

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	12
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	13
1. RESUMEN	14
2. ABSTRACT.....	15
3. INTRODUCCIÓN.....	16
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
4.1 Justificación del Problema	18
4.2 Pregunta de Investigación	18
4.3 Objetivos de la Investigación	19
4.3.1 Objetivo General	19
4.3.2 Objetivos Específicos.....	19
5. MARCO TEÓRICO	20
5.1 La Agricultura de Precisión.....	20
5.1.1 Agricultura de precisión y su historia.....	20
5.1.2 Agricultura de Precisión en Chile	22
5.1.3 Agricultura de Precisión en la Región del Maule.....	23
5.1.4 Conceptos Básicos de Agricultura de Precisión.....	24
5.2 Matriz de evaluación multiproducto.....	31
5.3 Evaluación de proyecto agrícola	32
5.4 Análisis Causa Raíz.....	35

5.4.1	Diagrama de Ishikawa.....	37
5.4.2	5 por qué.....	39
5.5	Design Thinking.....	40
5.6	Método Delphi.....	42
6.	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	44
7.	DIAGNÓSTICO.....	50
7.1	Perfil de los entrevistados	50
7.2	Resultados de Entrevista	50
7.3	Ishikawa	58
7.4	5 por qué.....	59
7.5	Evaluación de Datos.....	59
7.6	Resultado de Diagnóstico.....	64
8.	ANÁLISIS.....	66
8.1	Tecnologías actualmente aplicadas	66
8.1.1	Sistema de información geográfica, SIG.....	66
8.1.2	Sistema de posicionamiento global – GPS.....	67
8.1.3	Percepción remota.....	68
8.2	Tecnologías emergentes para el cultivo de Arándanos	70
8.2.1	Arándanos en maceta o contenedores (sacos plásticos).....	70
8.2.2	Cosechadora de Arándanos (<i>Berries</i>).....	71
8.2.3	Riego con sistemas de telemetría	72
8.2.4	Riego con Nano burbujas	73
8.2.5	Riego inteligente	73
8.2.6	Quemadores de azufre.....	74
8.2.7	Atmósfera modificada y controlada (AM y AC).....	75

8.2.8	Radiación UV-C.....	76
8.3	Tecnologías emergentes para el cultivo de Frambuesas	77
8.3.1	Frambuesas hidropónicas	77
8.3.2	Macrotúnel (Invernadero).....	78
8.3.3	Cosechadora de Frambuesas	79
8.3.4	Cosechadora de Frambuesa autopulsada	80
8.4	Problemas productivos de los cultivos	82
8.4.1	Problemas Asociados al Rendimiento.....	82
8.4.2	Problemas Asociados a la Calidad.	84
8.4.3	Problemas Asociados a la Conservación.....	84
8.4.4	Problemas Asociados a la Producción.....	84
8.5	Oportunidades y Tecnologías Aplicables de los Cultivos.....	85
8.5.1	Asociados al Rendimiento.....	85
8.5.2	Asociados a la Calidad	86
8.5.3	Asociados a la Conservación.....	86
8.5.4	Asociados a la Producción	87
8.6	Propuesta tecnológica.....	88
8.6.1	Gestión de recurso hídrico.....	89
8.6.2	Gestión de recursos humanos:.....	90
8.6.3	Mejor calidad del producto.....	91
8.6.4	Evitar enfermedades en los cultivos.....	92
8.6.5	Matriz de cruces	93
8.6.6	Escenarios.....	94
9.	PLAN DE ADOPCIÓN.....	100
9.1	Formulas utilizadas:	100

9.2	Costos	100
9.2.1	Costos de Tecnologías Asociados al Escenario 1	100
9.2.2	Costos de Tecnologías Asociados al Escenario 2	104
9.2.3	Costos de Tecnologías Asociados al Escenario 3	106
9.3	Beneficios de Implementación de tecnologías	107
9.3.1	Beneficios tecnológicos Escenario 1	107
9.3.2	Beneficios tecnológicos Escenario 2	109
9.3.3	Beneficios tecnológicos Escenario 3	111
9.4	Fuentes de financiamiento.....	112
9.4.1	Fuentes de financiamiento públicas	113
9.4.2	Fuentes de financiamiento privadas	120
9.4.3	Fuentes de financiamiento por escenario	122
9.5	Flujos de caja.....	125
9.5.1	Flujos de caja escenario 1.....	127
9.5.2	Flujos de caja escenario 2.....	130
9.5.3	Flujos de caja escenario 3.....	132
9.6	Análisis de Sensibilidad	135
9.6.1	Análisis de Sensibilidad Escenario 1	135
9.6.2	Análisis de Sensibilidad Escenario 2	140
9.6.3	Análisis de Sensibilidad Escenario 3	143
10.	VALIDACIÓN.....	150
11.	CONCLUSIONES	155
11.1	Recomendaciones.....	158
11.2	Limitaciones	159
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	161

13.	ANEXOS.....	169
13.1	Anexo 1: Entrevista Experto N°1.....	169
13.2	Anexo 2: Entrevista Experto N°2.....	180
13.3	Anexo 3: Entrevista Experto N°3.....	193
13.4	Anexo 4: Entrevista 2 Experto N°1.....	205
13.5	Anexo 5: Entrevista Agricultor N°1 y 2.....	210
13.6	Anexo 6: Entrevista Agricultor N°3.....	215

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Primeros yacimientos agrícolas.....	20
Figura 2. Etapas de la agricultura de precisión	25
Figura 3. Ejemplo de Mapa de Rendimiento de un terreno	28
Figura 4. Ejemplo de gráfica de rendimiento en años.....	29
Figura 5. Estructura Diagrama de Ishikawa.....	38
Figura 6. Ejemplo de SIG	66
Figura 8. División de Usuario.....	67
Figura 7. Esquema de Constelación NAVSTAR	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios y Parámetros.....	31
Tabla 2. Detalle de reuniones propuestas.....	45
Tabla 3. Tabla resumen respuesta a pregunta 1	51
Tabla 4. Tabla resumen respuesta a pregunta 2	52
Tabla 5. Tabla resumen respuesta a pregunta 3	53
Tabla 6. Tabla resumen respuesta a pregunta 4	54
Tabla 7. Tabla resumen respuesta a pregunta 5	55
Tabla 8. Tabla resumen respuesta a pregunta 6	56
Tabla 9. Tabla resumen respuesta a pregunta 7	57
Tabla 10. Matriz de Cruces	93
Tabla 11. Resumen de Escenarios.....	99
Tabla 12. Costos Asociados a Frambuesas Hidropónicas.....	100
Tabla 13. Costos Asociados a Macrotúnel.....	101
Tabla 14. Costos Asociados al Riego Inteligente.....	102
Tabla 15. Costos Asociados a macetas o sacos de arándanos.....	102
Tabla 16. Costos Asociados a Riego con Sistema de Telemetría	103
Tabla 17. Costos Asociados a Nanoburbujas.....	104
Tabla 18. Costos Asociados a Radiación UV	104
Tabla 19. Costos Asociados a Quemadores de Azufre	105
Tabla 20. Costos Asociados a Atmósfera modificada y controlada.....	105
Tabla 21. Costos Asociados a la Cosechadora de Arándanos.....	106
Tabla 22. Costos Asociados a la Cosechadora de Frambuesas	106
Tabla 23. Costos Asociados a la Cosechadora de Frambuesas Autopropulsada	106
Tabla 24. Fuentes de Financiamiento v/s Costos de Tecnologías del Escenario 1	122
Tabla 25. Fuentes de Financiamiento v/s Costos de Tecnologías del Escenario 2	123
Tabla 26. Fuentes de Financiamiento v/s Costos de Tecnologías del Escenario 3	124
Tabla 27. Flujo de Caja de Frambuesa en el Escenario 1	127
Tabla 28. Rentabilidad Financiera de Frambuesa en Escenario 1.....	127
Tabla 29. Flujo de Caja de Arándano en el Escenario 1	128

Tabla 30. Rentabilidad Financiera de Arándano en Escenario 1	128
Tabla 31. Flujo de Caja de Frambuesa en el Escenario 2	130
Tabla 32. Rentabilidad Financiera de Frambuesa en Escenario 2.....	130
Tabla 33. Flujo de Caja de Arándano en el Escenario 2	131
Tabla 34. Rentabilidad Financiera de Arándano en Escenario 2	131
Tabla 35. Flujo de Caja de Cosechadora de Frambuesa en el Escenario 3	132
Tabla 36. Rentabilidad Financiera Cosechadora de Frambuesa	133
Tabla 37. Flujo de Caja de Cosechadora de Frambuesa Autopropulsada en el Escenario 3	133
Tabla 38. Rentabilidad Financiera de Cosechadora de Frambuesa Autopropulsada	133
Tabla 39. Flujo de Caja de Cosechadora de Arándanos en el Escenario 3	134
Tabla 40. Rentabilidad Financiera de Cosechadora de Arándano	134
Tabla 41. Rendimiento Variable de la Frambuesa en Escenario 1.....	136
Tabla 42. Margen Neto de Frambuesa en Escenario 1 (Precio v/s Rendimiento)	137
Tabla 43. Rendimiento Variable del Arándano en Escenario 1	138
Tabla 44. Margen Neto de Arándano en Escenario 1 (Precio v/s Rendimiento)	139
Tabla 45. Rendimiento Variable de la Frambuesa en Escenario 2.....	140
Tabla 46. Margen Neto de Frambuesa en Escenario 2 (Precio v/s Rendimiento)	141
Tabla 47. Rendimiento Variable del Arándano en Escenario 2	142
Tabla 48. Margen Neto de Arándano en Escenario 2 (Precio v/s Rendimiento)	143
Tabla 49. Rendimiento Variable de la Cosechadora de Frambuesa en Escenario 3	144
Tabla 50. Margen Neto de Cosechadora de Frambuesa en Escenario 3 (Precio v/s Rendimiento).....	145
Tabla 51. Rendimiento Variable de la Cosechadora de Frambuesa Autopropulsada en Escenario 3	146
Tabla 52. Margen Neto de Cosechadora de Frambuesa Autopropulsada en Escenario 3 (Precio v/s Rendimiento).....	147
Tabla 53. Rendimiento Variable de la Cosechadora de Arándano en Escenario 3	148
Tabla 54. Margen Neto de Arándano en Escenario 3 (Precio v/s Rendimiento)	149
Tabla 55. Comentarios generales Experto N°1	150
Tabla 56. Tabla de resumen respuesta a pregunta 1 - Validación.....	152

Tabla 57. Tabla de resumen respuesta a pregunta 2 - Validación.....	152
Tabla 58. Tabla de resumen respuesta a pregunta 3 - Validación.....	153
Tabla 59. Tabla de resumen respuesta a pregunta 4 - Validación.....	154

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Participación Frutícola por Región	60
Gráfico 2. Participación Regional por Provincia	62
Gráfico 3. Presencia de Cultivos en las comunas v/s Superficie Plantada (Ha)	64

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama de Ishikawa	58
Ilustración 2. Vehículo no tripulado con cámara multiespectral.	68
Ilustración 3. Kokan 500s.....	71
Ilustración 4. Riego con telemetría.....	72
Ilustración 5. Riego Inteligente	74
Ilustración 6. Quemador de Azufre	75
Ilustración 7. Atmósfera controlada	76
Ilustración 8. Campana de radiación UV.....	77
Ilustración 9. Films Light Cascade.....	78
Ilustración 10. Cosechadora Joanna	79
Ilustración 11. Cosechadora OSKAR 4WD Plus	81

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Margen Neto.....	136
Ecuación 2. Porcentaje de Variación Análisis de Sensibilidad.....	137