

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....	1
1. Lugar de aplicación.....	2
1.1. Descripción General de la empresa .....	2
1.1.1. Ubicación de la empresa .....	5
1.1.2. Productos ofrecidos .....	6
1.1.3. Principales Mercados .....	8
1.1.4. Estructura Organizacional .....	8
1.1.5. Producción de deshidratado de manzana .....	9
1.2. Problemática .....	11
1.3. Objetivos.....	12
1.3.1. Objetivo General .....	12
1.3.2. Objetivos Específicos.....	12
1.4. Resultados Tangibles Esperados.....	12
1.5. Alcance .....	13
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....	14
2. Marco teórico.....	15
2.1. Sistema de control estadístico de procesos (CEP).....	15
2.1.1. Hoja de Registro.....	18
2.1.2. Histograma .....	18
2.1.3. Gráfico de barras .....	19
2.1.4. Distribución Normal.....	19
2.1.5. Carta de Control .....	21
2.1.6. Diagrama Causa y Efecto.....	25
2.1.7. Gráfica de Pareto.....	26
2.2. Diseño Experimental.....	27
2.2.1. Los principales objetivos de esta aplicación son:.....	28
2.2.2. Alcance de la metodología experimental .....	28
2.2.3. Metodología para la elaboración de un diseño experimental.....	28
2.2.4. Análisis de varianza para un factor (ANOVA).....	29
2.3. Herramientas utilizadas para la elaboración de este proyecto .....	30
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	32
3. Situación actual de la empresa.....	33

3.1.	Análisis cualitativo .....	33
3.1.1.	Análisis de variables y atributos en el proceso de deshidratado de manzana .....	33
3.1.2.	Información y sistema de medición actual .....	34
3.1.3.	Procesos Críticos en términos de calidad .....	36
3.2.	Análisis cuantitativo .....	37
3.2.1.	Producción.....	37
3.2.2.	Reclamo de los clientes .....	40
<b>CAPÍTULO 4: DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS</b>		<b>44</b>
4.	Diseño del sistema de control estadístico de procesos .....	45
4.1.1.	Análisis de variables para el proceso de pelado .....	46
4.1.2.	Análisis de variables para el proceso de cortado.....	47
4.1.3.	Análisis de variables para el proceso de seleccionadora de color .....	48
4.1.4.	Variables medibles en el deshidratado de manzanas .....	49
4.2.	Hojas de registro .....	50
4.2.1.	Características de hoja de registro utilizada por Surfrut .....	52
4.3.	Diseño de base de datos .....	52
4.3.1.	Característica de la base de datos .....	53
4.4.	Procesamiento de la información.....	55
4.4.1.	Herramientas a utilizar para cada tipo de proceso.....	55
4.4.2.	Desarrollo de gráficas de control de atributos para la fracción defectuosa de los procesos (P).....	56
4.4.3.	Desarrollo de gráfico de barras .....	57
4.5.	Ejemplificación del sistema de control estadístico de procesos .....	58
4.5.1.	Ejemplificación del proceso de Pelado .....	59
4.5.2.	Ejemplificación del proceso de Cortado .....	66
4.5.3.	Ejemplificación del proceso Selector de color .....	71
4.6.	Integración del sistema de control estadístico por medio de un sistema de información como herramienta de mejora continua.....	72
4.6.1.	Digitalización de FO 08.038 (hoja de registro).....	73
4.6.2.	Menú estadístico.....	77
4.7.	Análisis del sistema de control estadístico de los procesos .....	82
4.7.1.	Diagrama causa-efecto del proceso selector de color .....	82
4.7.2.	Propuestas de mejora para el proceso de selección de color.....	83
<b>CAPÍTULO 5: DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EL PROCESO DE SELECCIÓN DE COLOR</b>		<b>85</b>

5. Diseño experimental para el proceso de selección de color .....	86
5.1. Identificación de la problemática.....	86
5.2. Elección de los factores y niveles .....	87
5.2.1. Configuración de la maquina .....	87
5.2.2. Nivel de defecto ingresado al equipo selector de color.....	88
5.2.3. Parámetros de monitoreo.....	88
5.3. Variables respuestas.....	88
5.4. Elección del diseño experimental .....	89
5.5. Realización del experimento.....	89
5.5.1. Lugar de aplicación .....	89
5.5.2. Materiales a utilizar .....	89
5.5.3. Factores, tratamiento y variables respuestas en estudios .....	90
5.5.4. Manejo y supuestos del experimento .....	91
5.5.5. Aplicación del experimento .....	92
5.5.6. Resultados del diseño experimental .....	93
5.5.7. Análisis para variable respuesta 1 .....	94
5.5.8. Análisis para variable respuesta 2 .....	99
5.5.9. Conclusiones del diseño experimental .....	101
CAPÍTULO 6: IMPLICANCIAS DEL DISEÑO .....	102
6. Implicancias del diseño .....	103
6.1. Costos del diseño .....	103
6.2. Beneficios del Diseño .....	104
6.2.1. Beneficios Operativos .....	104
6.2.2. Beneficios Económicos .....	105
6.3. Beneficios/Costos .....	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	108
Conclusiones .....	109
Recomendaciones.....	112
Bibliografía.....	114
Anexos.....	115
Anexo 1: Proceso selector de color .....	115
Anexo 2: Planilla de medición para la seleccionadora de color y cortado.....	116
Anexo 3: Reporte generado por las máquinas de pelado .....	117
Anexo 4: Prueba de Kolmogorv-Smirnov proceso de vaciado .....	117

Anexo 5: Prueba de Kolmogorv-Smirnov proceso de pelado..... 118

Anexo 6: Prueba de Kolmogorv-Smirnov proceso de cortado ..... 118

Anexo 7: Prueba de Kolmogorv-Smirnov proceso de selección de color..... 118

Anexo 8: Procedimiento para ingresar información en base de datos ..... 119

Anexo 9: Procedimiento para interpretar resultados del Sistema de información ..... 121

Anexo 10: Protocolo para acceder a la realización del diseño experimental ..... 125

Anexo 11: Check List Color Sorter ..... 127

Anexo 12: Procedimiento para configuración de la Color Sorter ..... 128

Anexo 13: Datos monitoreados, por el diseño experimental ..... 133

Anexo 14: Prueba de Kolmogorv-Smirnov para análisis de segundo diseño experimental 134

Anexo 15: Prueba de Kolmogorv-Smirnov para análisis de tercer diseño experimental.... 134

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Variables importantes medidas por Surfrut.....	35
Tabla 2: Informe mensual de producción, proporcionado por el ERP de la empresa .....	38
Tabla 3: Reclamos en el 2014.....	41
Tabla 4: Límites de aceptación y masa de la muestra .....	50
Tabla 5: Hoja de registro FO.08038 .....	51
Tabla 6: Límites de aceptación y herramientas a utilizar por proceso .....	56
Tabla 7: Variables respuestas del diseño experimental .....	88
Tabla 8: Listados de materiales necesarios para diseño experimental .....	89
Tabla 9: Matriz correspondiente al orden aleatorio de las corridas experimentales .....	90
Tabla 10: Simbología para el desarrollo del diseño experimental.....	92
Tabla 11: Resultados del diseño experimental .....	94
Tabla 12: Datos a analizar según variable respuesta 1 .....	96
Tabla 13: Pruebas de normalidad en ambos test .....	96
Tabla 14: Test de Kruskal Wallis para ambas configuraciones.....	97
Tabla 15: Datos para análisis de configuraciones .....	98
Tabla 16: Resultados para análisis acuerdo a diferentes configuraciones.....	98
Tabla 17: Datos para el análisis de la variable respuesta dos.....	100
Tabla 18: Resultados test de Kruskal Wallis para variable respuesta dos.....	100
Tabla 19: Beneficios al utilizar la nueva configuración .....	105
Tabla 20: Costos por variable de bueno en el descarte.....	106

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Ilustración 1: Planta productiva de Surfrut.....	5
Ilustración 2: Sucursal Surfrut, Región Metropolitana.....	5
Ilustración 3 : Productos realizados por Surfrut .....	6
Ilustración 4: Distribución de los productos.....	7
Ilustración 5: Costos y evolución del valor agregado por kilo de manzana .....	7
Ilustración 6: Exportación por país.....	8
Ilustración 7: Organigrama de SURFRUT .....	9
Ilustración 8: Diagrama de bloque del proceso de deshidratado de manzana .....	10
Ilustración 9: Mejoramiento continuo estadístico de los procesos .....	17
Ilustración 10: Histograma con Distribución Normal .....	21
Ilustración 11: Ejemplo de gráfico de control P .....	25
Ilustración 12: Diagrama de causa y efecto para el problema de los defectos de los estanques .....	26
Ilustración 13: Variable de entrada y salida del proceso de deshidratado de manzana.....	34
Ilustración 14: Diagrama Causa y Efecto para la calidad del producto.....	36
Ilustración 15: Productos terminados vs Materia prima.....	39
Ilustración 16: Diagrama causa y efecto, para los productos defectuosos .....	42
Ilustración 17: Diagrama de Pareto para el registro de reclamo.....	43
Ilustración 18: Metodología para el desarrollo de CEP.....	45

Ilustración 19: Variables involucradas en el proceso de pelado.....	47
Ilustración 20: Variables involucradas en el proceso de cortado .....	48
Ilustración 21: Variables involucradas para el selector de color .....	49
Ilustración 22: Lista desplegable en base de datos .....	54
Ilustración 23: Ejemplificación de gráfico de barras del defecto de pudrición .....	58
Ilustración 24: Carta de control de la variable piel (calidad estándar) .....	60
Ilustración 25: Carta de control de la variable Corcho y Bitter Pit .....	62
Ilustración 26: Carta de control de la variable Cáliz y Pedúnculo .....	63
Ilustración 27: Carta de control de la variable Carpelo .....	64
Ilustración 28: Carta de control para variable Semillas y Fragmento .....	65
Ilustración 29: Carta de control, defecto global de ATLAS.....	66
Ilustración 30: Carta de control para variable de corte regular .....	67
Ilustración 31: Carta de control para variable picadillo .....	68
Ilustración 32: Carta de control de variable de pedacería .....	69
Ilustración 33: Carta de control para las variables de picadillo + pedacería .....	70
Ilustración 34: Carta de control % de bueno en el descarte .....	71
Ilustración 35: Inicio prototipo de CEP para el deshidratado de manzana en empresas Surfrut .....	73
Ilustración 36: Instructivos digitalización de FO 08.038, parte 1 .....	74
Ilustración 37: Instructivo digitalización de FO 08.038, parte 2 .....	75
Ilustración 38: Base de datos de hoja de registro FO 08.038 .....	76
Ilustración 39: Opción necesaria para ingresar al menú de estadísticas.....	77
Ilustración 40: Menú estadístico.....	78
Ilustración 41: Menú de cartas de control .....	79
Ilustración 42: Carta de control obtenida por prototipo .....	80
Ilustración 43: Gráfico de barras, como salida del prototipo .....	81
Ilustración 44: Diagrama Ishikawa para el proceso de selector de color .....	82
Ilustración 45: PLU ingresados a la línea de producción .....	88
Ilustración 46: Esquema del proceso de selector de color.....	92
Ilustración 47: Análisis de datos para variable respuesta 1 .....	95

## GLOSARIO

**ANOVA:** método de comparación de medias, que compara varios grupos o tratamientos de una variable cuantitativa.

**Bitter Pitt:** puntos de color café alrededor de toda la manzana o en algunas áreas, los cuales son considerados defecto dentro de la línea de producción.

**Cáliz:** parte de la flor de la manzana (color negro), los cuales son considerados defecto dentro de la línea de producción.

**Carpelo:** estructura interna en donde vienen contenidas las semillas, las cuales son consideradas defecto dentro de la línea de producción.

**CEP:** sigla que significa sistema de control estadístico de los procesos.

**Corazón Acuoso:** área transparente que presenta la manzana (como si estuvieran congeladas), los cuales son considerados defecto dentro de la línea de producción.

**Corcho:** áreas café y duras (machucones), los cuales son considerados defecto dentro de la línea de producción.

**Forma Irregular:** cubos de manzanas frescos que poseen 3 de sus lados y le falta algún pedazo en una esquina.

**Fragmentos de Semillas:** trozos de semilla que hayan quedado adheridas a la pulpa, las cuales son considerados defecto dentro de la línea de producción.

**MSC(X):** corresponde al flujo másico que se desplaza al secador continuo X.

**Pedacería:** es picadillo, pero de tamaño más grande, los cuales son considerados defecto dentro de la línea de producción.

**Pedúnculos:** tallo de la manzana, que queda adherido a la pulpa, los cuales son considerados defecto dentro de la línea de producción.

**Picadillo:** trozos pequeños que no poseen forma, los cuales son considerados defecto dentro de la línea de producción.

**Piel:** cáscara de la manzana, los cuales son considerados defecto dentro de la línea de producción.