

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Lugar de aplicación.....	18
1.1.2 Misión de la empresa.....	19
1.1.3 Visión de la empresa	19
1.1.4 Estructura organizacional.....	20
1.1.5 Procesos.....	22
1.1.6 Participación y principales mercados.....	24
1.2 Descripción de la problemática.....	24
1.3 Objetivos del proyecto.....	25
1.3.1 Objetivo general.....	25
1.3.2 Objetivos específicos.....	26
1.4 Resultados tangibles esperados.....	26
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN.....	28
2 Marco teórico.....	29
2.1 Estudio de tiempos de trabajo.....	29
2.1.1 Herramientas para el estudio de tiempos.....	29
2.1.2 Delimitación y cronometraje del trabajo.....	29
2.1.3 Cálculo del número de observaciones (tamaño de la muestra).....	30
2.1.4 Cronometraje de los elementos.....	33
2.2 Técnicas de muestreo aleatorio.....	33
2.2.1 Muestreo aleatorio simple.....	34

2.2.2 Muestreo aleatorio sistemático.....	35
2.2.3 Muestreo aleatorio estratificado.....	36
2.2.4 Muestreo aleatorio por conglomerados.....	36
2.3 Métodos de aplicación de fitosanitarios a huertos frutales.....	37
2.3.1 Pulverización.....	37
2.3.2 Aplicación en el riego localizado.....	39
2.3.3 Espolvoreo.....	40
2.3.4 Aplicación de gránulos.....	41
2.3.5 Aplicación localizada en cebos.....	41
2.3.6 Fumigación.....	42
2.4 Metodología de la simulación.....	42
2.4.1 Fases que comprende la simulación.....	42
2.5 Evaluación económica de proyectos.....	44
2.6 Metodología de solución.....	44
2.6.1 Diagnóstico de la situación actual.....	44
2.6.2 Evaluar posibles ubicaciones de cargaderos y estudiar nueva maquinaria.....	44
2.6.3 Evaluar cambios estructurales en el proceso de aplicación de fitosanitarios.....	45
2.6.4 Desarrollo de propuestas.....	45
2.6.5 Comparar resultados.....	45

2.6.6 Evaluar impacto.....	45
2.7 Carta Gantt.....	46
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	48
3 Diagnóstico de la empresa.....	49
3.1 Levantamiento de procesos en la aplicación de fitosanitarios.....	49
3.2 Situación actual de cada campo.....	53
3.2.1 Campo Cielito.....	54
3.2.2 Campo Carolita.....	57
3.2.3 Campo Ciprés.....	58
3.2.4 Campo Shangrilá.....	60
3.2.5 Campo San Luis.....	62
3.2.6 Campo Los Gualles y Meseta.....	65
3.3 Situación de las aplicaciones en general.....	68
CAPÍTULO 4: RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	72
4 Estandarización de datos.....	73
4.1 Análisis de tiempos de los procesos dentro de la aplicación.....	73
4.2 Estimación de tiempos a partir de datos.....	76
CAPÍTULO 5: DESARROLLO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	77
5.1 Simulación de procesos.....	78
5.2 Formulación del problema.....	79
5.3 Definición del sistema.....	79
5.4 Formulación de la simulación.....	80
5.5 Colección de datos.....	81

5.6 Implementación de la simulación en el software.....	82
5.7 Verificación.....	83
5.8 Validación.....	84
5.8.1 Cálculo del número de simulaciones.....	84
5.9 Resultados de la simulación.....	86
CAPÍTULO 6: DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORAS.....	88
6.1 Modificaciones a generar en las aplicaciones de fitosanitarios y cargaderos en los campos.....	89
6.1.1 Modificaciones en el campo Cielito.....	89
6.1.2 Modificaciones en el campo Carolita.....	90
6.1.3 Modificaciones en el campo Ciprés.....	91
6.1.4 Modificaciones en el campo Shangrilá.....	92
6.1.5 Modificaciones en el campo San Luis.....	93
6.1.6 Modificaciones en el campo Los Gualles y Meseta.....	94
6.1.7 Modificaciones en la aplicación de fitosanitarios.....	95
6.2 Sectorización de las aplicaciones.....	96
6.2.1 Sectorización campo Cielito y Carolita.....	96
6.2.2 Sectorización campo Ciprés.....	97
6.2.3 Sectorización campo Shangrilá.....	98
6.2.4 Sectorización campo San Luis.....	99
6.2.5 Sectorización campo Los Gualles.....	99

6.3	Diseño de experimento.....	100
6.4	Experimentación.....	101
6.4.2	Escenario 1.....	102
6.4.3	Escenario 2.....	103
6.5	Comparación de resultados.....	107
CAPÍTULO 7: ESTUDIO DE MAQUINARIA.....		110
7	Descripción y selección de la maquinaria.....	111
7.1	Elección de criterios y sus ponderaciones.....	111
7.2	Tecnología en el proceso de aplicación.....	112
7.2.1	Tractor.....	112
7.2.2	Nebulizadora.....	115
CAPÍTULO 8: COSTOS DE SERVICIOS DE CALIBRACIÓN Y CARGA DE AGUA...120		
8.1	Instalación de cargaderos.....	121
8.2	Servicio de calibración de tractores.....	121
8.3	Servicio de carga de agua.....	121
8.4	Costos totales de servicios.....	122
CAPÍTULO 9: IMPACTO ECONÓMICO DEL PROYECTO.....		124
9	Evaluación económica.....	125
9.1	Inversiones.....	125
9.2	Ahorros en la operación.....	125
9.3	Flujo de caja.....	127
9.3.1	Información relevante de la evaluación.....	128

9.3.2 Conclusiones de índices calculados.....	132
CONCLUSIONES.....	135
REFERENCIAS.....	137
ANEXOS.....	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: cálculo del número de observaciones.....	32
Tabla 2: resumen resultados de tiempos (min) situación actual.....	87
Tabla 3: tiempo (min) resultados simulación situación actual por cada campo.....	101
Tabla 4: tiempo (min) resultados simulación escenario 1 por cada campo.....	102
Tabla 5: tiempo (min) resultados simulación escenario 2 por cada campo.....	103
Tabla 6: comparación resultado de tiempo total(min) de situación actual y escenarios 1 y 2.....	107
Tabla 7: comparación resultado de tiempos(min) de aplicar en situación actual y escenarios 1 y 2.....	107
Tabla 8: comparación resultados de tiempos(min) de trasladar en situación actual y escenarios 1 y 2.....	108
Tabla 9: comparación resultados de tiempos(min) de cargar en situación actual y escenarios 1 y 2.....	108
Tabla 10: comparación resultados de tiempos(min) de calibrar en situación actual y escenarios 1 y 2.....	109
Tabla 11: análisis de importancia relativa de tractores.....	113

Tabla 12: características de los tractores.....	113
Tabla 13: características seleccionadas para elección de tractor.....	114
Tabla 14: matriz de puntajes tractores.....	114
Tabla 15: matriz de puntajes ponderados de tractores.....	115
Tabla 16: análisis de importancia relativa de nebulizadoras.....	116
Tabla 17: características de las nebulizadoras.....	117
Tabla 18: características seleccionadas para elección de la nebulizadora.....	118
Tabla 19: matriz de puntajes nebulizadoras.....	118
Tabla 20: matriz de puntajes ponderados de nebulizadoras.....	119
Tabla 21: costos asociados al proyecto.....	122
Tabla 22: datos para cálculo kg de venturia y lenticela.....	127
Tabla 23: cálculo valor total de pérdida de fruta por venturia y lenticela.....	127
Tabla 24: flujo de caja con inversión en maquinaria.....	133
Tabla 25: flujo de caja sin inversión de maquinaria.....	134

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS (Ilustraciones)

Ilustración 1: organigrama Frutasol.....	21
Ilustración 2: diagrama de procesos grupo Frutasol.....	22
Ilustración 3: período cosecha manzana.....	23

Ilustración 4: período cosecha pera.....	23
Ilustración 5: período cosecha kiwi.....	24
Ilustración 6: superficie cubierta con diferente diámetro de gota.....	38
Ilustración 7: características del tamaño de las gotas.....	39
Ilustración 8: Carta Gantt de actividades de la metodología del proyecto (parte I).....	46
Ilustración 9: Carta Gantt de actividades de la metodología del proyecto (parte II).....	46
Ilustración 10: Carta Gantt de actividades de la metodología del proyecto (parte III).....	47
Ilustración 11: Procedimiento de aplicación de fitosanitarios (parte I).....	50
Ilustración 12: Procedimiento de aplicación de fitosanitarios (parte II).....	51
Ilustración 13: cargadero 1 Cielito.....	55
Ilustración 14: cargadero 2 Cielito.....	55
Ilustración 15: proceso de aplicación fitosanitarios campo Cielito.....	56
Ilustración 16: cargadero Carolita.....	57
Ilustración 17: proceso de aplicación fitosanitarios campo Carolita.....	58
Ilustración 18: cargadero Ciprés.....	59
Ilustración 19: proceso de aplicación fitosanitarios campo Ciprés.....	60
Ilustración 20: cargadero Shangrilá.....	61
Ilustración 21: proceso de aplicación fitosanitarios campo Shangrilá.....	62
Ilustración 22: cargadero 1 San Luis.....	63

Ilustración 23: cargadero 2 San Luis.....	64
Ilustración 24: proceso de aplicación fitosanitarios campo San Luis.....	65
Ilustración 25: cargadero Los Gualles.....	66
Ilustración 26: cargadero La Meseta.....	67
Ilustración 27: proceso de aplicación fitosanitarios campo Los Gualles.....	68
Ilustración 28: simulación en Arena de la situación actual.....	83
Ilustración 29: propuesta ubicación de cargadero en Cielito.....	90
Ilustración 30: ubicación de cargadero en Carolita.....	91
Ilustración 31: ubicación de cargadero en Ciprés.....	92
Ilustración 32: propuesta ubicación de cargadero en Shangrilá.....	93
Ilustración 33: propuesta ubicación de cargaderos en San Luis.....	94
Ilustración 34: propuesta ubicación de cargadero en Los Gualles.....	95
Ilustración 35: sectorización campo Cielito.....	97
Ilustración 36: sectorización campo Carolita.....	97
Ilustración 37: sectorización campo Ciprés.....	98
Ilustración 38: sectorización campo Shangrilá.....	98
Ilustración 39: sectorización campo San Luis.....	99
Ilustración 40: sectorización campo Los Gualles.....	100
Ilustración 41: nuevas ubicaciones de cargaderos campo Cielito en escenario 2.....	104

Ilustración 42: nueva ubicación de cargadero campo Carolita en escenario 2.....104

Ilustración 43: nueva ubicación de cargadero campo Ciprés en escenario 2.....105

Ilustración 44: nueva ubicación de cargadero campo Shangrilá en escenario 2.....105

Ilustración 45: nueva ubicación de cargadero campo San Luis en escenario 2.....106

Ilustración 46: nueva ubicación de cargadero campo Los Gualles en escenario 2.....106

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: imagen nebulizadora.....141

Anexo 2: distancias y tiempos campo Cielito I (manzanas) situación actual.....142

Anexo 3: distancias y tiempos campo Cielito II (manzanas) situación actual.....143

Anexo 4: distancias y tiempos campo Cielito (kiwis) situación actual.....144

Anexo 5: distancias y tiempos campo Cielito (peras) situación actual.....144

Anexo 6: distancias y tiempos campo Cielito (cerezas) situación actual.....145

Anexo 7: distancias y tiempos campo Carolita (manzanas) situación actual.....146

Anexo 8: distancias y tiempos campo Carolita (viña) situación actual.....146

Anexo 9: distancias y tiempos campo Ciprés (manzanas) situación actual.....147

Anexo 10: distancias y tiempos campo Shangrilá (manzanas) situación actual.....148

Anexo 11: distancias y tiempos campo Shangrilá (viña) situación actual.....148

Anexo 12: distancias y tiempos campo San Luis I (manzanas) situación actual.....149

Anexo 13: distancias y tiempos campo San Luis II (manzanas) situación actual.....	150
Anexo 14: distancias y tiempos campo San Luis III (manzanas) situación actual.....	151
Anexo 15: distancias y tiempos campo Los Gualles I (manzanas) situación actual.....	152
Anexo 16: distancias y tiempos campo Los Gualles II (manzanas) situación actual.....	153
Anexo 17: distancias y tiempos campo Los Gualles I (viñas) situación actual.....	153
Anexo 18: distancias y tiempos campo Los Gualles II (viñas) situación actual.....	154
Anexo 19: distancias y tiempos campo Los Gualles (nogales) situación actual.....	155
Anexo 20: diagrama de procesos básicos para simulación.....	156
Anexo 21: tabla t-student.....	157
Anexo 22: distancias y tiempos campo Cielito I (manzanas) con mejoras.....	158
Anexo 23: distancias y tiempos campo Cielito II (manzanas) con mejoras.....	159
Anexo 24: distancias y tiempos campo Cielito (kiwis) con mejoras.....	160
Anexo 25: distancias y tiempos campo Cielito (peras) con mejoras.....	160
Anexo 26: distancias y tiempos campo Cielito (cerezas) con mejoras.....	161
Anexo 27: distancias y tiempos campo Carolita (manzanas) con mejoras.....	162
Anexo 28: distancias y tiempos campo Carolita (viña) con mejoras.....	162
Anexo 29: distancias y tiempos campo Ciprés (manzanas) con mejoras.....	163
Anexo 30: distancias y tiempos campo Shangrilá (manzanas) con mejoras.....	164
Anexo 31: distancias y tiempos campo Shangrilá (viña) con mejoras.....	164

Anexo 32: distancias y tiempos campo San Luis I (manzanas) con mejoras.....165

Anexo 33: distancias y tiempos campo San Luis II (manzanas) con mejoras.....166

Anexo 34: distancias y tiempos campo San Luis III (manzanas) con mejoras.....167

Anexo 35: distancias y tiempos campo Los Gualles I (manzanas) con mejoras.....168

Anexo 36: distancias y tiempos campo Los Gualles II (manzanas) con mejoras.....169

Anexo 37: distancias y tiempos campo Los Gualles I (viñas) con mejoras.....169

Anexo 38: distancias y tiempos campo Los Gualles II (viñas) con mejoras.....170

Anexo 39: distancias y tiempos campo Los Gualles (nogales) con mejoras.....171

Anexo 40: avance construcción cargadero Carolita.....172

Anexo 41: avance construcción cargadero Carolita.....172

Anexo 42: avance construcción cargadero Shangrilá.....173

Anexo 43: avance construcción cargadero Shangrilá.....173
