciones.

Dado que los productos tanto de la Línea de Panaderías como de la Línea de Fábrica tienen procedimientos independientes de fabricación, dependiendo del producto que se desea elaborar, se presentará primero el proceso de producción para ambas líneas de productos, de acuerdo a la definición de proceso establecida en la sección 1.1.2., y luego se va a profundizar en el procedimiento individual de cada producto de acuerdo a su categoría. Los flujogramas, detallados en el Anexo 1.3 muestran el proceso de producción de cada una de las líneas.

2.2. Descripción de la Situación Actual de Aseguramiento y Control de la Calidad del Producto Terminado de INPACAF S.A.

En la actualidad, INPACAF S.A. carece de un Sistema de Gestión de Calidad, y un enfoque a la calidad tanto de sus procesos y productos, tomando en cuenta la satisfacción y opinión de sus clientes. El principal inconveniente que un proyecto de Análisis y Mejoramiento de Calidad enfrenta en INPACAF S.A. es el mercado cerrado de los productos de la Línea de Fábrica que al expenderse con la marca Santa María, en los Supermercados de dicha cadena, crean la ilusión de que pueden ser vendidos, sin necesidad de mejoramiento, al tener una marca que no depende tan solo de la calidad en sí del producto, sino también del nombre del supermercado. Este factor ha hecho posible

sostener los niveles adecuados de producción para poder generar índices de rentabilidad aceptables, pero no un crecimiento sustancial en ventas, proporcional al crecimiento del número de sucursales del Supermercado en los últimos años. Este factor se puede evidenciar al analizar los principales valores de balances contables de la empresa de los últimos años:

Tabla 2.1. Resumen de los Principales Valores de Balances Contables de INPACAF S.A. de los 3 últimos años:

Balance al	Costo de Ventas y Producción (\$)	Costos Operacionales (\$)	Total Ventas Anuales (\$)	Utilidad en Ejercicio (\$)	% de Crecimiento Anual	% de Crecimiento Esperado
31-dic-09	383.059,66	161.194,27	619.713,29	75.459,36	82,70	100%
31-dic-08	353.435,38	117.332,81	512.070,09	41.301,90	40,42	100%
31-dic-07	264.749,36	99.050,90	393.214,35	29.414,09		

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

De acuerdo a la información brindada por el Gerente General de INPACAF S.A., se espera que la empresa espera cada año crezca al menos el doble del año anterior en cuanto a utilidades y ventas anuales, pero se puede apreciar que este objetivo no se ha logrado y a pesar de que el incremento promedio de Gastos Operacionales es del 27% aproximadamente y de los Costos de Ventas y Producción de un 20%, el crecimiento de las ventas no logra llegar a un crecimiento utilitario del 100% anual. Adicionalmente, el Gerente General ha comunicado que en su plan estratégico visto a 3 años o más, desea modificar casi en su totalidad la estructura administrativa de la empresa por lo que cualquier proyecto que busque reducir los Gastos Operacionales o Costos de Ventas y Producción sería afectado por ésta variable. Entonces, se decide que el presente proyecto mejore la Satisfacción Actual de los Clientes y determine si dicho mejoramiento logra conseguir reducir o aumentar las ventas.

Por otro lado, nunca antes en INPACAF S.A. se ha realizado un levantamiento de información sobre satisfacción y/o necesidades de sus clientes y se considera inclusive que la información proveniente de ellos nunca llega a oídos de las áreas de Administración y mucho menos de Producción. Además de no conocer la Voz del Cliente, en INPACAF S.A. no se sabe a ciencia cierta cuál es el costo real de fabricación de cada producto y por ende, a pesar de conocer los precios de venta al público en el caso de la Línea de Panadería, o de facturación en el caso de la Línea de Fábrica, se desconoce

también la rentabilidad de los mismos. Por esta razón, para el presente proyecto es fundamental realizar el trabajo de determinación y análisis de los costos de ambas líneas de producción, y orientar el enfoque a los productos con menor volumen de ventas y los menos rentables para la empresa.

Capítulo 3

3. Fase Definir - Identificar

En el presente proyecto, como se ha mencionado anteriormente, debido a que se trata del análisis y mejoramiento de productos ya existentes se utilizará la mejor mezcla de las partes más aplicadas de un proyecto Six Sigma y de un proyecto de Diseño por Six Sigma. La presente será una fusión de la Fase Definir de un proyecto Six Sigma y la Fase Identificar de un proyecto DFSS.

De acuerdo a lo detallado en la sección 1.2., en la presente fase se realizará el Borrador de la cartera de proyecto, el proyecto será documentado y luego se iniciarán los estudios para identificar los requerimientos del cliente.

3.1. Cartera de Proyecto

El Project Charter o Cartera de Proyecto se encuentra detallado como Anexo 2, al final de este documento.

3.2. Identificación de los Requerimientos del Cliente.

De acuerdo a lo establecido en la sección 1.2.3.2. del presente documento, referente a la Identificación de los requerimientos del cliente, se deberá obtener las necesidades y requerimientos del consumidor y transformarlos en una lista VOC, ó voz del consumidor y traducir la lista VOC a requerimientos funcionales y medibles. La herramienta más importante que se utilizará en primera instancia las que pertenecen a la Investigación de Mercados.

Se ha decido realizar primero una Investigación Cualitativa y posteriormente una Investigación Descriptiva del mercado de INPACAF S.A. para coleccionar datos de la Voz del Cliente VOC. La herramienta escogida por su acogida y eficacia en la obtención de información cualitativa dentro de la Investigación Cualitativa serán los Grupos de Enfoque o Grupos Focales, mientras que la herramienta escogida para la Investigación Descriptiva será la aplicación de una encuesta debido a la objetividad con la que se requiere obtener la VOC del cliente

3.2.1. Realización de Grupos Focales

3.2.1.1. *Objetivos de los Grupos Focales*

- Objetivo Principal: El propósito principal de los grupos de enfoque que se han decidido llevar a cabo para obtener la Voz del Cliente, es obtener puntos de vista el escuchar a un grupo de personas del mercado objetivo de clientes de INPACAF S.A. acerca de la satisfacción que tienen en la compra de los productos que INPACAF S.A. oferta.
- Objetivos Secundarios:
 - Generar nuevas ideas acerca de productos antiguos.
 - Definir los problemas de satisfacción con más precisión.
 - Generar rumbos de acción alternativos para los problemas de satisfacción definidos.
 - Obtener información útil para estructurar cuestionarios para consumidores.
 - Generar hipótesis sobre la satisfacción de los consumidores que puedan comprobarse cuantitativamente.
 - Interpretar resultados obtenidos de la realización del Grupo Focal.

3.2.1.2. *Número de Grupos Focales*

De acuerdo con lo señalado en la sección 1.3.2.1.3., del presente documento, se decidió realizar *cuatro* grupos focales, tomando en cuenta que los temas tratados en los mismos iban a ser similares, todos enfocados en la satisfacción de los clientes por los productos ofertados por INPACAF S.A. Además, el haber decidido realizar cuatro grupos focales y no más se sustenta en que se trata de un único segmento de mercado al que se va a estudiar, que será descrito con mayor detalle en la sección que trata sobre población objetivo.

La información recabada en estos cuatro grupos podrá ser analizada y clasificada posteriormente en aspectos de calidad relevantes del producto para el cliente, y poder medir estos aspectos mediante encuestas que deberán aplicarse a la población de clientes de los productos que se elija en base a los análisis de costos y rentabilidad. Los Cuatro Grupos Focales fueron realizados en puntos estratégicos de venta de los Supermercados Santa María. Tres de los Cuatro Grupos fueron realizados en los puntos de venta de la Línea de Panadería de INPACAF S.A. que se encuentran dentro de los Supermercados y que a la vez expenden también producto de la Línea de Fábrica, siendo estos Villaflora, La Ofelia y Santa Clara, mientras que otro de los grupos focales se realizó por solicitud del Departamento de Ventas de INPACAF S.A. en la matriz de Supermercados Santa María,

ubicada en el sector de Ñaquito, en la ciudad de Quito. A continuación se presenta una tabla informativa de las características de cada uno de los grupos focales realizados:

Tabla 3.1. Características de los Cuatro Grupos Focales realizados con los productos de INPACAF S.A.:

Grupo	Localización	Productos Presentados y Degustados	Número de personas	Rango Edades	Tema de enfoque
1	Villaflora	Línea de Fábrica y de Panadería	8	18-60 años	Apreciación general de las características de los productos de ambas líneas
2	Santa Clara	Línea de Fábrica y de Panadería	7	18-60 años	Características importantes de los productos de la Línea de Panadería
3	La Ofelia	Línea de Fábrica y de Panadería	8	18-60 años	Enumeración de aspectos tangibles e intangibles de la Calidad de los productos de ambas líneas
4	Ñaquito	Línea de Fábrica	9	18-60 años	Características importantes de los productos de la Línea de Fábrica

Fuente: Datos de Población Objetivo de Clientes de INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

Como se puede apreciar el primer Grupo Focal, realizado en el punto de venta ubicado en la Villaflora fue de carácter introductorio y en búsqueda de parámetros o características generales de los productos de las dos líneas de INPACAF S.A. que el cliente considera como importantes. Esta información serviría para explorar cada parámetro o característica a detalle en los subsiguientes Grupos Focales.

El Grupo Focal realizado en Santa Clara tuvo el enfoque principal en los Productos de la Línea de Panadería, ya que además de que estos productos son expendidos mayoritariamente en este punto de venta también son elaborados ahí. Sin embargo esto no quiere decir que solamente se realizaron degustaciones de productos de esta línea, ambas líneas fueron exploradas pero se dio mayor enfoque a la de Panadería.

Dado que en la sucursal del sector de Ñaquito de Supermercados Santa María no se expenden productos de la Línea de Panadería, se decidió enfocar el Grupo Focal realizado en esta ubicación, en los productos de la Línea de Fábrica, realizando degustaciones solo de los productos correspondientes a ésta línea.

Por ello, en el Grupo Focal realizado en el punto de venta ubicado en la sucursal de La Ofelia, al ser expandidos tanto productos de la Línea de Fábrica como la de Panadería, se decidió explorar a detalle todas las características tangibles e intangibles de importancia de cada producto representativo de cada familia, que corresponderían a los aspectos de calidad que deberían ser medidos en la encuesta. En la sección en la que se habla de la población objetivo se justificará el rango de edad de los clientes que han participado en los Grupos Focales.

3.2.1.3. Perfil del Moderador del Grupo Focal

De acuerdo con el procedimiento de Planeación de los Grupos Focales, mencionada en la sección 1.3.2.1.3. del presente documento, luego de haber listado los objetivos es necesario realizar un perfil para que el moderador maneje el Grupo Focal. En el caso particular del estudio de satisfacción, dada por la calidad del presente proyecto se van a realizar 4 Grupos Focales como se mencionó anteriormente y para cada uno de ellos se ha realizado un perfil distinto:

- 3.2.1.3.1. Perfil para Apreciación general de las características de los productos de las dos líneas de producto en la sucursal de Villaflora.
1. Preámbulo: Gracias y Bienvenida, Presentación de INPACAF S.A.
 2. Introducción y animación: Introducción a los objetivos de la reunión y a los productos ofertados por INPACAF S.A., tanto de la Línea de Fábrica como de la Línea de Panadería.
 3. Ideas Generales del Pan: ¿qué les recuerda a los participantes la palabra *pan*? ¿qué buscan en un pan? ¿qué buscan en productos panificados?
 4. Degustación del Pan: ¿qué características sobresalen de cada producto presentado?
 5. Cierre del Ejercicio: Ideas finales de las características, Gracias por la Participación, Entrega de Regalo por parte de la empresa.

3.2.1.3.2. Perfil para Enumeración de aspectos tangibles e intangibles de la Calidad de los productos de ambas líneas

Los cuatro primeros puntos son iguales que los del perfil de la sección 3.2.1.3.1, al igual que el último punto de cierre del ejercicio.

1. Características Tangibles: Preguntar a los asistentes sobre todas las características sensoriales del producto. Además indagar sobre la satisfacción en estas características.
2. Características Intangibles: Preguntar a los asistentes sobre todas las características no sensoriales del producto y su satisfacción.

3.2.1.3.3. Perfil para Características importantes de los productos de la Línea de Panadería

El Preámbulo, Ideas Generales del Pan y Degustación del pan son iguales a la sección 3.2.1.3.1. Los de Características Tangibles e Intangibles son iguales a la sección 3.2.1.2.2. El cierre del ejercicio es el mismo en todos los perfiles

1. Introducción y animación: Introducción a los objetivos de la reunión y a los productos ofertados por INPACAF S.A., tanto de la Línea de Panadería.
2. Satisfacción y recomendaciones para mejora las características de la Línea de Panadería: Preguntas abiertas de sugerencias.

3.2.1.3.4. Perfil para Características importantes de los productos de la Línea de Fábrica

El perfil para este grupo focal es el mismo que para la sección 3.2.1.3.3, a diferencia de que los productos presentados son de la Línea de Fábrica.

3.2.1.4. Población Objetivo

Los clientes de INPACAF S.A. pertenecen a la misma población de clientes de Supermercados Santa María, debido a que tanto los puntos de venta de la empresa como el producto de INPACAF S.A. que se encuentra en perchas está dentro de los locales de Supermercados Santa María. A continuación se detallan las características de la población objetivo de los clientes de INPACAF S.A. de la línea de Panadería y de Fábrica:

- Género: Hombres y Mujeres
- Edad: 18 a 60 años (por decisión propia de compra, y recursos factibles para comprar)

- Nivel Económico: Ingresos mensuales de al menos \$240 (Salario Único Bonificado Básico)
- Ubicación: Sectores Populares, de concurrencia masiva de personas con ingresos económicos medios-bajos de la ciudad de Quito, donde se encuentran ubicados los Supermercados Santa María, especialmente mercados, por ejemplo el sector de Ñaquito, Santa Clara, Ofelia.
- Estrato Social: Medio-Bajo
- Nivel de Educación: Escuela – Colegio
- Aspectos Culturales: No se hicieron distinciones entre personas con diferente cultura, etnia, etc.

3.2.1.5. *Presentación de Productos en los Grupos Focales*

En cada uno de los Grupos Focales se presentaron los productos de cada línea en el mismo modo, en las mismas cantidades, y se hizo que cada uno de los asistentes al Grupo Focal lo probara, y realizara las observaciones correspondientes. Se utilizó un producto representativo de cada familia y se ofreció agua a los asistentes para que no exista mezcla de sabores de los productos. Además se realizaron combinaciones, como se podrá ver en la tabla 2.5, para garantizar que no exista sesgo por presentar en el mismo orden todos los productos. Los productos presentados se resumen en la siguiente tabla con su correspondiente orden de presentación:

Tabla 3.2. Presentación de los Productos de Líneas de Fábrica y Panadería de INPACAF S.A. para los Grupos Focales:

Número de Producto	Villaflora	Santa Clara	La Ofelia	Iñaquito
1	Familia Ambato: Pan de Ambato	Familia Enrollados: Cachos	Familia Sánduche: Sánduche	Familia Hot Dog-Hamburguesa: Hot Dog
2	Familia Enrollados: Cachos	Familia Reventado: Reventado	Familia Reventado: Reventado	Familia Hot Dog-Hamburguesa: Hamburguesa
3	Familia Sánduche: Sánduche	Familia Baguette: Rosas de Agua	Familia Ambato: Pan de Ambato	Familia Ponque: Ponque
4	Familia Dulce: Mini Dulce	Familia Dulce: Mini Dulce	Familia Centeno e Integrales: Pan Centeno	Familia Melvas: Melvas
5	Familia Reventado: Reventado	Familia Ambato: Pan de Ambato	Familia Enrollados: Cachos	Familia Pastel: Pastel Relleno
6	Familia Baguette: Rosas de Agua	Familia Sánduche: Sánduche	Familia Baguette: Rosas de Agua	
7	Familia Centeno e Integrales: Pan Centeno	Familia Centeno e Integrales: Pan Centeno	Familia Dulce: Mini Dulce	
8	Familia Hot Dog-Hamburguesa: Hamburguesa	Familia Ponque: Ponque	Familia Melvas: Melvas	
9	Familia Melvas: Melvas	Familia Hot Dog-Hamburguesa: Hamburguesa	Familia Ponque: Ponque	
10	Familia Ponque: Ponque	Familia Melvas: Melvas	Familia Hot Dog-Hamburguesa: Hamburguesa	

Fuente: Familias de Productos de INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

Nuevamente, como se puede apreciar en la anterior, en la sucursal de Supermercados Santa María de Iñaquito a diferencia de las sucursales donde existen puntos de venta de INPACAF S.A., solamente se presentaron los productos de la Línea de Fábrica, ya que no se expenden productos de la Línea de Panaderías.

3.2.1.6. Transcripción de los Resultados de los Grupos Focales

Luego de haber concluido los Grupos Focales realizados se transcribieron los resultados generales obtenidos de la filmación realizada:

- Dado que en la sucursal de Villaflora se tocó el tema de aspectos generales de calidad de interés para los clientes de INPACAF S.A., se encontró que existían mayores problemas en los productos de la Línea de Panadería, especialmente con

los sabores de productos de la misma familia, dado que tienen mezclas idénticas. A los clientes les gustaría que exista diferencias marcadas entre los productos de una misma familia, a pesar de que la masa base sea la misma. Es importante recalcar que por ésta razón se debería incurrir en investigación de modificación de sabores, posiblemente creando nuevos prototipos, mejorados, de los productos que se escojan en el estudio.

- En la sucursal de Santa Clara, dado que el enfoque se dio en los productos de la Línea de Panadería, se evidenció el mismo problema encontrado en la sucursal de Villaflora, además de otras características de interés para el cliente, que se encuentran detalladas en la figura 2.3.
- En la sucursal de Ñaquito, dado que el enfoque se realizó en los productos de la Línea de Fábrica solamente, se indagó a los clientes sobre sabores y otras características de interés de los productos. Se llegó a saber que en el caso del Ponqué, en cualquiera de sus presentaciones el sabor sería mejor si fuera variado, o tal vez mejorado en su única presentación y en el caso de los Panes de Hamburguesa y Hot Dog, sería mejor si están más frescos y tienen ajonjolí.
- En la sucursal de La Ofelia al indagar y profundizar en las dos líneas de producto de INPACAF S.A. se llegó a entender que para cada producto y cada línea las expectativas del cliente en cuanto a frescura y disponibilidad son variadas, y que ambas características son importantes a la hora de comprar cualquiera de los productos ofrecidos. Las melvas de INPACAF S.A. tuvieron muy pocos comentarios que demuestren necesidad de mejoramiento.

3.2.1.7. *Análisis de los Grupos Focales*

Se realizó una reunión con varios miembros del proyecto, descritos en la Cartera de Proyecto, especialmente con los que tienen relación directa con producción para ordenar las ideas de la Investigación Cualitativa realizada mediante los Grupos Focales para elaborar posteriormente un cuestionario como herramienta de la Investigación Descriptiva. Esta etapa del proyecto equivale a la primera etapa del Mejoramiento de Procesos Six Sigma, descrita en la sección 1.2.2.

El resultado fue el siguiente Diagrama de Afinidad, una de las herramientas utilizadas en un Proyecto Six Sigma, en el que se pueden apreciar los principales resultados globales de los Grupos Focales y la clasificación y categorización que se les ha asignado para el momento de la realización de la encuesta.

Figura 3.1. Diagrama de Afinidad de resultados de los Grupos Focales realizados con los clientes de INPACAF S.A.:

Tangibles			
Presencia	Sabor	Textura	Temperatura
Color corteza	Dulce	Esponjoso	Caliente
Color masa	Sal	Crujiente	Frío
Desprendibilidad	Tipo Harina		
Entereza	Extras		
	Saborizantes		

Intangibles	
Disponibilidad	Frescura
Número de veces que el producto deseado está disponible	Número de días máximo en que el cliente estaría satisfecho comprando el producto

Fuente: Acta de Reunión Análisis Grupos Focales INPACAF S.A.

Elaboración: Personal INPACAF S.A.

A continuación se presenta la definición de cada aspecto tanto tangible como intangible que fue dada por los clientes:

- Color corteza: Qué tan quemada, dorada o cruda se aprecia la parte externa o corteza del producto.
- Color masa: Qué tan quemada, dorada o cruda se aprecia la masa interior del producto cuando se lo abra o come.
- Desprendibilidad: Cantidad de migas que el producto desprende cuando se lo manipula.
- Entereza: Lo opuesto de la desprendibilidad
- Dulce: Cantidad de Azúcar contenida en cada producto
- Sal: Cantidad de Sal contenida en cada producto
- Tipo de Harina: Qué tipo de fibra encuentra el cliente en la masa del producto.
- Extras: Si el cliente encuentra grajeas, chocolate, etc., como complemento del producto.
- Saborizantes: Cualquier sabor adicional que el cliente encuentra ajeno a la naturaleza de una masa común.
- Esponjosidad: Si el producto se puede aplastar recuperando su forma.
- Crujencia: Si el producto produce sonido al contacto con cualquier objeto, incluyendo dientes, manos del cliente.

- Caliente/Frío: Grado de temperatura del producto el momento que llega a manos del cliente.
- Disponibilidad: Número de veces que el producto deseado está disponible en percha.
- Frescura: Número de días máximo en que el cliente estaría satisfecho comprando el producto.

Se conoce, gracias a la información brindada por los clientes de los Grupos Focales, que tanto los aspectos tangibles como intangibles de la calidad del producto guardan una estrecha relación con la variable independiente del presente estudio que es la Satisfacción Global del Cliente. Es importante mencionar que dentro de los aspectos tanto intangibles como tangibles cada característica era apreciada por los clientes que participaron dentro de los grupos focales pero en distinta magnitud, por ejemplo en algunos casos los clientes deseaban que los productos fueran esponjosos y en otros casos crujientes, y en algunos casos deseaban que el producto tuviera ambas características.

3.2.2. Selección de Productos para el Proyecto

Con la información obtenida previamente en los Grupos Focales, y ajustándose al alcance presentado en la Cartera de Proyecto de la sección 3.1, lo obtenido en los Grupos Focales debe aplicarse a los dos productos con menores ganancias para la empresa, de la línea más fuerte que esta tenga. Dado que esta información es desconocida, se utilizará la información presentada en la sección 1.5. de éste proyecto, que trata acerca del Costeo de Productos y de Rentabilidad, para realizar la selección de productos requerida.

3.2.2.1. *Análisis de Rentabilidad y Costos de la Línea de Panadería*

Los análisis presentados en esta sección se basan en los conceptos de costos y rentabilidad introducidos en la sección 1.5. El siguiente análisis se ha realizado en función de la demanda del último trimestre del año 2009 para los tres puntos de venta más las ventas a granel que maneja actualmente INPACAF S.A. para la venta de su Línea de Panadería. Se decidió tomar este periodo de tiempo dado que la información escrita para este período era la única que se encontraba completa en relación a trimestres anteriores tanto para la Línea de Panadería como para la Línea de Fábrica. Debido a que no se tienen datos reales de la demanda de los clientes, se utilizará la información de ventas del último trimestre del año 2009 para el presente análisis, que será tomada como demanda. En el Anexo 3.a, se puede

apreciar el resumen de ventas realizadas por sucursal y por mes y los totales correspondientes de cada categoría.

En el ANEXO 3.a, la letra *S* representa al punto de venta de Santa Clara, *V* al punto de venta de Villaflora, *O* al punto de venta de La Ofelia, y *G* a las ventas a Granel que se han realizado de la Planta Panificadora directamente. Para seleccionar los productos que serán parte de este estudio, se busca establecer además del volumen de ventas, las ganancias netas que han dejado los productos en el último semestre. Esta información se obtendrá al calcular el producto del volumen de ventas y la rentabilidad obtenida de cada producto.

El momento de levantar ésta información, se encontró que INPACAF S.A., ha venido llevando su contabilidad, haciendo que dentro de los Costos Operacionales se encuentren el Costo de Mano de Obra, Gastos Indirectos, Gastos de Venta, Gastos Administrativos y Gastos Financieros, en lugar de separarlos en Costos de Producción y Costos de Distribución como se menciona en la sección 1.5.2. Por esta razón, a continuación se muestra una tabla de costos calculados individualmente para cada producto de materia prima en el Anexo 4, y en el Anexo 5 el costo de cada producto de INPACAF S.A. en cuanto a la materia prima que cada producto consume. En el Anexo 6.a. y en el Anexo 6.b., el costo total de cada producto dado tanto por los costos de materia prima, como por los costos operacionales.

Con la información del Anexo 4, se ha realizado un trabajo de costeo mostrado en el Anexo 5, con la ayuda de la teoría del MRP introducida en la sección 1.5.1. Lo que se hizo fue encontrar la cantidad de cada ingrediente como huevos, harina, etc., con la que cada producto está compuesto, y multiplicar ese valor por su costo en gramos para todos los productos de la Línea de Panadería.

En el Anexo 6.b., además de los costos totales de cada producto se muestra el precio de venta al público, con el objetivo de determinar la rentabilidad de cada producto de la empresa. Los costos denominados como indirectos de producción, en la sección 1.5.2., han sido tomados como los siguientes costos operacionales por línea, y como se mencionó anteriormente se encuentran en el Anexo 6.a.

Debido a que los costos operacionales totales por mes y por trimestre son costos agregados de todos los productos de cada línea, es imposible desagregar dichos costos por producto, ya que la empresa no posee información detallada de los costos indirectos de cada producto.

Por esta razón, el total de costos operacionales de la Línea de Panadería será dividido para el número de unidades de producto de ésta línea y así obtener el costo operacional individual de cada producto. Entonces, al tener un total de costos operacionales de la Línea de Panadería de \$5929,08 por trimestre y se produjeron en total 198.293 unidades de todos los productos, se tendría un costo operacional por producto de la Línea de Panadería de \$0,0299. Es importante recalcar que ésta estimación no es del todo real, pero es bastante cercana ya que todos los productos son hechos por los mismos operarios, bajo la misma administración, son transportados de la misma manera, etc.

Para calcular la rentabilidad de los productos de la Línea de Panadería, se deberán sumar, de acuerdo a lo establecido en la sección 1.5.2, los costos de materia prima y el costo operacional individual por producto. Como se mencionó anteriormente, esta información se encuentra en el Anexo 6.b.

Con la información de la Rentabilidad de los productos, y la cantidad de unidades vendidas trimestralmente de cada producto, se pueden obtener las Ganancias Netas de los Productos de Línea de Panadería, que también se encuentra en el Anexo 6.c. De acuerdo a las Ganancias Netas obtenidas en el mencionado anexo, se procede a clasificar a los productos con similares características en el proceso, en Familias de Productos, ya que la masa y la cantidad de ingredientes que contienen los productos de una familia son muy similares. Por ello cualquier modificación para mejorar la Satisfacción de Clientes realizada en la masa no afectaría a un solo producto sino a la Familia entera.

Al clasificar los productos en Familias de Productos, se agregan las Ganancias Netas obtenidas en el ANEXO 6.c., y se puede apreciar una ganancia por Familia de Productos en el Anexo 6.d. El total de ganancias netas aportadas a la empresa por concepto de ventas de los productos de la Línea de Panadería es de \$9.571,21. Este valor será comprado posteriormente con el total de ventas de los productos de la Línea de Fábrica y poder seleccionar los productos correctos para el presente análisis de calidad.

3.2.2.2. *Análisis de Rentabilidad y Costos de la Línea de Fábrica*

Los supuestos utilizados para la realización de este análisis de rentabilidad son los mismos que se utilizaron para la sección 3.2.2.1. El siguiente análisis se ha realizado en función de la demanda del último trimestre del año 2009 para todos los locales de Supermercados Santa María donde se expende el producto de la Línea de Fábrica de INPACAF S.A. Se decidió tomar este periodo de tiempo dado que la información escrita para este período era

la única que se encontraba completa en relación a trimestres anteriores tanto para la Línea de Panadería como para la Línea de Fábrica En el Anexo 3 se puede apreciar el resumen de ventas realizadas por sucursal y por mes y los totales correspondientes de cada categoría.

En el ANEXO 3 de las ventas de los productos de la Línea de Fábrica, se eliminaron los productos estacionales como Galletas Surtidas y Pan de Pascua para el período de Navidad y Guaguas de Pan para el período de Día de los Difuntos porque podrían afectar al análisis que se desea hacer con los productos que se venden constantemente todo el año. Además, se retiró el producto Apanadura de 250gr., debido a que su fabricación depende de las devoluciones de producto no caducado que se realicen semanalmente, y no de una materia prima calculable.

Además, es importante recalcar que aunque no se encuentre en la tabla anterior, la Línea de Fábrica posee productos que también se venden en los Puntos de Venta de INPACAF S.A., conjuntamente con los productos de la Línea de Panadería, y, al no ser facturados a Supermercados Santa María se encuentran separados de la tabla anterior. Estos productos y sus cantidades de venta se encuentran detallados en el Anexo 3.c.

En el caso de los Panes de Hot Dog y Hamburguesa de los códigos 18, 285 y 25, 292 se agregaron las cantidades de venta tanto de la marca Pan y Café como de la marca Santa María, ya que se trata del mismo producto con distinto empaque.

Fue necesario costear cada uno de estos productos al igual que se hizo anteriormente con los productos de la Línea de Panadería. Los costos de materia prima fueron igualmente calculados con la ayuda del Anexo 4. y se encuentran detallados en el Anexo 5. La tabla 2.6 muestra los costos operacionales por Líneas de Producto.

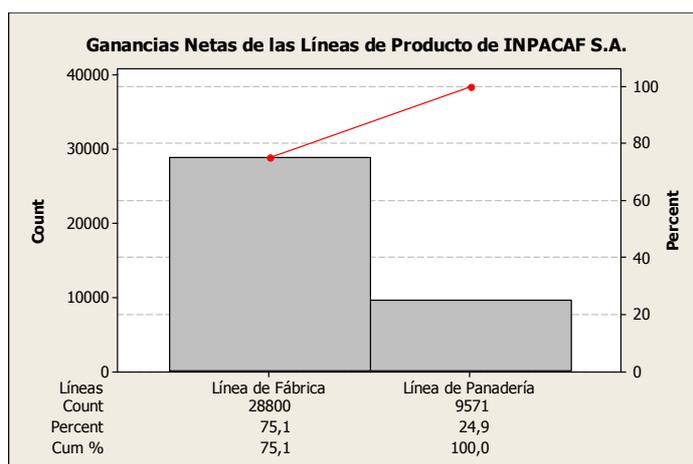
Debido a que los costos operacionales totales por mes y por trimestre son costos agregados de todos los productos de cada línea, es imposible desagregar dichos costos por producto, ya que la empresa no posee información detallada de los costos indirectos de cada producto. Por esta razón, el total de costos operacionales de la Línea de Fábrica será dividido para el número de unidades de producto de ésta línea y así obtener el costo operacional individual de cada producto, asumiendo lo mismo que se asumió en la sección 3.2.2.1. Entonces, al tener un total de costos operacionales de la Línea de Fábrica de \$22962 por trimestre y se produjeron en total 522.751 unidades todos los productos se tendría un costo operacional por producto de la Línea de Panadería de \$0,0559. En el Anexo 7.a., se muestran dichos

costos agregados y el precio de venta al público, con el objetivo de determinar la rentabilidad de los productos de la empresa. De esta manera, al realizar el producto de la rentabilidad de cada producto y el volumen de ventas trimestral de los mismos, se obtienen las Ganancias Netas por producto que se muestran en el Anexo 7.b.

Con esta información se procede a clasificar a los productos con similares características en el proceso, en Familias de Productos, ya que la masa y la cantidad de ingredientes que contienen los productos de una familia son muy similares. Al clasificar los productos en Familias de Productos, se agregan las Ganancias Netas obtenidas en el Anexo 7.b., y se obtiene una ganancia por Familia de Productos, mostrada en el Anexo 7.c.

El total de ganancias netas aportadas a la empresa por concepto de ventas de los productos de la Línea de Fábrica es de \$28800,35. Este valor sumado con el de ganancias netas por concepto de ventas de los productos de la Línea de Panadería da un total de \$38371,56. Por ende, el total de ganancias netas por concepto de ventas de los productos de Línea de Fábrica representa el 75,1% de las ganancias totales de la empresa, mientras que el total de ganancias netas por concepto de ventas de los productos de la Línea de Panadería representa el 24,9% restante. Esto se puede apreciar de mejor manera en el siguiente Diagrama de Pareto:

Figura 3.2. Diagrama de Pareto de las Ganancias Globales del último trimestre del 2009 de INPACAF S.A.



Fuente: Registros Contables de INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

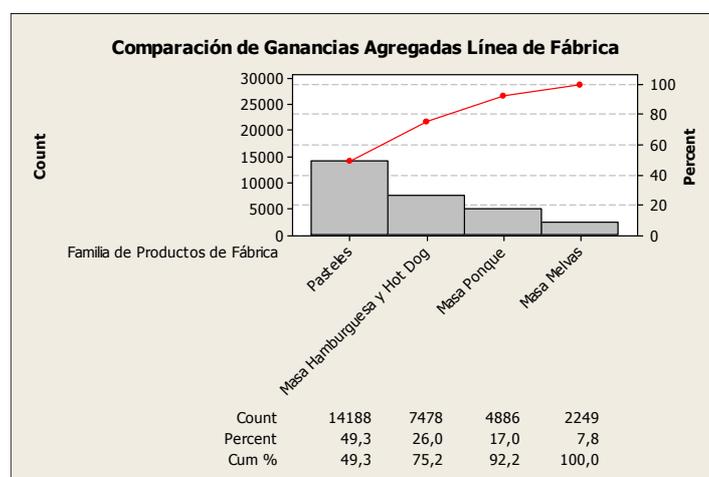
Dado que más del 70% de las ganancias globales de INPACAF S.A. provienen de la venta de productos de la Línea de Fábrica, el presente análisis y mejoramiento de calidad y

satisfacción al cliente estará centrado en ésta línea, que es la más fuerte de la empresa. Esto corresponde a una estrategia que la Gerencia General de la empresa ha decidido poner en marcha, para poder mejorar las ganancias de su mejor línea y fortificar los productos de la misma, y posteriormente realizar el mismo trabajo en la Línea de Panadería, que sería la menos fuerte de la empresa.

De acuerdo a los objetivos del presente estudio, se busca encontrar los productos con menor volumen de ventas de la línea más fuerte de la empresa, para mejorar la satisfacción de sus clientes, en sus varios aspectos de calidad y ver si existe una influencia directa de este mejoramiento en las ventas de los mismos.

Utilizando la información de la Línea de Fábrica que fue escogida, se puede utilizar un Diagrama de Pareto para determinar qué productos de esta línea contribuyen en menor proporción al total de Ganancias Agregadas de la Línea de Fábrica.

Figura 3.3. Diagrama de Pareto de las Ganancias Agregadas del último trimestre del 2009 de la Línea de Fábrica de INPACAF S.A.:



Fuente: Registros Contables de INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

Como se puede observar en el Diagrama de Pareto de la figura 2.4, las familias que contribuyen con el 75% aproximado de ganancias netas agregadas trimestrales de la Línea de Panadería son la Masa de Hamburguesa y Hot Dog y la Masa de Pasteles, mientras que los que contribuyen con menos del 25% a las ganancias netas agregadas trimestrales son los productos de la Masa de Ponqué y la Masa de Melvas. Entonces, ambas familias deberían

ser seleccionadas para realizar el presente proyecto de análisis y mejoramiento de satisfacción del cliente por la calidad de los productos.

Es importante advertir que, a pesar de no estar en este grupo, la Familia Pasteles está muy relacionada con la Familia de Masa Ponqué, al ser los Ponqués la base para realizar Pasteles. Por esta razón, cualquier modificación que se realice en la Familia de Masa Ponqué influirá en la Familia Pasteles, no obstante, para respetar el alcance del proyecto se analizarán solo los productos Ponqués y Melvas.

3.2.3. Validación de Información de Grupos Focales en Productos Seleccionados

Debido a que en los cuatro Grupos Focales realizados en los distintos puntos de venta de los productos de INPACAF S.A. se presentaron todos los productos que la empresa oferta, y la información obtenida de los clientes en cuanto a atributos que influyen en su satisfacción fue general para todos los productos, se decidió realizar un Grupo Focal más con clientes de Ponqué y Melvas, en las instalaciones de la empresa para poder validar la información obtenida en los Grupos Focales anteriores y aplicarla a los productos seleccionados.

3.2.3.1. *Objetivos del Grupo Focal de Validación*

- Objetivo Principal: El propósito principal de este grupo focal es validar la información sobre los atributos que influyen en la satisfacción de los clientes que se obtuvo en los grupos focales anteriores, aplicándola puntualmente a los productos seleccionados que son Ponqués y Melvas.
- Objetivos Secundarios:
 - Definir los problemas de satisfacción con más precisión.
 - Generar rumbos de acción alternativos para los problemas de satisfacción definidos.
 - Obtener información útil para estructurar cuestionarios para consumidores.
 - Generar hipótesis sobre la satisfacción de los consumidores que puedan comprobarse cuantitativamente.
 - Interpretar resultados obtenidos de la realización del Grupo Focal.

3.2.3.2. *Características del Grupo Focal de Validación*

Para realizar el grupo focal de validación, se hizo una invitación a clientes de Ponqués y Melvas de INPACAF S.A. que fueron determinados como tales al haber sido encontrados dentro de los Supermercados Santa María, realizando la compra de dichos productos, para asistir a un grupo focal a ser realizado en las instalaciones de INPACAF S.A.

Se invitó a siete personas, todas mayores de edad, económicamente activas, con un nivel de ingresos mínimos de un sueldo básico, es decir de \$240 mensuales, hombres y mujeres. Fue importante recalcar que dentro de la población objetivo, era necesario encontrar personas que:

- Pudieran adquirir los productos con sus propios ingresos.
- Tuvieran la edad suficiente como para comparar los productos con los de otras marcas y decidir su compra.

3.2.3.3. Perfil del Moderador del Grupo Focal

De acuerdo con el procedimiento de Planeación de los Grupos Focales, mencionada en la sección 1.3.2.1.3. del presente documento, luego de haber listado los objetivos es necesario realizar un perfil para que el moderador maneje el Grupo Focal. En el caso particular del estudio de satisfacción, enfocado en la validación de la información obtenida anteriormente, el perfil del moderador fue el siguiente:

3.2.3.3.1. Perfil para Validación de Atributos de Satisfacción de Ponqués y Melvas

1. Preámbulo: Gracias y Bienvenida, Presentación de INPACAF S.A.
2. Introducción y animación: Introducción a los objetivos de la reunión y a los productos seleccionados para el estudio de INPACAF S.A., es decir Ponqués y Melvas.
3. Ideas Generales de Ponqués y Melvas: ¿por qué compran el producto?
4. Degustación del Pan: ¿qué les disgusta del producto? ¿qué les gusta del producto?
5. Presentación de Atributos de Satisfacción de los grupos focales anteriores: ¿son importantes estos atributos? ¿cuáles influyen en su decisión al momento de comprar el producto? ¿cuáles no influyen en su decisión al momento de comprar el producto?
6. Cierre del Ejercicio: Recuento de la información obtenida, confirmación de la información con los participantes, Gracias por la Participación, Entrega de Regalo por parte de la empresa.

3.2.3.4. Población Objetivo

Se utilizarán las características de la población objetivo descritas en la sección 3.2.1.4.

3.2.3.5. *Transcripción de los Resultados del Grupo Focal de Validación*

Originalmente, la siguiente fue la lista de atributos que influyen en la satisfacción de los clientes que se obtuvo de los primeros cuatro grupos focales para todos los productos:

- Cantidad o Nivel de Color de la Corteza del Producto
- Cantidad o Nivel de Color de la Masa del Producto
- Cantidad de migas que se desprenden cuando el consumidor está en contacto con el producto
- Cantidad de azúcar que tiene el producto
- Cantidad de sal que tiene el producto
- Cantidad de grasas que tiene el producto
- Tipo de harina que tiene el producto
- Tipo de elementos adicionales (por ejemplo chocolate) que tiene el producto
- Cantidad de sabores adicionales que tiene el producto
- Qué tan crujiente es el producto
- Qué tan esponjoso es el producto
- Nivel de la temperatura del producto
- Número de veces que el producto está disponible cada vez que un consumidor lo busca para comprarlo
- Número máximo de días que el cliente estaría dispuesto a esperar para comprar el producto antes de la fecha de caducidad.

Luego de haber realizado el grupo focal de validación se encontró que los verdaderos atributos de interés eran los siguientes para Ponqués y Melvas:

Tabla 3.3. Atributos de Interés para Ponqués:

Producto:	Ponqué
Aspecto de calidad	Variación
Sabor	Cantidad de azúcar
	Cantidad de grasa
	Cantidad esencia de naranja
Olor	Cantidad esencia de naranja
Textura	Cantidad de miga que desprende el producto
	Esponjosidad del producto
Apariencia	Color de la corteza de la masa

Fuente: Acta de Reunión Análisis Grupos Focales INPACAF S.A.

Elaboración: Personal INPACAF S.A.

Tabla 3.4. Atributos de Interés para Melvas:

Producto:	Melvas
Aspecto de calidad	Variación
Sabor	Cantidad de elementos adicionales(chocolate)
	Cantidad de azúcar
	Cantidad de sal
	Cantidad de grasa
Olor	Cantidad de elementos adicionales(chocolate)
Textura	Cantidad de miga que desprende el producto
	Crujencia del producto
Apariencia	Color de la corteza de la masa

Fuente: Acta de Reunión Análisis Grupos Focales INPACAF S.A.

Elaboración: Personal INPACAF S.A.

Por la alta cantidad de atributos que influyen en la satisfacción del cliente que fueron confirmados con la información dada en el grupo focal de validación, para Ponqués y Melvas, se decidió consultar con dos expertos para tratar de reducir o agrupar los atributos en un número más manejable. Las entrevistas con los expertos fueron las siguientes:

3.2.3.6. Entrevista con una Experta en Evaluación Sensorial

Se realizó una entrevista con la Directora del Instituto de Evaluación Sensorial de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito, la Dra. Yamila Álvarez, quien ha publicado varios artículos sobre Evaluación Sensorial, entre ellos la *Contribución del modelo Thurstoniano a las Pruebas de Diferenciación y Afectivas aplicadas a los Consumidores Ecuatorianos*, para indagar sobre la posibilidad de realizar la evaluación correspondiente a consumidores de INPACAF S.A. de todos los atributos que influyen en la satisfacción de los clientes, mencionados en el numeral 3.2.3.5.

En la entrevista, la Dra. Álvarez mencionó que para poder realizar mediciones sobre los atributos mencionados en las listas del numeral 3.2.3.5., del presente documento, se debería contar con un panel de expertos con estudios y experiencia en Evaluación Sensorial de Alimentos y no con consumidores, por lo que de acuerdo a la experiencia de la Dra. Álvarez es imposible realizar pruebas o cuestionarios al consumidor con la lista completa de atributos mencionados. Además, en la entrevista se encontró que en la lista de atributos que influyen en la satisfacción del cliente de ambos productos, muchos atributos estaban relacionados con otros, por ejemplo, hay una relación conocida en la Industria de la Panificación entre la grasa y qué tan crujiente es el producto. Entonces, la Dra. Álvarez

recomendó que antes de presentar un cuestionario tan largo y complejo a los consumidores, se debería consultar con un experto en Pastelería y Galletería que confirme los siguientes aspectos:

- Que en la lista final de los atributos sobre los que se va a preguntar al cliente, todos los atributos sean independientes, es decir que el cambio de cualquiera de ellos no ejerza cambios sobre otros atributos de la lista final.
- Que los atributos que sean dependientes sean sacados de la lista final de atributos que se va a presentar al consumidor y que a la vez estén relacionados con los atributos independientes que sí se presentarán en la lista final.
- Que los atributos que sean dependientes puedan ser manejados de tal manera que no alteren aspectos de calidad que no han sido considerados dentro de las listas mencionadas en el numeral 3.2.3.5. del presente documento, es decir que no alteren características del producto que no se desean modificar con el presente proyecto.

Éste paso equivale a realizar una Función de Despliegue de Calidad ó QFD, herramienta utilizada en la metodología Six Sigma. La Función de Despliegue de Calidad no se realizó debido a que de acuerdo a las sugerencias de la Dra. Álvarez, el comportamiento de los consumidores frente a una prueba de Evaluación Sensorial es muy variable y hasta impredecible, y por lo tanto se requiere de técnicas con un enfoque cualitativo, en lugar de cuantitativo para simplificar los requerimientos del consumidor el momento que éstos son traducidos a especificaciones técnicas.

Se tomaron en cuenta las recomendaciones de la Dra. Álvarez, y se procedió a realizar otra entrevista con un especialista en Pastelería y Galletería.

3.2.3.7. *Entrevista con un Experto en Pastelería y Galletería*

Dada la sugerencia de la Dra. Álvarez, y con el objetivo de llegar al consumidor con un cuestionario más preciso, se realizó una entrevista con el experto de Panadería, Pastelería y Galletería de la Universidad San Francisco de Quito, el Chef Milton Cepeda quien al analizar la lista de atributos que influyen en la satisfacción del cliente, del numeral 3.2.3.5, basándose en el *Manual de Pastelería* publicado por el Chef Cyril Prud' Homme, realizó las siguientes asociaciones de atributos de ambos productos:

- La Cantidad de Azúcar está relacionada con el Color de la Corteza, a mayor cantidad de azúcar, mayor intensidad de color. Además, el azúcar tiene un efecto inverso en la percepción de la Cantidad de Sal del producto.
- La Cantidad de Grasa está relacionada con la lubricación y humedad del producto, y por ende está relacionada con el Nivel de Esponjosidad o Crujencia del Producto, y también con la Cantidad de Migas que se desprenden del producto. A mayor esponjosidad menor cantidad de migas se desprenden, pero también se puede llegar a tener un alto nivel de crujiencia y pocas migas que se desprendan del producto.
- El chocolate con el que se recubre la melva es un atributo de satisfacción independiente, pero por no ser parte de la masa, la Dra. Álvarez no recomienda que entre dentro del estudio debido a que la interacción masa-mezcla de chocolate es demasiado variable, impredecible y difícil de medir para el consumidor.
- El saborizante de naranja es un atributo de satisfacción independiente, pero, al contener ciertos niveles de azúcar en la mayoría de casos, alteraría la información obtenida en las encuestas para la característica de la Cantidad de Azúcar. Por ésta razón no será tomado en cuenta dentro del cuestionario que se va a presentar a los clientes.

Por lo tanto, la lista definitiva de atributos independientes con la que se manejarán las pruebas de consumidor será para cada producto la siguiente:

Tabla 3.5. Atributos de Interés Finales para Ponqués:

Producto:	Ponqué
Aspecto de calidad	<i>Variación</i>
Sabor	Cantidad de azúcar
	Cantidad esencia de naranja
Textura	Cantidad de miga que desprende el producto
	Esponjosidad del producto

Fuente: Acta de Reunión Análisis Grupos Focales INPACAF S.A.

Elaboración: Personal INPACAF S.A.

Tabla 3.6. Atributos de Interés Finales para Melvas:

Producto:	Melvas
Aspecto de calidad	<i>Variación</i>
Sabor	Cantidad de azúcar
Textura	Cantidad de miga que desprende el producto
	Crujiencia del producto

Fuente: Acta de Reunión Análisis Grupos Focales INPACAF S.A.

Elaboración: Personal INPACAF S.A.

3.2.4. Desarrollo de la Investigación Descriptiva

De acuerdo con lo mencionado en la sección 1.4, relacionada con la Investigación Descriptiva dentro de los Estudios del Consumidor, es necesario poder obtener información cuantitativa del mercado de INPACAF S.A., que es de interés para el presente proyecto. Debido a la facilidad y diversidad de la aplicación de la Encuesta, esta es la herramienta que se ha seleccionado para recabar la información cuantitativa necesaria para tener finalmente los datos de la Voz del Cliente con las condiciones actuales de los productos. De los tipos de encuesta existentes, se utilizará una encuesta personal, realizada en un centro comercial, que para el caso de este proyecto es en la percha de INPACAF S.A. dentro de las sucursales de Supermercados Santa María. Dado que los productos seleccionados pertenecen a la Línea de Fábrica de INPACAF S.A., la encuesta no será aplicada en los puntos de venta de la Línea de Panadería.

3.2.4.1. *Planeación de la Encuesta Personal en Centro Comercial*

Como se planteó en la sección 1.4.1, del Método de Encuesta, la encuesta que se va a desarrollar será aplicada a los clientes de INPACAF S.A. que se encuentren comprando Ponqués y Melvas en sus varias presentaciones al momento que el encuestador se encuentre aplicando la herramienta. Los clientes tendrán anonimato en sus respuestas y el estímulo físico que se utilizará será el producto que estén comprando en ese momento. Esta encuesta será un cuestionario con varias preguntas que buscarán medir la satisfacción de los clientes en los aspectos obtenidos como resultado de los Grupos Focales y respondiendo a los mismos objetivos.

3.2.4.2. *Elaboración del Cuestionario*

Para la elaboración de las preguntas del Cuestionario de Medición de Satisfacción de los Clientes de INPACAF S.A. se respetarán los objetivos mencionados en la sección 1.4.2.2. Como paso previo a la elaboración de las preguntas es necesario recalcar la información obtenida previamente en los Grupos Focales.

3.2.4.2.1. Aspectos o Dimensiones de Calidad del Producto, relevantes para la Satisfacción del Cliente:

De acuerdo a la información obtenida de los grupos focales aplicados, se determinó que los Aspectos o Dimensiones de Calidad del Producto, relevantes para la Satisfacción del Cliente se clasificaban tanto en Tangibles e Intangibles. A continuación se presenta una breve descripción de cada Aspecto o Dimensión de Calidad:

- a. Tangibles: Se refiere a todos los aspectos del producto que puedan ser percibidos por cualquiera de los órganos de los sentidos de los clientes, siendo estos: ojos, boca, nariz, tacto, oído.
- b. Intangibles: Se refiere a todos los aspectos del producto que no puedan ser percibidos por ningún órgano de los sentidos de los clientes, pero sin embargo, influyen al nivel de satisfacción de los mismos.

3.2.4.2.2. Aplicación de los Pasos para Diseño de las Preguntas del Cuestionario

Para la elaboración de cada pregunta se utilizarán los pasos descritos en la sección 1.4.2.3 del presente documento:

SECCIÓN 1: FILTRO

1. *¿Es usted cliente de INPACAF S.A. Pan y Café? (Si su respuesta es NO, por favor deténgase en esta pregunta y entregue la encuesta).*

- Información requerida: Filtro de los clientes de INPACAF S.A.
- Método de entrevista: Personal.
- Contenido: Información de filtro para decidir si la encuesta es o no válida.
- Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Si.
- Estructura de la pregunta: Dicotómica.
- Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- Orden: Primer lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- Forma y distribución adecuada: Sí.

Esta pregunta permitirá filtrar a los clientes de INPACAF S.A. y demostrar que en caso de ser respondida afirmativamente, los datos de las preguntas subsecuentes serán fiables y pertenecen a información obtenida de la población objetivo de clientes de INPACAF S.A

2. *¿Usted se encuentra entre los 18 y 60 años de edad? (Si su respuesta es “NO” por favor deténgase en esta pregunta y entregue la encuesta).*

- Información requerida: Filtro de los clientes de INPACAF S.A.
- Método de entrevista: Personal.

- Contenido: Información de filtro para decidir si la encuesta es o no válida.
- Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Sí.
- Estructura de la pregunta: Dicotómica.
- Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- Orden: Primer lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- Forma y distribución adecuada: Sí.

Esta pregunta permitirá filtrar a los clientes de INPACAF S.A. y demostrar que en caso de ser respondida afirmativamente, los datos de las preguntas subsecuentes serán fiables y pertenecen a información obtenida de la población objetivo de clientes de INPACAF S.A., además, permite que el filtro de la población objetivo establecida anteriormente sea más efectivo.

3. *¿Su nivel de ingresos es de al menos \$240 mensuales? (Si su respuesta es “NO” por favor deténgase en esta pregunta y entregue la encuesta).*

- Información requerida: Filtro de los clientes de INPACAF S.A.
- Método de entrevista: Personal.
- Contenido: Información de filtro para decidir si la encuesta es o no válida.
- Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Sí.
- Estructura de la pregunta: Dicotómica.
- Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- Orden: Primer lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- Forma y distribución adecuada: Sí.

Esta pregunta permitirá filtrar a los clientes de INPACAF S.A. y demostrar que en caso de ser respondida afirmativamente, los datos de las preguntas subsecuentes serán fiables y pertenecen a información obtenida de la población objetivo de clientes de INPACAF S.A. Esta pregunta deberá ser tratada con precaución ya que para los clientes puede ser incómodo y hasta sospechoso que en una encuesta se pregunte sobre el nivel de ingresos. Por esta razón, al momento de realizar la encuesta se explicará a los clientes el motivo de la pregunta.

4. *¿Qué producto está comprando al momento?* – Esta pregunta permite determinar a qué familia de productos pertenece el producto que el cliente va a comprar en el momento de realizar la encuesta. Además ayudará a comparar el número de encuestas respondidas por familia con el tamaño de muestra de población que cada familia debe tener, dicho cálculo se realizará más adelante. En esta pregunta las opciones han sido aleatorizadas y serán aleatorizadas para cada encuesta de tal manera que se evita que exista sesgo dado por el orden de las respuestas:

a. *Ponque (Grande, Mediano o Pequeño)*

b. *Melvas (440gr. ó 225 gr.)*

- Información requerida: Filtro de producto comprado de los clientes de INPACAF S.A.
- Método de entrevista: Personal.
- Contenido: Información de filtro para decidir si la encuesta es o no válida.
- Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Sí.
- Estructura de la pregunta: Opción múltiple.
- Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- Orden: Segundo lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- Forma y distribución adecuada: Sí.

SECCIÓN 2: EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS DE CALIDAD DE PRODUCTOS ACTUALES:

1. PREGUNTAS PARA MELVAS:

- a. *Por favor califique de acuerdo a su nivel de agrado las siguientes características del producto actual.*
- Información requerida: Nivel de agrado de los atributos del producto actual.
 - Método de entrevista: Personal.

- Contenido: Información cuantitativa con escala de 9 puntos para evaluar el nivel de agrado del producto actual.
- Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Sí.
- Estructura de la pregunta: Opción múltiple.
- Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- Orden: Segundo lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- Forma y distribución adecuada: Sí.

Esta pregunta va a poder medir cuantitativa y cualitativamente cómo se encuentra el nivel de agrado de los clientes con respecto a las características actuales de los productos. A la escala de nueve puntos utilizada, se le deberá realizar un análisis ANOVA, para determinar si existe o no diferencia significativa entre los niveles de agrado de los atributos, y a través del método de separación de medias, determinar las medias del nivel de agrado de cada uno de los atributos. Las posibles calificaciones, o anclas semánticas a cada medida son: 1. *Me desagrada excesivamente*, 2. *Me desagrada bastante*, 3. *Me desagrada*, 4. *Me desagrada levemente*, 5. *Ni me agrada ni me desagrada*, 6. *Me agrada levemente*, 7. *Me agrada*, 8. *Me agrada bastante*, 9. *Me agrada excesivamente*.

Para las calificaciones se utilizó una escala hedónica de nueve puntos, que es el tipo más extenso aplicable para Calificación de Desempeño, siendo así parte del conjunto de Escalas de Intervalo mencionadas en la sección 1.4.2.3. Las medidas sobre las que se indagan están estrictamente relacionadas con la pregunta anterior y permitirán ver si los niveles que el cliente espera en cada producto, de cada contenido o presencia de cada característica deben subir o bajar con respecto a la composición actual del producto. Estas son las siguientes:

- Cantidad de azúcar
- Crujiencia (la crujiencia se refiere a la cualidad del producto de producir ruido cuando entra en contacto con un cuerpo sólido como los dientes)
- Cantidad de migas que se desprenden cuando usted va a consumir el producto

b. Indique por favor su grado de satisfacción de las Melvas actuales de INPACAF S.A.

- Información requerida: Grado de satisfacción del cliente con respecto al producto
- Método de entrevista: Personal.
- Contenido: Información cuantitativa con escala de 9 puntos para evaluar la satisfacción con respecto al producto actual.
- Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Sí.
- Estructura de la pregunta: Opción múltiple.
- Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- Orden: Segundo lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- Forma y distribución adecuada: Sí.

Esta pregunta va a poder medir cuantitativa y cualitativamente cómo se encuentra la satisfacción de los clientes con respecto a los productos. A la escala de nueve puntos utilizada, se le deberá realizar un análisis ANOVA, para determinar si existe o no diferencia significativa entre los niveles de agrado de los atributos, y a través del método de separación de medias, determinar las medias del nivel de agrado de cada uno de los atributos. Las posibles calificaciones, o anclas semánticas a cada medida son: 1. *Extremadamente insatisfecho*, 2. *Muy insatisfecho*, 3. *Insatisfecho*, 4. *Algo insatisfecho*, 5. *Ni satisfecho ni insatisfecho*, 6. *Algo satisfecho*, 7. *Satisfecho*, 8. *Muy satisfecho*, 9. *Extremadamente satisfecho*

Para las calificaciones se utilizó una escala hedónica de nueve puntos, que es el tipo más extenso aplicable para Calificación de Desempeño, siendo así parte del conjunto de Escalas de Intervalo mencionadas en la sección 1.4.2.3.

c. Por favor indique cómo son las siguientes características de las Melvas actuales de INPACAF S.A. con respecto a lo que usted desearía en unas Melvas que le satisfagan completamente.

- Información requerida: Comportamiento actual de las características seleccionadas de cada producto con respecto a lo que el cliente desearía para tener un mayor grado de satisfacción
- Método de entrevista: Personal.
- Contenido: Información cuantitativa con escala JAR que usa 5 puntos en lugar de 3 para evaluar el nivel en el que se podría variar cada característica o atributo de un producto el momento de realizar los prototipos.
- Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Sí.
- Estructura de la pregunta: Opción múltiple.
- Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- Orden: Segundo lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- Forma y distribución adecuada: Sí.

Esta pregunta servirá para tener una buena idea de cómo deberán ser los niveles en los que se varíen las características de los productos al momento de realizar los prototipos. La ventaja de esta escala es que permite saber que si la intensidad de una característica es menor a lo que el cliente desea, se debería incrementar su intensidad y viceversa. La variación de las características del producto con respecto a lo que el cliente desearía para estar más satisfecho está dada mediante las siguientes anclas semánticas:

- I. Bastante menos de lo que me gustaría
- II. Poco menos de lo que me gustaría
- III. Me gusta tal como está
- IV. Poco más de lo que me gustaría
- V. Bastante más de lo que me gustaría

Las características o atributos que se van a medir en esta pregunta son las mismas que las de la pregunta a) de esta sección:

- Cantidad de azúcar
- Crujiencia (la crujiencia se refiere a la cualidad del producto de producir ruido cuando entra en contacto con un cuerpo sólido como los dientes)
- Cantidad de migas que se desprenden cuando usted va a consumir el producto

2. **PREGUNTAS PARA PONQUÉS:**

- a. *Por favor califique de acuerdo a su nivel de agrado las siguientes características del producto actual.*

Las características de ésta pregunta son las mismas que para la pregunta de Melvas, de la Sección 2 del Cuestionario. El análisis y las anclas semánticas son las mismas. Las características a evaluar son las siguientes:

- Cantidad de azúcar
 - Esponjosidad (la esponjosidad se refiere a la cualidad del producto que tiene huecos y poros y su forma es deformable con la presión como la de una esponja)
 - Cantidad de migas que se desprenden cuando usted va a consumir el producto
- b. *Indique por favor su grado de satisfacción de los Ponqués actuales de INPACAF S.A.*

Las características de ésta pregunta son las mismas que para la pregunta de Melvas, de la Sección 2 del Cuestionario.

- c. *Por favor indique cómo son las siguientes características de los Ponqués actuales de INPACAF S.A. con respecto a lo que usted desearía en unos Ponqués que le satisfagan completamente.*

Las características de ésta pregunta son las mismas que para la pregunta de Melvas, de la Sección 2 del Cuestionario. Las características o atributos que se van a medir en esta pregunta son las mismas que las de la pregunta a) de esta sección.

5. *Marque con una X la mejor respuesta: Indique el número de veces que el producto que usted está comprando se encuentra en percha cuando usted lo necesita.*

- Información requerida: Información sobre disponibilidad de producto.

- Método de entrevista: Personal.
- Contenido: Información de filtro para decidir si la encuesta es o no válida.
- Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Sí.
- Estructura de la pregunta: Opción múltiple.
- Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- Orden: Segundo lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- Forma y distribución adecuada: Sí.

Esta pregunta trata de averiguar cuál es la disponibilidad de los productos en la percha de los supermercados cuando el cliente los necesita y de acuerdo a ello trabajar para que siempre estén disponibles los productos. Las opciones son:

- | | |
|--|---|
| a. <i>El 10% de las veces que lo busco</i> | f. <i>El 60% de las veces que lo busco</i> |
| b. <i>El 20% de las veces que lo busco</i> | g. <i>El 70% de las veces que lo busco</i> |
| c. <i>El 30% de las veces que lo busco</i> | h. <i>El 80% de las veces que lo busco</i> |
| d. <i>El 40% de las veces que lo busco</i> | i. <i>El 90% de las veces que lo busco</i> |
| e. <i>El 50% de las veces que lo busco</i> | j. <i>El 100% de las veces que lo busco</i> |

Para esta pregunta se utilizaron 10 opciones de porcentaje de disponibilidad brindando mayor variedad de opción de respuesta a los clientes, y así evitando que el cliente divague o se confunda.

6. Indique por favor su Satisfacción Global para el Producto que está comprando, utilizando la siguiente escala:

- a. Información requerida: Grado de satisfacción global del cliente con respecto cada producto.
- b. Método de entrevista: Personal.

- c. Contenido: Información cuantitativa con escala de 9 puntos para evaluar la satisfacción con respecto a producto.
- d. Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Sí.
- e. Estructura de la pregunta: Opción múltiple.
- f. Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- g. Orden: Segundo lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- h. Forma y distribución adecuada: Sí.

Esta pregunta va a poder medir cuantitativa cuál es la satisfacción de los clientes con respecto a todas las características sobre las que se ha encuestado, o su satisfacción global. Cuando se realice el mejoramiento de calidad a los productos seleccionados, se re-evaluará la satisfacción de ambos productos utilizando la misma pregunta y la misma escala. La escala para calificar esta pregunta es: 1. *Extremadamente insatisfecho*, 2. *Muy insatisfecho*, 3. *Insatisfecho*, 4. *Algo insatisfecho*, 5. *Ni satisfecho ni insatisfecho*, 6. *Algo satisfecho*, 7. *Satisfecho*, 8. *Muy satisfecho*, 9. *Extremadamente satisfecho*

3.2.4.2.3. Comparación final del Cuestionario con los Grupos Focales

Antes de aplicar el cuestionario a los clientes, es necesario verificar que la información que se va a recopilar en la encuesta haya sido mencionada en algún momento en alguno de los Grupos Focales. Esto sucede para todas las preguntas del cuestionario, sin embargo, una pregunta con respecto a la frescura del producto, es decir, en cuanto al número máximo de días en los que un cliente todavía estaría dispuesto a comprar el producto antes de la fecha de caducidad, no ha sido incluida en el cuestionario, y por ende no será parte del presente proyecto por las siguientes razones:

- Del tiempo que transcurre desde que el producto es elaborado en planta hasta que es despachado y llega a las bodegas de Supermercado Santa María se tiene una estimación real y controlada, pero desde que es recibido por los bodegueros de cada sucursal del supermercado, hasta que el cliente lo compra en la percha, es un lapso de tiempo que no se puede controlar ni medir ya que depende de muchas variables, ajenas al proceso de distribución de INPACAF S.A., que además son únicamente manipulables por Supermercados Santa María como:

- El encargado de bodega en turno rotativo, ya que no todos las personas que ocupan este cargo priorizan de la misma manera el ingreso físico de los productos de todos los proveedores de Supermercados Santa María y eso afectaría al tiempo que se demoran los productos en ir a la percha, además de generar demasiada variabilidad en éste tiempo.
- La velocidad de actualización de datos de productos que ingresan a bodega que posee el ERP JD Edwards con el que trabaja Supermercados Santa María, que tampoco se puede estandarizar, ya que en muchas ocasiones se congestiona, desconecta, o desconfigura.
- El espacio que se haya asignado en bodega en algún momento determinado de la semana para los productos de INPACAF S.A., que determina la cantidad de producto que podrá ser almacenado y también la rapidez con la que se reabastece la percha de este producto.
- La Gerencia General de INPACAF S.A. sugirió que se retire esta pregunta porque el poner un mínimo de días antes de la fecha de expiración del producto para que éste sea comprado por el cliente es quitarle tiempo de vida útil al mismo, acortando el tiempo real de consumo al cliente, y por ende, potencialmente incrementando los costos por devoluciones de producto.

El diseño de las encuestas para Melvas y Ponqués se puede apreciar en los Anexos 8.A y 9.A respectivamente.

Capítulo 4

4. Fase Medir

4.1. Aplicación del Cuestionario para obtención de Información Cuantitativa

El Cuestionario diseñado en la sección 3.2.4.2.2. tanto para Ponqués como para Melvas va a ser aplicado en clientes que se encuentran comprando cualquiera de estos dos productos en la percha de las sucursales que han entrado dentro del análisis del presente proyecto de Supermercados Santa María.

4.1.1. Movimiento de Clientes en Supermercados Santa María

Dado que la empresa Pan y Café INPACAF S.A. es proveedor directo y exclusivo de Supermercados Santa María, fue necesario hablar con la Gerente de Operaciones, Ing. Verónica Garrido de esta cadena de supermercados para poder determinar cuál es el movimiento de clientes del tipo de productos que se están analizando en el presente proyecto.

Las Melvas y los Ponqués, ambos panificados, entran dentro de la categoría *Abastos* para los Supermercados Santa María. De acuerdo con lo mencionado por la Ing. Garrido, un cliente visita en busca de Abastos panificados en promedio, una vez por semana cualquier sucursal de los Supermercados Santa María. Esto conlleva a decir que la demanda mensual de cada sucursal, en realidad representa la demanda de los clientes que normalmente visitan el supermercado semanalmente, multiplicado por 4, que es usualmente el número de semanas que tiene un mes (Garrido, 2010). En el presente proyecto se utilizará esta información para determinar el tamaño de muestra adecuado de clientes a los que se les realizará la Encuesta con el Cuestionario diseñado en la sección 3.2.4.2.2.

4.1.2. Determinación de la Población Objetivo y del Marco de Muestreo

La población objetivo para esta etapa del proyecto, será la misma que se identificó para realizar los Grupos Focales, en la sección 3.2.3.4. El Marco de Muestreo, que se define como la representación de los elementos de la población objetivo, es también una lista o un conjunto de instrucciones para identificar la población objetivo. Por ello, este marco, también estará dado por las características de la población objetivo, mencionadas en la sección 3.2.3.4., aplicado a las 12 sucursales de Supermercados Santa María.

4.1.3. Técnica de Muestreo por Cuota aplicada a las 12 Sucursales de Supermercados Santa María

De acuerdo con lo especificado en la sección 1.6.1.5., de las Técnicas de Muestreo no Probabilístico, se ha utilizado un Muestreo por Cuota, debido a que se va a seleccionar de la población de clientes de cada sucursal, una muestra representativa que permita obtener conclusiones válidas de la población general de clientes de cada sucursal. A pesar de que no es muy útil obtener conclusiones por sucursal, sino de la población global de clientes de INPACAF S.A., en Supermercados Santa María, se realizó el muestreo por sucursal para obtener datos proporcionales al número de clientes de cada sucursal, y evitar el sesgo que se pudo haber producido si se tomaba la muestra de clientes de una sola, o varias sucursales al azar.

La técnica de muestreo también fue combinada con el Muestreo por Conveniencia, debido a que la selección de unidades de muestreo fue dejada al entrevistador. En el caso puntual de este proyecto, los encuestados se seleccionaron porque están en el lugar correcto en el tiempo apropiado, es decir, realizando la compra de Melvas ó Ponqués de INPACAF S.A., en las 12 sucursales de Supermercados Santa María.

4.1.4. Determinación del tamaño de muestra para el Cuestionario diseñado

En base a las técnicas utilizadas, mencionadas en la sección previa, se determinó el tamaño de la muestra para cada una de las 12 sucursales de Supermercados Santa María, utilizando la información de ventas por sucursal, que representa la población de clientes de cada sucursal. La siguiente tabla muestra los totales trimestrales de ventas de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A., en todas sus presentaciones, durante los últimos tres meses del año 2009:

Tabla 4.1: Totales de ventas en unidades de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A. del último trimestre del 2009:

Producto	Ventas	Vilaflores	Centro	Sta. Clara	Ofelia	Cayambe	Tumbaco	Carapungo	Sangolquí	Panajur	Chillo Gallo	Iñaquito	Baños	TOTAL S
Melvas funda 225gr	65	270	200	524	253	45	325	597	232	145	125	275	145	3124
Melvas estuche 225gr	1	136	0	98	42	2	40	127	18	10	30	85	5	597
Melvas estuche 440 gr	1	46	0	70	40	0	28	110	18	10	29	70	0	437
Ponqué 1000 gr	78	826	250	312	517	76	346	330	219	290	580	227	10	4056
Ponqué 350 gr	16	366	148	175	360	72	231	248	108	185	266	124	5	2358
Ponqué 720 gr	1	115	86	177	153	46	199	168	88	114	119	39	5	1296

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo.

El último trimestre del año anterior tuvo 13 semanas, y dado que los clientes rotan o regresan a Supermercados Santa María cada semana en busca de Abastos Panificados que son las Melvas y los Ponqués, entonces se dividen estas cantidades para 13 semanas y se agrupan por familia de producto. De esa manera se obtiene el número de clientes que han comprado en promedio los productos mencionados por semana:

Tabla 4.2: Promedio de unidades de ventas semanales de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A. del último trimestre del 2009:

Familia	Ventas	Vilaflores	Centro	Sta. Clara	Ofelia	Cayambe	Tumbaco	Carapungo	Sangolquí	Panajur	Chillo Gallo	Iñaquito	Baños	TOTAL S
Melvas	5,1	34,76	15,38	53,23	25,8	3,615	30,23	64,15	20,61	12,69	14,15	33,07	11,5	324,38
Ponqués	7,3	10,05	37,23	51,07	79,2	14,92	59,69	57,38	31,92	45,30	74,23	30	1,54	590,38

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo.

Las cantidades presentadas en la tabla anterior, representan el promedio de clientes semanales de los productos seleccionados para el presente proyecto, pero también son la población estimada de clientes por cada sucursal, más las ventas directas, asumiendo que visitan el supermercado en busca de Ponqués y Melvas cada semana como lo mencionó la Ing. Garrido en la sección 4.1.1.

Utilizando estos datos, se puede aplicar la fórmula para encontrar el tamaño de muestra de clientes a los que se deberá aplicar el cuestionario. Esta fórmula fue mencionada en la sección 1.6. del presente documento. Por lo tanto en la ecuación:

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

Se empleará los siguientes valores para cada término:

- N: estará dado por el tamaño de población, es decir por los números obtenidos en la Tabla b, para cada sucursal.
- K: estará dado por el Z asociado del nivel de confianza, es decir un Z d 1,96 para un 0,975 de nivel de confianza.
- p: estará dado por la porción de individuos que poseen la característica del estudio, que en este caso es ser cliente de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A., y que los estén comprando dentro de Supermercados Santa María. Por esta razón, se ha escogido un 5%, a pesar de que no debería existir este margen, al tratarse de clientes que han comprado cualquiera de los dos productos en al menos una ocasión anterior.
- q: estará dado por la porción de individuos que no poseen la característica del estudio, que en este caso es ser cliente de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A., y que los estén comprando dentro de Supermercados Santa María. Por esta razón, el valor será de 95%, por el p que se escogió de 95%.
- E: estará dado por el error en la muestra, se ha decidido tolerar un error del 5%, ya que es una medida de tolerancia prudente con respecto a los datos que proporcionará el tamaño de muestra que se está calculando.

Por lo tanto, el tamaño de muestra n para cada promedio de clientes obtenidos de la Tabla b serán los siguientes:

Tabla 4.3. Tamaño de muestra para el promedio de clientes semanales de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A., en todas las sucursales de Supermercados Santa María:

Familia	Ve nta s	Vil lafl ora	Ce ntr o	Sta . Cl ara	Of eli a	Ca ya mb e	Tu mb ac o	Ca rap un go	Sa ng olq uí	Pa na sur	Ch ill og all o	Iña qui to	Ba ño s
Melvas	4,9	23, 8	12, 9	31, 0	19, 2	3,5	21, 6	34, 4	16, 2	10, 9	12, 0	23, 0	10, 1
Ponqués	6,7	42, 5	24, 9	30, 3	38, 2	12, 5	33, 1	32, 4	22, 4	28, 2	37, 1	21, 5	1,5

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo.

Debido a que los clientes son unidades de medición enteras, los tamaños de muestras anteriores deberán ser redondeados al entero superior, por lo que los tamaños de muestras definitivos serán:

Tabla 4.4. Tamaño de muestra redondeados al entero superior para el promedio de clientes semanales de Melvas y Ponqués de INPACAF S.A., en todas las sucursales de Supermercados Santa María:

Familia	Ve nta s	Vil lafl ora	Ce ntr o	Sta . Cl ara	Of eli a	Ca ya mb e	Tu mb ac o	Ca rap un go	Sa ng olq uí	Pa nas ur	Ch illo gal lo	Iña qui to	Ba ño s	TOTALE S
<i>Melvas</i>	5	24	13	32	20	4	22	35	17	11	12	23	11	229
<i>Ponqués</i>	7	43	25	31	39	13	34	33	23	29	38	22	2	339

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo.

4.1.5. Aplicación del Cuestionario en Cada Sucursal de Supermercados Santa María

4.1.5.1. Logística para la Aplicación del Cuestionario

Al tener el número de encuestas con el cuestionario diseñado en la sección 3.2.4.2.2. para cada sucursal y para ventas directas, tanto en Melvas como en Ponqués, y para evitar que las respuestas estén sesgadas al realizarlas todas en un mismo día por sucursal, se dividirá el tamaño de muestra de cada producto en cada sucursal para los 7 días de la semana, y se aplicará el número de encuestas de este cociente cada día. Esto implica que se tendrá que visitar cada sucursal durante 7 días. Por ejemplo, el número de muestra de la sucursal de Carapungo en cuanto al producto Melvas es de 35, este número dividido para los 7 días de la semana da un total de 5 encuestas por día, durante los 7 días de la semana. Esto quiere decir que 5 encuestas serán aplicadas por ejemplo el lunes 5 de julio, 5 encuestas el martes 6 de julio, y así sucesivamente.

Lo anterior se realizó en todas las sucursales, a excepción de las que se encontraban fuera de la provincia de Pichincha, siendo éstas la de Baños y Cayambe, debido a que los costos de ir y regresar durante una semana a estas ciudades eran muy altos y no fueron aprobados por la Gerencia General de INPACAF S.A., por esta razón todas las encuestas de estas sucursales fueron realizadas en el mismo día. Las encuestas por ventas directas fueron aplicadas el momento que éstas se dieran, sin hacer distinción entre cualquier día de la semana, dado que se trataba de ventas directas desde planta, con frecuencia esporádica. Las fechas de realización de cada encuesta y la sucursal en donde fue aplicada se encuentran registradas en cada encuesta física.

4.1.5.2. *Análisis de factibilidad de aplicación del Cuestionario*

Antes de empezar a aplicar el Cuestionario y recopilar información para ser analizada se corrieron algunas pruebas para verificar que el Cuestionario fuera aplicable y efectivo con los clientes.

Se escogió una sucursal con alto movimiento de clientes, siendo en este caso la Ofelia para realizar las pruebas de factibilidad, según la información dada por la Ing. Garrido. En este caso se contó con una sola persona encuestadora que realizara los cuestionarios a los clientes de INPACAF S.A. una vez que tomaran el producto – Melvas y Ponqués- de la percha y lo pusieran en su coche de compras. La encuestadora les entregaba el Cuestionario y un bolígrafo para que lo llenaran. De esta manera se encontraron las siguientes infactibilidades:

- Infactibilidad de memoria: A los clientes les costaba mucho recordar los aspectos sobre los que se estaba preguntando en el cuestionario como la cantidad de azúcar, o la cantidad de migas que el producto desprende ya que no tenían una muestra del producto para recordar estos aspectos.
- Infactibilidad de manipulación del Cuestionario: Era muy incómodo para los clientes tomar con sus manos la tabla donde estaba apoyado el cuestionario y llenarlo con el bolígrafo, porque muchos de ellos, mujeres, al estar con carteras, niños en brazos u otros objetos como teléfonos celulares, billeteras, y otros, no tenían una total concentración y enfoque en el cuestionario al tener que llevar otras cosas con sus manos y brazos.

4.1.5.2.1. Soluciones a las Infactibilidades:

- Solución a la infactibilidad de memoria: Dado que se trata de una evaluación sensorial, los clientes deberían poder probar una muestra del producto que estaban comprando en ese momento para poder responder el cuestionario. Por esa razón se determinó tener una persona como encuestadora y otra persona como degustadora en la percha de productos de INPACAF S.A. al momento de realizar la encuesta. El procedimiento para esto se encuentra en la sección 4.1.3.3. Para garantizar que los productos degustados para ayudar a que el cliente responda el cuestionario eran los mismos que se estaban enviando en los pedidos a los Supermercados Santa María se tomaron productos al azar de los lotes producidos entre el 1 y el 22 de julio del 2010. Los lotes fueron tomados de la siguiente manera:

Tabla 4.5. Lotes tomados para degustación de Melvas:

Sucursal	Fecha encuesta	Fecha lote	Número lote
Ventas a granel	1 de julio de 2010	del 29 de junio 2010	02-MV-29062010
Villaflores	1 al 7 de julio 2010	del 29 de junio 2010	02-MV-29062010
Centro	2 al 8 de julio 2010	del 30 de junio 2010	01-MV-30062010
Sta. Clara	3 al 9 de julio 2010	del 1 de julio 2010	01-MV-01072010
Ofelia	4 al 10 de julio 2010	del 3 de julio 2010	02-MV-03072010
Cayambe	14 de julio 2010	del 8 de julio 2010	02-MV-08072010
Tumbaco	5 al 11 de julio 2010	del 3 de julio 2010	01-MV-03072010
Carapungo	6 al 12 de julio 2010	del 5 de julio 2010	02-MV-05072010
Sangolquí	7 al 13 de julio 2010	del 5 de julio 2010	01-MV-05072010
Panasur	8 al 14 de julio 2010	del 7 de julio 2010	02-MV-07072010
Chillo Gallo	10 al 16 de julio 2010	del 8 de julio 2010	01-MV-08072010
Iñaquito	11 al 17 de julio 2010	del 9 de julio 2010	02-MV-09072010
Baños	20 de julio de 2010	del 8 de julio 2010	02-MV-08072010

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo.

Tabla 4.6. Lotes tomados para degustación de Ponqués:

Sucursal	Fecha encuesta	Fecha lote	Número lote
Ventas a granel	20 de julio 2010	del 18 de julio 2010	02-PQ-18072010
Villaflores	12 al 19 de julio 2010	del 10 de julio 2010	02-PQ-10072010
Centro	5 al 11 de julio 2010	del 4 de julio 2010	01-PQ-04072010
Sta. Clara	6 al 12 de julio 2010	del 4 de julio 2010	02-PQ-04072010
Ofelia	10 al 16 de julio 2010	del 8 de julio 2010	02-PQ-08072010
Cayambe	3 al 9 de julio 2010	del 2 de julio 2010	01-PQ-02072010
Tumbaco	7 al 13 de julio 2010	del 6 de julio 2010	02-PQ-06072010
Carapungo	15 al 23 de julio 2010	del 14 de julio 2010	02-PQ-14072010
Sangolquí	13 al 20 de julio 2010	del 10 de julio 2010	01-PQ-10072010
Panasur	4 al 10 de julio 2010	del 2 de julio 2010	02-PQ-02072010
Chillo Gallo	1 al 7 de julio 2010	del 30 de junio 2010	01-PQ-30062010
Iñaquito	9 al 15 de julio 2010	del 8 de julio 2010	01-PQ-08072010
Baños	17 de julio 2010	del 16 de julio 2010	02-PQ-16072010

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo.

- Solución de infactibilidad de manipulación del Cuestionario: Para superar los problemas que el difícil manejo del cuestionario con las manos por parte del cliente, se decidió que la persona encuestadora leyera las preguntas y las posibles opciones de respuesta para que el cliente no tenga que estarlas escribiendo sobre el papel. De esta manera se facilitaría

4.1.5.3. Procedimiento de Realización del Cuestionario

Para la aplicación de las encuestas, fue necesaria la colaboración de 2 señoritas impulsadoras de INPACAF S.A., una con la función de degustadora y la otra con la función de encuestadora. El procedimiento para realizar la encuesta fue el siguiente:

- El cliente se acercaba y cogía uno de los productos del presente estudio- Melvas o Ponqués- en cualquiera de las sucursales de Supermercados Santa María.
- Cuando el cliente depositaba el producto en su coche de compras la degustadora se le acercaba diciendo la siguiente frase: “Buenos Días, le invito a degustar Melvas o Ponqués de INPACAF S.A. Le comento que al momento nos encontramos realizando un proyecto de mejoramiento a la calidad de Melvas y Ponqués. Le agradecería mucho que pruebe el producto y que me ayude respondiendo unas pocas preguntas con respecto al mismo con la ayuda de la señorita encuestadora”.
- El cliente en la mayoría de ocasiones accedía a probar el producto en ese momento, esperaba unos pocos segundos y daba una señal de estar listo para realizar el Cuestionario.
- La señorita encuestadora se posicionaba al lado más conveniente del cliente, sea éste derecha o izquierda, de manera que podía hacer que el cliente visualice completamente el Cuestionario.
- La señorita encuestadora empezaba a leer los títulos de las secciones del Cuestionario, cada pregunta y las posibles respuestas a cada pregunta pidiendo al cliente que le indicara qué respuesta marcar, debido a la solución planteada para la imbatibilidad de manipulación del Cuestionario.
- El cliente tomaba unos pocos segundos en pensar lo que había leído con la señorita encuestadora y respondía verbalmente con una de las posibles opciones de respuesta mencionadas por la señorita encuestadora.
- La señorita encuestadora marcaba con su bolígrafo la respuesta dada por el cliente.
- Este proceso se repetía en cada pregunta hasta terminar el Cuestionario.
- Cuando se terminaba el cuestionario, la señorita encuestadora decía la siguiente frase en forma de agradecimiento por el tiempo prestado del cliente: “Eso es todo, muchas gracias por su ayuda, que tenga un excelente día/tarde”.

4.2. Análisis de Datos de la Encuesta de Satisfacción de Melvas y Ponqués

Los datos del Cuestionario mencionado en los numerales de la sección 4.1. se encuentran detallados en el Anexo 8.B y 9.B respectivamente para Ponqués y Melvas. Todos los cuestionarios que se encuentran en el anexo han sido encuestas que han satisfecho las condiciones de la sección Filtro, garantizando así que todos los encuestados se encuentran dentro de la población objetivo. El primer paso será validar los datos de las secciones 2 y 3 del cuestionario, siendo estas respectivamente la sección de Evaluación de atributos de calidad de productos actuales y Evaluación de disponibilidad del producto.

4.2.1. Verificación de Validez de los Datos como supuestos del Análisis de la Varianza

Como se mencionó en la sección 1.10, el principal supuesto del ANOVA o Análisis de Varianzas es que los datos sigan una Distribución Normal, este supuesto será revisado en el análisis de los residuales del Análisis de la Varianza. Otro supuesto es que exista igualdad de varianzas de los datos. A continuación se presentan ambas pruebas en el orden mencionado para las secciones 2 y 3 del cuestionario y justificar así el ANOVA.

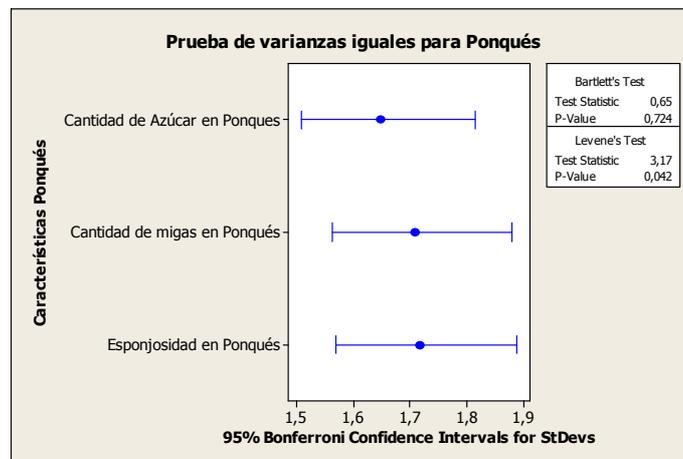
4.2.1.1. Prueba de Igualdad de Varianzas para las características de Nivel de Agrado para Ponqués

Como se mencionó en la sección 1.10.4, el Análisis de Varianzas o ANOVA, supone igualdad de varianzas de las muestras que están en el análisis. Dado que se trata de más de dos muestras, para verificar este supuesto se utilizará la prueba estadística de Bartlett con un nivel de significancia de 5%, recomendado para maximizar la potencia de la prueba. Esta prueba fue realizada en Minitab con las siguientes hipótesis:

H_0 : El nivel de agrado general de todas las características del cuestionario de Ponqués tienen varianzas iguales

H_1 : El nivel de agrado general de todas las características del cuestionario de Ponqués no tienen varianzas iguales. El output de Minitab es:

Figura 4.1. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Nivel de Agrado en Ponqués



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo.

En la figura se puede observar que el 95% de los intervalos de confianza de las varianzas de las tres características estudiadas están sobrepuestas. Adicionalmente, el valor P de la prueba de Bartlett, al ser de 0,724, mayor 0,05 hace que la hipótesis nula no se rechace. Por ambas razones se podría concluir que no existe suficiente evidencia estadística para decir que las varianzas de las características estudiadas en Ponqués – Cantidad de Azúcar, Cantidad de Migas y Esponjosidad- no son iguales.

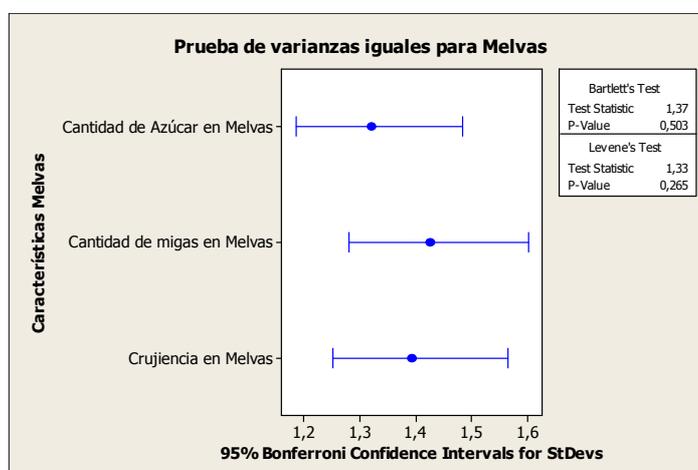
4.2.1.2. Prueba de Igualdad de Varianzas para las características de Nivel de Agrado para Melvas

Se realizó la misma prueba que en la sección 4.2.1.1, con las siguientes hipótesis:

H₀: El nivel de agrado general de todas las características del cuestionario de Melvas tienen varianzas iguales

H₁: El nivel de agrado general de todas las características del cuestionario de Melvas no tienen varianzas iguales. El output de Minitab es:

Figura 4.2. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Nivel de Agrado en Melvas



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

En la figura se puede observar que el 95% de los intervalos de confianza de las varianzas de las tres características estudiadas están sobrepuestas. Adicionalmente, el valor P de la prueba de Bartlett, al ser de 0,503, mayor 0,05 hace que la hipótesis nula no se rechace. Por ambas razones se podría concluir que no existe suficiente evidencia estadística para decir que las varianzas de las características estudiadas en Melvas – Cantidad de Azúcar, Cantidad de Migas y Esponjosidad- no son iguales.

4.2.2. Análisis de la Varianza para preguntas de Nivel de Agrado de Melvas y Ponqués

En la sección 4.2.1. se probó el supuesto de igualdad de varianzas para el Nivel de Agrado de las características de estudio de Melvas y Ponqués. Los supuestos restantes serán probados en los residuales al final del Análisis de la Varianza para los Niveles de Agrado de cada producto. A continuación se presentan los Análisis de Varianza o ANOVA para ambos productos:

4.2.2.1. ANOVA para Nivel de Agrado de Ponqués

El siguiente es el Modelo del ANOVA de Nivel de Agrado de Ponqués:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1,2, \dots, 339 \\ j = 1,2,3 \end{cases}$$

Donde,

y_{ijk} es el nivel de agrado del encuestado i -ésimo para la característica j -ésima,

μ es la media global,

α_i es el efecto del encuestado i -ésimo,

τ_j es el efecto de la característica j -ésima,

ε_{ij} es el error aleatorio

Las hipótesis a probar con el ANOVA son:

Para los encuestados:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_{339} = 0$$

H_1 : Al menos una α_i es diferente

La hipótesis nula plantea que no existe diferencia significativa entre las medias del efecto del encuestado, mientras que la hipótesis alternativa plantea que al menos una media del efecto encuestado es diferente.

Para las características:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$$

H_1 : Al menos una τ_j es diferente

La hipótesis nula plantea que no existe diferencia significativa entre las medias del nivel de agrado de las características, mientras que la hipótesis alternativa plantea que al menos una media del nivel de agrado de las características es diferente.

A continuación se presenta el despliegue del Análisis de Varianza de Minitab, utilizando un nivel de significancia del 95%:

General Linear Model: Nivel de Agr versus Característi. Encuestado P

Factor	Type	Levels	Values
Características Ponqués	fixed	3	Cantidad de Azúcar en Ponques. Cantidad de migas en Ponqués. Esponjosidad en Ponqués
Encuestado Ponqués	random	339	

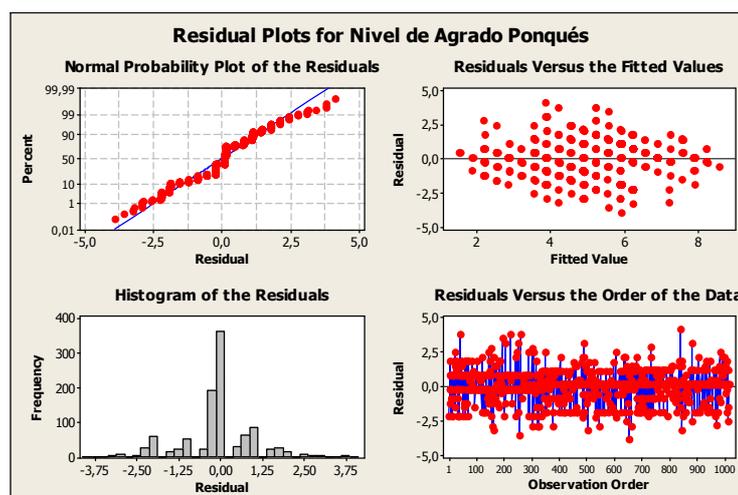
Analysis of Variance for Nivel de Agrado Ponqués, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Características Ponqués	2	24,816	24,816	12,408	7,53	0,001
Encuestado Ponqués	338	1783,388	1783,388	5,276	3,20	0,000
Error	676	1113,851	1113,851	1,648		
Total	1016	2922,055				

S = 1,28363 R-Sq = 61,88% R-Sq(adj) = 42,71%

A continuación se muestra el gráfico de los residuales:

Figura 4.3. Gráfica de Residuales de Nivel de Agrado de Ponqués



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

De la información que Minitab ha desplegado del ANOVA se puede concluir lo siguiente:

- Se hizo un bloqueo en el *factor encuestados*, que ha resultado efectivo con un valor p para este factor de 0,000, menor al 0,05% del nivel de significancia, dejando sin efecto del *factor encuestados* sobre el nivel de agrado.
- El valor p para las *características de las melvas* es de 0,001, que es menor al 0,05% del nivel de significancia. Por ello, este factor si ha influido en el nivel de agrado, al

rechazar la hipótesis nula en la que se planteaba que las medias de las características son iguales. Entonces se puede decir que al menos una característica es de mayor agrado que las otras para los encuestados. Por esta razón se deberá utilizar el Método de Separación de medias para encontrar cuál es la característica de mayor o menor agrado para Ponqués de INPACAF S.A.

- En el gráfico de los residuales se puede observar lo siguiente:
 - Los residuales siguen una distribución normal, ya que en el gráfico de Probabilidad Normal de los Residuales los puntos de color rojo siguen los valores esperados por la línea de probabilidad acumulada. Esto puede ser corroborado en el Histograma de los Residuales, en el que los datos siguen la forma de la curva de probabilidad de la distribución normal, con mayor frecuencia de datos en la mediana.
 - En el gráfico de Residuales versus Valores Ajustados parece existir un leve indicio de tendencia, sin embargo no lo suficiente como para desmentir lo encontrado en la Prueba de Bartlett de Igualdad de Varianzas, por lo que si existe igualdad de varianzas de los datos.
 - En el gráfico de Residuales versus Orden de los Datos existen datos tanto arriba como abajo del valor esperado, sin ningún patrón específico, lo que demuestra que existe Independencia de los Datos.

Por lo expuesto anteriormente, se demuestra que se han cumplido los supuestos para el Análisis de la Varianza, dándole validez a las conclusiones extraídas del mismo.

4.2.2.2. ANOVA para Nivel de Agrado de Melvas

El siguiente es el Modelo del ANOVA de Nivel de Agrado de Melvas:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, 229 \\ j = 1, 2, 3 \end{cases}$$

Donde cada una de las variables representa lo mismo que en la sección 4.2.2.1.

Las hipótesis a probar con el ANOVA plantean lo mismo que lo que se planteó para Ponqués en la sección 4.2.2.1., a diferencia de la hipótesis para encuestados:

Para los encuestados:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_{229} = 0$$

H_1 : Al menos una α_i es diferente

A continuación se presenta el despliegue del Análisis de Varianza de Minitab, utilizando un nivel de significancia del 95%:

General Linear Model: Nivel de Agr versus Característi. Encuestado M

Factor	Type	Levels	Values
Características Melvas Cantidad	fixed	3	Cantidad de Azúcar en Melvas. de migas en Melvas. Crujiencia en Melvas
Encuestado Melvas	random	229	

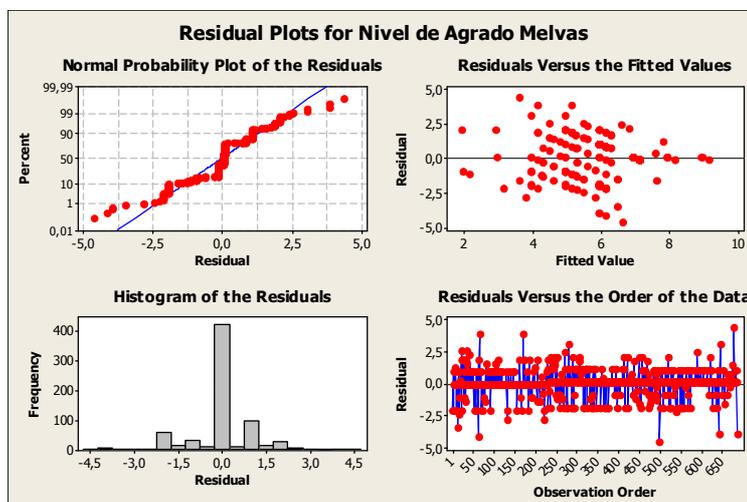
Analysis of Variance for Nivel de Agrado Melvas, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Características Melvas	2	6,314	6,314	3,157	2,05	0,130
Encuestado Melvas	228	596,911	596,911	2,618	1,70	0,000
Error	456	703,019	703,019	1,542		
Total	686	1306,245				

S = 1,24166 R-Sq = 46,18% R-Sq(adj) = 19,03%

A continuación se muestra el gráfico de los residuales:

Figura 4.4. Gráfica de Residuales de Nivel de Agrado de Melvas:



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

De la información que Minitab ha desplegado del ANOVA se puede concluir lo siguiente:

- Se hizo un bloqueo en el *factor encuestados*, que ha resultado efectivo con un valor p para este factor de 0,000, menor al 0,05% del nivel de significancia, dejando sin efecto del *factor encuestados* sobre el nivel de agrado.
- El valor p para las *características de las melvas* es de 0,130, que es mayor al 0,05% del nivel de significancia. Por ello, este factor no ha influido en el nivel de agrado, al no rechazar la hipótesis nula en la que se planteaba que las medias de las características son iguales. Entonces se puede decir que ninguna característica es de mayor agrado que la otra para los encuestados. Con este resultado no es necesario utilizar un método de separación de medias para encontrar la característica de mayor agrado de las melvas actuales de INPACAF S.A.
- En el gráfico de los residuales se obtuvieron conclusiones similares a las del análisis del gráfico de residuales de Ponqués. Por lo expuesto anteriormente, se demuestra que se han cumplido los supuestos para el Análisis de la Varianza, dándole validez a las conclusiones extraídas del mismo.

Se concluye del análisis realizado al Nivel de Agrado de las Características de Melva, que los clientes tienen el mismo nivel de agrado para las tres características estudiadas, por lo que se recomienda en etapas posteriores del presente estudio, enfocarse por igual en el mejoramiento conjunto de las tres características del producto.

4.2.2.3. *Método de Separación de Medias utilizando la Prueba de Tukey para el Nivel de Agrado de las Características de Ponqué*

En el análisis realizado en la sección 4.2.2.1., se rechazó la hipótesis nula de que las medias del nivel de agrado de las características de Ponqué son iguales. Utilizando el Método de Separación de Medias se desea encontrar cuál o cuáles son las medias diferentes de nivel de agrado de las características de Ponqué. Para ello, se va a utilizar la Prueba de Tukey, explicada en la sección 1.8.5.1. Esta prueba evalúa las hipótesis en las que el nivel de significancia sea exactamente α cuando el tamaño de las muestras es el mismo. En el caso del nivel de agrado de las características del Ponqué, se tiene para cada característica 339 muestras. Las medias del nivel de agrado de cada característica del Ponqué son:

<i>Carácterística</i>	<i>Nivel de Agrado</i>
Cantidad de azúcar en Ponqués	6.251
Esponjosidad en Ponqués	5.935
Cantidad de miga desprendida en Ponqués	5.906

Las hipótesis para la prueba son:

H_0 : Las medias de los niveles de agrado de las características de Ponqué son iguales.

H_1 : Las medias de los niveles de agrado de las características de Ponqué no son iguales.

Nivel de Significancia: 5%

La prueba fue llevada a cabo en el paquete estadístico Minitab, obteniendo el siguiente despliegue de información:

Tukey 95,0% Simultaneous Confidence Intervals
Response Variable Nivel de Agrado Ponqués
All Pairwise Comparisons among Levels of Características Ponqués
Características Ponqués = Cantidad de Azúcar en Ponques subtracted from:

Características Ponqués	Lower	Center	Upper
Cantidad de migas en Ponqués	-0,5759	-0,3451	-0,1144
Esponjosidad en Ponqués	-0,5464	-0,3156	-0,0849

Características Ponqués	-----+-----+-----+-----+-----			
Cantidad de migas en Ponqués	(-----*-----)			
Esponjosidad en Ponqués	(-----*-----)			
	-----+-----+-----+-----+-----			
	-0,50	-0,25	0,00	0,25

Características Ponqués = Cantidad de migas en Ponqués subtracted from:

Características Ponqués	Lower	Center	Upper
Esponjosidad en Ponqués	-0,2013	0,02950	0,2603

Características Ponqués	---+-----+-----+-----+---			
Esponjosidad en Ponqués	(-----*-----)			
	---+-----+-----+-----+---			
	-0,50	-0,25	0,00	0,25

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable Nivel de Agrado Ponqués
All Pairwise Comparisons among Levels of Características Ponqués
Características Ponqués = Cantidad de Azúcar en Ponques subtracted from:

Características Ponqués	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
Cantidad de migas en Ponqués	-0,3451	0,09860	-3,501	0,0013
Esponjosidad en Ponqués	-0,3156	0,09860	-3,201	0,0039

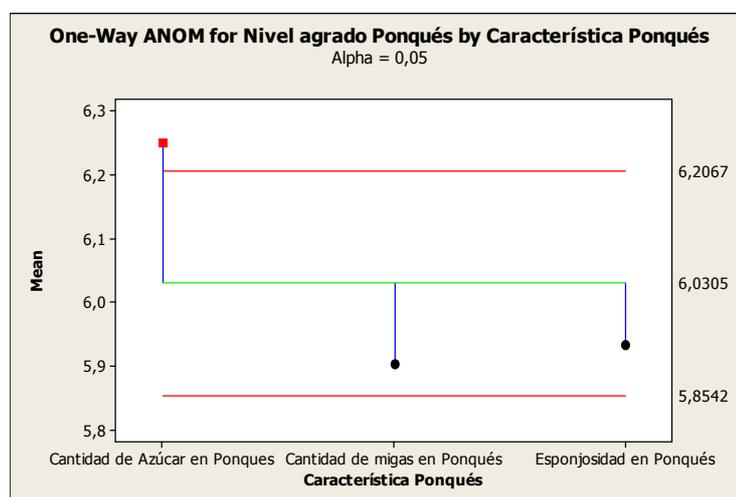
Características Ponqués = Cantidad de migas en Ponqués subtracted from:

Características Ponqués	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
Esponjosidad en Ponqués	0,02950	0,09860	0,2992	0,9519

De acuerdo a lo establecido en la sección 1.10.5.1., de MINITAB HELP, y de acuerdo al análisis que se hace al sustraer la Cantidad de Azúcar de la Esponjosidad y de la Cantidad de Miga, y el cero no está incluido en el intervalo de confianza, se puede decir que se rechaza la hipótesis nula de que las medias de las características son iguales, por lo que la media del nivel de agrado de la Cantidad de Azúcar es estadísticamente diferente a las medias del nivel de agrado de la Esponjosidad y de la Cantidad de migas en los Ponqués. Esto se puede comprobar al ver que los valores P de la prueba formal de Tukey son menores que el 0,05 del nivel de confianza, haciendo que se rechace la hipótesis nula de igualdad de medias.

Posteriormente, de acuerdo al análisis que se hace al sustraer la Cantidad de migas en Ponqués de la Esponjosidad, y al estar incluido el cero dentro del intervalo de confianza, no se rechaza la hipótesis nula de que las medias de las características son iguales, por lo que se corrobora que las medias del nivel de agrado de la Esponjosidad y de la Cantidad de migas en los Ponqués son estadísticamente iguales. Igualmente, al comparar el valor p de la prueba formal de Tukey, y éste ser mayor al 0,05% del nivel de confianza no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias. Lo anterior se puede corroborar mediante el siguiente gráfico de Análisis de Medias:

Figura 4.5. Gráfica de Análisis de Medias de Características de Ponqués:



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Al haber utilizado el α recomendado de 0.05, en el Análisis de Medias del Nivel de Agrado dado por las Características de los Ponqués, se puede ver que la media de la Cantidad de

Azúcar en Ponqués es estadísticamente diferente al tener un punto diferente al final de la línea vertical, y a la vez superior que las medias de la Cantidad de migas y de la Esponjosidad en Ponqués.

Por lo anterior, se puede concluir que la Cantidad de Azúcar en Ponqués tiene un mayor nivel de agrado en los clientes que la Cantidad de migas y de la Esponjosidad en Ponqués. Por esta razón, se recomendaría en las etapas siguientes del presente estudio, enfocarse con mayor prioridad en el mejoramiento de la Cantidad de migas y de la Esponjosidad de los Ponqués.

4.2.3. Análisis de Preguntas JAR (Just About Right) de Melvas y Ponqués

4.2.3.1. Análisis de Preguntas JAR (Just About Right) de Ponqués

Como se mencionó en la sección 1.11. la escala Just About Right permite discernir el grado en que una característica de un producto debe variar para poder satisfacer al cliente, utilizando una escala positiva a un lado y negativa al otro. A continuación se describe el análisis JAR en porcentajes para cada característica de Ponqués.

Tabla 4.7. Resumen de porcentajes de pregunta JAR para las tres características en Ponqués.

Variación en:	Opciones	Bastante menos de lo que me gustaría	Poco menos de lo que me gustaría	Me gusta tal como está	Poco más de lo que me gustaría	Bastante más de lo que me gustaría
Cantidad de azúcar	Número de personas	9	52	259	14	5
	PORCENTAJES %	2,65	15,34	76,40	4,13	1,47
Esponjosidad	Número de personas	14	60	229	29	7
	PORCENTAJES %	4,12979351	17,69911504	67,55162242	8,554572271	2,064896755
Cantidad de Migas	Número de personas	8	47	234	31	19
	PORCENTAJES %	2,359882006	13,86430678	69,02654867	9,144542773	5,604719764

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Se puede apreciar que alrededor el 76%, es decir un poco más de $\frac{3}{4}$ de todos los encuestados prefieren que la cantidad de azúcar en Ponqués se quede como está. 17,99% de los encuestados preferirían mayor cantidad de azúcar, y 5,6% menor cantidad. Al referirse a la pregunta de Nivel de Agrado de Azúcar en Ponqués y al análisis que se realizó con respecto a las Medias de las Características de Ponqués, se concluyó que si existía diferencia entre las Medias de las Características de los Ponqués, y que además, la Media del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar en los Ponqués, de 6,251, era mayor y distinta que las Medias de las otras características. Por esta razón, el elaborar prototipos de Ponqués, variando la cantidad de azúcar no tendría justificación estadística suficiente, dado que se debería enfocar los esfuerzos en mejorar el Nivel de Agrado y Satisfacción de las otras características de Ponqués que tienen Medias de Nivel de Agrado mucho

Al 67,55% de los encuestados les gusta la esponjosidad del Ponqué actual de INPACAF S.A. El 21,83% de los encuestados respondieron que la esponjosidad es menor a lo que les gustaría en Ponqué actual, y tan solo el 10,61% preferiría que la esponjosidad del producto sea menor. Es importante recalcar que este porcentaje es mucho menor que el 76,04% obtenido en el mismo punto de la escala para la pregunta JAR anterior para Cantidad de Azúcar en Ponqués, lo que se ve reflejado en la Media del Nivel de Agrado de la Esponjosidad de Ponqués que se analizó anteriormente, siendo de 5,935, bastante menor a la Media del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar en Ponqués, de 6,251. Por esta razón, los esfuerzos de mejoramiento de Satisfacción si deberían concentrarse en ésta característica de los Ponqués tomando en cuenta en la creación de prototipos que la mayoría de encuestados a los que no les gustaba la esponjosidad actual del Ponqué de INPACAF S.A., preferirían que se le dé mayor esponjosidad al producto.

Muy similar que en el caso de la esponjosidad de los Ponqués, al 69,02% de los encuestados les gusta la Cantidad de Migas del Ponqué actual de INPACAF S.A. El 16,22% de los encuestados respondieron que la Cantidad de Migas es menor a lo que les gustaría en Ponqué actual, y el 14,75% preferiría que la Cantidad de Migas del producto sea menor. Al igual que en el caso de la esponjosidad de los Ponqués, el porcentaje de encuestados a los que les gusta la Cantidad de Migas del Ponqué actual es mucho menor que el 76,04% obtenido en el mismo punto de la escala para la pregunta JAR para Cantidad de Azúcar en Ponqués, lo que se ve reflejado en la Media del Nivel de Agrado de la Esponjosidad de Ponqués que se analizó anteriormente, siendo de 5,906, bastante menor a la Media del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar en Ponqués, de 6,251. Por esta razón, los esfuerzos de

mejoramiento de Satisfacción si deberían concentrarse en ésta característica de los Ponqués tomando en cuenta para la creación de prototipos que se tenían porcentajes bastante similares tanto al lado izquierdo como derecho de la escala JAR, es decir, encuestados deseando mayor y menor Cantidad de Migas en los Ponqués.

4.2.3.2. Análisis de Preguntas JAR (Just About Right) de Melvas

Éste es el análisis JAR en porcentajes para las características de Melvas:

Tabla 4.8. Resumen de porcentajes de pregunta JAR para las tres características en Melvas:

Variación en:	Opciones	Bastante menos de lo que me gustaría	Poco menos de lo que me gustaría	Me gusta tal como está	Poco más de lo que me gustaría	Bastante más de lo que me gustaría
Cantidad de azúcar	Número de personas	2	20	198	7	2
	PORCENTAJES %	0,87	8,73	86,46	3,06	0,87
Espanjosidad	Número de personas	3,00	34,00	179,00	10,00	3,00
	PORCENTAJES %	1,31	14,85	78,17	4,37	1,31
Cantidad de Migas	Número de personas	2,00	21,00	188,00	8,00	10,00
	PORCENTAJES %	0,87	9,17	82,10	3,49	4,37

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

El 86,46% de los encuestados de Melvas, es decir un poco más de 4/5 prefieren que la cantidad de azúcar en Melvas se quede como está. El 9,606% de los encuestados preferirían más cantidad de Azúcar en los Ponqués actuales y el 3,93% preferirían menos cantidad. Dado que en la pregunta de análisis de Nivel de Agrado de todas las características de las Melvas no hubo diferencia significativa entre las medias de estos Niveles de Agrado, no es posible comparar la concordancia del porcentaje de encuestados a los que les gustan las características de las Melvas como están con los Niveles de Agrado de dichas características.

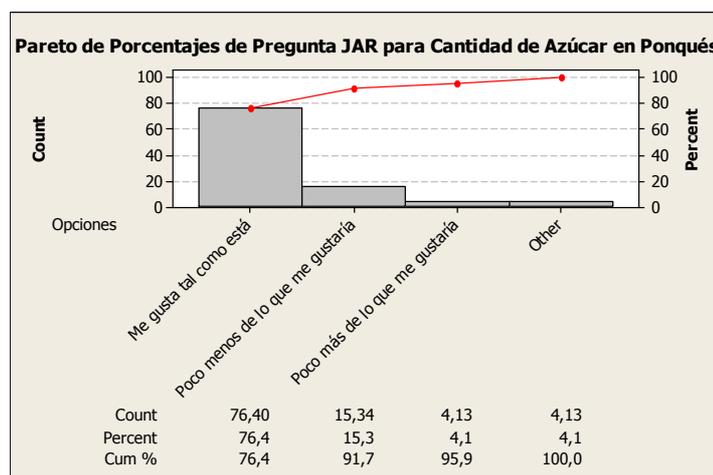
El 78,17% de los encuestados de Melvas, prefieren que la Crujiencia en Melvas se quede como está. El 16,15% preferirían menos crujiencia y 5,67% preferirían mayor crujiencia. Teniendo un mayor porcentaje de encuestados que desean más crujiencia que la actual, se recomendaría elaborar prototipos con mayor crujiencia y evaluar la preferencia que los mismos tengan en los clientes.

El 82,10% de los encuestados de Melvas, prefieren que la Cantidad de Migas en Melvas se quede como está. El 10,94% prefieren menos cantidad de migas y el 7,85% prefieren más cantidad de migas. Teniendo un mayor porcentaje de encuestados que desean mayor cantidad de migas que la cantidad actual, se recomendaría elaborar prototipos con mayor cantidad de migas y evaluar la preferencia que los mismos tengan en los clientes.

4.2.3.3. Pareto aplicado a los porcentajes de las preguntas J.A.R. para Ponqués y Melvas

A pesar de que mediante el análisis 4.2.3.2, se recomendaría generar prototipos de Ponqués y Melvas con niveles o cantidades mayores y menores de las características que han sido investigadas, es necesario realizar un Diagrama de Pareto para determinar si realmente se justifica la creación de tales prototipos, en caso de que se llegue al 80% de las respuestas en una sola de las opciones de la escala Just About Right. A continuación se presentan los diagramas correspondientes a cada característica de Melvas y Ponqués:

Figura 4.6. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Cantidad de Azúcar en Ponqués:



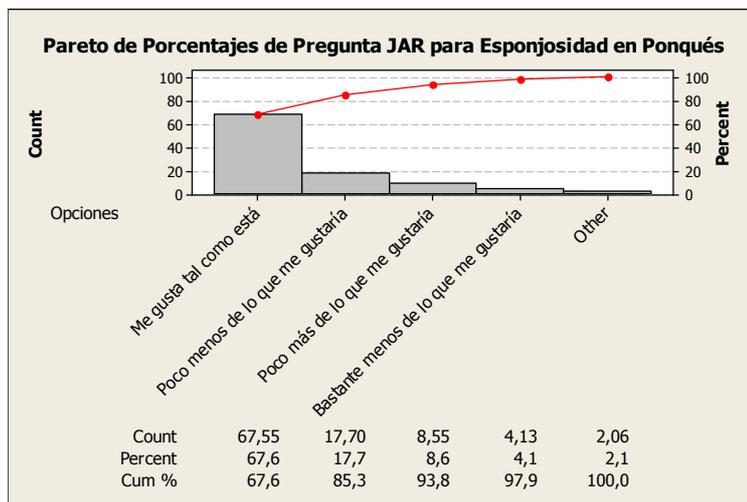
Fuente: Cuestionario de Nivel de Grado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

De acuerdo al diagrama anterior, al 76% de los clientes encuestados, les gusta la cantidad de azúcar tal como está en los Ponqués, sin embargo, este porcentaje no es suficiente para

determinar que son mayoría, es decir que no igualan o superan el 80%. Por ésta razón si se recomendaría generar prototipos de Ponqués variando ésta característica y analizar la satisfacción de los clientes.

Figura 4.7. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Esponjosidad en Ponqués:

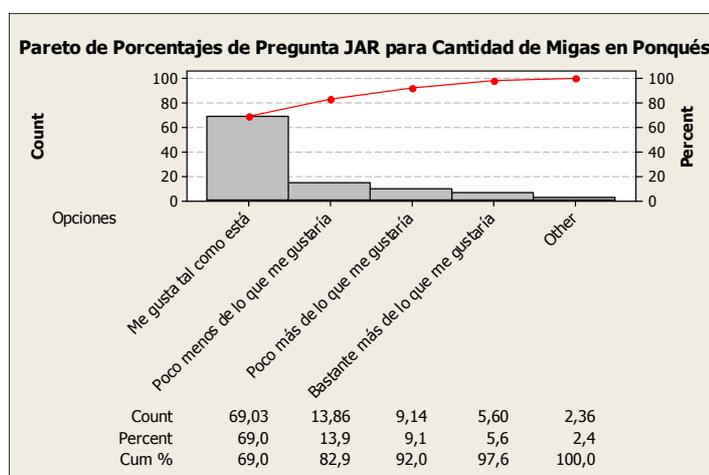


Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Como se puede observar en el diagrama anterior, al 68% de los clientes encuestados, les gusta la esponjosidad tal como está en los Ponqués, sin embargo, este porcentaje no es suficiente para determinar que son mayoría, es decir que no igualan o superan el 80%. Por ésta razón si se recomendaría generar prototipos de Ponqués variando ésta característica y analizar la satisfacción de los clientes.

Figura 4.8. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Cantidad de Migas en Ponqués:

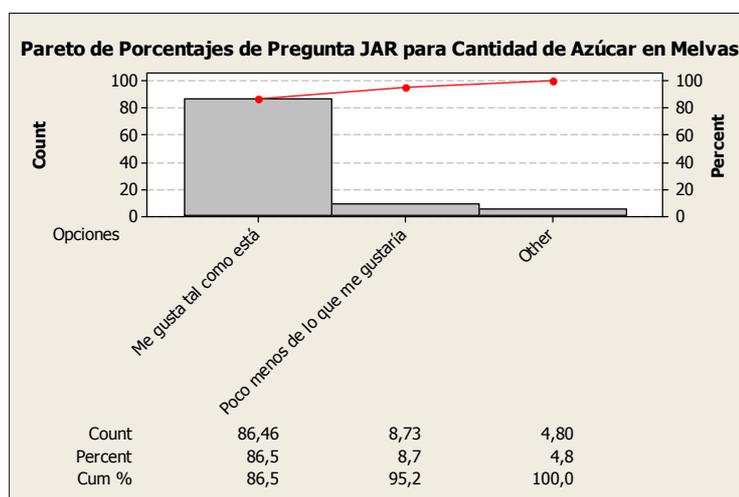


Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Como se puede observar en el diagrama anterior, al 69% de los encuestados, les gusta la cantidad de migas tal como está, sin embargo, al estar éste porcentaje lejos del 80% que se requiere en las respuestas de un mismo punto de la escala Just About Right, se recomendaría realizar los prototipos determinados en el análisis de ésta pregunta.

Figura 4.9. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Cantidad de Azúcar en Melvas:

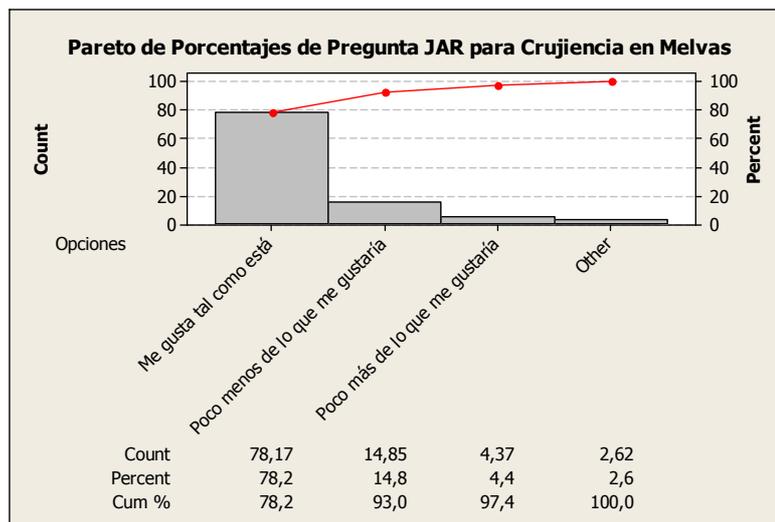


Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Como se puede observar en el diagrama anterior, al 86% de los clientes encuestados, les gusta la cantidad de azúcar tal como está por lo que se recomendaría no manipular ésta característica en el desarrollo de los prototipos.

Figura 4.10. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Crujiencia en Melvas:

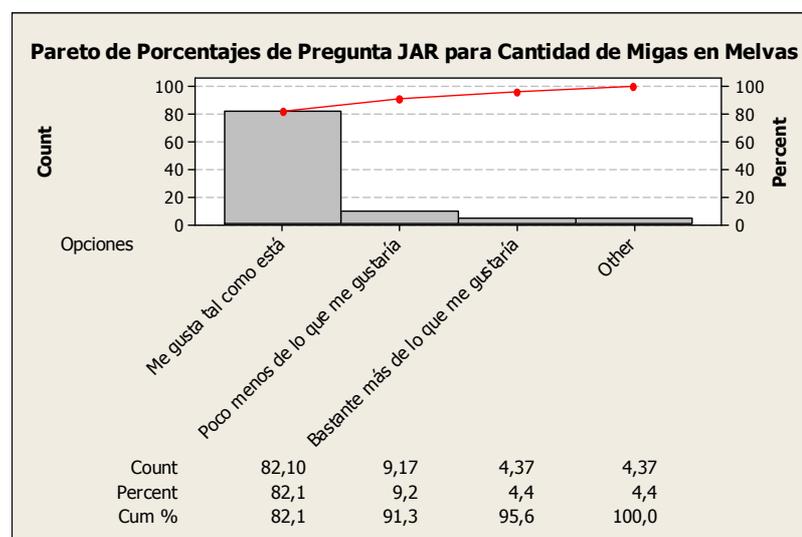


Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Como se puede observar en el diagrama anterior, alrededor del 80% de los clientes encuestados, les gusta la crujiencia tal como está por lo que se recomendaría no manipular ésta característica en el desarrollo de los prototipos.

Figura 4.11. Diagrama de Pareto de Pregunta JAR para Cantidad de Migas en Melvas:



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Como se puede observar en el diagrama anterior, a más del 80% de los clientes encuestados, les gusta la cantidad de migas tal como está por lo que se recomendaría no manipular ésta característica en el desarrollo de los prototipos.

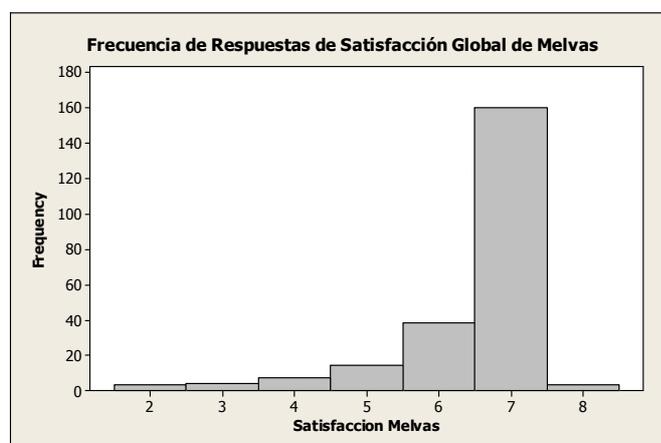
Al parecer, las preguntas de la escala Just About Right para Melvas demuestran que al no necesitar cambios, los clientes se encuentran ciertamente satisfechos con los niveles de las características de interés de las melvas actuales, y por lo tanto no se tendrán que realizar prototipos de Melvas, como en el caso de los Ponqués para mejorar éstos índices de satisfacción. No obstante, el problema de satisfacción de los clientes de Melvas puede estar dado por su disponibilidad en percha, por lo que a continuación se realiza el análisis pertinente.

4.2.4. Análisis de Satisfacción Global de Melvas y Ponqués

4.2.4.1. Análisis de Satisfacción Global de Melvas

A continuación se presenta un histograma con la distribución de las respuestas para la pregunta de Satisfacción Global de Melvas de INPACAF S.A. con un resumen descriptivo de los datos:

Figura 4.12: Histograma para Datos de Pregunta de Satisfacción Global de Melvas:



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Como se puede apreciar en la figura anterior, la mayor cantidad de respuestas se situaron en el punto 7 de la escala, siendo éste anclado a la opción “Satisfecho”, las preguntas en los extremos de la escala fueron muy escasos, y nulos en el caso del punto 9 de la escala que denota la mayor satisfacción. A continuación se presentan las estadísticas descriptivas de estos datos:

Descriptive Statistics: Satisfaccion Melvas

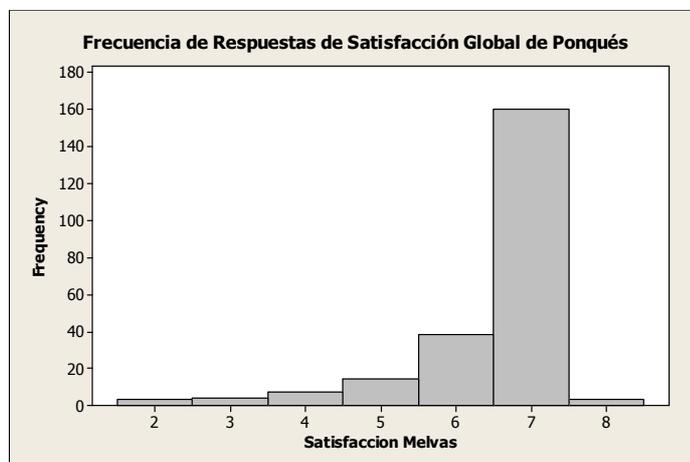
Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	
Satisfaccion Mel	229	0	6,4978	0,0680	1,0286	2,0000	6,0000	7,0000	
Variable	Q3	Maximum							
Satisfaccion Mel	7,0000	8,0000							

De acuerdo a las estadísticas desplegadas por el paquete Minitab, se puede ver que la media de la pregunta de Satisfacción Global para Melvas está en 6,4978, es decir casi en la mitad del punto 6 y 7 de la escala hedónica utilizada, esto implica que la media de los clientes de Ponqué se sienten entre Poco Satisfechos y Satisfechos con respecto al producto actual, los datos poseen también una desviación estándar de 1,0286.

4.2.4.2. Análisis de Satisfacción Global de Ponqués

A continuación se presenta un histograma con la distribución de las respuestas para la pregunta de Satisfacción Global de Ponqués de INPACAF S.A. con un resumen descriptivo de los datos:

Figura 4.13: Histograma para Datos de Pregunta de Satisfacción Global de Ponqués:



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Al igual que en la encuesta de melvas, la mayor cantidad de respuestas se sitúan en el punto 7 de la escala, siendo éste anclado a la opción “Satisfecho”, las preguntas en los extremos de la escala fueron muy escasos, y nulos en el caso del punto 9 de la escala que denota la mayor satisfacción. A continuación se presentan las estadísticas descriptivas de estos datos:

Descriptive Statistics: Satisfaccion Ponqués

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median
Satisfaccion Pon	340	0	6,3392	0,0652	1,2022	2,0000	6,0000	7,0000
Variable	Q3	Maximum						
Satisfaccion Pon	7,0000	9,0000						

Se puede ver que la media de la pregunta de Satisfacción Global para Ponqués está en 6,3392, es decir más cercana al punto 6 de la encuesta, con el ancla semántica “Poco Satisfecho” con respecto al producto actual, los datos poseen también una desviación estándar de 1,2022.

4.2.5. Análisis de la Pregunta de Disponibilidad en Percha de Ponqués y Melvas

De acuerdo con lo establecido en la sección 3.2.4.2.2., de entre las preguntas que se incluyeron en el cuestionario que se realizó en las 12 sucursales de Supermercados Santa María, más las ventas directas de planta de los productos de INPACAF S.A., también se

incluyó una pregunta relacionada con la disponibilidad de producto en Percha en las 12 sucursales, debido a que la disponibilidad fue considerada como un aspecto de calidad relevante cuando se realizaron los grupos focales con los clientes de INPACAF S.A.

4.2.5.1. *Análisis de la Pregunta de Disponibilidad en Percha para Ponqués*

Como se puede apreciar en el Anexo 9.2, correspondiente a la Tabulación de las respuestas en los cuestionarios para Ponqués, la disponibilidad de los Ponqués en promedio en las 12 sucursales de Supermercados Santa María es de 65,66%. A nivel de cada sucursal, la disponibilidad se encuentra detallada en la siguiente tabla:

Tabla 4.9. Disponibilidad de Ponqués en las Perchas de Supermercados Santa María

<i>Disponibilidad de Ponqués</i>		
Número	Sucursal	Porcentaje de Disponibilidad
1	Chillogallo	64,47%
2	Cayambe	70%
3	Panasur	70%
4	Centro	69,62%
5	Santa Clara	66,77%
6	Tumbaco	64,71%
7	Iñaquito	64,09%
8	Ofelia	64,35%
9	Baños	60%
10	Villaflora	62,79%
11	Ventas	68,57%
12	Sangolquí	72,17%
13	Carapungo	60%

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Dentro del modelo del Vendedor de Periódico, que se revisó en la sección 1.13, el dato de la demanda de los artículos, de los que se quiere calcular la cantidad óptima de pedido, no es conocido, sino solo la cantidad de ventas por sucursal y la disponibilidad de dicho artículo en la percha. Por esta razón se tratará de aproximar dicha demanda, utilizando los datos de venta de Ponqués y el factor de disponibilidad en la percha. A continuación se presenta nuevamente la tabla de ventas semanales de Ponqués para cada sucursal de Supermercados Santa María:

Tabla 4.10: Promedio de ventas semanales de Ponqués de INPACAF S.A. del último trimestre del 2009:

Familia	Ventas	Villaflores	Centro	Santa Clara	Ofelia	Cayambe	Tumbaco	Carapungo	Sangolquí	Panasur	Chillogallo	Iñaquito	Baños	TOTALS
Ponqués	7,30	100,5	37,2	51,1	79,2	14,9	59,6	57,3	31,9	45,3	74,2	30	1,54	590,38

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Los datos de la tabla anterior muestran en promedio, las ventas concretadas semanalmente de Ponqués, con las disponibilidades correspondientes de la penúltima tabla. Esto quiere decir que si se divide la cantidad promedio de ventas semanales de Ponqués, para el índice de disponibilidad de los Ponqués en cada sucursal, se obtendrá un dato muy cercano a la demanda real de Ponqués, es decir, la cantidad de ponqués que se hubiera vendido en cada sucursal en caso de que hubiese habido un 100% de disponibilidad el producto. Realizando esta operación se obtienen los siguientes datos de demanda:

Tabla 4.11. Disponibilidad aproximada de Ponqués para sucursales de Supermercados Santa María:

Demanda aproximada de Ponqués				
Número	Sucursal	Porcentaje de Disponibilidad	Ventas Concretadas Promedio (unid)	Demanda Aproximada (unid)
1	Chillogallo	64,47%	74,23	115,14
2	Cayambe	70%	14,92	21,31
3	Panasur	70%	45,30	64,72
4	Centro	69,62%	37,23	53,47
5	Santa Clara	66,77%	51,07	76,49
6	Tumbaco	64,71%	59,69	92,24
7	Iñaquito	64,09%	30	46,80
8	Ofelia	64,35%	79,2	123,07
9	Baños	75%	1,54	2,05
10	Villaflores	62,79%	100,53	160,11
11	Ventas	68,57%	7,30	10,65
12	Sangolquí	72,17%	31,92	44,23
13	Carapungo	60%	57,38	95,64
TOTAL DEMANDA APROXIMADA SEMANAL				905,99

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Se puede apreciar que la sucursal que tiene una mayor demanda aproximada es la de Villaflores, con 160,12 unidades semanales. Por esta razón, el análisis de movimiento en percha será realizado en esta sucursal como Piloto, abriendo la posibilidad a que la metodología que se emplee para dicho análisis pueda ser aplicado en cualquier época del año y con cualquier producto, en cualquier sucursal. El desarrollo de la solución del problema de disponibilidad de Ponqués se presentará en la Fase Analizar del presente proyecto, utilizando el modelo del Vendedor de Periódico.

4.2.5.2. *Análisis de la Pregunta de Disponibilidad en Percha para Melvas*

Se realizó el mismo análisis que el de la sección 4.2.4.1., con los datos del Anexo 8, obteniendo con los mismos métodos las siguientes tablas:

Tabla 4.12. Disponibilidad de Melvas en las Perchas de Supermercados Santa María

<i>Disponibilidad de Melvas</i>		
Número	Sucursal	Porcentaje de Disponibilidad
1	Chillogallo	77,5%
2	Cayambe	72,5%
3	Panasur	82,72%
4	Centro	61,54%
5	Santa Clara	62,81%
6	Tumbaco	71,82%
7	Iñaquito	78,26%
8	Ofelia	73%
9	Baños	72,73%
10	Villaflores	62,5%
11	Ventas	74%
12	Sangolquí	68,82%
13	Carapungo	73,71%

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Tabla 4.13: Promedio de ventas semanales de Melvas de INPACAF S.A. del último trimestre del 2009:

Familia	Ventas	Villaflores	Centro	Santa Clara	Ofelia	Cayambe	Tumbaco	Carapungo	Sangolquí	Panasur	Chillogallo	Iñaquito	Baños	TOTALES
Melvas	5,15	34,7	15,3	53,2	25,8	3,6	30,2	64,1	20,6	12,6	14,1	33,07	11,5	324,38

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Tabla 4.14. Disponibilidad aproximada de Melvas para sucursales de Supermercados Santa María:

<i>Demanda aproximada de Melvas</i>				
Número	Sucursal	Porcentaje de Disponibilidad	Ventas Concretadas Promedio (unid)	Demanda Aproximada (unid)
1	Chillogallo	77,50%	14,15	18,26
2	Cayambe	72,50%	3,61	4,98
3	Panasur	82,72%	12,69	15,34
4	Centro	61,54%	15,38	24,99
5	Santa Clara	62,81%	53,23	84,74
6	Tumbaco	71,82%	30,23	42,09
7	Ínaquito	78,26%	33,07	42,26
8	Ofelia	73%	25,8	35,34
9	Baños	72,73%	11,5	15,81
10	Villaflores	62,50%	34,76	55,63
11	Ventas	74%	5,15	6,96
12	Sangolquí	68,82%	20,61	29,95
13	Carapungo	73,71%	64,15	87,03
TOTAL DEMANDA APROXIMADA SEMANAL				463,43

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Se puede apreciar que la sucursal que tiene una mayor demanda aproximada es la de Santa Clara, con 84,75 unidades semanales. Por esta razón, el análisis de movimiento en percha será realizado en esta sucursal, como Piloto, abriendo la posibilidad a que la metodología que se emplee para dicho análisis pueda ser aplicado en cualquier época del año y con cualquier producto, en cualquier sucursal.

El desarrollo de la solución del problema de disponibilidad de Melvas se presentará en el capítulo 5 de la Fase Analizar del presente proyecto, utilizando el modelo del Vendedor de Periódico.

Capítulo 5

5. Fase Analizar

5.1. Solución al Problema de Disponibilidad en Percha de Ponqués y Melvas

5.1.1. Solución de Disponibilidad para Ponqués utilizando el Modelo del Vendedor de Periódicos

Uno de los supuestos que se consideraron en la sección 1.13, del modelo del Vendedor de Periódico, es que la demanda siga una distribución normal. En la sección 4.2.4 se realizó una aproximación de la demanda de Ponqués de cada sucursal utilizando la información de ventas del último trimestre del año 2009 y su porcentaje de disponibilidad en percha.

La metodología para desarrollar la solución del problema de disponibilidad, será aplicada a la sucursal con la mayor demanda aproximada. Esto se realizará para cumplir con lo establecido en la Cartera de Proyecto, servir como un análisis Piloto y ser aplicado por INPACAF S.A. para las otras sucursales de Supermercados Santa María. La sucursal con mayor demanda de Ponqués es la de Villaflores con 160,12 unidades semanales. A continuación se probará si la distribución de la demanda de esta sucursal es normal, como lo supone el modelo del Vendedor de Periódicos. La siguiente tabla muestra la cantidad de unidades en ventas concretadas durante el período en el que se realizó el análisis:

Tabla 5.1. Venta en unidades de Ponqués en la Sucursal de Villaflores tomando en cuenta los reabastecimientos entre semana para la percha.

MES	Octubre											
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
Reabastecimiento	46	40	20	6	55	45	85	30	80	6	15	110

MES	Noviembre											
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
Reabastecimiento	60	15	3	35	60	3	36	57	30	45	45	6

MES	Diciembre														
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4			Semana 5		
Reabastecimiento	90	60	60	60	1	75	21	70	3	55	70	51	70	6	4

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

Si a los valores de la tabla anterior, se los divide para el porcentaje de disponibilidad obtenida por la sucursal de Villaflores, se podrá tener el dato de demanda aproximada para cada semana del último trimestre del año 2009. Esta información se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 5.2. Demanda de Ponqués en la Sucursal de Villaflores tomando en cuenta los reabastecimientos entre semana para la percha.

MES	Octubre											
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
Reabastecimiento	73	64	32	9,6	88	72	135	48	127	9,6	24	175

MES	Noviembre											
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
Reabastecimiento	96	24	4,8	56	96	4,8	57	91	48	72	72	9,6

MES	Diciembre														
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4			Semana 5		
Reabastecimiento	143	96	96	96	1,6	119	33	111	4,8	88	111	81	111	9,6	6,4

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

A continuación se realizará la prueba de normalidad de los datos de la tabla anterior, para cumplir con el supuesto de normalidad de los datos de la demanda del modelo del Vendedor de Periódico.

Se hizo una prueba de normalidad en Minitab para probar la siguiente hipótesis nula:

H_0 : Los datos de la demanda aproximada de Ponqués en la sucursal de Villaflora siguen una distribución normal

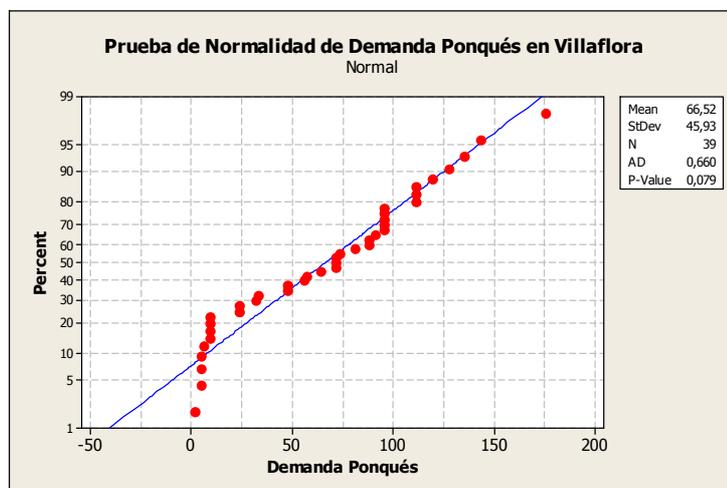
H_1 : Los datos de la demanda aproximada de Ponqués en la sucursal de Villaflora no siguen una distribución normal

Se determinó realizar la prueba de normalidad de Anderson Darling debido a que no se conocen los parámetros de ubicación, forma y escala de la población y sería inútil efectuar la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov, y por otro lado, tampoco se puede efectuar la prueba de normalidad de Ryan Joiner porque al superar los 30 datos no se trata de una muestra pequeña, como ésta prueba lo requiere.

Para esta prueba de normalidad se utilizó el software estadístico MINITAB, con un nivel de significancia del 5% para tratar de minimizar la probabilidad de rechazar la hipótesis nula, que sería asumir que los datos de la demanda aproximada de Ponqués en la sucursal de Villaflora sigan una distribución normal cuando no lo hacen.

Se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 5.1. Prueba de Normalidad de Datos de Demanda Aproximada de Ponqués para la sucursal de Villaflores.



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Se concluye que estos datos siguen una distribución normal dado que tienen un valor p mayor a 0.05, con media 66,83 unidades promedio de ventas y desviación estándar 46,14 unidades de ventas, lo cual hace que se no rechace la hipótesis nula de normalidad de los datos. Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para afirmar que los datos de la Demanda Aproximada de Ponqués en la sucursal de Villaflores no siguen una distribución normal.

Para continuar aplicando el modelo de Vendedor de Periódico, mencionado en la sección 1.10 del presente documento es necesario conocer los costos en dólares de la escasez y exceso de inventario en la percha, tomando en cuenta que se trata de un producto perecible:

$c_0 =$ costo en dólares por unidades de exceso de la orden (cuando sobran unidades luego de que se ha cumplido con la demanda) = $\$1,37 - \$0,27 = \$1,10$ que es el 80% del costo en dólares por unidad faltante o escasez, ya que al 20% del precio de venta se rematan los Ponqués dañados, maltratados, o cercanos a su fecha de caducidad.

$c_s =$ costo en dólares por unidad faltante o escasez = $\$1,37$ que es precio de venta promedio de las tres presentaciones de Ponqué que produce INPACAF S.A. Se toma el precio de venta promedio debido a que no se ha hecho distinciones entre las tres presentaciones que hay, y este costo servirá como referencia para

cualquiera de las tres presentaciones cuando no se haya vendido por no estar en la percha. Este es el costo de oportunidad.

Ahora, se puede calcular Q^* utilizando la ecuación mencionada en la sección 1.13:

$$G(Q^*) = \frac{c_s}{c_0 + c_s}$$

$$G(Q^*) = \frac{\$1,37}{\$1,10 + \$1,37_s} = 55,47\%$$

Esto quiere decir que se debe ordenar la suficiente cantidad de Ponqués, en sus tres presentaciones sin distinción para tener una 55,47% de oportunidad de satisfacer la demanda o un 44,53% de oportunidad de escasez. Para calcular la cantidad que se debe ordenar, se consulta la tabla de distribución normal para encontrar qué $\Phi(z) = 0,5547$, Entonces $z = 0,14$. Entonces:

$$Q^* = \mu + z\sigma$$

$$Q^* = 66,52 + (0,14)45,93 = 72,95$$

La cantidad óptima de pedido que se debe hacer para evitar que exista escasez o exceso de inventario en percha es de 72,95 unidades por reabastecimiento, cada vez que se realiza un reabastecimiento.

Este resultado puede ser interpretado como el producir 0,14 desviaciones estándar de unidades de producto sobre la media de la demanda. Entonces, si la desviación estándar de la demanda ha sido 45,93 unidades, la respuesta apropiada sería el producir 6,4302 unidades sobre la media de la demanda, o 72,95 unidades.

En el caso de Supermercados Santa María, los reabastecimientos a percha se hacen tres veces por semana, y por ello, a veces se realizan hasta tres pedidos por semana. Por esta razón, si se quisiera cubrir con un pedido semanal dos o tres reabastecimientos, se deberá realizar el producto de la cantidad óptima de pedido por el número de reabastecimientos que se desee realizar a la percha. Adicionalmente, tomando en cuenta que el valor de la cantidad óptima de pedido no hace distinción entre las tres presentaciones de Ponqué, se podría multiplicarla por el porcentaje que cada una de estas tres presentaciones representa dentro de un pedido promedio y así obtener la cantidad óptima de pedido para cada presentación. Por ejemplo, si se conoce que dentro del pedido de Ponqués para una sucursal, el 20% son

grandes, el 50% son medianos y el 30% son pequeños, se multiplicaría la cantidad óptima de pedido por estos porcentajes y se obtendría la cantidad óptima de pedido para cada presentación. O en su defecto, se podría realizar todo el presente análisis desde el principio, haciendo diferenciación entre las tres presentaciones y así obtener datos más reales de la cantidad de pedido óptima para cada presentación.

5.1.2. Solución de Disponibilidad para Melvas utilizando el Modelo del Vendedor de Periódicos

La sucursal con mayor demanda de Melvas es la Santa Clara con 84,57 unidades semanales. Efectuando los mismos procedimientos que en la sección 5.1.1, se obtuvo la siguiente información:

Tabla 5.3. Venta en unidades de Melvas en la Sucursal de Santa Clara tomando en cuenta los reabastecimientos entre semana para la percha.

MES	Octubre											
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
Reabastecimiento	14	40	30	30	0	14	30	20	0	13	10	4

MES	Noviembre											
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
Reabastecimiento	10	30	0	15	30	40	10	6	40	25	3	23

MES	Diciembre														
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4			Semana 5		
Reabastecimiento	25	20	4	20	15	40	20	20	30	0	10	10	3	30	35

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

Tabla 5.4. Demanda de Melvas en la Sucursal de Santa Clara tomando en cuenta los reabastecimientos entre semana para la percha.

MES	Octubre											
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
Reabastecimiento	22	64	48	48	0	22,4	48	32	0	21	16	6,4

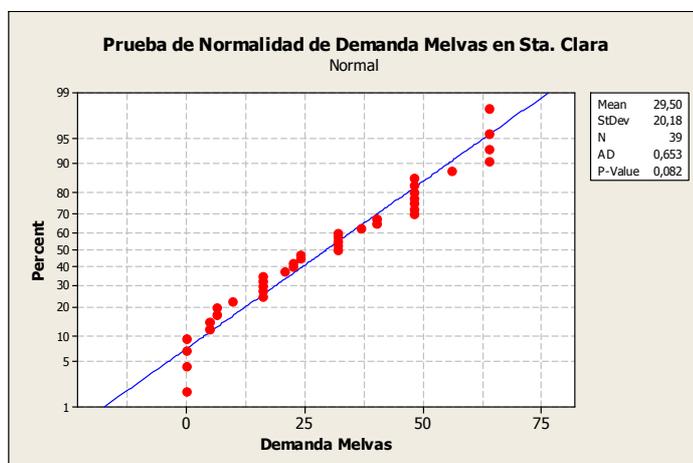
MES	Noviembre											
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
Reabastecimiento	16	48	0	24	48	64	16	9,6	64	40	4,8	36,8

MES	Diciembre														
SEMANA	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4			Semana 5		
Reabastecimiento	40	32	6,4	32	24	64	32	32	48	0	16	16	4,8	48	56

Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Figura 5.2. Prueba de Normalidad de Datos de Demanda Aproximada de Melvas para la sucursal de Santa Clara.



Fuente: Cuestionario de Nivel de Agrado de Características de Melvas y Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Se concluye que estos datos siguen una distribución normal de media 29,50 y desviación estándar 20,18, dado que tienen un valor p mayor a 0.05, lo cual hace que no se rechace la hipótesis nula. Por lo tanto, no existe suficiente evidencia para afirmar que los datos de la Demanda Aproximada de Melvas en la sucursal de Santa Clara no siguen una distribución normal.

Para continuar aplicando el modelo de Vendedor de Periódico, mencionado en la sección 1.13 del presente documento es necesario conocer los costos en dólares de la escasez y exceso de inventario en la percha, tomando en cuenta que se trata de un producto perecible:

$$c_0 = \$0,92$$

$$c_s = \$1,15$$

Ahora, se puede calcular Q^* utilizando la ecuación mencionada en la sección 1.13:

$$G(Q^*) = \frac{c_s}{c_0 + c_s}$$

$$G(Q^*) = \frac{\$1,15}{\$0,92 + \$1,15} = 0,5555$$

Esto quiere decir que se debe ordenar la suficiente cantidad de Melvas, en sus tres presentaciones sin distinción para tener una 55,55% de oportunidad de satisfacer la demanda o un 44,45% de oportunidad de escasez. Para calcular la cantidad que se debe ordenar, se consulta la tabla de distribución normal para encontrar qué $\Phi(z) = 0,5555$, Entonces $z = 0,14$. Entonces:

$$Q^* = \mu + z\sigma$$

$$Q^* = 29,50 + (0,14)20,18 = 32,3252$$

La cantidad óptima de pedido que se debe hacer para evitar que exista escasez o exceso de inventario en percha es de 32,3252 unidades por reabastecimiento, cada vez que se realiza un reabastecimiento.

Este resultado puede ser interpretado como el producir 0,14 desviaciones estándar sobre la media de la demanda. Entonces, si la desviación estándar de la demanda ha sido 20,18 unidades, la respuesta apropiada sería el producir 2,8352 unidades sobre la media de la demanda, o 32,3252 unidades.

Es importante referirse nuevamente a la recomendación del final de la sección anterior.

5.2. Mejoramiento a Disponibilidad en Percha de Melvas y Ponqués en Dos Sucursales de Supermercados Santa María

Para el mejoramiento de los índices de satisfacción de los clientes, la solución del problema de disponibilidad en perchas de Melvas y Ponqués debe aplicarse de la forma en que se mencionó en la sección anterior para las sucursales de Villaflora y Santa Clara para Ponqués y Melvas respectivamente.

Dado que los cálculos de la sección anterior fueron realizados en relación a la demanda del último trimestre del año 2009, las cantidades de pedido que deberán hacerse, deberán ser aplicadas en una época similar del año 2010, siendo en éste caso, el mes del octubre del 2010, asumiendo que se trata de demanda estacional que se repite anualmente. Luego de la aplicación de este modelo en el mes de octubre del 2010, se podrá re-evaluar el índice de disponibilidad de los productos y el índice de satisfacción global de los consumidores, y compararlo con los del año anterior.

Para llevar esto a cabo, se contrató una mercaderista para la empresa, quien se encargaría de visitar las sucursales de Villaflora y Santa Clara, y de colocar las cantidades de pedido mencionadas en la sección anterior, durante todo el mes de octubre del 2010. De ésta manera, la re-evaluación de los índices de disponibilidad de producto y de satisfacción global de los clientes de Melvas y Ponqués podría a empezar a evaluarse la primera semana de noviembre del 2010.

Es importante recalcar que el Modelo del Vendedor de Periódicos es una solución a problemas de disponibilidad de stock de productos perecibles, y que, su principal dato de entrada, la demanda, debería ser actualizada periódicamente para que las cantidades de pedido en la frecuencia dada sean razonables con respecto al cambio de la demanda.

5.2.1. Desarrollo de la Investigación Descriptiva para Re-evaluación de Disponibilidad de Ponqués y Melvas

El objetivo principal de la Investigación Descriptiva para la Re-evaluación de Disponibilidad en Percha de Ponqués y Melvas es determinar si el cambio producido con la nueva forma de realizar pedidos de producto, utilizando el Modelo del Vendedor de Periódicos, ha podido o no mejorar los índices de disponibilidad de producto en percha, dado que se ha encontrado que éste factor influye en la satisfacción global de los clientes de INPACAF S.A.

Adicionalmente, esta última investigación permitirá comparar los niveles de satisfacción de los clientes, con los de la primera investigación y verificar si cualquier cambio en estos niveles ha tenido alguna incidencia en las ventas del mencionado producto. La herramienta seleccionada será nuevamente la encuesta aplicada en Centro Comercial.

5.2.1.1. Planeación de la Encuesta Personal en Centro Comercial

Se siguió el mismo esquema que se detalla en la sección 3.2.4.1.

5.2.1.2. Elaboración del Cuestionario

Para la elaboración de las preguntas del Cuestionario de Medición de Satisfacción de los Clientes de INPACAF S.A. se respetarán los objetivos mencionados en la sección 1.4.2.2.

5.2.1.2.1. Aplicación de los Pasos para Diseño de las Preguntas del Cuestionario

Para la elaboración de cada pregunta se utilizarán los pasos descritos en la sección 1.4.2.3. Las preguntas de filtro son las mismas y poseen las mismas características que las de la sección 3.2.4.2.2, a diferencia de que se utilizó la sección de Filtro, la sección de Evaluación de Disponibilidad y la de Satisfacción Global.

El Diseño de éstos cuestionarios se encuentran en el Anexo 10.A y 10.B.

5.2.2. Determinación de la Población Objetivo y del Marco de Muestreo para Re-evaluación de Disponibilidad de Melvas y Ponqués

La población objetivo para esta etapa del proyecto, será la misma que se identificó para las etapas anteriores. Por ello, este marco, también estará dado por las características de la población objetivo, mencionadas en la sección 3.2.3.4., aplicado a las 12 sucursales de Supermercados Santa María.

5.2.3. Composición del Tamaño de Muestra para Re-evaluación de Disponibilidad de Melvas y Ponqués

Para ser consistentes con los análisis previamente realizados, se tomará el mismo número de muestra que se consideró en la sucursal de Villaflora para Ponqués y en la sucursal de Santa Clara para Melvas. Se recalca que ambos tamaños de muestras son representativos de los clientes de INPACAF S.A. de cada sucursal y que han sido calculados en función de las ventas por período, de la misma forma que en la sección 3 del presente documento.

Por lo tanto, el número de cuestionarios a aplicarse serán:

- Melvas, sucursal de Santa Clara = 32

- Ponqués, sucursal de Villaflora = 43

5.2.4. Aplicación del Segundo Cuestionario de Evaluación de Satisfacción de Ponqués

5.2.4.1. *Logística para la Aplicación del Cuestionario*

Los cuestionarios serán realizados dentro de cada sucursal, siendo éste el caso de Villaflora o Santa Clara para Ponqués y Melvas respectivamente, en la percha cuando un cliente ha tomado cualquiera de éstos dos productos para comprarlo.

5.2.4.2. *Análisis de factibilidad de aplicación del Cuestionario de Evaluación de Satisfacción de Ponqués*

De las infactibilidades listadas en la sección 4.1.5.2, se encontró la Infactibilidad de Manipulación del Cuestionario, solucionándola con un stand para degustación.

5.2.4.3. *Procedimiento de Realización del Cuestionario*

Como se mencionó anteriormente, se necesitó tan solo una encuestadora que leyera las preguntas y anotara las respuestas de los clientes en un stand. El procedimiento para realizar la encuesta fue el siguiente:

- El cliente se acercaba y tomaba de la percha cualquier presentación de los productos de estudio en las sucursales mencionadas.
- Cuando el cliente depositaba el producto en su coche de compras la degustadora se le acercaba diciendo la siguiente frase: “Buenos Días, represento a INPACAF S.A. y me encuentro realizando un estudio de Satisfacción de los Clientes de Ponqué de nuestra empresa, le agradecería si me regala 5 minutos de su tiempo para que nos comente su opinión sobre la disponibilidad de productos y su satisfacción”.
- El cliente pasaba por la etapa de filtro del cuestionario para garantizar que fuera parte de la población objetivo del estudio.
- La señorita encuestadora se posicionaba al lado más conveniente del cliente, sea éste derecha o izquierda, de manera que podía hacer que el cliente visualice completamente el Cuestionario.
- La señorita encuestadora procedía a explicar el cuestionario al cliente, leyendo todas las preguntas que se le iba a hacer y preguntando si el cliente tenía en claro el proceso.

- Si el cliente tenía en claro el proceso, la señorita empezaba a realizar las preguntas, ofreciendo al cliente las posibles respuestas, y marcándolas una vez que el cliente las daba.
- Una vez terminada la sección de disponibilidad, la señorita le pedía que calificara su satisfacción personal para cada prototipo.
- Cuando se terminaba el cuestionario, la señorita encuestadora decía la siguiente frase en forma de agradecimiento por el tiempo prestado del cliente: “Eso es todo, muchas gracias por su ayuda, que tenga un excelente día/tarde”.

5.3. Análisis de Datos de la Encuesta de Re-evaluación de Disponibilidad de Ponqués y Melvas

5.3.1. Análisis Comparativo de Disponibilidad de Ponqués

En la sección 4.2.4.1 se encontró que el porcentaje o índice de disponibilidad de Ponqués en la sucursal de Villaflora era de 62.79% en el momento que se levantó la información del primer cuestionario, es decir, en junio y julio del 2010. De acuerdo al Anexo 10.C, en el que se presenta el resumen de las respuestas del cuestionario de disponibilidad de Ponqués y Melvas, el porcentaje de disponibilidad de ponqués en la misma sucursal a noviembre del 2010 es de 80,93% por lo que se puede concluir que la aplicación del Modelo del Vendedor de Periódicos ha mejorado en un 28% el índice de disponibilidad, al poder hacer que mayor cantidad de producto se encuentre en percha cuando el cliente lo requiera.

5.3.2. Análisis Comparativo de Satisfacción Global de Ponqués

En el primer cuestionario que se realizó para medir los niveles de agrado de las características de interés del Ponqué, al igual que su disponibilidad y la satisfacción global de sus clientes, se encontró que el índice de satisfacción global era de 6,33 en promedio, que dentro de la escala hedónica de nueve puntos es el punto entre el ancla semántica del 6 = Poco Satisfecho y el 7 = Satisfecho, estando más cerca del Poco Satisfecho.

En el cuestionario actual, donde solo se midió satisfacción global, dada por el porcentaje de disponibilidad del producto, se encontró que el promedio de la satisfacción global de los clientes era de 6.76, siendo el punto entre el ancla semántica del 6 = Poco Satisfecho y el 7 = Satisfecho, estando más cerca del Satisfecho.

Debido a que en los grupos focales que se realizó, y durante el progreso del presente estudio se encontró que uno de los factores que influía en la Satisfacción Global de los clientes era

la disponibilidad de producto en la percha, el pequeño incremento que se ha dado en el promedio de la Satisfacción Global de los clientes de Ponqué, seguramente estaría ligado al mejoramiento en la disponibilidad que se ejecutó con la ayuda de la mercaderista. Asumiendo que esto fuera cierto, y que la Satisfacción Global de los clientes de Ponqué, al momento no estuviera ligada a ningún otro factor se podría llegar a la siguiente relación:

$$28\% \text{ de incremento en disponibilidad de Ponqués} = 0.43 \text{ puntos de incremento en Satisfacción Global}$$

Es importante recalcar que se desconoce si ésta relación es lineal o de cualquier otro tipo. Adicionalmente, el incremento de Satisfacción Global de los clientes de Ponqué dado por la satisfacción no podrá ser comparado con el cambio que exista en éste índice al momento de la presentación de prototipos en el siguiente cuestionario, porque éstos prototipos no han sido sacados al mercado, es decir no se encuentran en la percha.

5.3.3. Análisis Comparativo de Disponibilidad de Melvas

En la sección 4.2.4.2 se encontró que el porcentaje o índice de disponibilidad de Melvas en la sucursal de Santa Clara era de 62.81% en el momento que se levantó la información del primer cuestionario, es decir, en junio y julio del 2010. De acuerdo al Anexo 10.C, en el que se presenta el resumen de las respuestas del cuestionario de disponibilidad de Ponqués y Melvas, el porcentaje de disponibilidad de Melvas en la misma sucursal a noviembre del 2010 es de 76,88% por lo que se puede concluir que la aplicación del Modelo del Vendedor de Periódicos ha mejorado en un 22,40% el índice de disponibilidad, al poder hacer que mayor cantidad de producto se encuentre en percha cuando el cliente lo requiera.

5.3.4. Análisis Comparativo de Satisfacción Global de Melvas

En el primer cuestionario que se realizó para medir los niveles de agrado de las características de interés del Melvas, al igual que su disponibilidad y la satisfacción global de sus clientes, se encontró que el índice de satisfacción global era de 6,49 en promedio, que dentro de la escala hedónica de nueve puntos es el punto entre el ancla semántica del 6 = Poco Satisfecho y el 7 = Satisfecho, estando más cerca del Poco Satisfecho.

En el cuestionario actual, donde solo se midió satisfacción global, dada por el porcentaje de disponibilidad del producto, se encontró que el promedio de la satisfacción global de los clientes era de 7, siendo el punto exacto = Satisfecho. Por esta razón se podría concluir que en cierto modo, la satisfacción del cliente si ha sido influenciada por el porcentaje de

disponibilidad de los Melvas, entendiendo que hay una relación directamente proporcional entre estos dos indicadores, siendo ésta igual a:

$$22,40\% \text{ de incremento en disponibilidad de Melvas} = 0,51 \text{ puntos de incremento en Satisfacción Global}$$

Es importante recalcar que se desconoce si ésta relación es lineal o de cualquier otro tipo. Para el caso de las Melvas, la disponibilidad fue el único factor encontrado que influía en la Satisfacción Global de los clientes, debido a que en los diagramas de Pareto que se realizaron para evaluar las respuestas JAR de las características de Melvas, más del 80% de los clientes preferían que las características de Melvas se queden como están. Por ésta razón, la relación entre el incremento de disponibilidad de Melvas y la Satisfacción Global, es mucho más real que la relación que se encontró en la sección anterior entre Ponqués y Satisfacción Global.

Adicionalmente, es interesante notar que un porcentaje menor de incremento en la disponibilidad de Melvas con relación a la de Ponqués, da un mayor incremento en la Satisfacción Global, debido a que como se mencionó anteriormente en el presente estudio, la Satisfacción Global en las Melvas tiene mayor influencia de la disponibilidad del producto que de sus características tangibles en sí.

5.4. Determinación de la forma de crear las características de los prototipos de Ponqué utilizando Diseño de Experimentos

Como se había mencionado en secciones anteriores, las características que se van a manipular para la creación de los nuevos prototipos de los Ponqués son Cantidad de Azúcar, Esponjosidad y Cantidad de Miga que desprende el producto. Por esta razón en primer lugar, se realizó una entrevista técnica al Chef Milton Cepeda, para poder determinar si las tres características eran manipulables en el proceso de pastelería. A continuación se presenta un breve resumen de lo conversado en la entrevista.

5.4.1. Entrevista con el Chef Milton Cepeda Acerca de la manipulación de las características del Ponqué en la cocina

De acuerdo al Chef Milton Cepeda, docente del Área de Panadería y Pastelería de Universidad San Francisco de Quito, y utilizando la referencia del *Manual de Pastelería* publicado por el Chef Cyril Prud'Homme, la Esponjosidad y la Cantidad de Miga que desprende el producto son características que están relacionadas de forma directa si se

modifican factores como la temperatura, el tiempo de cocción, la cantidad de leche que se ponga al producto, igualando el porcentaje de agua y el orden en que los ingredientes se mezclan. Sin embargo, el hacer cambios de estos factores, uno a la vez sería inútil porque dependen a la vez del ruido que los otros producirían también. Se conoce que la temperatura y el tiempo de cocción en el caso de los Pasteles son variables inversamente proporcionales, es decir, que se pueden conseguir resultados muy parecidos con una alta temperatura de cocción y un corto tiempo de exposición al calor que con una baja temperatura de cocción y un alto tiempo de exposición al calor (Cepeda, 2010). Esto permitiría hacer que se consideren solamente las variables de Tiempo de Cocción, Cantidad de Leche mezclada con Agua y Orden de Ingredientes que tendrán efecto sobre la Esponjosidad de la Masa.

No obstante, desde el punto de vista del Chef, la relación directa de la Esponjosidad y la Cantidad de migas puede ser una ventaja para este estudio ya que la experiencia le ha probado que a mayor Esponjosidad del producto, la Cantidad de migas que el mismo desprenda será menor. Por ello, el análisis sería mucho más objetivo, al dejar a la Cantidad de Azúcar y la Esponjosidad del producto como las únicas características de variación en los prototipos que se desean realizar, a pesar de que en un inicio se recomendó que no se hagan prototipos modificando la Cantidad de Azúcar. Por ello se podrían crear tentativamente cuatro prototipos, es decir cuatro combinaciones de niveles altos y bajos de Cantidad de Azúcar y de Esponjosidad.

Ahora, la pregunta sería cómo variar la Esponjosidad, ya que la Cantidad de Azúcar al ser medida en una escala conocida, es decir en gramos, es muy fácil de variar, pero no sucede lo mismo en el caso de la Esponjosidad. Por esta razón fue importante dirigirse al Colegio de Nutrición y Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito para indagar sobre la manera adecuada de medir Esponjosidad en un alimento.

5.4.2. Entrevista con el Dr. Javier Garrido acerca de la medición de Esponjosidad en los alimentos

El Dr. Javier Garrido quien trabaja en los Laboratorios del Colegio de Nutrición y Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito, recomendó para la medición de la Esponjosidad de un Ponqué, la utilización de un Penetrómetro.

El Penetrómetro es un instrumento que como su nombre lo indica, permite medir la penetración de una punta en forma de cono en alimentos, para encontrar el grado de

suavidad o esponjosidad que los mismos tienen. Por lo general es usado para medir la madurez de frutas para determinar su tiempo de cosecha.

La Esponjosidad del Ponqué, al igual que la madurez de las frutas puede ser medida utilizando el Penetrómetro, dado que es una característica equivalente a la suavidad, con una escala que denota la profundidad de penetración de un cono de metal en milímetros en el producto.

5.4.3. Diseño de Experimentos para determinar cómo manipular la Esponjosidad del Ponqué

De acuerdo a lo mencionado en la sección previa, se utilizará un Penetrómetro para medir la penetración que existe con distintas combinaciones de los factores sugeridos por el Chef Milton Cepeda, que afectarán la esponjosidad del Ponqué. Por esta razón, la variable de respuesta será la distancia de penetración que tenga cada combinación y los factores para cada combinación de Ponqué serán los mencionados en la sección 5.4.1. Actualmente, estos factores para los Ponqués se encuentran establecidos de esta manera en el proceso productivo de INPACAF S.A.:

- Tiempo de Cocción: 65 minutos a una temperatura de 180 grados, por sugerencia del Chef Milton Cepeda, la temperatura se mantendrá fija, tan solo se modificará el tiempo de cocción. Para conseguir una cocción de la masa adecuada se debería exponer la masa al calor por un mínimo de 55 minutos y un máximo de 75.
- Cantidad de Leche con respecto al Agua: La leche no se utiliza en la masa actualmente, solo se utiliza un 50% de Agua en relación a la cantidad de harina en masa. De acuerdo con la sugerencia del Chef Milton Cepeda ese 50% de Agua debería contener Agua y Leche, haciendo que bien la Leche esté en menor cantidad con relación al Agua y viceversa. Esto se sugirió ya que según el Chef Milton Cepeda, la leche lubrica de mejor manera la masa, haciendo que se compacte mejor y que por ende sea más esponjosa y deformable.
- Orden de los ingredientes del Ponqué: En la actualidad, el momento que se elaboran Ponqués en INPACAF S.A., se agregan todos de una sola vez a la máquina amasadora, sin hacer un proceso por tipo de ingredientes. Según el Chef Milton Cepeda, para las mezclas de Ponqués debería seguirse un orden que bien podría ser:

- Cremación (Crema mezclando Azúcar y Margarina), incorporación de ingredientes sólidos (Polvo de Hornear, Harina), incorporación de ingredientes líquidos (Agua, Huevos, Esencias)
- Cremación (Crema mezclando Azúcar y Margarina), incorporación de ingredientes líquidos (Agua, Huevos, Esencias), incorporación de ingredientes sólidos (Polvo de Hornear, Harina).

Por ende, a continuación se presenta en una tabla los factores que se utilizarán en el presente Diseño de Experimentos y sus niveles altos y bajos correspondientes:

Tabla 5.5. Factores y correspondientes Niveles que se utilizarán en el Diseño de Experimentos de la Esponjosidad de Ponqués:

FACTOR	NIVELES	
	Bajo	Alto
Tiempo de cocción	55 minutos (55)	75 minutos (75)
Cantidad de Leche y Agua en Masa	10% Leche y 40% Agua (10)	40% Leche y 10% Agua (40)
Orden de los Ingredientes	Cremación, Sólidos y Líquidos (SL)	Cremación, Líquidos y Sólidos (LS)

Fuente: Chef Milton Cepeda

Elaboración: Diana Trujillo

5.4.3.1. **Objetivo del Diseño de Experimentos para modificar Esponjosidad**

El objetivo principal del diseño de experimentos que se va a efectuar utilizando la información de la tabla anterior es encontrar la combinación o mezcla adecuada de factores que permiten variar al gusto del experimentador la Esponjosidad del Ponqué, para crear prototipos en los que la Esponjosidad pueda ser medida y calificada por el consumidor. Adicionalmente, se desea conocer qué factores influyen en la Esponjosidad del Ponqué, ya que el manipular los tres factores para la empresa puede resultar altamente costoso si no es necesario dentro del proceso productivo. Por esa razón no se pueden tan solo emplear para la creación de los prototipos finales, las combinaciones que produzcan las respuestas más alta y más baja de penetración en la masa, ya que seguramente alguno de los factores pueda resultar como no significativo.

5.4.3.1.1. Costo aproximado de la variación del factor “Tiempo de Cocción” en la producción de INPACAF S.A.

Como existe una desviación de ± 10 minutos en cada uno de los niveles del factor Tiempo de Cocción, con respecto al nivel actual para fabricación de Ponqués, este tiempo deberá ser

trasladado a costos para que la empresa pueda analizar de mejor manera la viabilidad de la propuesta que se creará al concluir el Diseño de Experimentos de esta sección.

- El horno es una máquina que siempre se encuentra ocupada, sin tomar en cuenta para el análisis los tiempos de preparación o set up.
- Se toma como estándar una jornada de 8 horas diarias, de las cuales, 10 minutos representan el 2,083%. Esto quiere decir que si se agregaran 10 minutos de cocción, se dejaría de producir el 2,083% de la producción diaria, o si se restaran 10 minutos de cocción, se produciría 2,083% más de producción diaria por cada corrida de Ponqués.
- En promedio diario, de acuerdo al Anexo 3 del presente documento se tiene la producción diaria de INPACAF S.A., en unidades y su precio de facturación en dólares de \$1188,51, por lo que si se aumentaran 10 minutos de cocción en el horno habría un costo de \$24,71 diarios por cada corrida de Ponqués o si se disminuyeran 10 minutos de cocción en el horno habría una ganancia del mismo valor.

5.4.3.1.2. Costo aproximado de la variación del factor “Cantidad de Leche en Masa” en la producción de INPACAF S.A.

Los dos niveles del factor Cantidad de Leche en Masa hacen que se necesite leche para un cambio en la Esponjosidad del Ponqué. Esta cantidad de leche deberá ser trasladada a costos para que la empresa pueda analizar de mejor manera la viabilidad de la propuesta que se creará al concluir el Diseño de Experimentos de esta sección.

- El peso promedio de las tres presentaciones de Ponqué es de $(1000 + 720 + 350)\text{gr}/3 = 690\text{gr}$.
- Diariamente se producen 147 unidades de Ponqué en promedio.
- El gramo o centímetro cúbico de leche cuesta \$0,0006.
- Si se agregara 10% de leche a la receta y se quitara el 10% de agua, se incrementaría el costo del producto en \$0,0401 al tener que reemplazar 69 gramos de agua con leche. Eso representaría un costo adicional diario de \$6,09 en la producción de Ponqués
- Si se agregara 40% de leche a la receta y se quitara el 40% de agua, se incrementaría el costo del producto en \$0,1656 al tener que reemplazar 276 gramos de agua con leche. Eso representaría un costo adicional diario de \$24,34 en la producción de Ponqués

5.4.3.1.3. Costo aproximado de la variación del factor “Orden de los Ingredientes” en la producción de INPACAF S.A.

Actualmente, los ingredientes para la fabricación de Ponqués se mezclan al mismo tiempo con un total de 15 minutos de mezcla. De acuerdo con el Jefe de Producción de INPACAF S.A., si se desea cambiar el orden de los ingredientes que ingresan a la mezcladora y realizar un proceso de cremación, se deberá incrementar los tiempos de batidora. Este tiempo deberá ser trasladado a costos para que la empresa pueda analizar de mejor manera la viabilidad de la propuesta que se creará al concluir el Diseño de Experimentos de esta sección.

- La batidora es una máquina que siempre se encuentra ocupada, sin tomar en cuenta para el análisis los tiempos de preparación o set up.
- Para mezclar los ingredientes en el orden: Cremación, Incorporación de Sólidos y Líquidos deberá incrementarse aproximadamente 15 minutos más en el tiempo de batidora.
- Se toma como estándar una jornada de 8 horas diarias, de las cuales, 15 minutos representan el 3,125%. Esto quiere decir que si se agregaran 15 minutos de batidora, se dejaría de producir el 3,125% de la producción diaria por cada corrida de Ponqués.
- En promedio diario, de acuerdo al Anexo 3 del presente documento se tiene la producción diaria de INPACAF S.A., en unidades y su precio de facturación en dólares de \$1188,51, por lo que si se aumentaran 15 minutos de batidora habría un costo de \$37,14 diarios por cada corrida de Ponqués.
- Para mezclar los ingredientes en el orden: Cremación, Incorporación de Líquidos y Sólidos deberá incrementarse aproximadamente 8 minutos más en el tiempo de batidora.
- Se toma como estándar una jornada de 8 horas diarias, de las cuales, 8 minutos representan el 1,66%. Esto quiere decir que si se agregaran 8 minutos de batidora, se dejaría de producir el 1,66% de la producción diaria por cada corrida de Ponqués.
- En promedio diario, de acuerdo al Anexo 3 del presente documento se tiene la producción diaria de INPACAF S.A., en unidades y su precio de facturación en dólares de \$1188,51, por lo que si se aumentaran 8 minutos de batidora habría un costo de \$19,73 diarios por cada corrida de Ponqués.

5.4.3.2. Creación del Diseño Factorial Completo 2^3

En relación al objetivo establecido en la sección anterior, se ha generado un diseño factorial completo 2^3 con las siguientes características y su justificación correspondiente:

- Factores: El factor “Tiempo de cocción” y “Porcentaje de Leche en Masa” fueron tomados como cuantitativos, mientras que el factor “Orden de los ingredientes” fue tomado como cualitativo.
- Réplicas: Por cuestiones de presupuesto y de tiempo en la secuenciación de producción de INPACAF S.A. fue posible realizar dos veces el diseño factorial completo, es decir dos réplicas con 8 observaciones y 4 puntos centrales cada una.
- Puntos centrales: se utilizaron dos puntos centrales por cada réplica ya que al tener un factor cualitativo y dos factores cuantitativos se tiene un cubo para el diseño 2^3 , y los puntos centrales se colocarían en las caras opuestas del cubo que incluirían los factores cuantitativos, o dicho en otras palabras, se correrán los puntos centrales con las combinaciones de los tratamientos en los niveles alto y bajo de los factores cualitativos, siempre y cuando esos subespacios incluyan únicamente factores cuantitativos. Esto se realizó para detectar curvaturas en caso de que existieran.
- Corridas aleatorias: se aleatorizaron las corridas para aislar los efectos de los factores.
- Bloques: Se utilizó un solo bloque debido a que las dos réplicas del experimento fueron creadas con la misma materia prima, en las mismas condiciones ambientales y el mismo lote, y por lo tanto garantizar que no exista ruido dado por estas condiciones.

A continuación se muestra la hoja de información que se generó en el Software Estadístico MINITAB con este diseño y las respuestas correspondientes para cada combinación:

Figura 5.3. Información introducida al Software Estadístico MINITAB para el Diseño de Manipulación de Esponjosidad en Ponqués:

↓	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7-T	C8
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	Tiempo de Cocción (minutos)	% de Leche en Masa	Orden de Ingredientes	Penetración (mm)
1	17	1	0	1	65	25	LS	17
2	4	2	1	1	75	40	LS	24
3	19	3	0	1	65	25	LS	17
4	13	4	1	1	55	10	SL	11
5	15	5	1	1	55	40	SL	16
6	6	6	1	1	75	10	SL	18
7	5	7	1	1	55	10	SL	10
8	9	8	1	1	55	10	LS	13
9	18	9	0	1	65	25	SL	18
10	20	10	0	1	65	25	SL	18
11	1	11	1	1	55	10	LS	12
12	14	12	1	1	75	10	SL	20
13	10	13	1	1	75	10	LS	21
14	11	14	1	1	55	40	LS	19
15	8	15	1	1	75	40	SL	19
16	2	16	1	1	75	10	LS	10
17	3	17	1	1	55	40	LS	25
18	16	18	1	1	75	40	SL	19
19	7	19	1	1	55	40	SL	22
20	12	20	1	1	75	40	LS	24

Fuente: Datos de Producción de Prototipos

Elaboración: Diana Trujillo

A continuación se procede a analizar los datos de las 20 corridas y verificar si siguen una distribución normal.

Se hizo una prueba de normalidad en Minitab para probar la siguiente hipótesis nula:

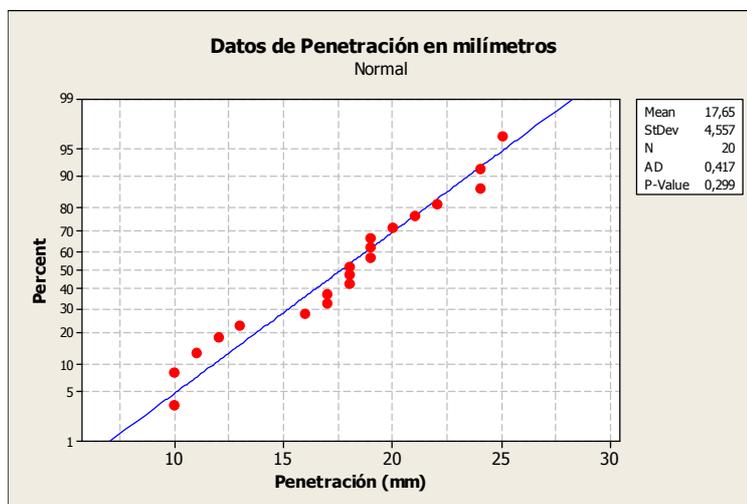
H_0 : Los datos de la Penetración en milímetros de las combinaciones del Diseño de Experimentos para manipular Esponjosidad de Ponqués siguen una distribución normal

H_1 : Los datos de la la Penetración en milímetros de las combinaciones del Diseño de Experimentos para manipular Esponjosidad de Ponqués no siguen una distribución normal

Para esta prueba de normalidad se utilizó el software estadístico MINITAB, con un nivel de significancia del 5% para tratar de minimizar la probabilidad de rechazar la hipótesis nula, que sería asumir que los datos la Penetración en milímetros de las combinaciones del Diseño de Experimentos para manipular Esponjosidad de Ponqués sigan una distribución normal cuando no lo hacen.

Se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 5.4. Prueba de Normalidad de Datos de la Penetración en milímetros de las combinaciones del Diseño de Experimentos para manipular Esponjosidad de Ponqués



Fuente: Datos de Producción de Prototipos

Elaboración: Diana Trujillo

Se concluye que estos datos siguen una distribución normal, dado que tiene un valor p mayor a 0.05, lo cual hace que no se rechace la hipótesis nula. Por lo tanto, los datos siguen una distribución normal con media 17,65 milímetros y desviación estándar 4,557 milímetros.

5.4.3.3. Análisis del Diseño Factorial 2^3

Dado que los datos siguen una distribución normal, se procede con el análisis del Diseño de Experimentos. Para ello, se procederá a correr el Diseño Factorial Completo 2^3 . Se realizará esto con la ayuda del software estadístico MINITAB. La respuesta del Diseño, es la Penetración en los ponqués en milímetros, mientras que los factores son:

- Tiempo de cocción (cuantitativo)
- % de leche en la masa (cuantitativo)
- Orden de los ingredientes (cualitativo)

Se analizarán los el efecto dado por los factores y por las interacciones de segundo y de tercer orden, es decir:

- Tiempo de cocción * % de leche en la masa
- Tiempo de cocción * Orden de los ingredientes
- Orden de los ingredientes * %de leche en la masa
- Tiempo de cocción * % de leche en la masa * Orden de los ingredientes

Se utilizará un nivel de confianza del 5%, y se analizarán los residuales de cada variable.

Se manejarán las siguientes hipótesis con el 5% de nivel de confianza que se mencionó:

H_0 : Los factores del modelo no son significativos

H_1 : Los factores del modelo si son significativos

Esta es la información que desplegó el Software Estadístico MINITAB para el presente

Diseño:

Estimated Effects and Coefficients for Penetración (mm) (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		17,688	0,7724	22,90	0,000
Tiempo de Cocción (minutos)	3,375	1,687	0,7724	2,18	0,051
% de Leche en Masa	6,625	3,313	0,7724	4,29	0,001
Orden de Ingredientes	-1,100	-0,550	0,6909	-0,80	0,443
Tiempo de Cocción (minutos)*	-2,375	-1,188	0,7724	-1,54	0,152
% de Leche en Masa					
Tiempo de Cocción (minutos)*	0,875	0,438	0,7724	0,57	0,583
Orden de Ingredientes					
% de Leche en Masa*	-2,375	-1,188	0,7724	-1,54	0,152
Orden de Ingredientes					
Tiempo de Cocción (minutos)*	-1,875	-0,937	0,7724	-1,21	0,250
% de Leche en Masa*					
Orden de Ingredientes					
Ct Pt		-0,188	1,7272	-0,11	0,916

S = 3,08976 R-Sq = 73,38% R-Sq(adj) = 54,03%

Analysis of Variance for Penetración (mm) (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	3	227,175	227,175	75,7250	7,93	0,004
2-Way Interactions	3	48,188	48,188	16,0625	1,68	0,228
3-Way Interactions	1	14,062	14,062	14,0625	1,47	0,250
Curvature	1	0,113	0,113	0,1125	0,01	0,916
Residual Error	11	105,013	105,013	9,5466		
Lack of Fit	1	5,513	5,513	5,5125	0,55	0,474
Pure Error	10	99,500	99,500	9,9500		
Total	19	394,550				

Estimated Coefficients for Penetración (mm) using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	-11,6667
Tiempo de Cocción (minutos)	0,366667
% de Leche en Masa	0,735417
Orden de Ingredientes	-11,5708
Tiempo de Cocción (minutos)*	-0,00791667
% de Leche en Masa	
Tiempo de Cocción (minutos)*	0,200000
Orden de Ingredientes	

% de Leche en Masa*	0,327083
Orden de Ingredientes	
Tiempo de Cocción (minutos)*	-0,00625000
% de Leche en Masa*	
Orden de Ingredientes	
Ct Pt	-0,18750

Se puede observar que los datos se ajustan al modelo en un 54,03%. Este valor, aunque no es muy alto, indica que al menos la mitad de la información del modelo se ajusta a la respuesta. Como factores significativos se tiene la constante, y el % de leche en masa, ya que ambos poseen un valor p menor al 0,05, por lo tanto, para la constante y para el % de leche en la masa se rechaza la hipótesis nula que plantea que ambos factores no son significativos en el modelo.

El caso del valor p del tiempo de cocción, de 0,051 es un caso especial, ya que se encuentra justo en el límite de rechazo de la hipótesis nula. Al ser mayor al 0,05 del nivel de confianza no debería ser considerado como un factor significativo. Se podría considerar a este factor dentro del modelo, pero se incurriría en un costo no necesario en el resultado de esponjosidad del producto. Como el modelo busca encontrar la manera óptima de manipular la Esponjosidad de Ponqués para poder realizar los cuatro prototipos que se desea evaluar en el consumidor, se tomará como significativo solamente el factor % de leche en la masa y la constante para determinar la ecuación del modelo.

Se puede igualmente apreciar que las interacciones de segundo y de tercer orden no son significativas, debido a que poseen un valor p mayor a 0,05 del nivel de significancia, al igual que el valor p de la curvatura, que al ser de 0,916 permite concluir que no es significativa, es decir que el experimento carece de curvatura.

La ecuación del modelo entonces en unidades codificadas, es decir asignándoles un valor de +1 a los niveles altos de un factor y de -1 a los niveles bajos de un factor sería entonces:

Penetración en Ponqués en milímetros = 17,688 + 3,13*% de leche en masa.

5.5. Determinación de Prototipos para re-evaluar la satisfacción de los clientes de Ponqués de INPACAF S.A.

Como ya se conoce la ecuación de esponjosidad, dada en Penetración en Ponqués en milímetros, se podrá variar esta característica de los Ponqués para la creación de los

prototipos que serán evaluados por los clientes de INPACAF S.A. y poder determinar su grado de satisfacción con respecto al prototipo original de Ponqué de INPACAF S.A.

Las características que se variarán para la creación de los prototipos serán la Cantidad de Azúcar, que en la escala JAR que se realizó en la primera encuesta obtuvo un 76.4% de puntuación en el centro de la escala, siendo estadísticamente mayor a la media de las otras características de Ponqué en el Análisis de Separación de Medias y la Esponjosidad que obtuvo una puntuación de 67,55% en el centro de la escala JAR. No se incluirá la Cantidad de Migas como característica de variación de los prototipos debido a que esta característica está relacionada de forma inversamente proporcional con la Esponjosidad del Producto.

Para minimizar la cantidad de prototipos que en encuestado va a examinar, se decidió variar cada una de las dos características en dos niveles. Por lo tanto se crearán los 4 siguientes prototipos:

Tabla 5.6. Prototipos para re-evaluación de satisfacción en Ponqués con sus respectivas variaciones en características de interés:

Cód. Prototipo	Variación en:	
	Cantidad de Azúcar	Penetración (mm) – Equivalente a Esponjosidad
617	50,2% con respecto a la harina al 100% (Bajo)	14,558 (10% leche del 50% de líquidos totales) (Bajo)
148	50,2% con respecto a la harina al 100% (Bajo)	20,818 (40% leche del 50% de líquidos totales) (Alto)
389	60,2% con respecto a la harina al 100% (Alto)	14,558 (10% leche del 50% de líquidos totales) (Bajo)
859	60,2% con respecto a la harina al 100% (Alto)	20,818 (40% leche del 50% de líquidos totales) (Alto)

Fuente: Datos de Producción de Prototipos

Elaboración: Diana Trujillo

En la siguiente sección se revisará el diseño de los cuestionarios para re-evaluar la satisfacción de los clientes de Ponqué de INPACAF S.A., midiendo el nivel de agrado de las características de los cuatro prototipos mencionados.

5.6. Desarrollo de la Investigación Descriptiva para re-evaluar la Satisfacción de los clientes de Ponqués INPACAF S.A.

5.6.1. Desarrollo de la Investigación Descriptiva para Re-evaluación de Ponqués

La información obtenida en ésta investigación permitirá comparar los resultados obtenidos en la primera investigación Descriptiva de clientes de Ponqué de INPACAF S.A., y permitir escoger un prototipo que cumpla de mejor manera con los requerimientos de estos clientes.

Adicionalmente, esta última investigación permitirá comparar los niveles de satisfacción de los clientes de Ponqué con los de la primera investigación y verificar si cualquier cambio en estos niveles ha tenido alguna incidencia en las ventas del mencionado producto. Al igual que en ocasiones anteriores se utilizará una Encuesta.

5.6.1.1. Planeación de la Encuesta Personal en Centro Comercial

La encuesta que se va a desarrollar será aplicada a los clientes de INPACAF S.A. que se encuentren comprando Ponqués en sus varias presentaciones al momento que el encuestador se encuentra aplicando la herramienta. Se les presentarán los cuatro prototipos generados, con un código que hace que el experimentador los distinga pero no los clientes, éste será su estímulo físico.

Esta encuesta será un cuestionario con varias preguntas que buscarán medir la satisfacción de los clientes en las características que fueron manipuladas para generar los cuatro prototipos y su satisfacción global. Adicionalmente se les pedirá que los ordenen de forma descendente de acuerdo a su mayor preferencia.

5.6.1.2. Elaboración del Cuestionario

Para la elaboración de las preguntas del Cuestionario de Medición de Satisfacción de los Clientes de INPACAF S.A. se respetarán los objetivos mencionados en la sección 1.4.2.2.

5.6.1.2.1. Aspectos o Dimensiones de Calidad del Producto, relevantes para la Satisfacción del Cliente de Ponqués:

Se evaluará el nivel de agrado de los clientes con respecto a los prototipos en:

- Cantidad de Azúcar
- Esponjosidad del Producto

5.6.1.2.2. Aplicación de los Pasos para Diseño de las Preguntas del Cuestionario

La sección de Filtro seguirá los mismos pasos detallados en la sección 3.2.4.2.2, a diferencia de que deberán ser clientes de INPACAF S.A. desde antes de junio del 2010, que fue el mes en el que se realizó el primer cuestionario. Los productos discriminatorios son Ponqués. Para las preguntas de Nivel de Agrado se utilizarán los pasos de la sección de Nivel de Agrado detallados anteriormente con las características:

- Cantidad de azúcar
- Esponjosidad del producto

La pregunta de Satisfacción Global seguirá también los pasos de la sección 3.2.4.2.2. La única pregunta que difiere es la siguiente:

Por favor ordene de menor (1) a mayor (4) los prototipos presentados, de acuerdo a su Satisfacción Global

- Información requerida: Grado de satisfacción del cliente con respecto cada prototipos en orden o Ranking
- Método de entrevista: Personal.
- Contenido: Satisfacción Global por prototipo en orden con números del 1 al 4, siendo cada orden de la escala único para cada prototipo.
- Diseño de la pregunta para superar la incapacidad del encuestado y su falta de disposición para responder: Sí.
- Estructura de la pregunta: Ordenamiento.
- Tipo de redacción: Evita hacer suposiciones y estimados.
- Orden: Segundo lugar porque se trata de una pregunta fácil.
- Forma y distribución adecuada: Sí.

Esta pregunta permitirá confirmar lo que se ha evaluado en la pregunta de Satisfacción Global de esta sección ya que si se obtiene una misma puntuación para la Satisfacción Global utilizando la escala de 9 puntos, se podrá realmente validar el orden que estos prototipos han tenido para el cliente de acuerdo a su Satisfacción Global, sin estar repetidos en la escala. La justificación del uso de la escala de Ranking u Orden y los métodos para su análisis se encuentran detallados en la sección 1.12 del presente documento. El formato de éste cuestionario se encuentra en el Anexo 11.A.

5.6.2. Determinación de la Población Objetivo y del Marco de Muestreo para Re-evaluación de Ponqués

La población objetivo para esta etapa del proyecto, será la misma que se identificó para las etapas anteriores.

5.6.3. Muestreo con la Norma ISO 6658 aplicada a las 12 Sucursales de Supermercados Santa María

A pesar de lo que se encuentra especificado en la sección 1.6., correspondiente a las Técnicas de Muestreo no probabilístico, y al tamaño de muestra de 339 clientes de las 12

sucursales de Supermercados Santa María para el primer cuestionario que se realizó con clientes de Ponqués de INPACAF S.A., se decidió utilizar una muestra de solo 100 clientes para este segundo cuestionario, de acuerdo a lo especificado en la norma ISO 6658, que contiene las Directivas Generales para la Metodología de Análisis Sensorial con Alimentos. Sin embargo, para que dentro de la muestra de 100 clientes, todas las sucursales de Supermercados Santa María se encuentren igualmente representadas y se evite el sesgo de realizar este cuestionario en cualquier sucursal seleccionada al azar, se ponderaron los porcentajes de representación de cada sucursal dentro de los 100 clientes que se evaluaron de acuerdo a la norma. La técnica de muestreo también fue combinada con el Muestreo por Conveniencia, debido a que la selección de unidades de muestreo fue dejada al entrevistador. En el caso puntual de este proyecto, los encuestados se seleccionaron porque están en el lugar correcto en el tiempo apropiado, es decir, realizando la compra de Ponqués de INPACAF S.A., en las 12 sucursales de Supermercados Santa María. En este sitio se hizo que el cliente pruebe los cuatro prototipos generados.

5.6.4. Composición del Tamaño de Muestra de acuerdo a la Norma ISO: 6658

De los 100 clientes que recomienda la Norma ISO: 6658 utilizar como tamaño de muestra para una evaluación sensorial, y de acuerdo a la tabla 2.14 del presente documento, donde se especifica el tamaño de muestra para el promedio de clientes semanales de Ponqués de INPACAF S.A., en todas las sucursales de Supermercados Santa María. Se obtiene la siguiente tabla con la composición en porcentajes de clientes de la muestra que se tomó para el primer cuestionario:

Tabla 5.7. Composición en porcentajes de clientes de Ponqués de INPACAF S.A. para la muestra del primer cuestionario de evaluación de Satisfacción

Sucursales	V en ta s	Vi lla flo ra	Ce ntr o	St a. Cl ar a	Of eli a	Ca ya m be	Tu m ba co	Ca ra pu ng o	Sa ng ol quí	Pa na su r	Ch ill og all o	Ñ a quí o	Ba ño s	TOTALES
Clientes promedio a la semana de Ponqués	7	43	25	31	39	13	34	33	23	29	38	22	2	339
Porcentaje con respecto a primera muestra (%)	2	13	7	9	11	4	10	10	7	9	11	6	1	100%

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

En base a lo anterior, y en función de los 100 clientes que la Norma ISO: 6658 exige evaluar como jueces, se puede llegar a la siguiente tabla que muestra el número de clientes por cada sucursal de Supermercados Santa María que componen la muestra de 100 clientes:

Tabla 5.8. Composición en número de la muestra de 100 clientes de Ponqué de INPACAF S.A. para el segundo cuestionario de evaluación de Satisfacción:

Sucursales	V en ta s	Vi lla flo ra	Ce ntr o	St a. Cl ar a	Of eli a	Ca ya m be	Tu m ba co	Ca ra pu ng o	Sa ng ol qu í	Pa na su r	Ch ill og all o	Iñ aq uit o	Ba ño s	TOTALES
Porcentaje con respecto a primera muestra (%)	2	13	7	9	11	4	10	10	7	9	11	6	1	100%
Número de clientes por sucursal	2, 0 6	12, 6 8	7, 37	9, 14	11, 5 0	3, 83	10, 0 3	9, 73	6, 78	8, 55	11, 2 1	6, 49	0, 59	100
Redondeo al entero más cercano	2	13	7	9	11	4	10	10	7	9	11	6	1	100

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

5.6.5. Aplicación del Segundo Cuestionario de Evaluación de Satisfacción de Ponqués

5.6.5.1. Logística para la Aplicación del Cuestionario

A diferencia de la distribución del tamaño de la muestra de cada sucursal en varios días de la semana, como fue realizado en el primer cuestionario de Evaluación de Satisfacción de Clientes, en este cuestionario se tratará de realizar la evaluación conforme se vaya cumpliendo con la cantidad de clientes por sucursal, ya que no existen suficientes clientes en cada sucursal como para distribuir los cuestionarios durante los 7 días de la semana. Las encuestas o cuestionarios que debían ser realizados fuera de la ciudad, como es el caso de Cayambe y Baños tuvieron que ser realizadas el mismo día para mantener un costo bajo en el presente proyecto.

5.6.5.2. Análisis de factibilidad de aplicación del Cuestionario de Evaluación de Satisfacción de Ponqués

Se encontró, al igual que en secciones anteriores la Infactibilidad de Manipulación del Cuestionario, se le dio la misma solución.

- Infactibilidad de distinción de prototipos: A pesar de que la encuestadora le hacía degustar al encuestado el prototipo de ponqué (alrededor de 20 gramos de ponqué) en una pirutina, indicándole de qué prototipo se trataba, el encuestado tenía problemas al calificar cada prototipo ya que no estaban etiquetados.

5.6.5.2.1. Soluciones a las Infactibilidades:

- Solución a la infactibilidad de distinción de prototipos: Se decidió que la encuestadora tenga previamente etiquetados los prototipos para hacer que el

encuestado los deguste, tan solo tendría que irlos entregando en el orden establecido en el Anexo 11.B para evitar que exista sesgo por el orden de presentación de los prototipos.

5.6.5.3. Procedimiento de Realización del Cuestionario

Como se mencionó en la sección 5.4.5.2.1., se necesitó tan solo una encuestadora que presentara los prototipos, leyera las preguntas y anotara las respuestas de los clientes en un stand. El procedimiento para realizar la encuesta fue el siguiente:

- El cliente se acercaba y tomaba de la percha cualquier presentación de Ponqués de INPACAF S.A. en cualquiera de las sucursales de Supermercados Santa María.
- Cuando el cliente depositaba el producto en su coche de compras la degustadora se le acercaba diciendo la siguiente frase: “Buenos Días, represento a INPACAF S.A. y me encuentro realizando un estudio de Satisfacción de los Clientes de Ponqué de nuestra empresa, le agradecería si me regala 5 minutos de su tiempo para que pruebe 4 variaciones del Ponqué actual y nos comente su opinión sobre ellas”.
- El cliente pasaba por la etapa de filtro del cuestionario para garantizar que fuera parte de la población objetivo del estudio.
- La señorita encuestadora se posicionaba al lado más conveniente del cliente, sea éste derecha o izquierda, de manera que podía hacer que el cliente visualice completamente el Cuestionario.
- La señorita encuestadora procedía a explicar el cuestionario al cliente, leyendo todas las preguntas que se le iba a hacer y preguntando si el cliente tenía en claro el proceso.
- Si el cliente tenía en claro el proceso, la señorita empezaba a hacer que el cliente degustara cada uno de los cuatro prototipos, de acuerdo al orden establecido en el Anexo 11.B, haciendo que entre degustaciones el cliente pueda tomar agua para mejorar su percepción del sabor del prototipo.
- Cada vez que el cliente terminaba de degustar un prototipo la señorita encuestadora le pedía que ponga la calificación de acuerdo a su nivel de agrado y a su satisfacción global por cada prototipo.
- Cuando el cliente terminaba de degustar los cuatro prototipos, la señorita le pedía que ordenara de acuerdo a su satisfacción global los cuatro prototipos en orden descendente, en la última pregunta del cuestionario.

- Cuando se terminaba el cuestionario, la señorita encuestadora decía la siguiente frase en forma de agradecimiento por el tiempo prestado del cliente: “Eso es todo, muchas gracias por su ayuda, que tenga un excelente día/tarde”.

5.7. Análisis de Datos de la Encuesta de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Los datos del Cuestionario mencionado en los numerales de la sección 5.4. se encuentran detallados en el Anexo 11.B. Todos los cuestionarios que se encuentran en el anexo han sido encuestas que han satisfecho las condiciones de la sección Filtro, garantizando así que todos los encuestados se encuentran dentro de la población objetivo.

A continuación se analizarán primero los datos de Nivel de Agrado de las Características de los prototipos de Ponqué, y su Satisfacción Global.

5.7.1. Verificación de Validez de los Datos como supuestos del Análisis de la Varianza

Se verificarán los datos bajo la justificación de la sección 4.2.1.

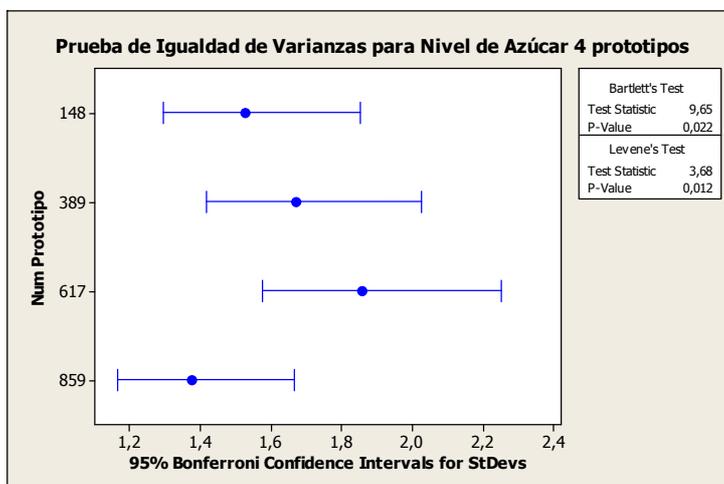
5.7.1.1. Prueba de Igualdad de Varianzas para las respuestas de Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar para los cuatro prototipos de Ponqués

Se utilizará la prueba estadística de Bartlett con un nivel de significancia de 5%, recomendado para maximizar la potencia de la prueba. Esta prueba fue realizada en Minitab con las siguientes hipótesis:

H_0 : El nivel de agrado de la cantidad de azúcar de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués tienen varianzas iguales

H_1 : El nivel de agrado de la cantidad de azúcar de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués no tienen varianzas iguales

Figura 5.5. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Nivel de Agrado en Cantidad de Azúcar de Cuatro Prototipos de Ponqué



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

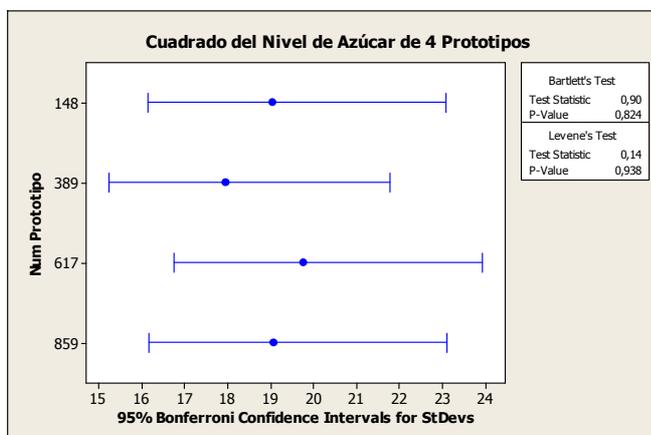
En la figura se puede observar que escasamente los intervalos de confianza de las varianzas de los cuatro prototipos estudiados están sobrepuestos. Adicionalmente, el valor P de la prueba de Bartlett, al ser de 0,022 menor al 0,05 del nivel de confianza, hace que la hipótesis nula de igualdad de varianzas se rechace. Sin embargo, al carecer de una alternativa viable para hacer que el supuesto de igualdad de varianzas se cumpla, se podría continuar con el ANOVA de estos datos y verificar si sus residuales cumplen con los supuestos mencionados en la sección 1.10. No obstante, lo que se recomienda en estos casos es hacer una transformación de datos, por ello, los datos transformados, se encuentran en el Anexo 12. La transformación que se hizo fue calcular el cuadrado de los datos.

Esta prueba fue realizada en Minitab con las siguientes hipótesis:

H_0 : Los cuadrados del nivel de agrado de la cantidad de azúcar de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués tienen varianzas iguales

H_1 : Los cuadrados del nivel de agrado de la cantidad de azúcar de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués no tienen varianzas iguales

Figura 5.6. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Cuadrado del Nivel de Agrado en Cantidad de Azúcar de Cuatro Prototipos de Ponqué



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

En la figura se puede observar que los intervalos de confianza del cuadrado de los Niveles de Agrado de Azúcar para cada prototipo se superponen uno a otro. El valor P de la prueba de Bartlett es de 0,824, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Se deberá continuar el análisis con el cuadrado de los datos del Nivel de Agrado de Azúcar para cada prototipo.

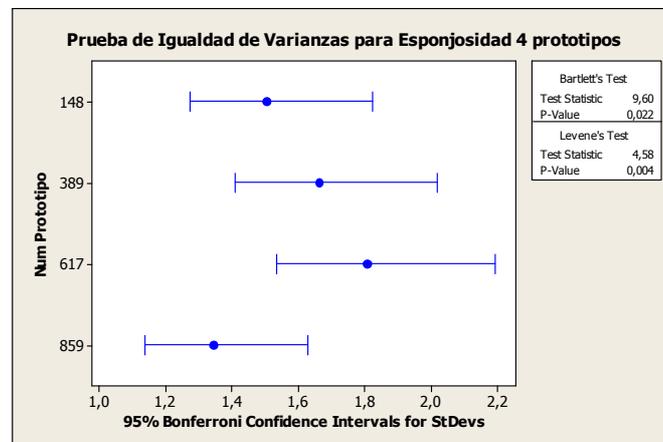
5.7.1.2. Prueba de Igualdad de Varianzas para las respuestas de Nivel de Agrado de Esponjosidad para los cuatro prototipos de Ponqués

Se realizó el mismo análisis de la sección 5.7.1.1, con las siguientes hipótesis:

H_0 : El nivel de agrado de la esponjosidad de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués tienen varianzas iguales

H_1 : El nivel de agrado de la esponjosidad de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués no tienen varianzas iguales

Figura 5.7. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Nivel de Agrado en Esponjosidad de Cuatro Prototipos de Ponqué



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

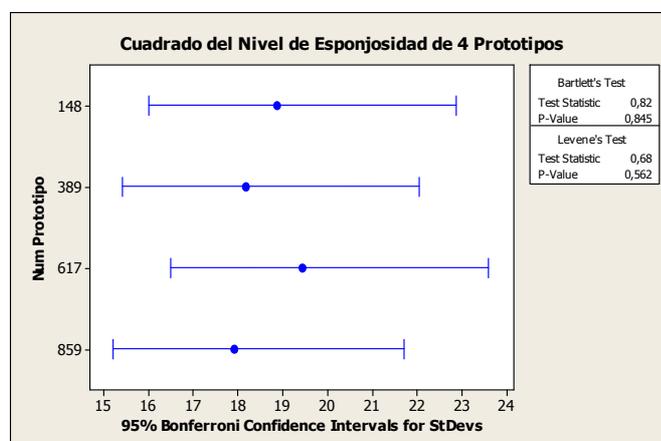
Al igual que en la sección anterior, el valor P de la prueba de Bartlett, al ser de 0,022 menor al 0,05 del nivel de confianza, hace que la hipótesis nula de igualdad de varianzas se rechace. En vista de éste resultado se decide realizar la misma transformación que se utilizó para los datos del Nivel de Agrado de Azúcar en los cuatro prototipos de Ponqué, es decir, se calcularán los cuadrados de los datos de Nivel de Agrado de Esponjosidad para los cuatro prototipos de Ponqué.

Esta prueba fue realizada en Minitab con las siguientes hipótesis:

H_0 : Los cuadrados del nivel de agrado de la Esponjosidad de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués tienen varianzas iguales

H_1 : Los cuadrados del nivel de agrado de la Esponjosidad de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués no tienen varianzas iguales

Figura 5.8. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Cuadrado del Nivel de Agrado en Esponjosidad de Cuatro Prototipos de Ponqué



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

En la figura se puede observar que los intervalos de confianza del cuadrado de los Niveles de Agrado de Azúcar para cada prototipo se superponen uno a otro. El valor P de la prueba de Bartlett es de 0,845, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Se deberá continuar el análisis con el cuadrado de los datos del Nivel de Agrado de Azúcar para cada prototipo.

5.7.2. Análisis de la Varianza para preguntas de Nivel de Agrado del Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Los supuestos restantes serán probados en los residuales al final del Análisis de la Varianza para los Niveles de Agrado de cada prototipo. A continuación se presentan los Análisis de Varianza o ANOVA:

5.7.2.1. ANOVA para el Cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar de Prototipos de Ponqués

El siguiente es el Modelo del ANOVA de Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + \beta_k + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, 100 \\ j = 1, 2, 3, 4 \\ k = 1, 2, 3, 4 \end{cases}$$

Donde,

y_{ijk} es el cuadrado del nivel de agrado del encuestado i -ésimo para el prototipo j -ésimo,

μ es la media global,

α_i es el efecto del encuestado i -ésimo,

τ_j es el efecto del prototipo j -ésimo,

β_k es el efecto del orden k -ésimo

ε_{ij} es el error aleatorio

Las hipótesis a probar con el ANOVA son:

Para los encuestados:

$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_{100} = 0$

H_1 : Al menos una α_i es diferente

Para los prototipos:

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$

H_1 : Al menos una τ_j es diferente

Para el orden:

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$

H_1 : Al menos una β_k es diferente

Adicionalmente, en el Software Estadístico de Minitab se ha utilizado el Modelo General Lineal, haciendo que el factor Encuestado sea aleatorio, ya que no ha sido escogido por la encuestadora. Los factores Orden y Prototipo se mantienen fijos.

A continuación se presenta el despliegue del Análisis de Varianza de Minitab, utilizando un nivel de significancia del 95%:

General Linear Model: N.A. Azúcar Raiz ^2 versus Encuestado. Orden. ...

Factor	Type	Levels	Values
Encuestado	random	100	
Orden	fixed	4	1. 2. 3. 4
Num Prototipo	fixed	4	148. 389. 617. 859

Analysis of Variance for N.A. Azúcar Raiz ^2, using Adjusted SS for Tests

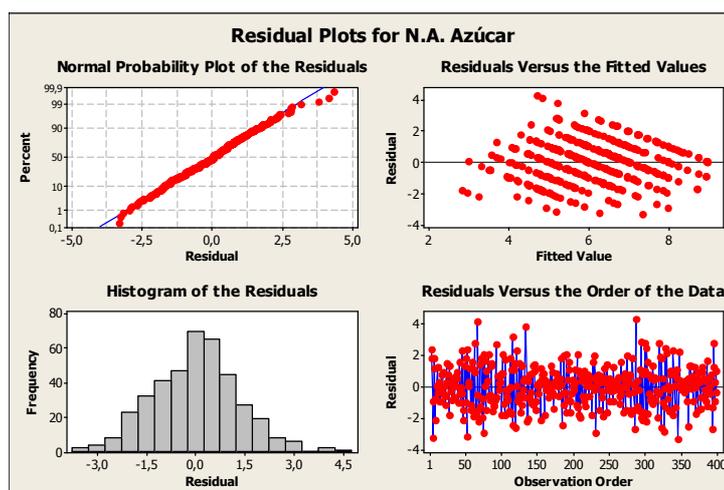
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Encuestado	99	46162,2	46162,2	466,3	1,48	0,006
Orden	3	6485,9	3775,4	1258,5	4,00	0,008
Num Prototipo	3	28960,8	28960,8	9653,6	30,67	0,000

Error	294	92527,8	92527,8	314,7
Total	399	174136,7		

S = 17,7404 R-Sq = 46,86% R-Sq(adj) = 27,89%

A continuación se muestra el gráfico de los residuales:

Figura 5.9. Gráfica de Residuales del Cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar en Ponqués



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

De la información que Minitab ha desplegado del ANOVA se puede concluir lo siguiente:

- Se hizo un bloqueo en el *factor encuestados* como factor aleatorio, que ha resultado efectivo con un valor p para este factor de 0,006, menor al 0,05 del nivel de significancia, dejando sin efecto del *factor encuestados* sobre el nivel de agrado.
- El bloque realizado en el factor orden, como factor fijo, que ha resultado efectivo con un valor p para este factor de 0.008, menor al 0,05 del nivel de significancia, dejando sin efecto al *factor orden* sobre el nivel de agrado.
- El valor p para las *el Prototipo* es de 0,000, que es menor al 0,05 del nivel de significancia. Por ello, este factor si ha influido en el nivel de agrado, rechazando la hipótesis nula en la que se que las medias del nivel de agrado para los cuatro prototipos eran iguales. Entonces se puede decir que al menos el cuadrado del nivel de agrado de un prototipo es mayor que los otros. Por esta razón se deberá utilizar el Método de Separación de medias para encontrar cuál es el prototipo con mayor nivel de agrado del estudio.

- El nivel de ajuste R cuadrado ajustado es de 27,89%. Este valor es muy bajo y con él se puede interpretar que sólo el 27,89% de los datos se explican con el modelo al que se ha llegado. Seguramente el que éste valor sea tan bajo podría estar explicado por el argumento de la Dra. Álvarez que se ha mencionado anteriormente en el presente proyecto, en el que ella no recomienda utilizar ANOVA para analizar los datos de encuestas de Nivel de Agrado para comparación de prototipos de alimentos debido a que el espectro de cada persona o encuestado es distinto.
- En el gráfico de los residuales se puede observar lo siguiente:
 - Los residuales parecen seguir una distribución normal, ya que en el gráfico de Probabilidad Normal de los Residuales los puntos de color rojo siguen los valores esperados por la línea de probabilidad acumulada. Esto puede ser corroborado en el Histograma de los Residuales, en el que los datos siguen la forma de la curva de probabilidad de la distribución normal, con mayor frecuencia de datos en la mediana.
 - En el gráfico de Residuales versus Valores Ajustados si hay un indicio de tendencia dado que los residuales se separan y luego se juntan alrededor de la línea de Valores Ajustados, lo que seguramente podría estar relacionado con que en la primera prueba de Bartlett, sin calcular el cuadrado de los datos, no existía igualdad de varianzas. Pero al no rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas con los cuadrados de los datos, se podría decir que la tendencia percibida no es lo suficientemente fuerte como para no cumplir con este supuesto del ANOVA.
 - En el gráfico de Residuales versus Orden de los Datos existen datos tanto arriba como abajo del valor esperado, sin ningún patrón específico, lo que demuestra que existe Independencia de los Datos, y que la suma de residuales negativos y positivos daría igual a cero.

Por lo expuesto anteriormente, se demuestra que se han cumplido los supuestos para el Análisis de la Varianza, dándole validez a las conclusiones extraídas del mismo.

5.7.2.2. ANOVA para el Cuadrado Nivel de Agrado de Esponjosidad de Prototipos de Ponqués

El modelo matemático para éste análisis fue el mismo que el de la sección 5.7.2.2, a diferencia que la respuesta era el Cuadrado del Nivel de Agrado de la Esponjosidad en los

cuatro prototipos. A continuación se presenta el despliegue del Análisis de Varianza de Minitab, utilizando un nivel de significancia del 95%:

General Linear Model: N.A. Esponjosidad² versus Encuestado. Orden. ...

Factor	Type	Levels	Values
Encuestado	random	100	
Orden	fixed	4	1. 2. 3. 4
Num Prototipo	fixed	4	148. 389. 617. 859

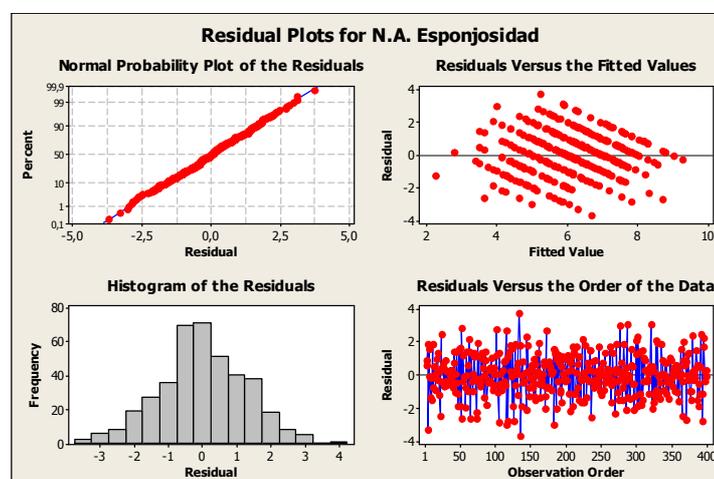
Analysis of Variance for N.A. Esponjosidad², using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Encuestado	99	48469,8	48469,8	489,6	1,67	0,001
Orden	3	4686,9	2354,2	784,7	2,67	0,048
Num Prototipo	3	20924,2	20924,2	6974,7	23,74	0,000
Error	294	86386,9	86386,9	293,8		
Total	399	160467,8				

S = 17,1416 R-Sq = 46,17% R-Sq(adj) = 26,94%

A continuación se muestra el gráfico de los residuales:

Figura 5.10. Gráfica de Residuales del Cuadrado Nivel de Agrado de Esponjosidad en Ponqués



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

De la información que Minitab ha desplegado del ANOVA se puede concluir lo siguiente:

- Se hizo un bloqueo en el *factor encuestados* como factor aleatorio, que ha resultado efectivo con un valor p para este factor de 0,001, menor al 0,05 del nivel de significancia, dejando sin efecto del *factor encuestados* sobre el nivel de agrado.

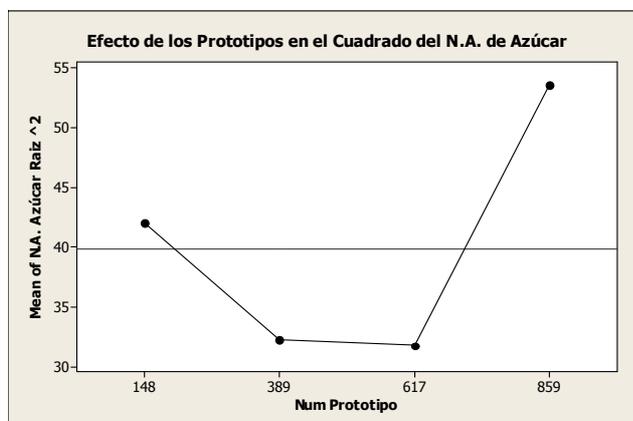
- El bloque realizado en el factor orden, como factor fijo, que ha resultado efectivo con un valor p para este factor de 0.048, menor al 0,05 del nivel de significancia, dejando sin efecto al *factor orden* sobre el nivel de agrado.
- El valor p para las *el Prototipo* es de 0,000, que es menor al 0,05 del nivel de significancia. Por ello, este factor si ha influido en el nivel de agrado, rechazando la hipótesis nula en la que se que las medias del nivel de agrado para los cuatro prototipos eran iguales. Entonces se puede decir que al menos el cuadrado del nivel de agrado de un prototipo es mayor que los otros. Por esta razón se deberá utilizar el Método de Separación de medias para encontrar cuál es el prototipo con mayor nivel de agrado del estudio.
- El valor del Re cuadrado ajustado es de 26,94%, que podría justificarse con el mismo argumento mencionado en la sección 5.7.2.1.
- El comportamiento de los residuales es muy similar al de la sección 5.7.2.1.

Por lo expuesto anteriormente, se demuestra que se han cumplido los supuestos para el Análisis de la Varianza, dándole validez a las conclusiones extraídas del mismo.

5.7.2.3. *Método de Separación de Medias utilizando la Prueba de Tukey para el Cuadrado del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar de Ponqué*

En el análisis realizado en la sección 5.7.2.1., se rechazó la hipótesis nula de que las medias del Cuadrado del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar de Ponqué en los 4 prototipos son iguales. A continuación se presenta la gráfica de los efectos del factor Prototipo en el Cuadrado del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar, tomando en cuenta que este factor fue encontrado como determinante o significativo en el Cuadrado del Nivel de Agrado:

Figura 5.11. Gráfica de los Efectos del Factor Prototipo en el Cuadrado del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar para Ponqué:



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Utilizando el Método de Separación de Medias se desea encontrar cuál o cuáles son las medias diferentes de nivel de agrado para los cuatro prototipos de Ponqué. Para ello, se va a utilizar la Prueba de Tukey, explicada en la sección 1.10.4.1. Esta prueba evalúa las hipótesis en las que el nivel de significancia sea exactamente α cuando el tamaño de las muestras es el mismo. En el caso del nivel de agrado para los cuatro prototipos de Ponqué, se tiene para cada prototipo 100 muestras. Las medias del cuadrado del nivel de agrado de azúcar de cada prototipo de Ponqué son:

Descriptive Statistics: N.A. Azúcar Raiz ^2

Variable	Num Prototipo	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum
Q1							
N.A. Azúcar Raiz	148	100	0	42,00	1,91	19,05	9,00
25,00	389	100	0	32,25	1,80	17,96	1,00
16,00	617	100	0	31,72	1,97	19,75	1,00
16,00	859	100	0	53,57	1,91	19,07	9,00
36,00							
Variable	Num Prototipo	Median	Q3	Maximum			
N.A. Azúcar Raiz	148	36,00	49,00	81,00			
	389	36,00	49,00	81,00			
	617	25,00	49,00	81,00			
	859	49,00	64,00	81,00			

Las hipótesis para la prueba son:

H_0 : Las medias de los cuadrados de los niveles de agrado de la Cantidad de Azúcar de los cuatro prototipos de Ponqué son iguales.

H_1 : Las medias de los cuadrados de los niveles de agrado de la Cantidad de Azúcar de los cuatro prototipos de Ponqué no son iguales.

Nivel de Significancia: 5%

La prueba fue llevada a cabo en el paquete estadístico Minitab, obteniendo el siguiente despliegue de información en General Linear Model:

Tukey 95,0% Simultaneous Confidence Intervals

Response Variable N.A. Azúcar Raiz ^2

All Pairwise Comparisons among Levels of Num Prototipo

Num Prototipo = 148 subtracted from:

Num Prototipo	Lower	Center	Upper	
389	-15,99	-9,534	-3,078	(----*----)
617	-16,14	-9,679	-3,222	(----*----)
859	4,74	11,239	17,741	(----*----)

-12 0 12 24

Num Prototipo = 389 subtracted from:

Num Prototipo	Lower	Center	Upper	
617	-6,600	-0,1454	6,309	(----*----)
859	14,306	20,7732	27,240	(----*----)

-12 0 12 24

Num Prototipo = 617 subtracted from:

Num Prototipo	Lower	Center	Upper	
859	14,40	20,92	27,44	(----*----)

-12 0 12 24

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable N.A. Azúcar Raiz ^2

All Pairwise Comparisons among Levels of Num Prototipo

Num Prototipo = 148 subtracted from:

Num Prototipo	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
389	-9,534	2,515	-3,791	0,0009
617	-9,679	2,516	-3,848	0,0007
859	11,239	2,533	4,438	0,0001

Num Prototipo = 389 subtracted from:

Num Prototipo	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
---------------	---------------------	------------------	---------	------------------

617	-0,1454	2,515	-0,05781	0,9999
859	20,7732	2,520	8,24484	0,0000

Num Prototipo = 617 subtracted from:

Num Prototipo	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
859	20,92	2,540	8,236	0,0000

La prueba de Tukey con el 95% del nivel de confianza que muestra los Intervalos de Confianza de los Cuadrados de los Niveles de Agrado de cada uno de los cuatro prototipos para Cantidad de Azúcar, muestra, de acuerdo a lo establecido en el Manual de Ayuda de MINITAB, el intervalo de confianza sobrelapado de una muestra a otra, pasando por el valor de cero (0) cuando no hay diferencia entre las medias de las dos muestras o prototipos que se están comparando. Por ello, se podría concluir de la prueba Tukey con los Intervalos de Confianza de los Cuadrados de los Niveles de Agrado para Cantidad de Azúcar que:

- La media del Cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar para el prototipo 148 es distinta que la media para los prototipos 389, 617, 859.
- La media del Cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar para el prototipo 389 es distinta que la media para el prototipo 859, pero es igual que la media del prototipo 617.
- La media del Cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar para el prototipo 617 es distinta que la media para el prototipo 859.

La prueba de Tukey formal con el 95% del nivel de confianza para las hipótesis mencionadas anteriormente, conlleva a las siguientes conclusiones:

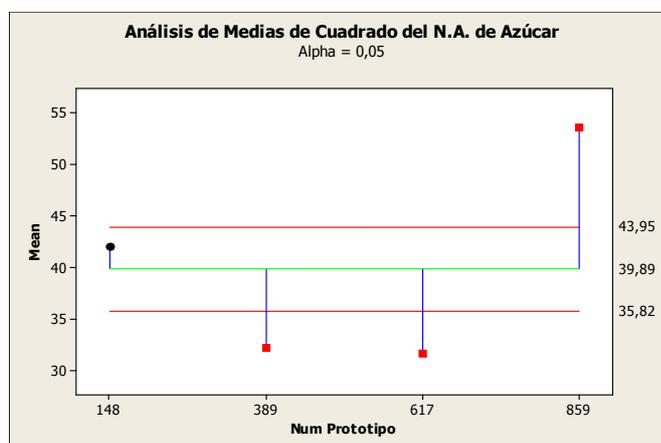
- Comparando el prototipo 148 con los prototipos 389, 617, 859 y obteniendo para cada una de éstas tres comparaciones valores p menores al 0.05, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias, por lo que la media del cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar del prototipo 148 es estadísticamente diferente a las medias de los otros tres prototipos.
- Comparando el prototipo 389 con el prototipo 617 se obtiene un valor p de 0,9852, superior al 0.05 del nivel de significancia, lo que lleva a concluir que la media del cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar del prototipo 389 en relación a la del prototipo 617 no son diferentes estadísticamente. Sin embargo el cuadrado de la media del cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar del prototipo

389 en relación a la del prototipo 859 es estadísticamente diferente al tener un valor p de 0,000 rechazando la hipótesis nula de igualdad de medias.

- Comparando el prototipo 617 con el prototipo 859 se obtiene un valor p de 0,000 lo que lleva a concluir que la media del cuadrado del Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar del prototipo 617 en relación a la del prototipo 859 es estadísticamente diferente.

Las conclusiones anteriores se pueden corroborar mediante el siguiente gráfico de Análisis de Medias:

Figura 5.12. Gráfica de Análisis de Medias de Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar de 4 Prototipos de Ponqués:



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

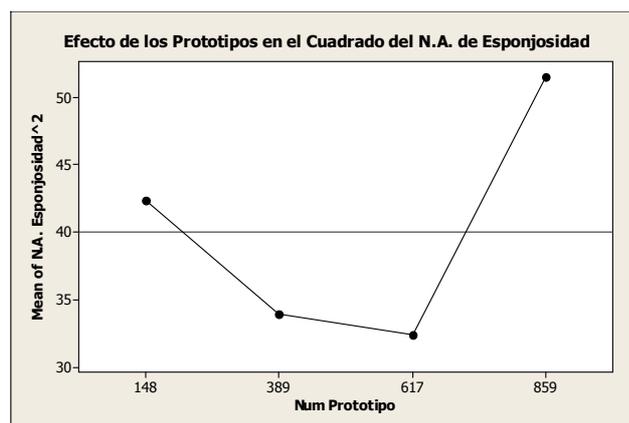
Al haber utilizado el α recomendado de 0.05, en el Análisis del Cuadrado de Medias del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar de los Ponqués, se puede ver que la media del cuadrado del Nivel de Agrado del prototipo 859 es diferente al 148, y la media del cuadrado del Nivel de Agrado del prototipo 148 es diferente a la media del cuadrado del Nivel de Agrado de los prototipos 389 y 617, siendo las medias del cuadrado del Nivel de Agrado de estos prototipos iguales.

Por lo anterior, se puede concluir que el cuadrado del Nivel de Agrado de la Cantidad de Azúcar de los cuatro prototipos de Ponqués es mayor para el prototipo 859, es decir el prototipo con un nivel alto en Cantidad de Azúcar y Esponjosidad. El valor de la media de éste cuadrado es de 53,57, valor del cual se calcula la raíz cuadrada, operación inversa al cuadrado, y se obtiene un valor de 7,31, que en la escala hedónica de nueve puntos se sitúa entre las anclas semánticas “Me agrada” y “Me agrada bastante”.

5.7.2.4. Método de Separación de Medias utilizando la Prueba de Tukey para el Nivel de Agrado de la Esponjosidad de Ponqué

Se ha realizado el mismo análisis que para la sección 5.7.2.4, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 5.13. Gráfica de los Efectos del Factor Prototipo en el Nivel de Agrado de la Esponjosidad para Ponqué:



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Descriptive Statistics: N.A. Esponjosidad^2

Variable	Num Prototipo	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum
N.A. Esponjosida	148	100	0	42,31	1,89	18,86	9,00
Q1	389	100	0	33,88	1,82	18,18	1,00
16,00	617	100	0	32,40	1,95	19,46	1,00
16,00	859	100	0	51,49	1,79	17,92	9,00
36,00							

Variable	Num Prototipo	Median	Q3	Maximum
N.A. Esponjosida	148	36,00	49,00	81,00
	389	36,00	49,00	81,00
	617	36,00	49,00	81,00
	859	49,00	64,00	81,00

Las hipótesis para la prueba son:

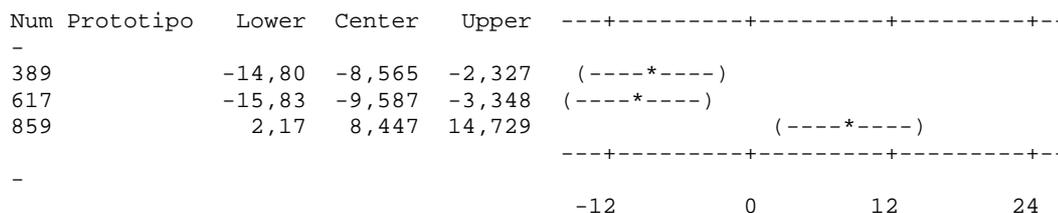
H_0 : Las medias de los cuadrados de los niveles de agrado de la Esponjosidad de los cuatro prototipos de Ponqué son iguales.

H_1 Las medias de los cuadrados de los niveles de agrado de la Esponjosidad de los cuatro prototipos de Ponqué no son iguales.

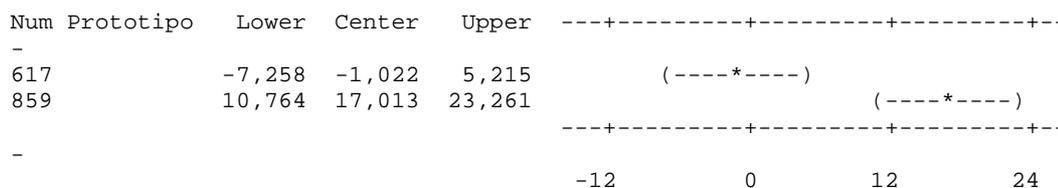
Nivel de Significancia: 5%

La prueba fue llevada a cabo en el paquete estadístico Minitab, obteniendo el siguiente despliegue de información en General Linear Model:

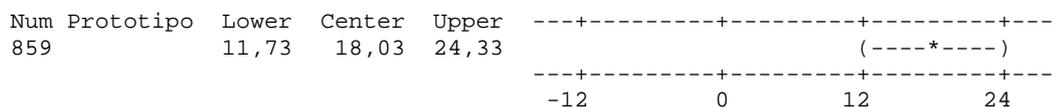
Tukey 95,0% Simultaneous Confidence Intervals
 Response Variable N.A. Esponjosidad^2
 All Pairwise Comparisons among Levels of Num Prototipo
 Num Prototipo = 148 subtracted from:



Num Prototipo = 389 subtracted from:



Num Prototipo = 617 subtracted from:



Tukey Simultaneous Tests
 Response Variable N.A. Esponjosidad^2
 All Pairwise Comparisons among Levels of Num Prototipo
 Num Prototipo = 148 subtracted from:

Num Prototipo	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
389	-8,565	2,430	-3,524	0,0024
617	-9,587	2,431	-3,944	0,0005
859	8,447	2,447	3,452	0,0031

Num Prototipo = 389 subtracted from:

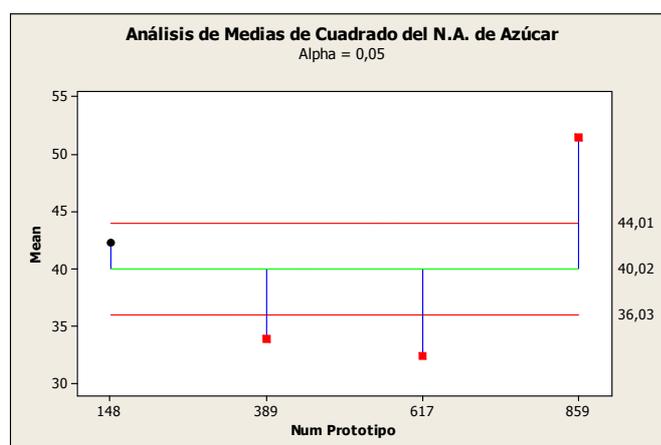
Num Prototipo	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
617	-1,022	2,430	-0,4205	0,9750
859	17,013	2,434	6,9881	0,0000

Num Prototipo = 617 subtracted from:

Num Prototipo	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
859	18,03	2,454	7,348	0,0000

Los resultados obtenidos de la prueba de Tukey fueron similares a los que se analizaron en la sección 5.7.2.3. Las conclusiones anteriores se pueden corroborar mediante el siguiente gráfico de Análisis de Medias:

Figura 5.14. Gráfica de Análisis de Medias de Nivel de Agrado de Esponjosidad de 4 Prototipos de Ponqués:



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Al haber utilizado el α recomendado de 0.05, en el Análisis de Medias del Cuadrado del Nivel de Agrado de la Esponjosidad de los Ponqués, se puede ver que la media del Cuadrado del Nivel de Agrado del prototipo 859 es diferente al 148, y la media del Cuadrado del Nivel de Agrado del prototipo 148 es diferente a la media del Cuadrado del Nivel de Agrado de los prototipos 389 y 617, siendo las medias del Cuadrado del Nivel de Agrado de estos prototipos iguales.

Por lo anterior, se puede concluir que el cuadrado del Nivel de Agrado de la Esponjosidad de los cuatro prototipos de Ponqués es mayor para el prototipo 859, es decir el prototipo con un nivel alto en Cantidad de Azúcar y Esponjosidad. El valor de la media de éste cuadrado es de 51,49, valor del cual se calcula la raíz cuadrada, operación inversa al cuadrado, y se obtiene un valor de 7,18, que en la escala hedónica de nueve puntos se sitúa entre las anclas semánticas “Me agrada” y “Me agrada bastante”.

A continuación se examinará la pregunta de Satisfacción Global, con la misma mecánica de los análisis para las preguntas de Nivel de Agrado de Cantidad de Azúcar y de Esponjosidad.

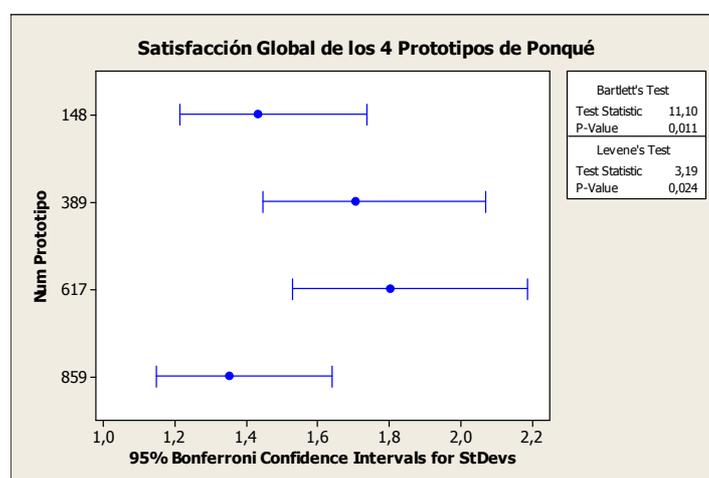
5.7.2.5. Prueba de Igualdad de Varianzas para la pregunta de Satisfacción Global de Prototipos de Ponqués

Se realizó el mismo análisis de la sección 5.7.1.1, con las siguientes hipótesis:

H₀: La Satisfacción Global de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués tienen varianzas iguales

H₁: La Satisfacción Global de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués no tienen varianzas iguales.

Figura 5.15. Prueba de Igualdad de Varianzas para la Satisfacción Global de Cuatro Prototipos de Ponqué



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

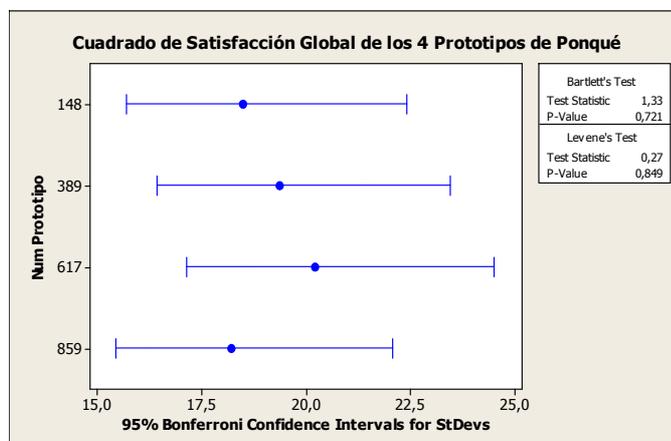
El valor P de la prueba de Bartlett, al ser de 0,011 menor al 0,05 del nivel de confianza, hace que la hipótesis nula de igualdad de varianzas se rechace. En vista de éste resultado se decide realizar la misma transformación que se utilizó para los casos anteriores, es decir, se calcularán los cuadrados de los datos de Satisfacción Global para los cuatro prototipos de Ponqué.

Esta prueba fue realizada en Minitab con las siguientes hipótesis:

H₀: Los cuadrados de la Satisfacción Global de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués tienen varianzas iguales

H₁: Los cuadrados de la Satisfacción Global de todos los prototipos del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués no tienen varianzas iguales.

Figura 5.16. Prueba de Igualdad de Varianzas para el Cuadrado de la Satisfacción Global de Cuatro Prototipos de Ponqué



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

En la figura se puede observar que los intervalos de confianza del cuadrado de la Satisfacción Global para cada prototipo se superponen uno a otro. El valor P de la prueba de Bartlett es de 0,721, por lo que no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de varianzas. Se deberá continuar el análisis con el cuadrado de los datos Satisfacción Global para cada prototipo.

5.7.2.6. ANOVA para la Satisfacción Global de Prototipos de Ponqués

El modelo matemático para éste análisis fue el mismo que el de la sección 5.7.2.2, a diferencia que la respuesta era el Cuadrado de la Satisfacción Global de los clientes en los cuatro prototipos.

A continuación se presenta el despliegue del Análisis de Varianza de Minitab, utilizando un nivel de significancia del 95%:

General Linear Model: Satisfacción GI versus Encuestado. Orden. ...

Factor	Type	Levels	Values
Encuestado	random	100	
Orden	fixed	4	1. 2. 3. 4
Num Prototipo	fixed	4	148. 389. 617. 859

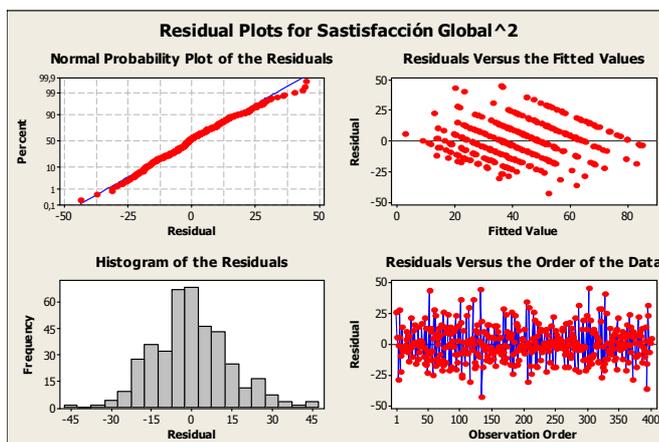
Analysis of Variance for Satisfacción Global², using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Encuestado	99	59288,5	59288,5	598,9	2,24	0,000
Orden	3	10103,5	6298,3	2099,4	7,85	0,000
Num Prototipo	3	23057,3	23057,3	7685,8	28,73	0,000
Error	294	78637,9	78637,9	267,5		
Total	399	171087,3				

S = 16,3547 R-Sq = 54,04% R-Sq(adj) = 37,62%

A continuación se muestra el gráfico de los residuales:

Figura 5.17. Gráfica de Residuales del Cuadrado de la Satisfacción Global en Ponqués



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

De la información que Minitab ha desplegado del ANOVA se puede concluir lo siguiente:

- Se hizo un bloqueo en el *factor encuestados* como factor aleatorio, que ha resultado efectivo con un valor p para este factor de 0,000, menor al 0,05 del nivel de significancia, dejando sin efecto del *factor encuestados* sobre la Satisfacción Global.
- El bloqueo realizado en el factor orden, como factor fijo, que ha resultado efectivo con un valor p para este factor de 0.000, menor al 0,05 del nivel de significancia, dejando sin efecto al *factor orden* sobre el Cuadrado de la Satisfacción Global.
- El valor p para las *el Prototipo* es de 0,000, que es menor al 0,05 del nivel de significancia. Por ello, este factor si ha influido en la el Cuadrado de la Satisfacción Global, rechazando la hipótesis nula en la que se que las medias de los Cuadrados de la Satisfacción Global para los cuatro prototipos eran iguales. Entonces se puede decir que al menos un Cuadrado de la Satisfacción Global es mayor que los otros. Por esta razón se deberá utilizar el Método de Separación de medias para encontrar cuál es el prototipo con mayor Cuadrado de Satisfacción Global del estudio.
- El valor del R cuadrado ajustado es de 37,62% por lo que podría estar sujeto a la misma interpretación que se le dio en análisis anteriores para Cuadrados del Nivel de Agrado de las Características de Ponqué.

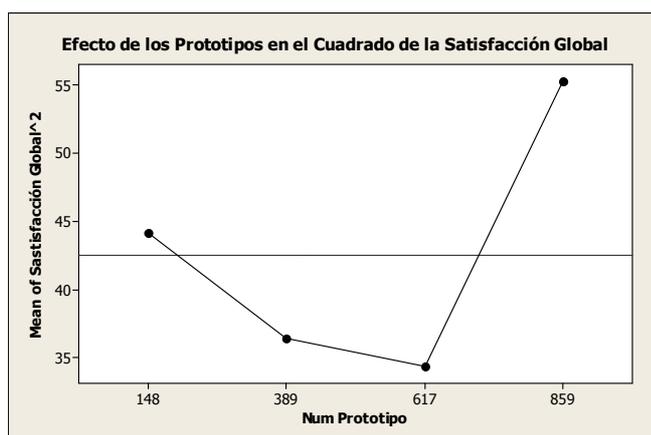
- El gráfico de residuales puede ser analizado e interpretado de con las mismas conclusiones que se obtuvieron en los residuales de los Cuadrados de Nivel de Agrado de las Características de Ponqué.

Por lo expuesto anteriormente, se demuestra que se han cumplido los supuestos para el Análisis de la Varianza, dándole validez a las conclusiones extraídas del mismo.

5.7.2.7. *Método de Separación de Medias utilizando la Prueba de Tukey para la el Cuadrado de la Satisfacción Global de Ponqué*

Se ha realizado un análisis similar al de la sección 5.7.2.4, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 5.18. Gráfica de los Efectos del Factor Prototipo en el Cuadrado de la Satisfacción Global para Ponqués:



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Utilizando el Método de Separación de Medias se desea encontrar cuál o cuáles son las medias diferentes de Satisfacción Global para los cuatro prototipos de Ponqué. Para ello, se va a utilizar la Prueba de Tukey, explicada en la sección 1.8.5.1. Las medias de la Satisfacción Global de cada prototipo de Ponqué son:

Descriptive Statistics: Sastisfacción Global^2

Variable	Num Prototipo	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum
Q1							
Sastisfacción Gl	148	100	0	44,15	1,85	18,50	9,00
	389	100	0	36,41	1,94	19,35	1,00
	617						
	859						

16,00	617	100	0	34,36	2,02	20,22	4,00
49,00	859	100	0	55,25	1,82	18,21	9,00

Variable	Num Prototipo	Median	Q3	Maximum
Satisfacción G1	148	49,00	49,00	81,00
	389	36,00	49,00	81,00
	617	36,00	49,00	81,00
	859	64,00	64,00	81,00

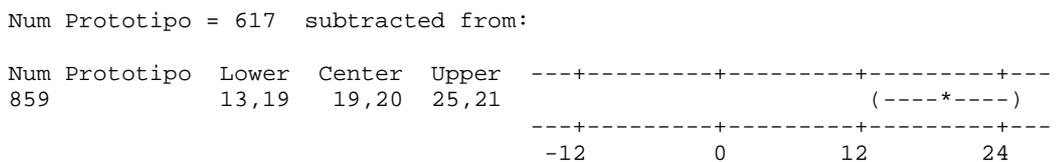
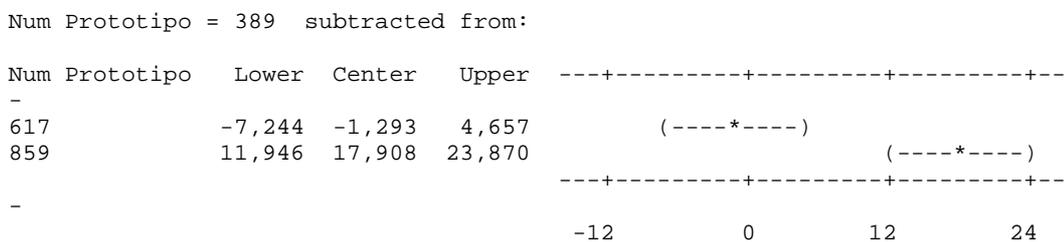
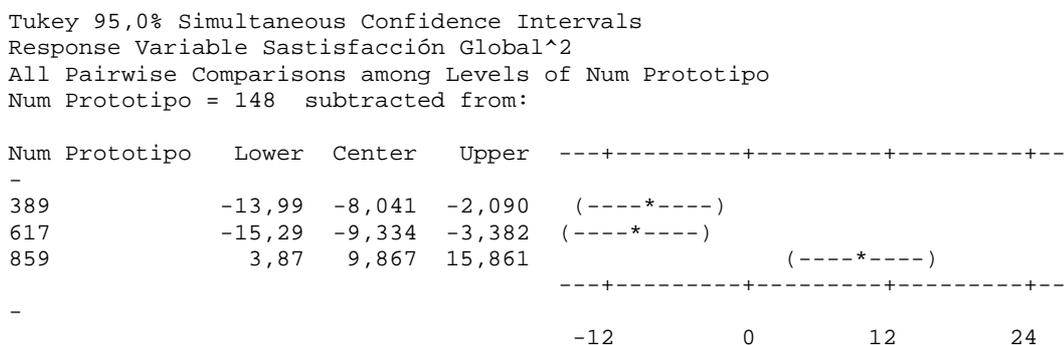
Las hipótesis para la prueba son:

H_0 : Las medias del Cuadrado de la Satisfacción Global de los cuatro prototipos de Ponqué son iguales.

H_1 : Las medias del Cuadrado de la Satisfacción Global de los cuatro prototipos de Ponqué no son iguales.

Nivel de Significancia: 5%

La prueba fue llevada a cabo en el paquete estadístico Minitab, obteniendo el siguiente despliegue de información en General Linear Model:



Tukey Simultaneous Tests
 Response Variable Satisfacción Global^2
 All Pairwise Comparisons among Levels of Num Prototipo
 Num Prototipo = 148 subtracted from:

Num Prototipo	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
389	-8,041	2,319	-3,468	0,0029
617	-9,334	2,319	-4,025	0,0003
859	9,867	2,335	4,226	0,0001

Num Prototipo = 389 subtracted from:

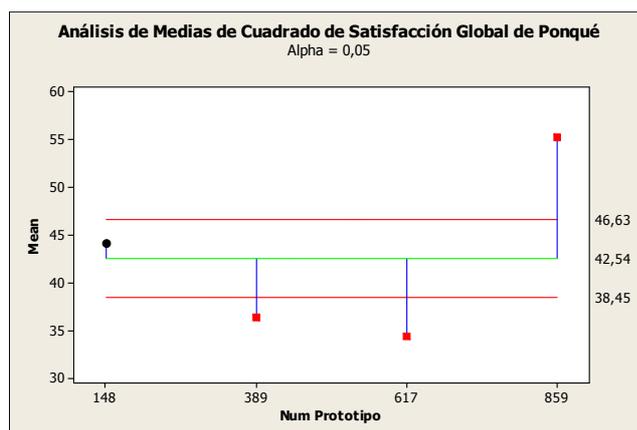
Num Prototipo	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
617	-1,293	2,318	-0,5578	0,9445
859	17,908	2,323	7,7100	0,0000

Num Prototipo = 617 subtracted from:

Num Prototipo	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
859	19,20	2,342	8,200	0,0000

Las conclusiones de la prueba de Tukey son similares a las realizadas para los Cuadrados de los Niveles de Agrado de los Prototipos de Ponqué, y se pueden corroborar mediante el siguiente gráfico de Análisis de Medias:

Figura 5.19. Gráfica de Análisis de Medias del Cuadrado de la Satisfacción Global de 4 Prototipos de Ponqués:



Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

Al haber utilizado el α recomendado de 0.05, en el Análisis de Medias del Cuadrado de la Satisfacción Global de los cuatro prototipos de Ponqué presentados, se puede ver que la media del Cuadrado de la Satisfacción Global del prototipo 859 es diferente al 148, y la

media del Cuadrado de la Satisfacción Global del prototipo 148 es diferente a la media del Cuadrado de la Satisfacción Global de los prototipos 389 y 617, siendo las medias del cuadrado de la Satisfacción Global de estos prototipos iguales. El mayor cuadrado de la satisfacción global está dado en el prototipo 859 es decir en el prototipo con un nivel alto en Cantidad de Azúcar y Esponjosidad. Éste valor es de 55,25, valor del cual se obtiene la raíz cuadrada de 7,43, siendo ésta valor en la escala hedónica de nueve puntos casi la mitad entre las anclas semánticas entre “Satisfecho” y “Muy Satisfecho”

5.7.3. Análisis de la Pregunta de Ordenamiento

De acuerdo a la teoría revisada en la sección 1.11 del presente documento, el análisis de datos para pruebas sensoriales a consumidores con varias muestras o prototipos debe ser realizado mediante ordenamiento por rangos, siendo éste caso particular el de comparación de todas las muestras entre sí.

Adicionalmente, el análisis de ordenamiento por rangos es una excelente alternativa que corrobora que el comportamiento de los consumidores, a diferencia de máquinas y procesos estandarizados no puede ser evaluado utilizando el Análisis de la Varianza, como plantea la Dra. Yamila Álvarez. Por esa razón, los supuestos del ANOVA para el análisis de nivel de agrado de los prototipos de Ponqué no se cumplieron. Para éste análisis, se debe encontrar la suma de los rangos para cada una de las muestras o prototipos que se realizó en la última pregunta del cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Clientes de Ponqués. A continuación se presenta una tabla que resume Bibliografía ésta información:

Tabla 5.9. Suma de Rangos para pregunta de Ordenamiento de Satisfacción Global de 4 Prototipos de Ponqué:

Prototipo	Suma de Rangos
148	257
389	217
617	186
859	340

Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

De las tablas de Diferencia de sumatoria ordinal absoluta crítica de todos los tratamientos o prototipos con un nivel de significancia del 5% se tiene que para 100 encuestados o jueces, con 4 muestras o prototipos, se tiene un valor de 47, mientras que para las mismas condiciones con un nivel de significancia del 1%, se tiene un valor de 57. A continuación se

presentan las diferencias absolutas entre las sumas de los rangos de los prototipos presentados en el cuestionario:

Tabla 5.10. Diferencias absolutas entre la suma de rangos para los 4 prototipos de Ponqué:

Diferencias Prototipos	Valor absoluto
148-389	40
148-617	71
148-859	83
389-617	31
389-859	123
617-859	154

Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

A continuación se compara la información de la tabla de Diferencias Absolutas entre la suma de rangos con los valores obtenidos para la sumatoria ordinal absoluta crítica de los tratamientos o prototipos, para un nivel de significancia del 5% y del 1%:

Tabla 5.11. Comparación con tabla de Diferencias Absolutas con Sumatoria Ordinal Absoluta Crítica de los Prototipos para un 5% y un 1% del nivel de significancia:

Diferencias Prototipos	Valor absoluto	Valor en tabla 5%	Valor en tabla 1%
148-389	40	< 47	< 57
148-617	71	> 47	> 57
148-859	83	> 47	> 57
389-617	31	< 47	< 57
389-859	123	> 47	> 57
617-859	154	> 47	> 57

Fuente: Cuestionario de Re-evaluación de Satisfacción de Ponqués

Elaboración: Diana Trujillo

De la información presentada en la tabla anterior se puede concluir que:

- Con un 1% y con un 5% de nivel de significancia, las medias de los Rangos de Ordenamiento por Satisfacción Global de los prototipos 148 y 389 no son estadísticamente diferentes, lo que representa que los consumidores tienen la misma Satisfacción Global por los dos prototipos. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que al tratarse de los rangos más bajos, ambos prototipos vendrían a tener la Satisfacción Global más baja de los cuatro prototipos.

- Con un 1% y con un 5% de nivel de significancia, las medias de los Rangos de Ordenamiento por Satisfacción Global de los prototipos 148 y 617, y de los prototipos 148 y 859 son estadísticamente diferentes.
- Con un 1% y con un 5% de nivel de significancia, las medias de los Rangos de Ordenamiento por Satisfacción Global de los prototipos 389 y 617 no son estadísticamente diferentes, lo que representa que los consumidores tienen la misma Satisfacción Global por los dos prototipos. A pesar de ello, los rangos de ambos prototipos no son lo suficientemente grandes como para que representen la Satisfacción Global más alta de los consumidores de Ponqué.
- Con un 1% y con un 5% de nivel de significancia, las medias de los Rangos de Ordenamiento por Satisfacción Global de los prototipos 389 y 859, y de los prototipos 617 y 859 son estadísticamente diferentes. Se debe notar que la mayor suma de rangos es la del prototipo 859, que al ser estadísticamente diferente que los otros prototipos representa siempre la primera elección o la mayor Satisfacción Global para los consumidores de Ponqués, siendo el prototipo con niveles altos en Cantidad de Azúcar y en Esponjosidad.

Capítulo 6

6. Fase Mejorar

6.1. Comparación de Satisfacción Global de Ponqués antes y después del Mejoramiento

Como se mencionó en la Cartera de Proyecto, uno de los objetivos principales de éste proyecto era el de mejorar en al menos un 5% la Satisfacción Global de los clientes de los productos seleccionados de INPACAF S.A. Anteriormente se dedujo que la Satisfacción Global de las Melvas estaba dada básicamente por un tema de disponibilidad, mientras que en el caso del Ponqué, la Satisfacción Global de los clientes estaba influenciada tanto por la disponibilidad del producto como por los niveles en los que se varíen las características tangibles de Cantidad de Azúcar y Esponjosidad.

En el mejoramiento Piloto de la Disponibilidad de Ponqués, se encontró que la Satisfacción Global de los clientes se incrementó en 0,43 puntos de la escala hedónica al mejorar la disponibilidad del producto en percha en un 28%. Los 0,43 puntos de mejoramiento de Satisfacción Global en la escala hedónica se traducen en un 4,777% de mejoramiento, que es muy cercano al porcentaje objetivo de mejoramiento en Satisfacción Global que se planteó en la Cartera de Proyecto, siendo éste del 5%.

Es importante recalcar que además de disponibilidad, el tema de mejoramiento en el nivel de agrado de la Cantidad de Azúcar y de Esponjosidad en Ponqués también influyen en la Satisfacción Global, siendo así el caso en el que el prototipo 859, con altos niveles de Cantidad de Azúcar y de Esponjosidad presentó un promedio de 7,43 en la escala hedónica de nueve puntos, superior en más de una unidad completa de esta escala a la Satisfacción Global del Ponqué original de 6,33. Este incremento en la Satisfacción Global es de 17,37%. Este porcentaje representa más del triple del incremento objetivo según la Cartera de Proyecto.

6.2. Comparación de Satisfacción Global de Melvas antes y después del Mejoramiento

En el mejoramiento Piloto de la Disponibilidad de Melvas, se encontró que la Satisfacción Global de los clientes se incrementó en 0,51 puntos de la escala hedónica al mejorar la

disponibilidad del producto en percha en un 22,40%. Los 0,51 puntos de mejoramiento de Satisfacción Global en la escala hedónica se traducen en un 5,666% de mejoramiento, que es muy cercano al porcentaje objetivo de mejoramiento en Satisfacción Global que se planteó en la Cartera de Proyecto, siendo éste del 5%.

6.3. Comparación de Incremento en Ventas y relación con Satisfacción Global de Clientes de INPACAF S.A.

Otro de los objetivos planteados en la Cartera de Proyecto era encontrar la relación existente entre un incremento en la Satisfacción Global de los Clientes con las Ventas de los productos seleccionados para el estudio. A continuación se presenta una tabla que resume las Ventas tanto de Ponqués como de Melvas durante el mes de octubre del 2010:

Tabla 6.1. Resumen de Ventas en Unidades de Melvas y Ponqués durante el mes de Octubre del 2010:

Código	Producto	OCT
49	Melvas Funda 225 gr.	1315
209	Melvas Estuche 225 gr.	145
216	Melvas Estuche 440gr.	232
223	Ponqué Grande	1819
308	Ponqué Pequeño	1243
315	Ponqué Mediano	1076
Total en unidades Melvas		1692
Total en unidades Ponqués		4138

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

A continuación se presenta un cuadro comparativo entre las unidades vendidas entre Octubre del 2009 y Octubre del 2010 en Melvas y Ponqués:

Tabla 6.2. Comparación en Ventas entre Octubre del 2009 y Octubre del 2010 en Unidades de Melvas y Ponqués.

Código	Producto	oct-09	oct-10	Incremento %
49	Melvas Funda 225 gr.	1297	1315	0,01
209	Melvas Estuche 225 gr.	163	145	-0,11
216	Melvas Estuche 440gr.	184	232	0,26
223	Ponqué Grande	1619	1819	0,12
308	Ponqué Pequeño	1414	1243	-0,12
315	Ponqué Mediano	985	1076	0,09
Total en Unidades Melvas		1644	1692	0,03
Total en Unidades Ponqués		4018	4138	0,03

Fuente: Registros Contables INPACAF S.A.

Elaboración: Diana Trujillo

Se puede apreciar que comparando las unidades vendidas en octubre del 2009 y octubre del 2010, hay ciertos incrementos en algunas presentaciones de Melvas y Ponqués y en otras hay decrementos. El mayor incremento porcentual registrado en las presentaciones de Melvas es en el caso de la de Estuche 440gr., mientras que en el caso de las presentaciones de Ponqués, el mayor incremento porcentual se da para el caso del Ponqué Grande o de 1000gr. Sin embargo, globalmente, existe un incremento positivo porcentual tanto en unidades vendidas de Melvas como de Ponqués. Este incremento es de 2,92% en el caso de Melvas y de 2,98% en el caso de Ponqués. Por lo tanto, se podría establecer la siguiente relación entre Ventas y Satisfacción Global de los Clientes de los dos productos seleccionados de INPACAF S.A., asumiendo que las variables que han mejorado la Satisfacción Global son las únicas que han influido en el incremento de ventas:

Para Melvas:

5,666% de Mejoramiento en Satisfacción Global = 2,92% de Incremento en Ventas

Para Ponqués:

4,777% de Mejoramiento en Satisfacción Global = 2,98% de Incremento en Ventas

No se puede hacer una relación entre Satisfacción Global de Ponqués dada por el nuevo prototipo y sus ventas, debido a que no ha salido al mercado todavía.

7. Conclusiones

- 7.1. Realmente, las herramientas y pasos combinados del Diseño por Six Sigma y del Mejoramiento de Procesos por Six Sigma han permitido realizar en el presente proyecto un análisis adecuado y bien enfocado de Satisfacción de los Clientes de INPACAF S.A., y han permitido direccionar correctamente el mejoramiento propuesto en la Cartera de Proyecto.
- 7.2. De acuerdo al Objetivo General, planteado al inicio del proyecto, se mejoró la Satisfacción de los Clientes de INPACAF S.A., en los productos seleccionados, y se encontró que hay una relación directa y positiva entre ésta Satisfacción y las Ventas de dichos productos.
- 7.3. Para el mejoramiento que se ha realizado en la Satisfacción de los Clientes de INPACAF S.A., en los productos seleccionados, fue necesario modificar y mejorar los procesos que influían tanto en sus características tangibles como intangibles.
- 7.4. Se encontró que a pesar de que se evaluaran y seleccionaran mediante grupos focales y análisis de costos los Ponqués y las Melvas para el presente estudio, la Satisfacción Global de las Melvas, a diferencia de los Ponqués, no estaba influenciada directamente por sus características tangibles, sino más bien por su disponibilidad en la percha. Seguramente, éste factor puede darse debido a que los encargados de realizar los pedidos a Supermercados Santa María todavía relacionan a las Melvas con la estacionalidad de las fiestas navideñas.
- 7.5. En el caso de los Ponqués, fue necesario realizar un mejoramiento tanto en sus características tangibles como en su disponibilidad, que es catalogada como una característica intangible, y a pesar de que presentaba inicialmente un índice de Satisfacción Global más baja que la de las Melvas, se logró conseguir un incremento en volumen de ventas similar al de éstas, con un menor incremento en la Satisfacción Global de sus Clientes.
- 7.6. El rol de los miembros del equipo que han intervenido en el proceso, especialmente de los líderes, jefes de áreas, operarios de panadería y pastelería y de la mercaderista han sido importantes ya que se ha logrado dirigir el mejoramiento que el proyecto proponía, de la manera adecuada, reflejando el cumplimiento de los objetivos establecidos.

8. Recomendaciones

- 8.1. La recomendación más importante del presente proyecto es la de implementar este mejoramiento, no solo en los productos que han sido parte del estudio, sino en todos los productos que requieran un mejoramiento similar. Para ello, será elemental empezar a educar a todo el personal de INPACAF S.A. en la importancia del uso de las herramientas del Mejoramiento de Procesos Six Sigma y del Diseño por Six Sigma, al igual que en la cultura en el trabajo utilizando ambas metodologías.
- 8.2. Como se mencionó al inicio del Análisis de Costos de éste proyecto, y tal como se encontró en el progreso del mismo, INPACAF S.A., debería realizar una auditoría a sus procesos contables, ya que para proyectos de similar naturaleza, es importante tener información adecuada a la mano como un cálculo exacto de los Costos Operacionales por cada producto de la empresa, ya que en el presente análisis fue necesario hacer varias suposiciones y algunos cálculos para poder hacer estimaciones, que a pesar de ser cercanas no dejan de ser inexactas para estos rubros.
- 8.3. Como se mencionó en la última parte de Re-evaluación de Satisfacción Global de Clientes de Ponqué de INPACAF S.A., y como se ha mencionado el planteamiento de la Dra. Yamila Álvarez, experta en Evaluación Sensorial de Alimentos, se recomendaría utilizar análisis estadísticos no paramétricos como el ordenamiento por rangos, para futuras evaluaciones de Nivel de Agrado de Características de Productos y de Satisfacción Global, debido a que como se demostró en las pruebas de Igualdad de Varianzas y valores de R cuadrado ajustado, el ANOVA presenta varias inconsistencias dado que la evaluación sensorial a consumidores tiene espectros diferentes para una misma escala hedónica.
- 8.4. En el caso de la aplicación del Modelo del Vendedor de Periódicos, para solucionar los problemas de disponibilidad de forma definitiva, tanto para los productos que fueron parte del estudio, como para el resto de productos de INPACAF S.A., se deberá empezar a fomentar una cultura de levantamiento y análisis de datos de la demanda de todos los productos en la empresa. El evaluar constantemente el porcentaje de disponibilidad de los productos en percha será de gran ayuda, además de las ventas por sucursal.
- 8.5. Adicionalmente, para garantizar la estabilidad de poner en práctica el cálculo de la cantidad de pedido utilizando el Modelo del Vendedor de Periódicos para la Distribución de productos de INPACAF S.A., será necesaria la intervención de la mercaderista que fue

contratada para éste proyecto, por lo que se recomienda que se siga utilizando sus servicios para éste objeto.

- 8.6. Es importante recalcar que la Satisfacción al Cliente no es un factor estático, sino que debe ser evaluado constantemente, por lo que no se recomendaría tomar los resultados de éste proyecto como solución definitiva a largo plazo de los problemas de Satisfacción con los productos que han generado las menores ganancias netas de la empresa en el cierre del 2009.

9. Bibliografía

ÁLVAREZ, Yamila, Directora del Instituto de Evaluación Sensorial de la Universidad San Francisco de Quito, Entrevista Personal, realizada en julio del 2010 y en octubre del 2010.

ÁVILA, HÉCTOR, Construcción de Escalas, publicado en: <http://www.eumed.net/libros/2006c/203/2k.htm>, consultado el 14 de abril de 2010.

BIBLIOTECA DIGITAL DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE, Escala Hedónica, publicado en: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/capitulo04/03c3.html, consultado el 2 de marzo de 2010.

CEPEDA, Milton, Docente de Panadería y Pastelería de la Universidad San Francisco de Quito, Entrevista Personal, realizada en julio del 2010.

CHOPRA, Sunil, Supply Chain Management, Pearson Prentice Hall, Third Edition, New Jersey, 2007.

ENGINEERING STATISTICS HANDBOOK, publicado en: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda357.htm>, consultado el 3 de junio del 2010.

FILLIBEN, James, División de Estadística para Ingeniería, Engineering Statistics Handbook, Information Technology Laboratory, NIST, publicado en: <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda35e.htm>, consultado el 12 de septiembre de 2010.

GARRIDO, Verónica, Gerente de Operaciones, Supermercados Santa María, Entrevista Personal, realizada el 1 de julio de 2010.

GARRIDO, Javier, Docente de Laboratorios de Nutrición y Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito, Entrevista Personal, realizada en julio del 2010.

HILLIER, Frederick, Introducción a la Investigación de Operaciones, Mc Graw Hill, México, 2006.

HOPP, Wallace, Factory Physics, Third Edition. Mc Graw Hill, New York, 2008.

MALHOTRA, Narewsh, Investigación de Mercados, Pearson Prentice Hall, Cuarta Edición, México, 2004.

MONTGOMERY, Douglas, Diseño y Análisis de Experimentos, Limusa Wiley, Segunda Edición, México, 2007.

MONTGOMERY, Douglas, Control Estadístico de la Calidad, Limusa Wiley, Tercera Edición, México, 2007.

MONTGOMERY, Douglas, RUNGER, George, Probabilidad y Estadística aplicadas a la Ingeniería, Limusa Wiley, Segunda Edición, México, 2005.

NIEBEL, Benjamin, Ingeniería Industrial, Métodos , Estándares, Diseño del Trabajo, Alfaomega, Décimo primera edición, México , 2006.

NORMA ISO 6658: 1985 Directivas Generales para la Metodología de Análisis Sensorial, última revisión, publicada en 1985.

O'MAHONY, Michael, Manual de Evaluación Sensorial de la Universidad de California Davis, Unidad de Investigación y Desarrollo de Alimentos, Universidad de California Davis, 2008.

PROCESS QUALITY ASSURANCE INC., The Evolution of Six Sigma, publicado en: <http://www.pqa.net/ProdServices/sixsigma/W06002009.html>, consultado el 3 de febrero de 2010.

REVISTA ELECTRÓNICA GERENCIE, Rentabilidad, publicado en: <http://www.gerencie.com/rentabilidad.html>, consultado el 14 de abril de 2010.

REYES PÉREZ, Ernesto, Contabilidad de Costos, Segunda Edición, Editorial Limusa, México, 1986.

RYAN Thomas Jr., JOINER, Brian, Normal Probability Plots and Tests for Normality, Statistics Department, The Pennsylvania State University, 1976, publicado en : http://www.minitab.com/uploadedFiles/Shared_Resources/Documents/Articles/normal_probability_plots.pdf, consultado el 14 de septiembre de 2010.

YANG, Kai, Design for Six Sigma, McGraw Hill Editions, New York, 2003.

