



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE ESTRATEGIA PARA LA INTRODUCCIÓN DE UNA INNOVACIÓN
TECNOLÓGICA DESTINADA AL PROCESO DE APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS
Y PRODUCCIÓN DE FRUTA FRESCA EN CHILE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

NICOLÁS ANDRÉS CANAS AGUILERA

PROFESOR GUÍA:
MARIANO POLA MATTE

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JEAN JACQUES DUHART SAUREL
SANTIAGO RÍOS PACHECO

SANTIAGO DE CHILE

AÑO 2014

DISEÑO DE ESTRATEGIA PARA LA INTRODUCCIÓN DE UNA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DESTINADA AL PROCESO DE APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS Y PRODUCCIÓN DE FRUTA FRESCA EN CHILE

Existen en Chile deficiencia en la aplicación de plaguicidas. La regulación de equipos pulverizadores y la falta de un programa de inspección y control para esta práctica son asignaturas pendientes. Se indica que parte importante de los agricultores y técnicos no regula sus equipos o lo hace equivocadamente desconociendo protocolos y prácticas imprescindibles para mejorar la eficiencia y eficacia de los equipos de aplicación. Las pérdidas en un huerto frutal pueden llegar a un tercio del volumen de plaguicida aplicado, solo por la falta de calibración y mantención maquinaria. En este sentido, el trabajo de título tiene como objetivo formular recomendaciones para el diseño de una estrategia que facilite la adopción y transferencia tecnológica en el corto plazo, de una herramienta de la familia de la agricultura de precisión diseñada por inventores locales, que facilita la regulación de los parámetros operativos de los pulverizadores además de ayudar al mejor uso de los recursos y aumento de rendimientos.

El objetivo del estudio consistió en determinar, 1) en qué segmentos o sector agrícola existe mayor factibilidad de incorporación de esta tecnología, 2) determinar valores comerciales que cuantifiquen el quiebre descrito, 3) análisis técnico-económico entorno a la innovación tecnología y 4) la generación de propuestas que faciliten la transferencia tecnológica en base a variables y atributos claves.

Desde los Resultados del estudio se puede observar que los **productores de manzanos** poseen la mayor dificultad en la aplicación de aplicación de plaguicidas según sus necesidades agronómica y además es el sector frutícola que por tamaño de las explotaciones y objetivos de las aplicaciones (control y monitoreo) facilita la adopción. El principal dolor que se presenta corresponde a la pérdida de plaguicida por deriva, **30%** en promedio, por lo tanto esto puede generar **pérdidas de US\$ 720/ha.**

Con la utilización de la herramienta tecnológica se pueden obtener resultados tales que puedan **aumentar la producción en un 6%** y **reducir costos de producción cercanos a 13%/ton.** Ante un costo de instalación de **US\$ 0,96/ha**, el ahorro neto en los costos unitarios de producción (US\$30/ton) permite recuperar holgadamente este costo en el mismo año de aplicación del nuevo plan de manejo. En un sentido técnico, se logró observar según los factores de decisión de adquisición de tecnologías, la funcionalidad y usabilidad de la herramienta, que esta debe ser rediseñada. Por lo tanto, para lograr una transferencia tecnológica efectiva, se debe dar énfasis a la construcción de mecanismos de facilitación participativa-asistida, que incorpore un alto grado de autogestión de los productores, complementado con el acompañamiento de agentes de extensión. En este sentido la estrategia formulada se centró en fortalecer y alcanzar tres aspectos importantes: **1) utilidad de la tecnología (mostrar), 2) Generación de un argumento técnico y ventajas relativas (Venta) y 3) Resultados (Aplicación-Beneficios).** El Proyecto y las actividades de validación descritas, alcanzan un **costo aproximado de \$ 60.250.000.**

Dedicatoria

A mis padres y familia, por ser quien soy hoy en día. Gracias a ellos por las diferentes oportunidades que me han ofrecido, no sólo educativas, sino también por creer en mi en cada nueva aventura que emprendido y de seguro en las que vendrán.

Nicolás Cañas.

“Success is neither magical nor mysterious. Success is the natural consequence of consistently applying the basic fundamentals.”- Jim rohn.

Agradecimientos

Quiero agradecer a mis padres, hermanos y familiares cercanos por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida universitaria.

Sin duda alguna, tampoco puedo olvidar cada momento vivido dentro como fuera de la universidad y a quienes fueron parte de esto, que de seguro sin ellos no estaría en estos momentos agradeciéndoles por este gran logro que cierra una excelente etapa de mi vida.

Comenzaré por mis muchachos de mamboteam, Gabriel Guggisberg, Yerko Yavar, Alejandro Marmolejo, Nicolás Padilla, Felipe Barba, aunque no sean los mejores jugadores de basketball, les confieso que he aprendido mucho de ustedes y nuestra amistad nunca se extinguirá.

A las bestias de Beauchef, Álvaro Jara, Hernán Molina, Germán Melo, Eduardo Ibarra, Richard Salas, José Duarte, Jesús Casas, Pablo Galaz, Carlos Aballay, Jaime Briones, Gaspar Besio, Sebastián Arancibia, Joel Olmos y Hugo Redard. Personas con las que se compartieron, reuniones, congresos, fiestas, charlas, asados y lo que menos puedo olvidar quienes me ayudaban a acortar muchos de esos eternos días en la facultad con sus bromas y risas.

Agradecer también, a Kurt Vega, Rodrigo Rojas, Héctor Calderón, por sus consejos y constante presencia, y que han sabido unirse con creces al “Time Safado”, junto a Sebastián Rivadeneira y Víctor Gálvez con quienes hemos formado una amistad única, la de la camaradería y porque no decirlo la de safadería.

Finalmente agradecer aquellos que me ayudaron en la investigación y llegar a lugares de difícil acceso, Juan Pablo Hadad, Laura Bencomo y a los profesores de la comisión Mariano Pola y J.J. Duhart, que a pesar de mi testarudez mostraron toda su experiencia y sabiduría siendo unos excelentes guías.

Quisiera terminar con unas palabras de una reciente conversación que tuve con Olivia Franzblau, de la cual rescato lo siguiente- “I’m closing a chapter of my life. That is a lot to process. I’m sure when it’s time, I’ll be ready- and if not, then I’ll jump. That’s what makes life exciting about, right?!”...

Tabla de Contenido

| | |
|--|-----|
| Resumen | ii |
| Dedicatoria | iii |
| Agradecimientos | iv |
| 1. Introducción y antecedentes generales | 1 |
| 1.1 Introducción | 1 |
| 1.2 Antecedentes generales | 1 |
| 1.3 Tendencia Mundial de la Fruticultura | 2 |
| 1.4 Dimensionamiento del Mercado Global | 2 |
| 1.5 Tendencias y Actores | 3 |
| 1.6 Contexto del Mercado de la Fruta en Chile | 4 |
| 1.7 Tipo de productores y Go-to-Market de los productos | 4 |
| 2. Descripción del Proyecto y Justificación | 6 |
| 2.1 Objetivos | 7 |
| 2.1.1 Objetivo General | 7 |
| 2.1.2 Objetivos Específicos | 7 |
| 2.2 Alcances | 7 |
| 2.3 Resultados esperados | 8 |
| 2.4 Metodología de Trabajo | 9 |
| 2.5 Marco Conceptual | 10 |
| 2.5.1 Innovación Tecnológica | 10 |
| 2.5.2 Procesos para desarrollar la innovación | 11 |
| 3. Actividades dentro del predio frutícola en torno a la producción y aplicación de agroquímicos | 15 |
| 3.1 Factores que determinan la entrada de la fruta a los mercados de destino | 15 |
| 3.2 Control de plagas y enfermedades en el huerto frutal | 15 |
| 3.3 Aplicación de Agroquímicos | 16 |
| 3.4 Decisiones de compra de insumos y maquinaria pulverizadora | 17 |
| 3.5 Organización de la Empresa Agrícola | 18 |
| 3.6 Responsabilidades y tareas dentro del predio agrícola | 19 |
| 3.7 Encargado de Calibración dentro del predio agrícola | 20 |
| 3.8 Momento de aplicación de plaguicida | 21 |
| 3.9 Calibración de pulverizadores | 22 |
| 3.9.1 Técnica TRV (Tree Row Volume) | 23 |
| 3.9.2 Problemas en la determinación del caudal de aire real aplicado | 24 |
| 4. Diagnostico Operativo y Calibración Agronómica de Equipos de Aplicación | 25 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1 | Fines de las aplicaciones | 25 |
| 4.2 | Inspección de Atomizadores Agrícolas | 25 |
| 4.3 | Regulación de maquinaria para la aplicación de plaguicidas | 28 |
| 4.3.1 | Ajustes de Volúmenes y Velocidades | 28 |
| 4.4 | Verificación de la aplicación | 31 |
| 4.5 | Dependencia de la aplicación | 31 |
| 4.6 | Eficiencia de una aplicación promedio | 32 |
| 4.7 | Resumen de los principales errores del proceso de aplicación | 33 |
| 4.8 | Conclusiones del capítulo | 34 |
| 5. | Análisis Técnico-Económico Entorno a la Innovación | 37 |
| 5.1 | Criterios del proceso de toma de decisiones de compra o selección de equipos | 37 |
| 5.2 | Valor de la herramienta desarrollada | 38 |
| 5.2.1 | Conveniencia económica para el productor fruticultor (Manzanos) | 39 |
| 5.3 | Costos de las herramientas e instalación | 42 |
| 5.4 | Análisis de fortalezas, debilidades y oportunidades | 44 |
| 5.5 | Agentes involucrados | 46 |
| 5.6 | Problemas técnicos de la herramientas y conclusiones finales del capítulo | 47 |
| 6. | Benchmarking Tecnológico Internacional y Nacional | 50 |
| 6.1 | Análisis Internacional | 50 |
| 6.2 | Análisis Nacional | 54 |
| 6.3 | Conclusiones del capítulo | 57 |
| 7. | Recomendaciones para la introducción progresiva de la innovación tecnológica | 58 |
| 7.1 | Elección del segmento de productores beneficiados | 58 |
| 7.2 | Potencial de Mercado | 60 |
| 7.3 | Adopción y transferencia de la tecnología | 61 |
| 7.3 | Claves de viabilidad de la innovación. | 62 |
| 7.3.1 | La herramienta Tecnológica | 62 |
| 7.3.2 | Usuarios | 62 |
| 7.4 | Asuntos por resolver | 63 |
| 7.4.1 | Definición de actividades de validación como vía para la adopción tecnológica | 65 |
| 7.5 | Aspectos comerciales | 67 |
| 7.6 | Conclusiones y recomendaciones del capítulo | 71 |
| 8. | Conclusiones y recomendaciones finales | 73 |
| | Bibliografía | 76 |
| | Anexos | 78 |
| A. | Introducción y antecedentes | 78 |

| | |
|--|----|
| A.1 Dimensionamiento del mercado global | 78 |
| A.1.1 Frutas de interés | 78 |
| A.1.2 Evolución del precio de la fruta exportada | 79 |
| A.2 Dimensionamiento del mercado global | 79 |
| A.2.1 Encadenamiento productivo y actividades del proceso productivo | 79 |
| B. Descripción del proyecto y justificación | 81 |
| B.1. Dispositivo de medición de caudal de aire y sistema de monitoreo | 81 |
| C. Actividades dentro del predio frutícola en torno a la producción y aplicación de agroquímicos | 84 |
| C.1 Aplicación de Agroquímicos | 84 |
| B.2.1 Piezas de un Pulverizador | 84 |
| C.2 calibración de pulverizadores C.2.1 Técnica TRV | 84 |
| D. Diagnostico Operativo y calibración agronómica de equipos de aplicación | 86 |
| D.1 Ajustes de Volúmenes y Velocidades | 86 |
| D1.1 Ajuste y cálculo de volumen de follaje de la hilera | 86 |
| D.2 Equipos disponibles | 87 |
| D.2.1 Escasa y precaria mantención de equipos | 87 |
| D.3 Conclusiones del capitulo | 87 |
| D.3.1 Factores que determinan las brechas competitivas | 87 |
| E. Análisis Técnico-Económico entorno a la innovación | 90 |
| E.1 Estructura de costos totales | 90 |
| E.2 Estructura de costos totales + dispositivo de medición de caudales | 90 |
| E.3 Costo asociado al dispositivo de medición de caudales | 91 |
| F. Benchmarking Tecnológico Internacional y Nacional | 92 |
| F.1 Indicadores más reconocidos, en función de los beneficios establecidos | 92 |
| G. Recomendaciones para la introducción progresiva de la innovación tecnológica | 93 |
| G.1 Organización Tradicional del diseño | 93 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Diferentes objetivos de aplicación como respuesta a diferentes tipos de decisiones | 25 |
| Tabla 2: Diferencias entre los conceptos de mojado y cubrimiento | 29 |
| Tabla 3: Elementos más utilizados para la calibración y aplicación de agroquímicos | 30 |
| Tabla 4: Caracterización de los Operadores de las maquinas pulverizadoras | 32 |
| Tabla 5: Tipo de errores cometidos que dificultan la realización de una buena calibración | 33 |
| Tabla 6: Efectos de la aplicación de sistema de monitoreo móvil en 1 ha de manzanos | 41 |
| Tabla 7: Efectos de la aplicación de sistema de monitoreo móvil + dispositivo de medición en 1 ha de manzanos | 42 |
| Tabla 8: Costo de instalación sistema monitoreo móvil [\$/ha] | 42 |
| Tabla 9: Interpretación de imágenes: escala de costo por ha | 43 |
| Tabla 10: Porcentaje de trabajadores según nivel de especialización técnica por labor y cultivo | 87 |
| Tabla 11: Estructura de costos totales: 1 ha de manzanos, en un escenario “sin” y “con” proyecto | 90 |
| Tabla 12: Estructura de costos totales: 1 ha de manzanos, en un escenario “sin” y “con” proyecto + Dispositivo de medición | 90 |
| Tabla 13: Costo asociados al dispositivo de medición de caudales | 91 |

Índice de Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Mercado de destino de fruta fresca. | 2 |
| Ilustración 2: Representación Go-to-Market. | 5 |
| Ilustración 3: Modelo de innovación abierta | 14 |
| Ilustración 4: Porcentaje de incidencia en el estado de sanidad de la fruta | 16 |
| Ilustración 5: Técnicas de Aplicación de plaguicidas | 17 |
| Ilustración 6: Cadena de mando dentro del predio agrícola | 19 |
| Ilustración 7: Descripción Técnica del equipo pulverizador | 28 |
| Ilustración 8: Operador calibrando maquinaria pulverizadora | 31 |
| Ilustración 9: Evolución rechazos de manzanas en mercados de destino por LMR | 36 |
| Ilustración 10: disposición de los papales hidrosensibles para la medición de precisión en la aplicación de agroquímicos | 39 |
| Ilustración 11: Exactitud de aplicación Grupo de Control | 40 |
| Ilustración 12: Exactitud de aplicación Grupo de Prueba | 40 |
| Ilustración 13: Ejemplificación de la suma de plaguicida erogado por las diferentes boquillas. | 49 |
| Fuente: Elaboración Propia | 49 |
| Ilustración 14: Tendencias de aplicación de acuerdo a zona geográfica. | 53 |
| Ilustración 15: Provincias con mayor cantidad de hectáreas en producción de Manzanas rojas y verdes. | 59 |
| Ilustración 16: diagrama flujo de comercialización. Fuente: elaboración propia. | 70 |
| Ilustración 17: Evolución del consumo mundial de fruta desagregada por tipo de fruta de interés | 78 |
| Ilustración 18: Evolución del precio por kilogramo exportado de las principales frutas. | 79 |
| Ilustración 19: Encadenamiento del proceso productivo. Fuente: elaboración propia | 79 |
| Ilustración 20: Representación del sistema de medición de caudales de aire | 81 |
| Ilustración 21: Instrumento de medición | 82 |
| Ilustración 22: Piezas del instrumento de medición. | 82 |
| Ilustración 23: Piezas de un Pulverizador de Arrastre | 84 |
| Ilustración 24: Ajuste Volumen de follaje de la hilera | 86 |
| Ilustración 25: Equipos y componentes del pulverizador en malas condiciones | 87 |
| Ilustración 26: Indicadores en función de los beneficios establecidos de tecnologías AP | 92 |
| Ilustración 27: Organización tradicional del diseño. Fuente elaboración propia | 93 |

Tabla de Gráficos

| | |
|--|----|
| Grafico 1: Comparación del retorno monetario del mercado de la fruta con otros mercados de producción nacional en Millones de Dólares. | 4 |
| Grafico 2: Porcentaje de incidencia y destino de la nube de gotas erogada desde un pulverizador de arrastre | 32 |
| Grafico 3: Eficiencia aplicación de agroquímicos | 33 |
| Grafico 4: Costo de la herramienta por hectárea | 44 |
| Grafico 5: Perdidas de plaguicida por deriva y otros efectos en función del número de hectáreas. | |
| Fuente: Elaboración Propia | 60 |
| Grafico 6: Caracterización de la mano de obra demandada de cultivo de manzano | 89 |

1. Introducción y antecedentes generales

1.1 Introducción

La utilización de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades de los cultivos, resulta imprescindible en el marco de la agricultura actual para garantizar la producción de alimento en cantidad y calidad suficiente. No obstante, un uso inadecuado de estos productos y/o desconocimiento de su uso y manejo generan un balance negativo, ya que los problemas de contaminación medioambiental, de seguridad del operador, de salud del consumidor y de balance económico de las explotaciones, son mayores que los propios beneficios de su uso, generando un riesgo importante para la sociedad.

Es así, como las exigencias de la calidad agronómica (Calibre, color, sanidad entre otros) y la inocuidad de los alimentos se hacen cada vez más relevantes y de importancia mundial, más aún por países desarrollados que han adquirido compromisos internos sobre la producción de productos alimenticios provenientes de la agricultura. Chile, al ser un país competitivo en el área agrícola no puede despreocuparse de tales exigencias, para ello se **necesita de nuevas tecnologías de aplicación, capacitación de personal y el uso adecuado de equipos pulverizadores** (máquina que permite erogar y aplicar los agroquímicos), con el fin de asegurar la protección de los cultivos, del medio ambiente, de los trabajadores agrícolas y por supuesto del consumidor.

Por lo tanto el presente trabajo de título pretende ser una respuesta a las exigencias y necesidades propias de la fruticultura actual y las futuras tendencias a través del uso de nuevas tecnologías, considerando que en Chile existen grandes **deficiencias en la aplicación de plaguicidas y carencias de habilidades de gestión predial**¹.

El diseño de una serie de recomendaciones para facilitar el proceso de introducción y transferencia de una innovación tecnológica requiere contextualizar sobre la necesidad de contribuir al desarrollo de tecnologías que faciliten los procedimientos actuales de la actividad como además otorgar una comprensión sistemática de los actores involucrados y sus principales intereses.

1.2 Antecedentes generales

Chile, como país exportador, pasó en los últimos 30 años, de unas tímidas miles de cajas de fruta fresca enviadas a un reducido número de naciones, a más de 3 millones de toneladas (ASOEX, 2011).

Chile, con 278.462 ha plantadas con frutales, es el primer país exportador de frutas frescas del Hemisferio Sur, con un 49% de las exportaciones. Se exportan más de 75 especies, aprovechando su gran diversidad edafoclimática entre las regiones de atacama y los lagos, más algunos microclimas de la Región de Aysén. Actualmente, la industria chilena de fruta fresca exporta a más de 100 países en todo el mundo. Estos envíos, realizados por unas 518 empresas exportadoras, representan un total de más de 2 mil millones de dólares y 7.800 productores. Las especies más importantes para el mercado de exportación lo constituyen la uva de mesa y

¹ INIA 2012, Boletín INIA N° 268, "Estrategias de manejo fitosanitario para reducir el uso de plaguicidas".

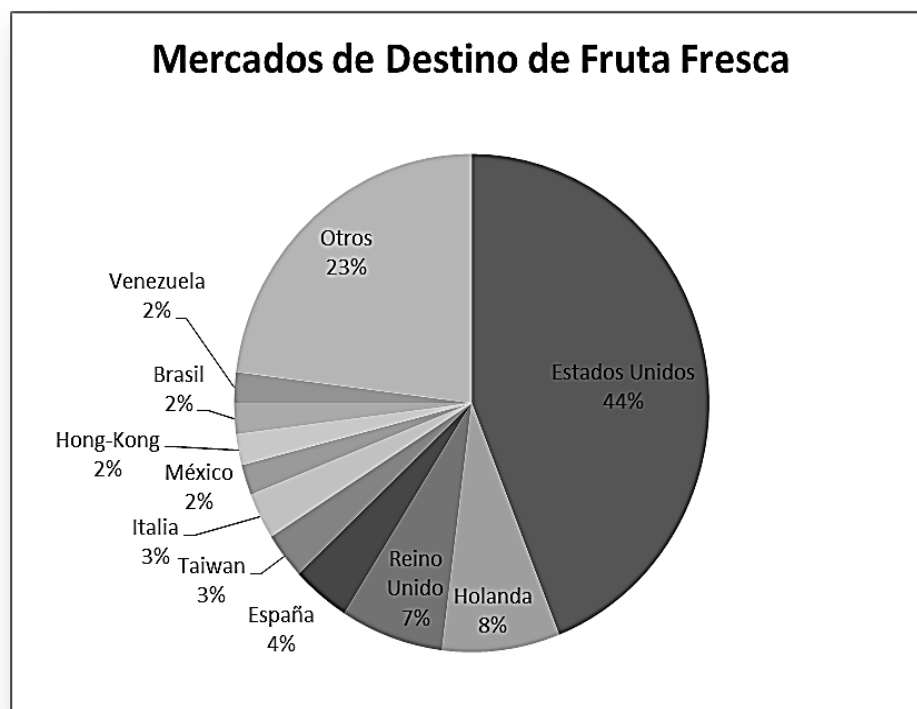
manzanas, representando un aproximado del 50% del total de frutas exportadas, con un fuerte incremento en cerezas, ciruelas y sobre todo arándanos. El volumen aproximado de uva de mesa es de 900.000 toneladas/temporada, y las manzanas, con 800.000 toneladas/temporada.

1.3 Tendencia Mundial de la Fruticultura

La fruticultura se encuentra actualmente creciendo en el mundo a tasas bajas, en forma consistente con el caso de otros alimentos. Sin embargo, el comercio internacional de frutas frescas está ganando participación en el mercado mundial. Producción mundial creció al 2,4% anual entre 1995 y 2005. Las Exportaciones frutícolas mundiales crecieron al 4,5% anual entre 1995 y 2005.

El intercambio internacional, se encuentra condicionado por una serie de tendencias globales. Chile se destaca por la oportunidad de llegada con su fruta a los mercados de destino, principalmente al hemisferio norte con productos frescos y de calidad. Sin embargo, estos mercados han impuesto nuevos desafíos al sector exportador, particularmente en los ámbitos fitosanitarios, medio ambiental y de inocuidad alimentaria. De esta forma, las exigencias de hoy en estos mercados no sólo se limitan a la ausencia de plagas y enfermedades en la fruta de exportación, sino también a que la cantidad de residuos de plaguicidas en ésta sea mínima.

Ilustración 1: Mercado de destino de fruta fresca. Fuente: ODEPA 2010



1.4 Dimensionamiento del Mercado Global

El consumo de frutas a nivel global registró una leve tendencia creciente durante los últimos quince años. La producción mundial de frutas de interés² alcanzó las 307 millones de toneladas

² Ver Anexo A.1.1

en 2007 habiendo crecido al 2,3% anual entre 1995 y ese año. China es el principal productor con el 23% del total. Junto con Estados Unidos, Brasil, Italia y España suman el 50%.

El consumo de frutas se concentra particularmente en uva, manzana y naranja, que en conjunto acumulan el 65% del total. China representa también el mayor consumidor de las frutas relevantes para Chile (22%) y registra, al igual que el promedio de los países en el mundo, una leve tendencia hacia el reemplazo de consumo de producción doméstica por importada. Alemania, Rusia y el Reino Unido lideran las importaciones mundiales mientras que los exportadores más relevantes son España, Estados Unidos e Italia.

Al igual que en el caso de la producción, la uva, manzana y naranja concentran la mayor parte del flujo comercial internacional. Los precios de cada una de las frutas se han mantenido relativamente estables –a excepción de los *berries* cuyo valor por kilogramo aumentó notoriamente en los pasados cinco años³.

Existe una diferencia relevante entre los precios pagados por distintos países destino. Por ende, el portafolio de mercados de destino de la fruta exportada juega un rol fundamental en la captura de premios de precio (con gran importancia asignada a la calidad y estética del producto exportado).

1.5 Tendencias y Actores

Las tendencias en oferta y demanda están afectando los flujos comerciales en la industria, con particular relevancia de los incrementos en las exigencias por parte de los consumidores. Así, las principales tendencias pueden resumirse en:

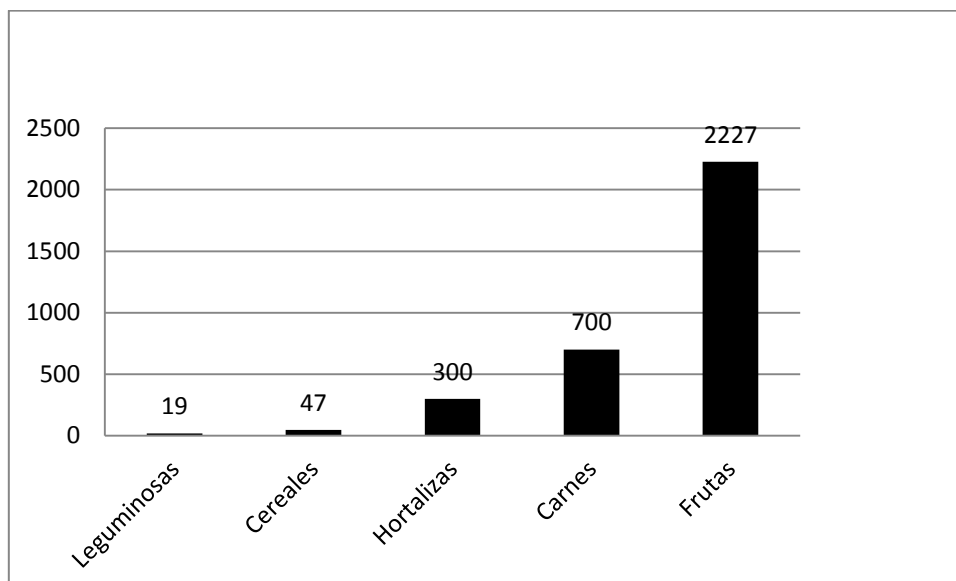
- Cambios en las preferencias y hábitos de los consumidores se traducen en crecientes preocupaciones por sanidad, inocuidad, sistemas de trazabilidad y contaminación ambiental, a la vez que desarrollan mercados de nicho (por ej. *specialty foods* y orgánicos) y aumentan la relevancia de los productos de conveniencia.
- El crecimiento poblacional aumenta la demanda de alimento a la vez que los incrementos en el ingreso por individuo elevan la demanda de alimentos considerados de lujo.
- Los cambios en las preferencias de los consumidores se traducen en mayores requerimientos regulatorios en el comercio internacional (empujados por gobiernos y ONGs cuya relevancia se acrecienta), los cuales se acompañan con el mayor uso de barreras para-arancelarias en el proceso de intercambio.
- La consolidación e integración de los grandes retailers aumenta poder del último eslabón de la cadena de valor, ejerciendo presión creciente en productores y procesadores.
- Hay una tendencia clara al aumento de tamaño de las explotaciones de países en vías de desarrollo, exigiendo nuevos desafíos del negocio frutícola.
- Se registra un incremento en los costos de insumos clave para la producción agrícola: la mano de obra tiende a escasear a partir del desarrollo de otras actividades productivas que demandan los mismos recursos y los precios energéticos también aumentaron en los distintos países, siendo Chile uno de ellos.

³ Ver Anexo A.1.2

1.6 Contexto del Mercado de la Fruta en Chile

Según CONICYT, el mercado frutícola en Chile posee importantes retornos, **considerando altos ingresos comparados con la inversión inicial y costos de producción en la que se incurre al momento de producir fruta fresca**. El retorno total del rubro frutícola es considerablemente mayor al del resto de los grupos de producción agropecuaria en Chile con casi US\$ 2300 millones. Este alto retorno, hacen del rubro frutícola uno de los más prósperos, seguros, y seductores de la producción nacional.

Grafico 1: Comparación del retorno monetario del mercado de la fruta con otros mercados de producción nacional en Millones de Dólares.



Fuente: Elaboración Propia a partir ODEPA, con información del sistema nacional de aduanas.

El sector frutícola en Chile ha experimentado un crecimiento con una marcada orientación exportadora durante los últimos diez años. La producción creció a una tasa compuesta del 3,7% anual entre 1995 y 2005, alcanzando las 5.132 mil toneladas en ese último año. Las exportaciones pasaron del 35% del total producido en 1995, al 42% diez años más tarde, sin embargo, las exportaciones presentan una tendencia a desacelerarse, y que hoy en día es posible de observar. El 63% del incremento total de las exportaciones de frutas entre 2001 y 2006 se explica a partir del crecimiento del volumen exportado. Tanto el efecto por cambio en precio como el efecto por cambio en el mix de productos registraron una participación sumamente inferior. En este sentido, gran parte del crecimiento se generó a partir de los mayores volúmenes, y que no necesariamente explican este aumento por mejoras productivas y prácticas agrícolas.

1.7 Tipo de productores y Go-to-Market de los productos

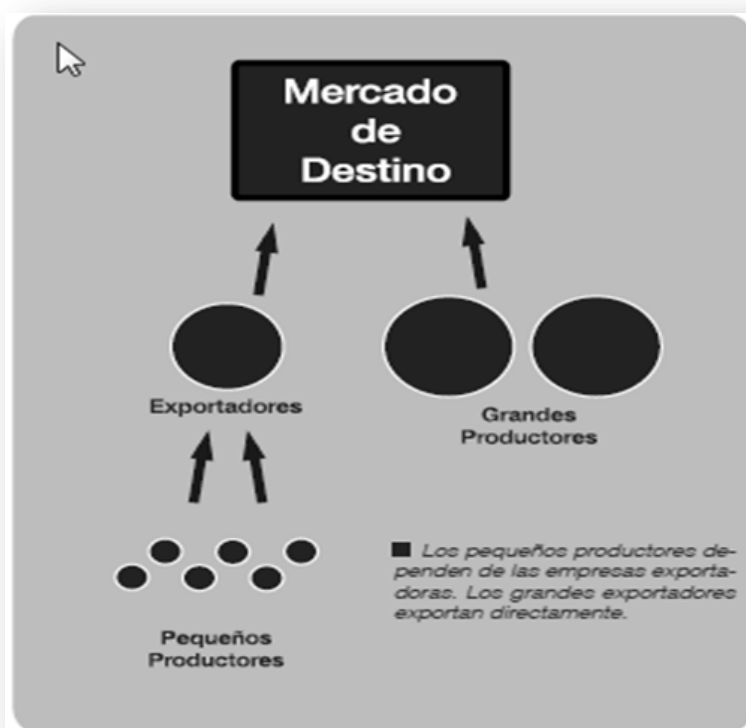
En Chile existen tres tipos de productores frutícolas: pequeños, medianos y grandes.

Tanto los pequeños como los medianos productores, según el estudio realizado están caracterizados por no contar con el potencial de gestión suficiente para llevar sus productos a

mercados internacionales, y entre los dos, suman alrededor de 7.800 productores (de un global de alrededor de 13.800 productores). Los grandes productores por su parte, poseen los recursos y procedimientos adecuados para exportar, comercializando tanto la fruta que ellos producen, como la que les compran a los pequeños y medianos productores. En Chile, existen 518 empresas dedicadas a ello (Contreras G, Escobar L).

Aunque la mayoría de estos 7800 productores son de tamaño pequeño, esta industria en Chile se rige por la regla “80/20” (William L, Kritina Holden, Jill Butler, 2003), que nos dice que el 80% de la fruta producida, es generada por el 20% de las empresas. El 70% de los productores entrega entre el 50% y el 100% de su producción a una empresa exportadora. El 17% exporta directamente y el 12% entrega directamente en el mercado de destino. Por lo tanto, el 70% de los productores frutícolas en Chile, dependen de las empresas exportadoras para generar una venta final (Contreras G, Escobar L, 2003). Para un mayor detalle del proceso productivo Ver ANEXO A.2.1, encadenamiento productivo y actividades de producción, que además permitirá identificar a los actores involucrado: Productores, Asesores prediales, exportadoras, SAG, proveedores de maquinaria, entre otros.

Ilustración 2: Representación Go-to-Market.



Fuente: elaboración propia

Lo anterior refleja una gran heterogeneidad entre los productores, lo que sugiere a lo menos dos cosas: **1) Grandes diferencias entre las capacidades empresariales de unos y otros, y 2) Grandes diferencias en la transferencia de la capacidad para utilizar la tecnología al interior del sector.**

- 90% de los productores lleva cálculos de rendimiento
- 65% utiliza computador, de los cuales:
- 71% lo ocupa para el pago del personal
- 41% lo ocupa en el manejo de los huertos
- 12% los ocupa en sistemas de riego
- 52% lo ocupa en packing
- 40% realiza algún tipo de investigación comercial.”(Jarvis Montero e Hidalgo. Encuesta realizada a 79 productores de las regiones III, V, VI, VIII y RM -predios de 10 a 650 hectáreas).

Ahora con respecto a la decisión de los agricultores acerca del tipo de fruta que producirán, está determinada por los costos y la complejidad de su producción. Estos factores inciden en su rentabilidad, de modo que en general, los productores y empresarios de la fruta, deberían contar con estrategia productiva bien definida, comercializando sus productos según la norma y siguiendo los estrictos controles de calidad.

Hablando del potencial de crecimiento del mercado de la fruta, según la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), para el conjunto de los actores relevantes del mercado frutícola en Chile, es perfectamente posible duplicar en 10 años el volumen de exportaciones. Lo anterior se ve favorecido debido a la estrategia escogida por lo exportadores chilenos, decidiendo insertarse en los sistemas de comercialización de cada país, a diferencia de otros países, como Nueva Zelanda o Sudáfrica, que gestionan sus propios sistemas de comercialización en destino (CONICYT, 2007).

Finalmente, El retorno o ganancias obtenidas por la venta de la fruta, para los grandes productores –quienes además pueden ser exportadores-, llega directamente, pero en el caso de los pequeños y medianos productores –que venden su fruta a concesión a los empresarios exportadores- puede tardar muchos meses. Esto quiere decir, que el margen de ganancias, además de ser incierto, es de alguna forma, indirecto, e independiente de las empresas exportadoras, ya que el porcentaje de ganancias recibido, depende de la recepción de la fruta en el mercado de destino.

2. Descripción del Proyecto y Justificación

Existen en Chile deficiencia en la aplicación de plaguicidas. La regulación de equipos pulverizadores y la falta de un programa de inspección y certificación para esta práctica son asignaturas pendientes. Pruebas en terreno efectuadas por expertos del instituto de investigaciones agropecuarias, INIA, indican que parte importante de los agricultores y técnicos no regula sus equipos o lo hace equivocadamente, principalmente por la falta de conocimientos técnicos y de metodologías acordes a las necesidades del huerto frutícola. Al calibrar, la mayoría sólo calcula el gasto por hectárea, así cuanto producto utilizar. Sin embargo, desconocen protocolos y prácticas imprescindibles para mejorar la eficiencia y eficacia de los equipos de aplicación. Los agricultores tienden a sobreproteger los cultivos con exceso de agua y agroquímicos. Las pérdidas en un huerto frutal pueden llegar a un tercio del volumen aplicado, solo por la falta de calibración y mantención maquinaria. Con equipos convencionales se pueden realizar aplicaciones eficientes, siempre y cuando se cumplan las condiciones de regulación.

Desde el problema antes mencionado, un grupo conformado por un Diseñador Industrial, Nicolás Lorca, y el Ingeniero Agrónomo y académico de la Universidad Católica experto en mecanización agrícola, Guillermo Lorca, evidenciaron esta necesidad por lo que diseñaron una herramienta, “**Dispositivo de medición de caudal de aire y sistema de monitoreo móvil**”⁴, que busca facilitar la inspección y el correcto uso de equipos y racionamiento de insumos a los largo de todo el predio. Al facilitar la inspección se puede identificar elementos en la maquinaria que puedan afectar las aplicaciones, el ambiente y al operador. También permite realizar la calibración, facilitando la regulación de los parámetros operativos del pulverizador, para que se ajusten al tipo de tratamiento y cultivo. En otras palabras calibrar un equipo es aplicar lo que el cultivo y las plagas realmente necesitan para que estas últimas sean controladas. Lo anterior , generando un buen cubrimiento de gotas en toda la planta y evitar al máximo las perdidas por deriva y escurrimiento al suelo, apuntando a aplicaciones eficaces con el menor costo económico y ambiental posible, permitiendo además registrar datos de rendimientos de las aplicaciones y la forma en que se va desarrollando en los diferentes sectores del predio.

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

El objetivo general es la formulación de recomendaciones para el diseño de una estrategia que facilite la adopción y transferencia tecnológica en el corto plazo, para la introducción de una innovación destinada a satisfacer la necesidad agrícola involucrada en el proceso de aplicación de agroquímicos y producción de fruta fresca en Chile.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Definir y caracterizar; actividades y tareas dentro de un predio agrícola entorno al control y aplicación de agroquímicos.
- Realizar un Diagnóstico operativo y calibración agronómica de equipos de aplicación.
- Demostrar la conveniencia técnica y económica de introducir la herramienta tecnológica.
- Realizar un benchmarking tecnológico Internacional y Nacional que defina variables claves que permitan determinar una herramienta competitiva de tecnología superior.
- Identificar aquellos factores incidentes en la introducción de innovaciones tecnológicas que serían susceptibles de mejoras y aquellos factores que pueden afectar la incorporación de la herramienta en estudio.

2.2 Alcances

El estudio se ciñó al contexto de la producción de fruta fresca, por lo que no representa relevancia para otro tipo de productos agrícolas (agricultura de pradera) o productos procesados (deshidratados, congelados, enlatados, etc.).

⁴ Ver Anexo B.1

Fruticultura primaria abarca el proceso agrícola de producción de la fruta, su selección y empaque y la comercialización de la fruta fresca bien sea en el mercado doméstico o en el externo. A partir de la definición del objetivo, el análisis que se presenta a continuación fue realizado con un foco predominantemente exportador (mercado más exigente). No obstante, muchas de las iniciativas sugeridas impactan en forma independiente al mercado de destino elegido para la comercialización (mercado local). Finalmente, la problemática es abordada desde la perspectiva de aquellas frutas que son producidas en Chile, como la manzana, uvas y arándanos, entre otras frutas de interés. Sin embargo, el foco de la propuesta es identificar aquel sector frutícola que presente mayores desafíos en el proceso de aplicación de plaguicidas según las necesidades agronómicas específicas de cada especie en función de la adopción y transferencia tecnológica.

Las propuestas de introducción de innovación tiene relación con la validación de la herramienta en el corto plazo, realizando un análisis cualitativo y cuantitativo en torno a dimensiones técnicas y económicas centradas en el usuario final, con el fin de repensar y rediseñar la solución, considerando además que el impacto de la herramienta en consideración al estado de desarrollo de la industria chilena y la adecuada integración del equipo al proceso productivo conlleva grandes beneficios tanto productivos o mejor manejo de insumos, que podrían traducirse en una mejor calidad de la fruta elevando los precios de ingreso a los mercados de destino.

Además, en cuanto a la estimación de costos, pérdidas y valorización del proyecto, es importante señalar que se requirió utilizar una serie de datos de costos, tasas, frecuencias de cambio de ciertos insumos, mantenciones de sueldos, rendimientos, etc. En una unidad común de US\$/ha para facilitar el análisis. En este sentido no se estimarán ingresos extras dado un escenario en que se utilizan las tecnologías que permitan percibir ingresos mayores por calidad de fruta, ya que la calidad es medida por más de un parámetro.

2.3 Resultados esperados

Se espera poder determinar el estado de desarrollo del invento diseñado, de tal forma poder construir una ruta de rediseño relacionando factores y atributos claves que se deben considerar en las posibles modificaciones, en caso que estas sean necesarias. El hecho de considerar un estudio completo que abarca diferentes contextos de la producción frutícola facilitará el trabajo de innovación, y saber efectivamente las necesidades de la industria acortando los tiempos de validación y un mejor manejo de recursos que se requieran.

Se levantará y organizará la información de modo que se respalde la conveniencia económica, operacional y ambiental de la incorporación tecnológica. Además se realizará un análisis sistémico que permita proponer intervenciones claves a realizar, identificando el contexto nacional e internacional, gestión de incertidumbres técnicas y el análisis del marco cultural, para poder concretar la incorporación de tecnologías. Esto está reflejado en los siguientes entregables:

- Se recopilará todos los ahorros en costos.
- Se identificarán las incertidumbres más importantes a tener en consideración para un futuro proceso de implementación.
- Se generará un compendio de intervenciones claves para la coordinación sistémica de actores vinculados con la adopción de esta tecnología.

2.4 Metodología de Trabajo

El estudio consta de dos objetivos principales. El primero busca demostrar la factibilidad técnica y la mejora en términos económicos y el segundo abarca un análisis sistémico considerando los actores involucrados en el proceso de incorporación de la nueva tecnología.

La metodología para la demostración de factibilidad técnica y económica consiste en:

- Realizar una revisión del estado del arte en cuanto al uso y manejo de plaguicidas en el sector frutícola de Chile. El estudio tendrá un sustento cuantitativo basado en la aplicación de encuestas y estudios realizados por consultoras o centros de investigación a productores exportadores y un refuerzo cualitativo obtenido de entrevistas a los principales actores de la industria.
- Señalar el valor adicional o diferencial que aporta la innovación y su uso en la actividad, así como también sus limitantes. Además de señalar los diversos factores que han llevado a distintos productores de diferentes sectores a la elección de este tipo de tecnologías e identificar a los actores involucrados. Para lograr este objetivo, se utilizará la opinión de expertos de los diferentes centros de investigación agropecuaria, y agentes comerciales que provean soluciones tecnológicas para la agricultura y la revisión de proyectos similares que hayan utilizado tecnologías similares para lograr una mejor estimación del impacto y costos.
- Determinar criterios o factores claves en los procesos de toma de decisiones de compra o selección de equipos. En este caso es importante identificar y calificar la herramienta en algún grupo o tipo de tecnología, para reconocer cualidades funcionales y mecánicas, que en general estas características se relacionan resultados instantáneos observables en su uso. o si bien es una herramienta que influye directamente en el estado del arte de algún proceso o procedimiento, lo cual pueda determinar procesos de adopción más largos.

El análisis sistémico de los actores involucrados tiene por finalidad la realización de un benchmarking tecnológico que describa de manera más precisa las variables claves que permitan determinar una herramienta competitiva de tecnología superior. Aquí se plasmara la opinión de expertos y especialistas del ámbito productivo comercial y académico. Se extraerá información referente a: Intereses y foco con que opera cada actor, Principales obstáculos que se identifican, y atributos tecnológicos como Beneficios, desventajas, brechas tecnológicas, tendencias, etc.

Finalmente, a partir del análisis se describen las medidas e intervenciones claves a efectuar para el cumplimiento del objetivo de diseño estratégico de introducción tecnología en el corto y mediano plazo. Ahora bien desde, el marco conceptual y los antecedentes a lo largo del estudio, se definirá una metodología que se ajuste a la realidad del proyecto y dibuje el camino estratégico para agregar valor a la herramienta tomando en cuenta siempre las acciones de adopción y transferencia tecnológica, identificando las claves de viabilidad de la innovación.

2.5 Marco Conceptual

EL marco conceptual, corresponde a una síntesis de los conceptos que resumen la estrategia a diseñar y que relaciona directamente los objetivos con la metodología descrita; permitiendo identificar el tipo de innovación a la que corresponde la herramienta, los aspectos del conocimiento que influyen en la transferencia tecnológica y definición de etapas del proceso de adopción de innovaciones que definirán el uso de modelos de innovación abierta al tener un mayor ajuste a las actividades descritas.

2.5.1 Innovación Tecnológica

El concepto de innovación a utilizar, ha sido formulado por la OECD y que se expone en el “Manual de Oslo”⁵, se refiere esencialmente a la innovación tecnológica de productos y procesos (TPP innovations) en la industria manufacturera. Solo en sus versiones más recientes se agrega a las anteriores la innovación en otros en otros aspectos como la organización o la gestión clasificadas como no tecnológicas, y la noción se amplía también a otros sectores, en particular los servicios.

Se considera que la innovación TPP comprende los productos y servicios técnicamente nuevos y los mejoramientos tecnológicos significativos de los productos que han sido introducidos en el mercado, o utilizados efectivamente en los métodos de producción, en el caso de un proceso. Notar que la introducción en (o la aceptación por) el mercado es consustancial con la idea de innovación. El conjunto de innovaciones de una economía es un proceso de reproducción incesante de mayor a menos intensidad.

Los principales componentes de la innovación TPP son:

- Los productos tecnológicamente nuevos que corresponden a aquellos cuyos usos eventuales o características técnicas, difieren significativamente de las de los existentes, y que han sido aceptados por el mercado. Dado el vínculo entre innovación. Definido en el sentido antes indicado y difusión, es necesario establecer los umbrales de la novedad. En este caso, el mínimo corresponde a que sean nuevos para la empresa o la explotación, sin consideración del hecho que otras unidades ya hayan adoptado la innovación, y el máximo a una novedad en el mercado internacional. Entre estos extremos pueden presentarse varios casos intermedios.
- Los productos mejorados que corresponden a productos existentes y cuyo servicio, total o parcial, ha sido elevado en forma significativa y que han sido aceptados por el mercado.
- La adaptación de métodos de producción tecnológicamente nuevos que permitan el mejoramiento de la eficiencia (calidad y/o costos) de productos ya existentes, o que son necesarios para los productos nuevos o mejorados. Esta innovación puede afectar la totalidad del proceso productivo o solo algunas de sus partes significativas.

Se considera que el contenido fundamental de las innovaciones de organización y de gestión, reputadas como no tecnológicas, es la introducción de cambios de esa naturaleza que tengan un

⁵ OECD, EUROSTAT “Oslo Manual”, proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Paris 1997.

efecto positivo medible en la producción o ventas de la empresa o explotación. El concepto de innovación utilizado trata de tener en cuenta, características de los países como el nuestro están en la mayoría de los casos, a una buena distancia de la frontera tecnológica. Además, esto se debía aplicar al sector agropecuario en el que casi no existen experiencias conocidas y que el citado manual de la OECD, en los hechos, se refiere esencialmente al sector manufacturero. Por otra parte, muchos analistas consideran, simplemente que en el sector agropecuario no hay innovación tecnológica propiamente tal, solo existiría difusión de tecnologías.

Para el caso en estudio, se considera necesario tener en cuenta todos los tipos de innovaciones, tanto tecnológicas como no tecnológicas, de esta manera se podría capturar la importancia relativa de las innovaciones que sin requerir grandes recursos en capital fijo, infraestructura y equipamiento, pueden mejorar substancialmente el aprovechamiento de los recursos existentes, como es el caso del mejoramiento de la calificación de la fuerza de trabajo en todos los niveles. Como se sabe, en Chile, este aspecto es fundamental en el aumento de la eficacia productiva y aun en el propio desarrollo de la innovación tecnológica.

Teniendo presente la idea anterior, se considera el concepto más general de innovación, esto es la introducción de una nueva tecnología que signifique un cambio en los procesos técnicos, administrativos u organizativos y que hayan tenido un efecto perceptible en la economía de la explotación. Esta definición, se complementa, con los tipos de innovación que se deberían considerar: gestión administrativa, gestión del personal, productos y variedades nuevas, nuevos métodos de explotación y gestión comercial.

2.5.2 Procesos para desarrollar la innovación

a. Aspectos del conocimiento que influyen en la transferencia Tecnológica

Se distinguen dos componentes del conocimiento tecnológico (Ernst y Lundvall, 1997). El primer componente comprende todos los ítems codificables (incluye el conocimiento explícito) tales como manuales, diseños, conocimiento científico, guías, especificaciones de performance, especificaciones de materiales, normas de aseguramiento de la calidad, métodos organizacionales. El segundo componente es tácito y específico de la firma (conocimiento tácito). Está incorporado en las rutinas organizacionales, expertise colectivo, técnicas de producción específicas, investigación y desarrollo, equipos de marketing. Este segundo componente, a diferencia del primero, no puede ser intercambiado entre firmas y constituye una ventaja competitiva específica de la firma. Estos autores mencionan que “el conocimiento tácito es tan importante o aún más importante que el conocimiento formal, codificado, estructurado y explícito”.

Asimismo diferencian 4 tipos de conocimiento: 1) **Know-what**: conocimiento acerca de los “hechos”; 2) **Know why**: conocimiento acerca de los principios y leyes que guían la naturaleza, la mente humana y la sociedad; 3) **Know how**: conocimiento referido a las técnicas (capacidad para hacer alguna cosa); 4) **Know who**: conocimiento acerca de ¿quién conoce qué? y ¿quién conoce sobre qué? los dos primeros tipos de conocimiento pueden ser codificados (y por ende transferidos como información), el Know how es básicamente tácito. Esto determina que la forma de obtención de este tipo de conocimiento es a través de la relación aprendiz-maestro o bien a través de la experiencia propia. El Know who está socialmente incorporado y tampoco puede ser transferido por canales formales de comunicación.

Todas las características del conocimiento que afectan su facilidad de transmisión son igualmente válidas para las innovaciones, las cuales, como se mencionó anteriormente, no se presentan en forma simple sino que constituyen paquetes tecnológicos donde se incluyen frecuentemente diferentes tipos de conocimiento.

Cuando un nuevo conocimiento ingresa al mercado constituye una innovación, por lo tanto, “*la innovación es el comienzo del proceso de transferencia*” (Rosenberg, 1976).

b. Etapas del proceso de adopción de innovaciones

El proceso de adopción de innovaciones consta de 5 etapas (Rogers 1995) que comprenden:

- Conocimiento: ocurre cuando un individuo es expuesto a la existencia de una innovación y gana algún entendimiento de cómo ésta funciona.
- Persuasión: ocurre cuando el individuo forma una actitud favorable o desfavorable hacia la innovación.
- Decisión: ocurre cuando un individuo se involucra en actividades que llevan a una elección de adoptar o rechazar una innovación.
- Implementación: cuando un individuo pone una innovación en uso.
- Confirmación: ocurre cuando el individuo busca reforzar o revertir una decisión ya tomada hacia adopción o rechazo de una innovación.

Este modelo de proceso de adopción implica diferencias en los canales de comunicación preferidos en cada etapa. “Los medios de comunicación masivos son más importantes en la etapa de conocimiento mientras que los canales interpersonales son relativamente más importantes en etapa de persuasión” (Rogers, 1995).

c. Atributos de la innovación que afectan la adopción

Los principales atributos de la innovación analizados por la literatura son los propuestos por Rogers (1995): Ventaja Relativa, Compatibilidad, Complejidad, Facilidad de Experimentación y Observabilidad.

La Ventaja Relativa es el grado por el cual una innovación es percibida como mejor que la idea que reemplaza.

La Compatibilidad es el grado por el cual una innovación es percibida como consistente con los valores existentes, experiencias pasadas y necesidades de los potenciales adoptantes.

La Complejidad es el grado por el cual una innovación es percibida como difícil de entender y usar.

La Facilidad de Experimentación es el grado por el cual una innovación puede ser experimentada sobre bases limitadas.

La Observabilidad es el grado por el cual los resultados de una innovación son visibles para otros.

Las innovaciones serían más fácilmente difundidas en un sistema social, cuando disponen de alta ventaja relativa, compatibilidad, facilidad de experimentación y observabilidad, y de baja complejidad.

d. Atributos que afectan la adopción de innovaciones

Baptista (2001) menciona que “la difusión puede ocurrir más rápido en áreas geográficas donde la densidad de adoptantes previos y otros recursos de conocimiento acerca de tales tecnologías es alto”. Asimismo, postula que la geografía juega una parte en el proceso de difusión como mediador de la transmisión de conocimiento y de la transferencia de tecnología.

La disponibilidad de agentes de cambio y líderes de opinión relacionados a una innovación determinada, es un atributo del ambiente cercano a los adoptantes potenciales, que puede influir en la dinámica de adopción.

Rogers (1995) define el agente de cambio como un “individuo que influencia las decisiones de innovación de sus clientes en una dirección juzgada deseable por una agencia de cambio”. Los agentes de cambio incluyen proveedores, extensionistas, profesores, agentes de venta, etc.

Asimismo define el liderazgo de opinión como “el grado en el cual un individuo puede informalmente influenciar las actitudes o comportamiento de apertura de otros individuos de una manera deseada, con relativa frecuencia”. La eficiencia de los agentes de cambio como promotores de la adopción de innovaciones es incrementada cuando existe una estrecha relación con los líderes de opinión, situación que provoca una mayor velocidad de difusión de innovaciones juzgadas en forma positiva. Existen situaciones donde las innovaciones son juzgadas en forma negativa por los líderes de opinión, lo que provoca menores tasas de adopción en el ambiente.

e. La innovación abierta

Los sistemas de innovación deben tener la capacidad de poder entender los constantes cambios del entorno, que experimentan las empresas. Entendiendo estos cambios como sociales, tecnológicos y de crecimiento del conocimiento.

Los modelos de innovación tradicional tienen la idea de querer mantener todo bajo control, quizás como una forma de resguardar la propiedad intelectual, bajo un modelo clásico de competitividad.

En los sistemas de innovación tradicionales, el objetivo es tener a los mejores expertos trabajando en la organización. Estos procesos tradicionales tienen una forma de embudo, donde en un extremo se introducen ideas y tecnologías existentes en la organización, y por el otro lado sale el resultado de esta innovación, que en muchos casos está representado por un nuevo producto o servicio. Es un sistema lineal donde se seleccionan las mejores ideas y tecnologías existentes en la organización.

En un proceso de innovación abierta, el objetivo es buscar las ideas más exitosas, incorporar el conocimiento necesario para desarrollar productos o servicios exitosos. En este caso identificar

los conocimientos y recursos necesarios para poder generar innovaciones futuras, no es un proceso simple. Requiere tener conocimiento del sector a través de fuentes primarias (expertos, investigaciones de campo, proveedores, clientes, etc.) fuentes y secundarias (estudios, estadísticas, prospectivas, etc.).

La actividad de identificar el conocimiento necesario, debe realizarse de manera sistemática, ya que es necesario disponer de un observatorio que desempeñe actividades de vigilancia sobre posibles innovaciones desarrolladas en el medio, tratándose de un proceso de inteligencia competitiva.

En los procesos de innovación abierta es clave la tarea de mezclar e incorporar el conocimiento y capacidades externas, con el conocimiento existente internamente dentro de la organización.

Uno de los primeros investigadores en mencionar el término de innovación abierta fue Henry Chesbrough, director ejecutivo del Centro de innovación abierta de la Universidad de Berkeley –California. Según la visión de este experto existe un mercado global de innovación, donde la innovación es un commodity que puede ser comprada, vendida, licenciada, prestada y reinvertida.

Ilustración 3: Modelo de innovación abierta⁶



Fuente: Fuente: <http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com>

En la ilustración 3 se puede ver que las ideas, innovaciones y tecnologías no sólo provienen del interior de la organización, sino que provienen del exterior. En un modelo de innovación abierta hay múltiples salidas. Las organizaciones con mejores prácticas en innovación, producen cerca de la mitad de sus innovaciones e ideas generadas fuera de sus compañías. Las organizaciones que adoptan innovación abierta, pueden obtener las ideas de diferentes fuentes, entendiendo que cada una de sus contribuciones ofrece una diferente y valiosa perspectiva.

⁶ Álvarez, Alonso. (2010). *La innovación abierta: ideas de Chesbrough y Von Hippel*. <http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com>

3. Actividades dentro del predio frutícola en torno a la producción y aplicación de agroquímicos

3.1 Factores que determinan la entrada de la fruta a los mercados de destino

Para los pequeños y medianos productores, y en alguna medida para los grandes productores frutícolas, el mercado exportador, si bien es sólido, es a la vez incierto. Los factores que influyen en la cantidad de retorno o margen de ganancias que perciben los exportadores son, principalmente:

- El momento en que la fruta llega a su mercado de destino.
- El estado en que llega.
- La demanda existente en el mercado de destino.

Los tres puntos antes mencionados, están fuertemente relacionados con dos conceptos muy importantes: Food Safety y Food Security. El primero es acerca de la salud y la inocuidad de los alimentos, y el segundo hace referencia a la producción y procesos que van de la mano con lo que en inglés se dice “International Trade & Technology”. Realizando un análisis más acabado de estos conceptos, es posible realizar ciertas conclusiones que se relacionan con el consumo y barreras de entradas. Si el consumo o demanda por fruta fresca aumenta, esto implica que también aumenta la conciencia y exigencia de los consumidores con respecto a la procedencia y cuidados de la fruta (inocuidad). Lo que con lleva a su vez un aumento de las barreras de entrada afectando el comercio, provocando que los países a los que se exporta la fruta tomen medidas de protección, que finalmente esa acción termina convirtiéndose en proteccionismo.

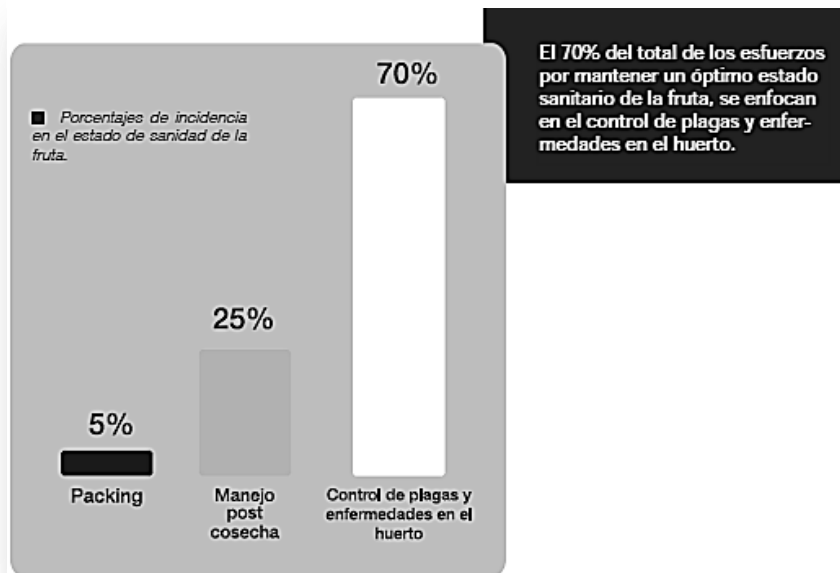
De este modo, el mayor peligro para un agricultor es que la fruta le sea devuelta desde los mercados de destino debido a que no cumple con las reglamentaciones sanitarias de dicho país. Dependiendo del destino final, existen distintos requerimientos en relación a la forma, color, packing, cantidad de pesticida u otro agroquímico utilizado en la producción de la fruta, entre otros. El no cumplimiento de estos requerimientos puede provocar fuertes consecuencias comerciales. Puede generarse un rechazo por el producto, la cancelación de los contratos con los proveedores, sumado a una publicad muy negativa para el país exportador.

Por esta razón, los agricultores invierten grandes sumas de dinero en regularizar los controles sanitarios, control de plagas y enfermedades de la fruta, causantes del deterioro del color, malformaciones, cambios en el sabor, olor, y otros; pues, es una manera de asegurar la calidad de la fruta y minimizar las posibilidades de que ésta sea devuelta por los mercados de destino. Como se dijo anteriormente, lo más afectados en este caso son los pequeños agrícolas quienes son los que tienen una mayor dificultad para acceder a algún tipo de financiamiento, y que también se ve reflejado con el poco aprovechamiento de los mercados regionales e intrarregional y la transferencia de conocimientos y experiencias entre los productores.

3.2 Control de plagas y enfermedades en el huerto frutal

Es el control de plagas y enfermedades donde se concentra la mayor parte de los esfuerzos de los productores en cumplir con las reglamentaciones que garantizan el estado sanitario de la fruta, con un porcentaje de incidencia del estado de sanidad de la fruta cercano al 70% (efectuado por el productor frutícola), el 25% y 5% restante se le adjudica a los procesos de manejo post cosecha y al packing respectivamente.

Ilustración 4: Porcentaje de incidencia en el estado de sanidad de la fruta



Fuente: Entrevistas, Análisis BCG (BOSTON CONSULTING GROUP)

Los controles de plagas y enfermedades se realizan, principalmente, a través de la aplicación de agroquímicos, los cuales son altamente tóxicos para los seres humanos, animales y el medio ambiente. Estos tienen la particularidad de degradarse en el tiempo y según sea el mercado de destino, deben cumplir con una tolerancia permitida en la fruta (partes por millón), lo cual es otro aspecto a considerar si se quiere tener especial cuidado de que la fruta no sea rechazada.

3.3 Aplicación de Agroquímicos

El paradigma del control de plagas y enfermedades de la fruta se ha centrado, desde mediados del siglo XIX, en la aplicación de agroquímicos (Carlos Magdalena, 2010).

Los agroquímicos son agentes, que aplicados de manera sistemática en los huertos frutales, ayudan a erradicar, prevenir y controlar plagas y enfermedades, que afectan tanto el crecimiento y desarrollo de las plantaciones, como el crecimiento, desarrollo y calidad de la fruta.

Las aplicaciones de agroquímicos se realizan a través de distintas técnicas, las cuales, si bien han ido evolucionando en el tiempo, son básicamente tres: De forma manual, mecánica y aérea.

Ilustración 5: Técnicas de Aplicación de plaguicidas



Fuente: elaboración propia

Las técnicas de aplicación manual se basan en un operador que acciona bombas simples y aspersores, distribuyendo de manera análoga los agroquímicos.

Las técnicas mecanizadas terrestres consisten en la distribución de agroquímicos en el huerto frutal por medio de pulverizadores de arrastre hidroneumático⁷, los cuales distribuyen el plaguicida de manera sistemática a través del huerto. Esta forma de aplicación se diferencia de la aplicación manual en que es considerablemente más rápida, pero con un mayor gasto de productos y energía.

Las técnicas de aplicación aéreas consisten en el empleo de un vehículo aéreo (avioneta o helicóptero) con las ventajas y desventajas propias de la aplicación mecanizada. Este tipo de aplicación, si bien a nivel sudamericano es bastante popular, ve limitado su uso en Chile debido a tres razones principales: el alto costo, la proximidad existente entre los predios agrícolas; y la cercanía de éstos con localidades rurales.

Las decisiones sobre el sistema a utilizar y el tipo de equipo que será utilizado, depende del tamaño de la propiedad, las posibilidades del productor y del objetivo de la aplicación, y pasan directamente por el técnico responsable, o el propio agricultor, dependiendo del tamaño del predio, donde la decisión de compra pasa por el dueño del predio o empresa agrícola.

3.4 Decisiones de compra de insumos y maquinaria pulverizadora

En la comercialización de maquinaria agrícola en Chile, es relevante la forma en la que los vendedores promueven sus productos. Los vendedores de maquinaria o de insumos agrícolas juegan un rol importante en la toma de decisiones de compra, siendo esta una de los factores de mayor relevancia a la hora de elegir un producto. Efecto similar al que ocurre con los visitantes médicos al momento de vender medicamentos. El 98% de los productores, consideran la carencia (Próximo Capítulo se hará referencia a este término) de los plaguicidas como un elemento de

⁷ Ver Anexo C.1

selección de estos. Las principales fuentes de información son la agenda de pesticidas de la ASOEX y las empresas exportadoras que entregan asesoría a los productores, en un porcentaje muchísimo menor (5%) están los recibidores, compañías químicas, entre otros. 90% de los productores declara que recibe recomendaciones y medios de información por una persona capacitada (asesor privado o asesor empresa exportadora) y prácticamente un 7% a través de los vendedores de productos.

Otro factor importante es el precio de los productos. La ventaja comparativa del precio juega un papel importante, ya que la decisión de compra de los elementos que permitan la aplicación de agroquímicos depende, principalmente, del precio que están dispuestos a pagar el agricultor o empresa. Tienden a comprar lo que sea más económico y no lo que realmente es necesario para para el tipo de huerto, a esto también se suma como factor relevante las experiencias previas que tengan con alguna determinada marca o proveedor. Según Juan José Torres, ingeniero agrónomo y jefe del departamento de ventas de la empresa de insumos y maquinaria agrícola BRAMELL- nos dice que en Chile, la disponibilidad y costos de repuestos, son sin duda alguna considerados como relevantes a la hora de adquirir productos que permitan el control de plagas y enfermedades en el huerto.

En comparación con otros países, podemos señalar que tanto en Estados Unidos como en Europa, las decisiones de compra de material y suministros para el control de plagas y enfermedades en el huerto frutal se toman de manera considerablemente distintas (C.C.I, 2000), debido a existir normas y fiscalizaciones más estrictas, y una mayor conciencia de inocuidad alimenticia tomando en cuenta que Estados Unidos y Europa son nuestros principales mercados de destino. En el plano regional, latino americano y el caribe, Chile se posiciona como líder en recursos y procedimientos del cuidado de alimentos, pero aún estamos considerablemente abajo del optimo propuesto por FAO.

En Chile, los costos asociados a la adquisición de maquinaria agrícola y productos nuevos para la aplicación de agroquímicos son relevantes (es el mayor costo después de la tierra). Por tanto a modo de ejemplo, un comprador que se siente insatisfecho con su adquisición, le resulta difícil realizar un reemplazo, a menos que esté dispuesto a asumir el costo.

3.5 Organización de la Empresa Agrícola

Las empresas agrícolas chilenas se organizan de manera de mantener un orden y una cierta estandarización dentro de los diferentes predios en las que operan, con el fin de apuntar su producción hacia mercados internacionales. Esta estandarización se aprecia en la cadena de mando con una estructura funcional jerárquica o piramidal.

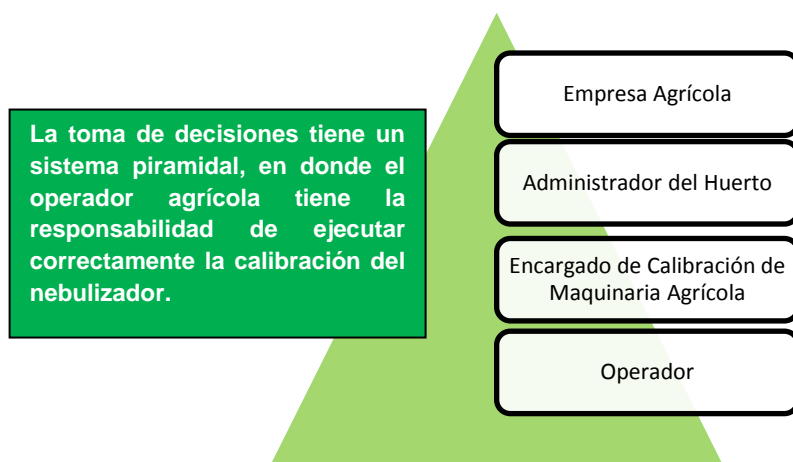
Dentro de la cadena de mando se encuentra en primer lugar el empresario agrícola encargado de las tareas de gestión de la empresa, así como de la toma de decisiones a nivel estratégico, tanto en aspectos económicos como políticos de la empresa. Las decisiones tomadas por el empresario tienen repercusiones en todos los miembros de la empresa y, por consiguiente, en todo huerto que se encuentre bajo su administración.

Es por esto que cada predio cuenta con su propio administrador general, quien maneja el predio según las necesidades específicas del mismo. Por lo general se trata de un ingeniero agrónomo,

con algún grado de especialización en el área de producción de frutas. Este profesional asume las decisiones de compra de productos y maquinaria destinados a manejo sanitario de la fruta. Se señala además que el empresario agrícola a cargo de la compañía pone el capital para la compra de maquinaria e insumos, pero no participa directamente en la decisión y el proceso de la compra como tal.

Existen diferencias notables de nivel de educación según sea la región a la que pertenecen los diferentes actores de la cadena de mando. Los niveles más altos se observan en la Araucanía en al cual el 61% son profesionales y el 30% son técnico, seguidos de las regiones Metropolitana, Maule y Biobío en las cuales más del 60% son técnicos o profesionales. Los niveles más bajos están en la región de Atacama con solo un 31% de técnicos profesionales y en la región de O'higgins con el 32%. También existen diferencias de educación según estrato de tamaño de las explotaciones. En aquellas menores a 12 HRB (Hectáreas de riego básico) el 77% tiene solo educación básica o media, mientras en los estratos mayores solo el 42% presenta ese nivel educacional.

Ilustración 6: Cadena de mando dentro del predio agrícola



Fuente: elaboración Propia

3.6 Responsabilidades y tareas dentro del predio agrícola

El administrador general del huerto, dentro del área de sanidad de la fruta, tiene la responsabilidad de mantener la fruta bajo estándares que le permitan ingresar a los mercados de destino. Para lograrlo, utiliza la aplicación de agroquímicos, los cuales, como ya se mencionó, necesitan de maquinaria agrícola para poder ser distribuidos dentro del huerto. Esta maquinaria es básicamente, una combinación entre tractor y pulverizador, los cuales trabajando en conjunto, transportan y transforman el líquido agroquímico en rocío y lo deposita al interior del árbol.

Para el correcto funcionamiento de los pulverizadores agrícolas es necesario un proceso de calibración, que permite que el agroquímico sea distribuido de manera uniforme al interior y exterior de los árboles del huerto frutal. Este proceso, dentro de los predios o huertos de las grandes compañías en Chile, está a cargo de un técnico que tiene por función, calibrar y mantener la maquinaria agrícola destinada al control de plagas y enfermedades de la fruta. De esta manera, este técnico fija los parámetros de funcionamiento para cada uno de los pulverizadores y tractores que participan en el huerto. Cabe señalar que este técnico, si bien realiza la calibración y/o

mantención de la maquinaria, no es necesariamente el que realiza la aplicación del agroquímico en el huerto. Para esto, este técnico supervisa a una serie de operarios, los cuales, ya sea estén a cargo del manejo del tractor o de la manipulación del pulverizador, son los encargados de distribuir el agroquímico sobre la fruta.

Dentro de esta cadena de mando, un paso crucial dentro del control de plagas y enfermedades en el huerto lo juega el encargado de la calibración de los pulverizadores.

Un pulverizador calibrado correctamente permite la llegada de agroquímicos a la fruta, lo que dentro de la cadena de valor, asegura su entrada al mercado de destino. Una calibración deficiente significa que la fruta corre el riesgo de ser atacada por parásitos, virus, bacterias y enfermedades asociadas. Además, se producen pérdidas de agroquímicos por exo y endoderiva (sobre o bajo el umbral de aplicación), afectando a las plantaciones, hogares y depósitos de agua circundante, entre otros.

3.7 Encargado de Calibración dentro del predio agrícola

Contexto Social

Como se señaló, si bien el administrador agrícola es quien toma la decisión de compra de maquinaria para el control de plagas y enfermedades; el usuario y supervisor del uso y manejo de la máquina, es el encargado de calibración.

En el caso de empresas agrícolas dirigidas por empresarios pertenecientes al estrato socioeconómico medio, es común ver al propietario cumplir los roles de administrador, encargado del huerto y técnico de calibración. Por el contrario, dentro de empresas pertenecientes a empresarios de alto nivel económico, para cada cargo, existe una persona capacitada especialmente para ello.

El encargado de la calibración de las máquinas en el huerto, es por lo general una persona egresada de una escuela agrícola (Cursos diseñados para la calibración, clases teóricas y prácticas de dos semanas de duración en ciertos casos), con conocimientos técnicos especializados dentro del área y manejo de huertos. Su escolaridad es incompleta o completa, y proviene de un estrato social bajo, mayoritariamente C3 (clase media-baja).

Contexto Laboral

Dentro de los distintos tipos de predios que existen en Chile destinados al cultivo de frutales, existen dos que son particularmente importantes: los destinados al cultivo de uva de mesa para exportación y los destinados al cultivo de pomáceas (manzanas, kiwis o peras). Ambos, representan cerca del 65% de la producción nacional, destacándose el cultivo de uvas y manzanas. Debido a esto, una parte importante de los esfuerzos nacionales para controlar la sanidad de la fruta, se concentran en estos dos tipos de plantaciones: Parronales y Manzanos. Los terrenos destinados a parronales son mayoritariamente abundantes en la zona central del país, siendo la VI región la gran productora con cerca de 190 mil hectáreas, seguida por la IV con 179 mil hectáreas y la V con 98 mil. En el caso de los huertos frutales destinados a manzanos, el total de hectáreas en la zona central del país (IV, V, VI y parte de la VII región) alcanza las 630 mil hectáreas, concentrándose en la VII región.

Si bien es la uva de mesa la gran ganadora en las exportaciones nacionales, con cerca de un 41% del total del valor de exportaciones de frutas del país (2.227 millones de dólares), es el cultivo de manzanas la que representa un desafío dentro del control de plagas y enfermedades, ya que son las características físicas del huerto lo que las hacen ser potencialmente más complejas de controlar que los viñedos y parronales, debido a que la altura y la densidad de los manzanos es mayor que la de las viñas, por lo que alcanzar la totalidad del árbol con agroquímicos por medio de los pulverizadores, así como desplazar el volumen de aire presente en el interior del árbol, y asegurar la llegada de los plaguicidas a la fruta, es un factor que representa una complejidad mayor para la calibración de las máquinas por parte del técnico encargado. Por lo tanto, son los técnicos encargados de la calibración de maquinaria agrícola en huertos frutales de manzanas los que tienen un potencial mayor de problemas a la hora de calibrar pulverizadores y maquinaria agrícola en general.

3.8 Momento de aplicación de plaguicida

Para la mayoría de las empresas agropecuarias, especialmente frutícolas, el empleo de plaguicidas, constituye un importante costo asociado a la producción fina. Lo anterior considerando tanto el costo de los plaguicidas como el de los equipos y personal necesario para su aplicación. Sin duda que frente a la aparición de alguna enfermedad, plaga o ante la necesidad de actuar en forma preventiva, los especialistas:

- Seleccionan el plaguicida más adecuado
- Menos contaminante
- Ordenan la aplicación en el momento apropiado y
- Realizan una adecuada rotación de plaguicida, entre otros factores a considerar.

Es decir responden a las preguntas: ¿Contra qué aplico?, ¿Qué aplico?, ¿Cuándo aplico?, ¿Cuánto aplico? Sin embargo, el último aspecto mencionado queda relegado a segundo plano, sumándose preguntas como sobre quién, cómo y con qué medios se realiza el tratamiento. No resulta una exageración señalar que en muchas empresas existe un total descuido por parte de agricultores y técnicos relacionado con algunas de las últimas preguntas (Edmundo Hetz, 2008). Parece claro que no se puede admitir excesos que puedan provocar problemas de fitotoxicidad, alteraciones en el sensible sistema ecológico y un aumento de residuos en las frutas. Tampoco la subdosificación que lleva a un deficiente control de plagas y enfermedades, con la consiguiente disminución de la calidad de la fruta, un creciente riesgo de resistencias y una menor rentabilidad de la producción.

Según Di Prinzio, Magdalena y W. Copes (2003), quien realiza la aplicación se apoya en la experiencia práctica, no siempre correcta, sobre cómo realizar las aplicaciones de plaguicidas, utilizando criterios basados en el sentido común, donde mientras mayor sea la cantidad de agroquímicos erogados, menor será la incidencia de plagas y enfermedades en la fruta. Y el mismo criterio opera a la hora de calibrar las máquinas pulverizadoras para su aplicación. Otra situación no menos preocupante es el estado operativo de los equipos, siendo común que los mismos carezcan de manómetro, tengan el regulador de presión en mal estado, presenten filtraciones, y en general una serie de deficiencias que atentan contra una correcta aplicación (Estos temas serán estudiados en el capítulo siguiente).

Exportadoras

La identificación de las exportadoras es un dato relevante para efectos de este estudio. Se sabe que a través de ella llegan exigencias a los productores en cuanto a los programas de control de plagas, de los tipos de plaguicidas a ocupar, información de carencias, exigencias de certificación en buenas practicas, entre otras. Se puede señalar que las exportadoras de uvas y manzanas (122), trabaja en áreas específicas y con volúmenes pequeños.

Certificaciones

Productos certificados

La tendencia en el país es que los productores certificados en buenas prácticas agrícolas sean aquellos que poseen grandes hectáreas de riego básico, y no así las pequeñas (menores a 12 ha).

Empresas certificadoras

Las empresas certificadoras han crecido en importancia en Chile en los últimos años y han desarrollado capacidades suficientes para hacer un buen trabajo. A pesar de ellos son pocas (3), las que manejan gran parte del mercado. Un dato relevante es que Global Gap es el protocolo de certificación más requerido por los productores frutícolas chilenos.

3.9 Calibración de pulverizadores

La correcta regulación o calibración del equipo tiene como objetivo, lograr el control de la plaga o enfermedad utilizando la mínima cantidad de plaguicida, evitando pérdida de producto y protegiendo el medio ambiente.

Para esto, los encargados de la calibración deben seguir una serie de pasos, entre los cuales se pueden citar el tipo de maquinaria, los tiempos de uso, el tipo de vestimenta que deben utilizar para proteger su salud de los agentes agroquímicos, la manipulación y posterior desecho de los envases de agroquímicos, la correcta utilización de los agroquímicos, medidas legales, sanitarias y limpieza de los equipos, entre otros factores relevantes.

De esta serie de aspectos fundamentales, existen seis que son los que afectan directamente la aplicación de agroquímicos:

- El momento de la aplicación
- La determinación del volumen de plaguicidas
- El tipo de boquillas que se utilizarán
- Presión de trabajo
- Tamaño de las gotas que se aplicarán
- Determinación del caudal de aire

Cada uno de estos aspectos es clave para entender las necesidades técnicas al momento de calibrar los equipos. Para comenzar una regulación, se debe contemplar y corroborar el perfecto funcionamiento de al menos dos elementos, el tacómetro del tractor y el manómetro, si uno o ambos se encuentran averiados, será imposible regular de manera exacta el volumen de aplicación, mucho menos determinar el caudal real de las boquillas a una presión conocida.

Parte importante de los problemas de cobertura del plaguicida dice relación con el inadecuado caudal de aire empleado al momento de la aplicación. Se desconoce la importancia de este factor y en general no suele tenerse en cuenta (Di Prinzio, Magdalena y W. Copes, 2003).

En Chile existen aproximadamente 30 mil equipos pulverizadores, la mayoría de ellos disponen de un ventilador cuya finalidad es generar un caudal de aire suficiente como para reemplazar el aire seco del interior de la masa foliar, y sustituirlo con un volumen equivalente con plaguicidas.

El volumen de aire es específico para cada huerto frutal, en función del tipo de árbol, su altura, distancia entre hileras y estado de desarrollo, entre otros factores relevantes. La corriente de aire generada por el equipo será eficaz en la medida que su velocidad sea capaz de transportar y penetrar al interior del árbol.

Velocidades excesivas en el caudal de aire, provocan elevadas pérdidas de plaguicidas dado la deriva del agroquímico, además de peligro de contaminación a áreas vecinas.

Por otro lado, velocidades bajas se consideran fuera de la acción efectiva del ventilador y por lo tanto inefectivas para lograr el objetivo deseado. El éxito en el control de plagas y enfermedades depende, entre otros, de tres aspectos fundamentales:

- La efectividad del producto utilizado.
- La elección del momento oportuno para el tratamiento.
- El modo de aplicación del producto.

Numerosos casos de fracasos de tratamientos sanitarios que el fruticultor no llega a explicar, porque utilizó un producto reconocido por su eficacia, aplicado en buenas condiciones climáticas y en el momento propicio, son de hecho, debidos a un defecto en el modo de aplicación (Antonin y Fellay, 1976). Un aspecto de importancia a considerar en equipos pulverizadores, lo constituye el volumen de aire que eroga, debido a que el flujo de aire producido por una pulverizadora, permite transportar y depositar las gotas sobre el follaje. La cantidad de aire propulsado, la velocidad y la dirección del mismo, juegan un rol fundamental para la penetración y la distribución de las gotas en las hojas. Según la teoría del cambio de aire (Anderson, 2008), dentro de los árboles frutales, el volumen contenido dentro de los mismos debe ser reemplazado por aire saturado con la solución de agroquímicos.

3.9.1 Técnica TRV (Tree Row Volume)

Metodología que permite relacionar una cierta cantidad de líquido de acuerdo al volumen del follaje existente al momento del tratamiento. Para estimar el TRV⁸, solo se necesita conocer la

⁸ Ver Anexo C.2.1

altura de las plantas (o espesor de follaje) el ancho de copa y la distancia entre hileras. No obstante, se considera que los valores obtenidos deben ser aplicados bajo condiciones normales, tales como, temperatura ambiental menor 25°C, humedad relativa entre 40% a 80%, vientos ambientales menores a 6,5 km/h, de lo contrario, un gran porcentaje de volumen aplicado se depositaría fuera del objetivo, exoderiva de las gotas arrastradas por el viento y endoderiva de las gotas que escurren y se pierden en el suelo.

3.9.2 Problemas en la determinación del caudal de aire real aplicado

Los fabricantes, al hacer entrega de un pulverizador, facilitan al comprador el dato del caudal de aire, pero éste está calculado únicamente con el pulverizador trabajando a su máxima potencia. Esto no resulta útil para el técnico en calibración, debido a que rara vez se trabaja con el pulverizador a su máxima potencia.

En la práctica, debido a la complejidad para calcular el caudal de aire que eroga la máquina pulverizadora, los técnicos en calibración, operan por medio de la prueba y el error. Por medio de una aplicación de prueba en el huerto, realizada con agua en reemplazo de agroquímicos y una serie de probetas de papel hidrosensible colocadas en partes estratégicas de los árboles (el centro del follaje y la copa) se puede determinar la cantidad de agroquímico que está alcanzando en dichas áreas.

Por ello se dice que es una medición indirecta del caudal de aire, ya que es el criterio del calibrador, por medio de la densidad de las gotas en las probetas el que finalmente determina si el caudal del aire es el suficiente. En caso de frutales con alta densidad foliar y gran altura, es imperioso identificar el volumen de aire (del ventilador), que necesita el cultivo para lograr penetrar con gotas a lugares de difícil alcance, como lo suelen ser partes centrales y altas de los árboles. Tanto el volumen de aire producido por el ventilador como la velocidad de avance del equipo, deben ser definidos de acuerdo a las características propias del huerto.

4. Diagnóstico Operativo y Calibración Agronómica de Equipos de Aplicación

En base a diagnosticar el uso de atomizadores en cultivos de manzanos, se evaluaron en tres aspectos esenciales, inspección de pulverizadores agrícolas, regulación de maquinaria para aplicación de plaguicidas y verificación de las aplicaciones en terreno con el fin de poder estimar impacto de las técnicas de aplicación de agroquímicos en fruticultura y su relación con la tecnología e instrumentos utilizados, con el fin de determinar diferentes factores que promuevan aplicaciones ineficientes. Por la dificultad de acceso y la falta de recursos para realizar una investigación de campo con visitas a un gran número de predios frutícolas, se han utilizado estudios de consultoría recientes (Consultora San Francisco, 2010) – junto con opiniones de expertos como: Mauricio Frías (Ingeniero Agrónomo y consultor), estudios INIA empresarios frutícolas (VIVEROSUR).

4.1 Fines de las aplicaciones

Respecto a los fines de las aplicaciones, se presentan diferentes enfoques que desencadenan un conflicto en la toma de decisiones, ya sea por costos, dificultades técnicas o estratégicas que desvirtúan el verdadero objetivo de la aplicación de agroquímicos, y como evidencia del estudio realizado, se muestra que estas decisiones se toman de forma independiente y no como un conjunto o mezcla de estas.

Tabla 1: Diferentes objetivos de aplicación como respuesta a diferentes tipos de decisiones

| Objetivos de Aplicación | Tipo de Decisión |
|--|---|
| Mantener bajo el umbral de daño económico | Relacionado con los grandes costos que conlleva realizar las aplicaciones: <ul style="list-style-type: none">• Insumos y mano de obra |
| Eliminar Plagas y/o enfermedades que afectan la sobrevivencia y desarrollo de una planta y la presentación | Decisión netamente Técnica, no relacionada con resultados (solo eficacia) |
| La cantidad y/o la calidad de una determinada fruta | Decisión netamente estratégica, enfocada en la exportación y volúmenes de venta (solo eficiencia). |

Fuente: elaboración propia a partir de estudio “Fruticultura de avanzada”, FDF.

En adición a lo anterior, generalmente no existe un programa de monitoreo para cada aplicación que se realice en el predio en cual basarse, y en los casos que si existe la calidad de estos es muy precaria. Con respecto al número de veces que se realizan estas aplicaciones, son solo para cumplir una instrucción, gastar una cantidad de agua en un determinado momento y solo dejar un registro de la instrucción en el cuaderno de campo.

4.2 Inspección de Atomizadores Agrícolas

La inspección de atomizadores, concebida como “una oportunidad para comprobar que las operaciones de mantenimiento son las adecuadas y una buena ocasión para diagnosticar el estado

de la máquina, evitando en todo momento que se entienda esta práctica como un mera carga o presión hacia el agricultor”, es una forma clara de identificar los aspectos deficientes de la maquinaria que perjudican el buen uso de plaguicidas, desde el punto de vista técnico, económico, medioambiental y social.

Se evidencia en general una falta de mantención y conocimiento en la utilización de la maquinaria, no sólo del pulverizador sino también del tractor, elemento pocas veces considerado para las necesidades apropiadas. Una cantidad importante cercana al 30% de los tractores utilizados en estas labores, presentan un edad superior a los 15 años, en teoría, so ellos trabajasen en promedio 4 horas diarias, ya sobrepasarían las 18.000 horas, duración por sobre la vida útil descrita para este tipo de máquina, y un 52% abarca a tractores mayores a 5 a 10 años y mayores a 10 a 15 años, cuando se supone que su vida útil son 5 años.

Respecto a la potencia necesaria de un tractor para un huerto frutal, depende del tipo de implementos o de equipos que deba operar. Si bien dentro de los atomizadores con asistencia de aire, para un desempeño óptimo especialmente del sistema neumático (ventilador), de la bomba, agitación y arrastre, el tractor debiera tener potencia mínima de 80 hp, pero solo un 17% cumple este requisito, el restante presenta deficiencias en las capacidades operativas, más aun en condiciones desfavorables de nivelación y condiciones físicas del suelo.

En relación a los equipos de aplicación, el tipo pulverizador más utilizado para realizar las aplicaciones al follaje, es el atomizador de arrastre hidroneumático, presentado en 3.3.

La proporción de utilización, de este tipo de equipos, con respecto a los otros es de un 77,5% y con un porcentaje más bajo se encuentran los pulverizadores hidráulicos de barra con un 20,61% (principalmente para herbicidas). Considerando la calidad de los pulverizadores, especialmente de los hidroneumáticos, las deficiencias suelen ser múltiples y reiterativas, la mayoría por uso, desgaste y falta de mantención⁹. Sin embargo, algunos elementos no son los adecuados, incluso cuando los equipos son nuevos, dependiendo principalmente de la procedencia de fabricación.

Se destaca que en nuestro país, se utilizan principalmente pulverizadores de fabricación nacional, aproximadamente de un 57% para manzanos; se deduce que la elección de equipos de fabricación interna, se deben principalmente por el valor económico, asistencia post venta y disponibilidad de repuestos. Sin embargo, la fabricación de los pulverizadores nacionales, suelen ser confeccionados bajo normas no estandarizadas y sin el criterio europeo de calidad, generando normalmente falencias en la calidad de aplicación y seguridad del operador. Sin duda, los detalles que son recurrentes en pulverizadores nacionales, pueden ser mejorados y subsanados si estos tuviesen una normativa de certificación y comprobación antes de salir al mercado, asegurando la calidad de sus parámetros y su funcionamiento.

Respecto a los parámetros generales, se observa que al gran mayoría de los productores, adquieren el equipo pulverizador considerando la marca por recomendaciones cercanas, el tamaño del estanque y el tipo de bomba. Sin embargo, se recomienda hacerlo en base a requerimientos técnicos del cultivo y de la potencia que se suministra para su ideal funcionamiento, es por esto, que es importante conocer, en orden prioritario, el tamaño del ventilador y sus caudales de aire bajo ciertas condiciones, el número y tipo de boquillas, tamaño de la bomba según volúmenes de aplicación, facilidad de accionamiento del sistema hidráulico

⁹ Ver ANEXO D.2.1

(mando de regulación de presión y caudal), sistema cortagotas o antigoteo, deflectores de viento, neumáticos de alta flotación, entre otros aspectos.

Los elementos deficientes más comunes, con respecto a la eficacia de las pulverizaciones, la seguridad del operador y riesgo de contaminación al medio ambiente son: 1) la falta de protección de la junta cardánica, elemento que impide que parte del cuerpo o ropa del operador sea enrollada por el eje que transmite el giro desde el tractor hacia el equipo, 2) ausencia de deflectores de vientos, elementos que ayudan a dirigir la corriente de aire que genera el ventilador, la cual lleva consigo las gotas pulverizadas, 3) baja capacidad de filtrado, principalmente ausencia de filtros en boquillas o sistemas de filtrado en línea, efecto que provoca constante tapado de boquillas más cuando son de pequeño tamaño y 4) rejilla de protección del ventilador.

Continuando con la inspección de atomizadores, se varios aspectos desfavorables que afectan directamente la eficacia de la aplicación. Por ejemplo se puede observar con frecuencia los manómetros, instrumento que debe indicar al operador la presión a la cual se está trabajando, con graduación exagerada (no más de 25 bares o 362,5 PSI y graduación a cada 1 bar de presión) lo que impide realizar una regulación de manera precisa. También se pueden observar filtros de succión o filtro principal, ubicado en el circuito hidráulico antes que el líquido entre a la bomba. Este se encuentra con la alta cantidad de impurezas, la mayoría de grueso tamaño, debido principalmente, por utilizar aguas de cauces naturales y ausencia de filtro en la boca de llenado. Este exceso de impurezas, provoca un esfuerzo exagerado de la bomba para succionar el líquido desde el tanque.

Las deficiencias de la maquinaria pueden ser múltiples, influyendo sustancialmente en el costo económico, social y ambiental. Por ejemplo las fugas por fatiga de material pueden llegar fácilmente a un 5% del volumen aplicado, no solo generando mermas económicas si no una contaminación directa del suelo, incluso llegando a napas freáticas (contaminación redicular, la cual es muy gravísima).

Ilustración 7: Descripción Técnica del equipo pulverizador



Equipo Típico en Chile:

- Equipo básico de Tecnología Antigua.
- 1500 litros (se fijan en la capacidad de mojado solamente).
- Ventilador axial sin ordenador.
- Ventilador Pequeño
- 7 a 9 boquillas/lado
- Deflectores Cortos
- Poca capacidad de filtrado
- Neumáticos normales
- Al equipamiento básico, se le suma la mala calidad de mantención y limpieza del equipo y los instrumentos

4.3 Regulación de maquinaria para la aplicación de plaguicidas

Se describe que los pulverizadores con asistencia de aire, especialmente los hidroneumáticos, trabajan de manera óptima, cuando el eje de la toma de fuerza (TDF), gira entre 450 a 540 rpm. Por una lado, una revolución menor a la mínima mencionada, se ve comprometido el buen funcionamiento de la bomba, especialmente por el impulso constante de un caudal uniforme, así también, posibles problemas de agitación ya sea mecánica o hidráulica. Por otro lado, una revolución mayor a 540 rpm, puede ocasionar problemas mecánicos tanto en la bomba hidráulica como en el ventilador, no obstante, se describe que a esta velocidad de giro, se maximiza el trabajo de la bomba y de la capacidad de aire que pueda producir el ventilador. Sólo un 42% de los tractores, trabajaban a las revoluciones recomendadas, el restante 58% lo hacían a revoluciones inferiores, afectando el trabajo en las condiciones que ya se ha mencionado.

4.3.1 Ajustes de Volúmenes y Velocidades

Las estimaciones del volumen de agua a utilizar por hectárea, se basan específicamente de acuerdo al tipo de pulverizador, el tipo de tratamiento (Plaga o enfermedad) y en especial al volumen de vegetación presente en el huerto, técnica que hemos introducido anteriormente como TRV.

El estudio nos dice que existe una mala planificación e instrucciones poco claras y precisas por parte de los encargados del huerto para determinar aquel volumen¹⁰. En Adición, se observa que los predios donde se aplica correctamente el volumen requerido, son los menos, observándose en la gran mayoría (89,5%) que el volumen aplicado es superior al que el cultivo necesita. Uno de los factores que explica esto, es el desconocimiento de técnicas como el TRV para estimar volúmenes adecuados y por otro parte, el comprender el concepto de entregar el volumen de aplicación de la forma más uniformemente posible sobre el objetivo, evitando en todo los casos pérdidas por deriva o escurrimiento. De esta forma, es muy común encontrarse con atomizadores con un bajo número de boquillas, menos de 28 para manzanos, con caudales elevados, ya sea por el tamaño excesivo de la boquilla como por presiones muy elevadas. Al bajo número de boquillas, se suma que sólo un 32% utiliza las boquillas adecuadas para la fruticultura (boquilla de cono). Para este tipo de boquillas los fabricantes aconsejan rangos de presiones para asegurar un tamaño óptimo de gota y por ende un cubrimiento lo más uniforme posible, normalmente se recomienda un mínimo de 7 bares (101,5 PSI) y un máximo de 14 bares (203 PSI). Presiones por debajo del mínimo, se corre el riesgo de generar un bajo número de gotas de grueso tamaño (> 500 micras), normalmente tan pesadas que escurren por el follaje y finalmente terminan perdiéndose en el suelo,; una presión por sobre lo recomendado, las gotas tienden a ser más finas, muy sensibles a la deriva y desplazadas fuera del objetivo. La tendencia indica que productores utilizan altas presiones, en alguno casos sobrepasando los 20 bares de presión, esto se debe principalmente a tratar de alcanzar volúmenes por sobre lo recomendado, como también por la baja calidad de las boquillas con las que se realizan las aplicaciones.

Como bien se ha descrito anteriormente, un gran porcentaje de los volúmenes aplicados actualmente son elevados respecto a lo que realmente necesita el cultivo, o más bien la plaga o enfermedad para que estas sean controladas. No obstante, no solo preocupa la forma como se estiman esos volúmenes, sino también, la forma como son aplicados. La mayoría regula la cantidad de mezcla, a través de la presión de trabajo y la velocidad de avance, y una leve minoría interviene el número de boquillas y su tamaño; esto último resulta lo más correcto. La eficacia de las aplicaciones depende en gran medida del cubrimiento, vale decir deposición de un gran número de gotas de tamaño efectivo sobre el objetivo. Para el tipo de pulverizadores en estudio, esto depende del tipo y cantidad de boquillas, presión de trabajo, capacidad de transporte de las gotas (caudal de aire del ventilador) y de la velocidad de avance. Esta última inversamente proporcional al cubrimiento, es decir, a mayor velocidad, menor es el cubrimiento.

Además, nuestros programas fitosanitarios están planteados en base a mojamiento y no a cubrimiento. Por lo tanto no hay una preocupación para realizar un control, lo que les interesa es que se realice la aplicación y se registre esta acción.

Tabla 2: Diferencias entre los conceptos de mojamiento y cubrimiento

| Mojamiento | Cubrimiento |
|------------|-------------|
|------------|-------------|

¹⁰ Ver anexo D.1.1

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de agua aplicada por cada hectárea. • Sin importar su distribución. • No garantiza control de nada. • Se puede aplicar a cualquier velocidad de avance, sin importar tamaño y complejidad de la planta, ni tamaño y capacidad del ventilador. | <ul style="list-style-type: none"> • Tiene que ver con la distribución de las gotas (y el agroquímico) aplicadas. • No tiene necesariamente directa relación con el volumen de agua aplicado. • Tiene directa relación con el tamaño y la complejidad de la planta a tratar. • Tiene directa relación con la velocidad de avance. • Tiene directa relación con la capacidad del ventilador de la máquina pulverizadora. |
|---|--|

Fuente: Elaboración Propia

Los ajustes de volúmenes de mojamiento se realizan en base a la experiencia (“al ojo”) sin la ayuda de instrumentos que permitan medir cada una de las variables necesarias para la determinación del volumen. El estudio muestra que estos ajustes pueden ser realizados por diferentes personas y criterios: del propietario, de asesores, del encargado del huerto, del encargado de las aplicaciones, del operador o de una mezcla de los anteriores. Lo que nos dice la baja estandarización y diferencias de este procedimiento, entre los diferentes predios agrícolas y las personas encargadas, que muchas veces estos últimos no saben o no manejan el tema.

Los ajustes de las velocidades de avance, también se realizan en base a la experiencia y en ausencia de herramientas. Al utilizar pulverizadores de arrastre estos son empujados por tractores, los cuales carecen de un velocímetro que indique la velocidad real de avance en los diferentes momentos y lugares del predio (no se recomienda velocidades por sobre los 5,5 km/h en condiciones máximas de follaje, siempre y cuando se utilice el caudal de aire adecuado, una presión dentro de los rangos recomendados y un número de boquillas suficientes).

La velocidad promedio de avance utilizada en Chile es de 4.5 a 6 km/h (75 a 100 m/ minuto). El productor busca demorarse lo menos posible en la aplicación, por ejemplo, si es posible que se realice el trabajo a 7 km por hora, es mejor que a 3 y que el equipo quede disponible rápidamente para ser utilizado en otro sector o usar el tractor para otro equipamiento (recursos limitados). Un 62,3% de los casos realiza aplicaciones con una velocidad elevada, principalmente por falta de maquinaria en huertos de grandes superficies.

Tabla 3: Elementos más utilizados para la calibración y aplicación de agroquímicos

| | |
|---------------------------------|--|
| La “Experiencia” | Elementos que no aseguran la Correcta calibración de la maquinaria y |
| La Presión de la Bomba | |
| Las rpm del tractor | |
| Las gamas y marchas del tractor | |

| | |
|---|------------------------------------|
| O una combinación de todos esos elementos | Aplicaciones eficaces y eficientes |
|---|------------------------------------|

Fuente: Análisis, consultoría San Francisco, 2010

4.4 Verificación de la aplicación

Un porcentaje muy bajo de los productores verifican el trabajo de la aplicación, contentándose solo con asegurarse que la aplicación se realizó, chequear volumen aplicado, solo por mojamiento, y anotar la realización en el cuaderno de campo. Las anotaciones no controlan, por lo tanto no hay control y no garantizan control de los procesos. Por lo tanto a los escasos conocimientos sobre ajustar los volúmenes de aplicación, se le suma la baja cantidad de productores que comprueban la calidad de las pulverizaciones, es así como sólo 1 de cada 19 huertos, utiliza alguna metodología, como el papel hidrosensible.

4.5 Dependencia de la aplicación

Los resultados de una aplicación deberían depender de una estrategia completa diseñada y del seguimiento de las instrucciones de aplicación: calibración, momento de la aplicación, producto a utilizar, dosis, etc. Pero al observar la cadena de mando vemos que los resultados finales recaen en último eslabón de esta, el operador.

Ilustración 8: Operador calibrando maquinaria pulverizadora



Desde el trabajo de consultoría realizado por Mauricio Frías de un total de 1.427 operarios entrevistados entre el 2003 al 2010, se obtuvo la siguiente caracterización:

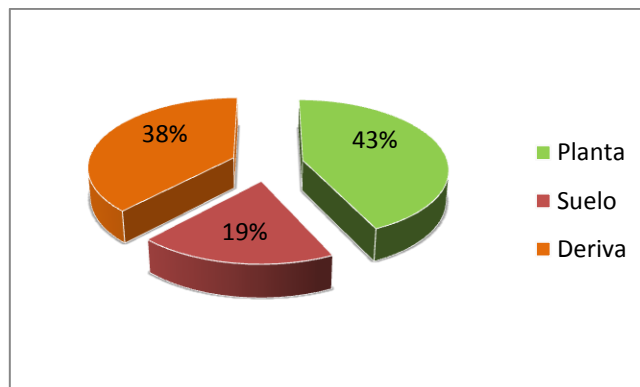
Tabla 4: Caracterización de los Operadores de las maquinas pulverizadoras

| Operadores | | |
|------------|---------------------|---------|
| Sexo | Masculino | 100% |
| | Femenino | 0,0% |
| Edad | 20-30 años | 24,80% |
| | 31-40 años | 38,7% |
| | 41-50 años | 27,6% |
| | 51-60 años | 8,9% |
| | 61-70 años | 0,0% |
| | Promedio | 37 años |
| Educación | < 4° básico | 10,1% |
| | 5° y 6° básico | 11,7% |
| | 7° y 8° básico | 48,4% |
| | 1° y 2° medio | 12,3% |
| | 3° y 4° medio | 11,9% |
| | Técnica | 5,6% |
| Limitantes | Lectura | 18,0% |
| | Escritura | 21,1% |
| | Lectura y escritura | 17,0% |

4.6 Eficiencia de una aplicación promedio

Intuitivamente según el siguiente grafico se puede observar la falta de instrumentalización y utilización de tecnología que permita direccionar las aplicaciones a la planta y que efectivamente el agroquímico permanezca en el objetivo de aplicación (K. Werth, 2010), por lo tanto la nube de gotas debido a una mala calibración de la maquina pulverizadora y ajustes inapropiados de las boquillas, más del 50% no llega a la planta siendo depositado el agroquímico en el suelo o deriva.

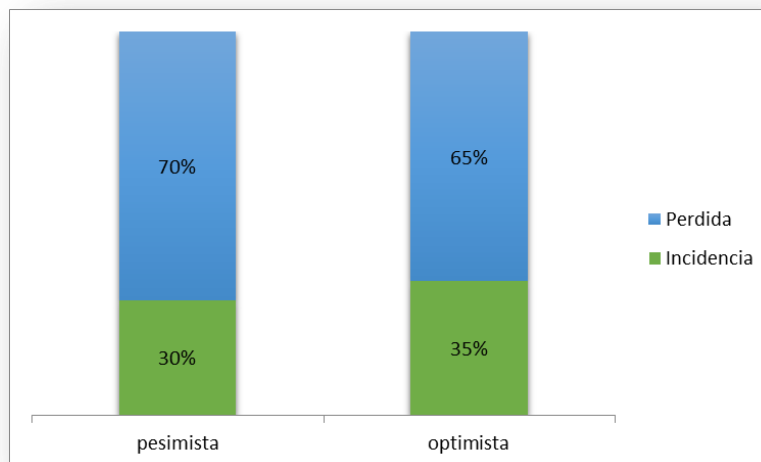
Grafico 2: Porcentaje de incidencia y destino de la nube de gotas erogada desde un pulverizador de arrastre



Fuente: Elaboración propia a partir de entrevista a Mauricio Frías

Como resultados de la aplicación, de cada 100 Litros aplicados, entre un 30-35% llegan a la planta (Incidencia) y entre un 65-70% se pierden (Perdida) por evaporación debido al uso de caudales de aire muy altos que disminuyen el tamaño de la gota del rocío, gotas grandes al suelo, goteo desde las plantas y goteos de estanques.

Grafico 3: Eficiencia aplicación de agroquímicos



Fuente: Elaboración propia

En los últimos años, ni los equipos ni las tecnologías de aplicación han cambiado sustancialmente. Lo que más ha cambiado son los materiales con que se fabrican los equipos y los diseños. En conclusión nuestro sistema de aplicación es poco eficiente por naturaleza, y tiene estrecha relación con lo que se denomina buenas prácticas agrícolas (BPA).

4.7 Resumen de los principales errores del proceso de aplicación

Tabla 5: Tipo de errores cometidos que dificultan la realización de una buena calibración

| Tipo de Error | Errores |
|---------------|---|
| Aplicación | <ul style="list-style-type: none">• Alta velocidad de aplicación.• Sin relación entre capacidades del ventilador y el volumen de la planta.• Volumen de agua no ajustado.• Volumen de agua mal distribuido.• Uso de varios equipos en tándem, equipos con diferentes capacidades. |
| Equipos | <ul style="list-style-type: none">• Baja ingeniería de diseño. |

| | |
|------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Ausencia total o parcial de deflectores. • Volumen de aire mal distribuido. • Manómetros de rango muy abierto (poco precisos) • Manómetros “invisibles “para el operador. • Exceso de presión de trabajo. • Pocas boquillas. • Boquillas mal distribuidas. • Insuficiente y mal mantenido sistema de filtrado. • Mala relación de potencia ofrecida y demandada. (tractor vs ventilador) |
| Encargados | <ul style="list-style-type: none"> • Indicaciones de operación vagas. • Insuficiente conocimiento. • Formularios de indicaciones poco precisos. • Poco control efectivo (no de guardianes) |
| Operadores | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de escolaridad. • Les cuesta entender las instrucciones (aunque esté escrita, aunque se la digan verbalmente). • Aplican su criterio para trabajar • Se ajustan a los volúmenes indicados, pero casi siempre con aplicaciones a mayor velocidad y presión de las indicadas o razonables. • No entienden de cubrimiento. |

Fuente: elaboración propia

4.8 Conclusiones del capítulo

De los antecedentes expuestos, se detecta la necesidad de renovar y mejorar la maquinaria vinculada a la aplicación de plaguicidas, para lo que se requiere intervenir en nuevos tractores y equipos pulverizadores que cumplan con los requerimientos técnicos apropiados, con lo cual se incrementaría la eficiencia en el control de plagas minimizando adicionalmente los impactos ambientales.

Muchos productores agrícolas, tienen un alto grado de desconocimiento del ajuste correcto del volumen de aplicación. Las cantidades de mezcla son establecidas de forma incierta, sobre estimaciones que incluso vienen recomendadas en las etiquetas de plaguicidas y que no consideran el tamaño de las plantas, el tipo de tratamiento (plaga, enfermedad, entre otros), ni el tipo de maquinaria. Lo anterior se debe a la falta de conocimientos de técnicas de o metodologías

de aplicación como la TRV. Sin embargo, **la calidad de las aplicaciones no sólo obedece al volumen de aplicación, sino de una serie de factores propios de la maquinaria, como también condiciones externas.**

Con respecto a otro tipo de condiciones, los expertos indican que la **escasez de mano de obra y de calidad**¹¹, tiene una incidencia importante en la calidad de las aplicaciones. Ejemplificando, en general el nivel de educación del operador es bajo, muchas veces incapaz de seguir y entender las instrucciones entorno al procedimiento de aplicación, que finalmente se traduce en una aplicación “a su pinta”, y a esto se le suma el hecho que muchas veces el trabajador no llega a realizar su trabajo y tenga que subir al tractor otro empleado con poca o nula experiencia. De esta forma, como el sentido de las aplicaciones es proteger al fruto de plagas y enfermedades, los operarios le “meten chala”, palabras propias utilizadas por los productores, provocando aumentar la presión de trabajo, los volúmenes de aplicación y la velocidad de avance, sin presentar un parámetro claro para su ajuste; lo cual la gran mayoría sólo lo hace para lograr “mojar”.

Ahora bien, también se pone sobre la mesa la siguiente pregunta, ¿De quién es la responsabilidad o culpa si una empresa quiebra? ¿De los empleados o de los Jefes?... evidentemente es culpa de las personas que dan las instrucciones y manejan el negocio, por lo tanto la escases y baja calidad de la mano de obra es consecuencia de los malos hábitos propios de la cultura frutícola. Por lo tanto el monitoreo y control de las actividades se deben convertir en tareas esenciales y primordiales, junto con el uso de **herramientas que faciliten la gestión predial**, ya que si consideramos que los tamaño de las explotaciones va en aumento, sobre 150 ha ya se convierte en una necesidad, considerando que los costos de producción van en aumento, como la mano de obra que ha aumentado unas 4 veces en los últimos 10 años, así mismo como el precio del petróleo, entre otros factores.

Ahora desde el punto de vista económico y comercial, el **mayor problema** para los productores frutícolas y su competitividad, corresponde a la **perdida de plaguicida por deriva**, que alcanza un 30% aproximadamente. El hecho de que se utilicen volúmenes excesivos en el mojamiento ha permitido reducir casi en su totalidad prácticamente la aparición de plagas y enfermedades, ya que a nivel global, es decir del total de la producción que va a exportación (sin hacer referencia a productores individuales) solo un 4% es rechazado lo cual se considera aceptable en términos agronómicos.

Si consideramos que la producción de manzanos tiene un costo de 20 centavos de dólar por kilo, y la producción promedio de los huertos es de 60 ton/ha, se obtiene un costo de producción de US\$ 12.000 por hectárea. La mano de obra corresponde a una 65% (US\$ 7800/ha), agroquímicos 20% (US\$ 2400/ha), y un 15% (US\$1800/ha) Maquinaria de aplicación. Por lo tanto, si por deriva se desperdicia un 30% (hay casos en que puede ser un 10%, pero no menos que esto) de productos, esto tiene un **costo para el productor de US\$ 720/ha en pérdidas**, y evidentemente se acrecienta a medida que aumenta el número de hectáreas.

Finalmente, con respecto a las incidencias en los costos de rechazo por niveles de agroquímicos que superan máximas aceptables (LMR, límite de residuos) para la exportación, las liquidaciones del productor no se ven afectadas a pesar que no se cumplan con los límites de residuos mínimos (en el mercado chileno son superados en un 20% o el doble de lo aceptado en ciertos casos). Esto se debe a que existe una **carencia** de los productos agroquímicos, que nos habla del tiempo que dura el producto activo, por lo tanto si aplicamos un producto que tiene una carencia de 30 días

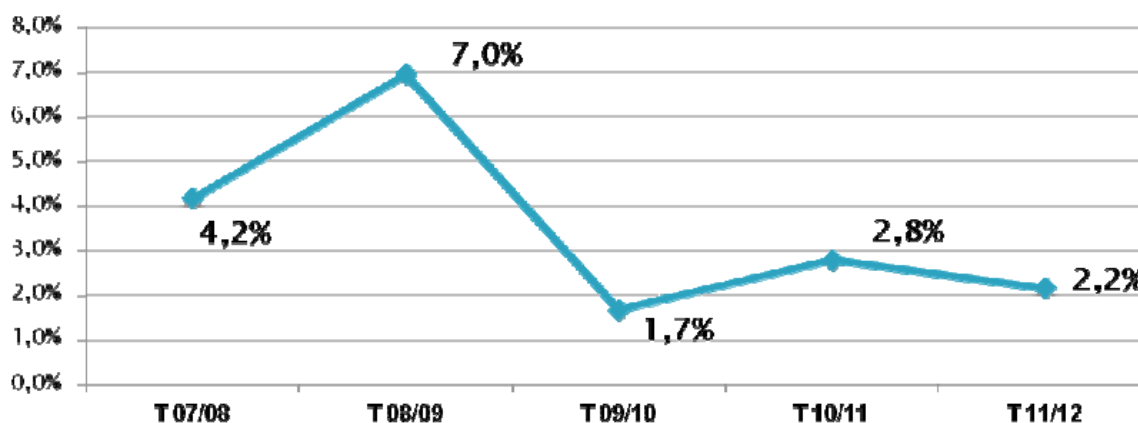
¹¹ Ver Anexo D.3.1

un poco antes o dentro de la temporada de cosecha, y luego en el proceso de empaque y ya embarcado antes de llegar a destino han pasado esos 30 días el producto es aceptado, aunque en teoría ese producto no debiese ser consumido. Por lo tanto, el productor a pesar que utiliza cantidades excesivas de plaguicidas, está aprendiendo a manejar los tiempos y se ve reflejado en número de rechazos que va en disminución.

Ilustración 9: Evolución rechazos de manzanas en mercados de destino por LMR

Fuente: ASOEX.

EVOLUCION DEL NIVEL DE RECHAZO EN ULTIMAS TEMPORADAS (Porcentaje Global)



Con respecto a los equipos de aplicación, verdaderamente, no importa su edad o antigüedad, lo que importa es el estado, la calidad de mantención, la capacidad operativa (ventilador, bomba, boquillas, filtros y deflectores) y las innovaciones incorporadas que le permitan actualizarse y maximizar la prestación que involucren cubrimiento y control.

De la mano de las innovaciones tecnológicas, es necesario diseñar programas completos de control de procesos, para asegurar la justificación de su uso. Ya que la tecnología por sí sola no resuelve el problema, comprar un equipo de última generación y no manejarlo bajo criterios de máxima eficiencia, no sirve, no cambia la situación del problema y con posibilidades de empeorarla. El uso de equipos más antiguos adecuadamente modificado y calibrado con criterios agronómicos, sirve y mucho más en ciertos casos, dependiendo del tipo de huerto y necesidades especiales.

A los componentes antes mencionados, se le debe sumar el uso adecuado de instrumentos de medición. Al trabajar a campo abierto sobre las plantas y mezcla, es necesario conocer las condiciones del clima, como el viento, temperatura, humedad relativa o lluvia. Todas variables que afectan realizar una óptima aplicación de agroquímicos y el funcionamiento de la maquina pulverizadora.

5. Análisis Técnico-Económico Entorno a la Innovación

Como base del análisis es necesario tomar en cuenta cuales son los criterios o factores claves en los procesos de toma de decisiones de compra o selección de equipos, para luego en base a estos criterios (drivers de valor) incorporar las sugerencias necesarias para la confección de la estrategia de introducción.

5.1 Criterios del proceso de toma de decisiones de compra o selección de equipos

Se puede pensar que tradicionalmente el criterio de mayor importancia y ponderación en este tipo de decisiones es el factor económico, es decir “Comprar Barato”, aunque eventualmente existen excepciones y priman otros criterios como el de la oportunidad de realizar una labor determinada o bien el aspecto técnico entre otros. Un claro ejemplo, es el del equipo Atomizador, el cual luego de un **detallado análisis económico** puede indicar un número de hectáreas u horas de uso anuales para justificar su adquisición - están fuertemente relacionadas con el proceso de aplicación de plaguicidas (operación)-, las que por la dimensión del campo no alcanzan a justificar su compra, lo que económicamente se solucionaría con el arriendo del implemento. Sin embargo, la oportunidad de realizar esta labor (de suma importancia para el éxito del cultivo) justificaría su compra cuando el número de horas o hectáreas este levemente por debajo de lo que el análisis indicó.

Entre los aspectos más importantes que deben tomarse en cuenta en la decisión de comprar equipos se encuentran:

- La labor que se pretende realizar (aspectos técnicos).
- La disponibilidad de tiempo que se tiene para ejecutar las labores.
- Como se realiza actualmente esta labor, ya sea implementos arrendados (con máquinas de tecnología obsoleta, etc.), que alternativas existen o bien si se trata de una nueva actividad.
- Evaluar las distintas alternativas para realizar la labor.

Por lo tanto la compra o selección representa una inversión económica de gran relevancia, por lo que tomar decisiones al respecto es de suma importancia. Por otro lado y dadas las condiciones señaladas en la introducción del proyecto (globalización de los mercados) resulta fundamental el conocer los costos asociados al uso de los equipos, donde existe una diferencia entre un equipos arrendando o propio. Para el caso de arriendo conocer los costos se facilitan puesto que se divide el costo total por el número de horas o hectáreas trabajadas, en cambio con maquinaria propia el cálculo se torna un poco más complicado al considerar factores como: seguros, reparación y mantenimiento, lubricantes, combustible, mano de obra, etc. Ahora bien, dentro de las conclusiones realizadas en el análisis operacional queda en claro la capacidad y los conocimientos técnicos son insuficientes por parte de los propietarios y los operarios de la maquinaria, por lo general han llevado a altos costos de operación haciendo que las inversiones en mecanización sean menos atractivas- carencia de conocimientos de agro-negocios y débil sentido comercial-, lo que lleva a pensar que la decisión primordial se basa en: el precio de adquisición o valor económico, la marca (representa supuesta calidad de los equipos), asistencia técnica post venta, disponibilidad de repuestos y por último la tecnología, ya que se utilizan principalmente equipos de fabricación nacional con valores cercanos al 60% para los productores de manzanas.

5.2 Valor de la herramienta desarrollada

La herramienta desarrollada, “**dispositivo de medición de caudales de aire y sistema de monitoreo móvil**”, se debe considerar como una herramienta de la familia de Agricultura de Precisión (AP), ya que a pesar de introducir un instrumento de medición a los excesivos vientos utilizados en la aplicación de agroquímicos relacionados con un control aerodinámico deficiente, no corresponde a una innovación en el producto o materiales utilizados (anemómetro, bobinas, microcontrolador, etc). La innovación ha consistido en adaptar y evaluar las condiciones locales, es decir, corresponde a una **innovación del proceso**, al permitir considerar las variables relevantes que influyen en la calibración de equipos y la correcta y eficiente aplicación de los insumos, lo que también la convierte en una **innovación de gestión** predial.

A diferencia de lo que pueden ser otros desarrollos tecnológicos cuya aplicabilidad es prácticamente inmediata, las herramientas tecnológicas en la agricultura de precisión requieren un esfuerzo adicional para ser **funcionales** (contrario al concepto de mecanización), toda vez que interactúan con el cultivo (elemento vivo) y su medio ambiente, por lo que su efectividad y diseño de aplicación deben ser corregidos y adaptados.

Por lo tanto, es dispositivo se considera como una tecnología que es fundamentalmente un herramienta de apoyo a la gestión del manejo productivo de una explotación agrícola. Tiene como gran ventaja la posibilidad de monitorear condiciones del predio y del cultivo, describir tales condiciones de manera más objetiva y mapear el huerto en función de las condiciones del suelo, vigor de las plantas, entre otras. Permite generar un conjunto de informaciones con un mayor grado de precisión que facilitan la implementación de programas de manejo específicos atendiendo a las condiciones de la explotación y los resultados que se esperan obtener de ella. Todo esto se pueden ver en beneficios tales como:

- Optimización de los recursos productivos.
- Un mejor uso de los insumos (Agroquímicos).
- Un aumento de los niveles productivos del cultivo, más cercanos a su potencial.
- Una mayor optimización de labores y uso de mano de obra.
- Posibilidad de mejorar la calidad de los productos cosechables por un manejo más preciso
- Mejor manejo de los costos.
- Manejo general del huerto más amigable con el medio ambiente o menos impacto medioambiental, al evitar el exceso de uso de agroquímicos y/o fertilizantes.

Con todos los antecedentes entregados, es importante indicar que la **valoración del uso de la herramienta depende de cada caso**, de acuerdo al conjunto de variables con las que se hubiera trabajado, **el tipo de explotación** y nivel de intervención una vez aplicada la herramienta. Aunque como referencia se puede decir que el uso de instrumentos AP como conjunto de un sistema de información geográfica (SIG) y posicionamiento global (GPS) solamente, sin incorporar otras funciones, estas ayudan a mejorar el proceso creando y fortaleciendo un sistema de gestión más acotado, sabiendo el costo que genera la aplicación y el lugar (Ej. no pasar dos veces por la misma zona de aplicación) haciendo el trabajo mucho más fácil y automatizado. Un ejemplo exitoso de los beneficios de las AP se presentan en la agricultura de pradera, siendo **primer sector agrícola de Chile en adoptar** este tipo de herramientas permitiendo poder trabajar sobre **25 ha/día** y en ciertos casos trabajar **500 hectáreas** con una sola persona, describiendo además resultados que han permitido **mejorar la productividad** en maíz en hasta un **50%** o **disminuir sus costos** de producción en un **24%** por efecto de la disminución en el uso

y aplicación de agroquímicos sumándose a esto **disminuir costos en el uso del agua** hasta en un **40%** en un grupo de vitivinicultores del valle de Itata, Séptima región. En este sentido, se debe resaltar nuevamente la importancia del tipo de explotación y fruto que se desea producir para lograr saber con mayor exactitud los beneficios que conlleva el uso de este tipo de tecnología.

5.2.1 Conveniencia económica para el productor fruticultor (Manzanos)

Con el fin de validar el funcionamiento del **dispositivo de medición de caudales de aire y sistema de monitoreo móvil**, se realizaron pruebas en forma separada de los componentes del proyecto. Primeramente se realizó en la estación experimental de Pirque de la Pontificia Universidad Católica de Chile sólo pruebas entorno al dispositivo de medición de caudales. Las pruebas consistieron en realizar aplicaciones en un huerto frutal de manzanas, en dos grupos, el primero liderado por un operario de la estación experimental quien calibró el conjunto atomizador de acuerdo a las especificaciones del huerto para ese día (grupo de control), utilizando la técnica **TRV** descrita en uno de los capítulos anteriores para determinar el volumen correcto de aplicación. El segundo grupo (Grupo de prueba) utilizando la misma técnica, calibra la máquina y realiza la aplicación utilizando la herramienta de medición de caudales de aire.

Para determinar la exactitud de cada aplicación se dispuso de los papales hidrosensibles de 3 x 5 cm, colocados en lugares estratégicos de un árbol central de la hilera del huerto frutal. Simulando la aplicación de un fungicida, se espera que existan, alrededor de 70 gotas por centímetro cuadrado. De acuerdo a lo anterior y determinando los parámetros de calibración (Potencia, velocidad de avance, tamaño gota desde las boquillas, entre otros) para ambos grupos, los resultados de las pruebas son las siguientes:

Ilustración 10: disposición de los papales hidrosensibles para la medición de precisión en la aplicación de agroquímicos



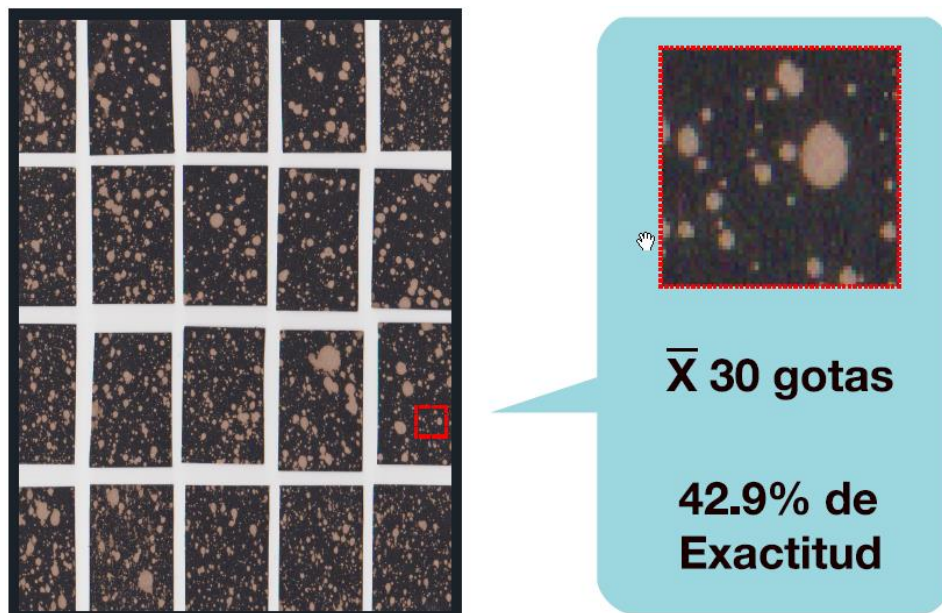
Operario del huerto colocando probetas de papel hidrosensible al interior del follaje del árbol.

Fuente: Elaboración propia

El grupo de control obtuvo en promedio 30 gotas por cm^2 , lo que representa un 42,9% de exactitud en la aplicación. Por otro lado el grupo de prueba obtuvo un promedio de 64 por cm^2 , lo que representa un 91,4% de exactitud en la aplicación. Dado lo anterior, la calibración por medio

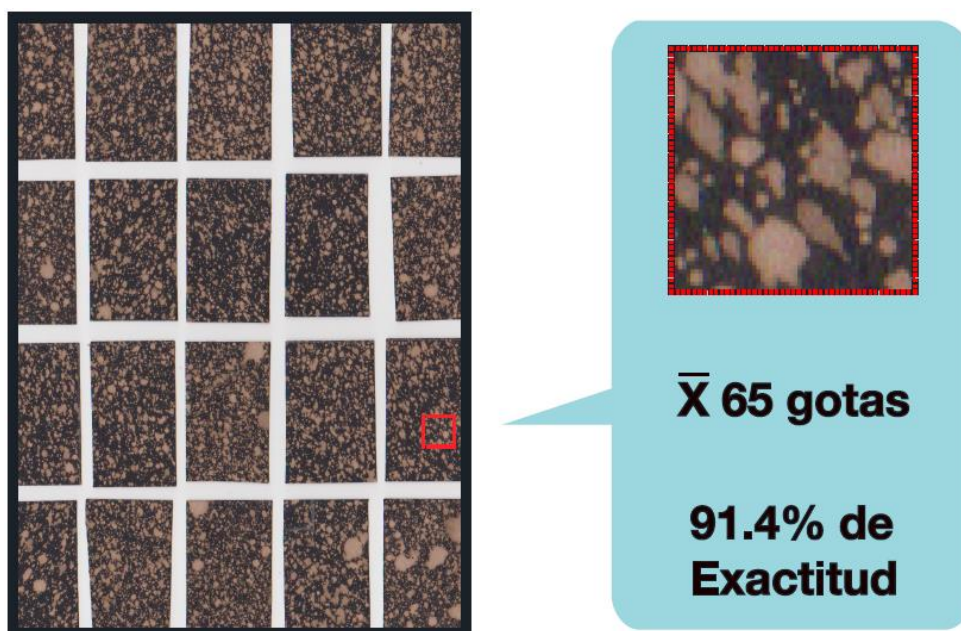
del sistema de medición de caudales de aire contribuyo a **aumentar en un 48,5% la exactitud de la aplicación de agroquímicos**, lo que no solo asegura una aplicación efectiva, sino que también considerando la inspección y calibración de los atomizadores, se puede en promedio, **reducir en manzanos un 30% el volumen utilizado actualmente por los productores**, mejorando así la eficiencia del proceso.

Ilustración 11: Exactitud de aplicación Grupo de Control



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12: Exactitud de aplicación Grupo de Prueba



Fuente: Elaboración propia

En relación al **sistema de monitoreo móvil**, se utilizó referencia de proyectos que hayan utilizado tecnología similares o afines, principalmente viñedos, con el fin de poder estimar y medir el impacto de aplicación de esta tecnología.

Al cabo de una temporada, se debería observar que los cambios introducidos produjeran efecto tanto en los niveles de producción, como de los costos. La producción puede registrar **variaciones de hasta un 20%** en algunos subsectores del huerto, mientras que en otros, no pueda detectarse diferencias atribuibles al uso de la herramienta. Para efecto de este análisis se consideró un **aumento promedio de la producción de un 4%** en el huerto, como resultado de un manejo más apropiado, esto es, un aumento desde 60 a 62,4 ton/ha de fruta.

Respecto de los costos, se registra una disminución importante de aquellos asociados al uso mejor del agua y otros insumos como los plaguicidas, sumándose a esto un menor uso de mano de obra (específicamente en riego) de 6 jornadas por persona, a 2 jornadas por persona (JP), alcanzando un ahorro de \$36.000/ha considerado que una JP tiene un costo unitario de \$9000.

No se consideran otros efectos asociados a un mejor desarrollo de las plantas y otros elementos, para simplificar la ilustración del efecto de la herramienta enfocándolo solamente en la reducción de insumos y mano de obra. Con esto, el balance en los costos sería de un ahorro neto de 328 US\$/ha (en base 150 ha en que logran ver lo beneficios de la herramienta). El detalle de los costos para una hectárea de manzano sin y con proyecto se presenta en el Anexo E.1.

Tabla 6: Efectos de la aplicación de sistema de monitoreo móvil en 1 ha de manzanos

| | Escenario | Escenario | Diferencial | |
|------------------------------|--------------|--------------|-------------|------|
| | Sin Proyecto | Con Proyecto | Valor | [%] |
| Producción (ton/ha) | 60 | 62,4 | 2,4 | 4 |
| Costos Producción [US\$/ha] | 13447 | 13119 | -328 | -2.4 |
| Costos Producción [US\$/ton] | 224 | 210 | -14 | -6,3 |

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se puede apreciar que, ante un **costo de instalación de US\$ 0,96**¹² por tonelada, el sólo ahorro neto en los costos unitarios de producción (de US\$14 por tonelada) permite recuperar holgadamente este costo en el mismo año de aplicación del nuevo plan de manejo.

Ahora bien, juntando las herramientas se obtienen los siguientes resultados. Por una mala aplicación de los agroquímicos, se puede considerar que esto afecta un 2 a 3% de la producción,

¹² Ver 4.3 Costos de la herramienta e instalación

por lo tanto con el uso de ambas herramientas podemos reducir los costos en insumos (agroquímicos) en un 30% ¹³ y eliminar la brecha de producción afectada (2%).

Tabla 7: Efectos de la aplicación de sistema de monitoreo móvil + dispositivo de medición en 1 ha de manzanos

| | Escenario | Escenario | Diferencial | |
|------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------|
| | Sin Proyecto | Con Proyecto | Valor | [%] |
| Producción (ton/ha) | 60 | 63,6 | 3,6 | 6 |
| Costos Producción [US\$/ha] | 13447 | 12363 | -1084 | -8,1 |
| Costos Producción [US\$/ton] | 224 | 194 | -30 | -13,4 |

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se pueden obtener resultados tales que puedan **aumentar la producción en un 6%** y **reducir costos de producción cercanos a 13%**. En adición, se puede destacar que en el peor de los casos no existiese una reducción de costos totales, el uso de estas tecnologías permite reducir la variabilidad de producción y rendimiento, asegurando los niveles de cosecha y la calidad de los productos.

5.3 Costos de las herramientas e instalación

Los costos del dispositivo de medición de caudales dependen de la cantidad de unidades que se requieran construir, ya sean series cortas o largas, unidades individuales, sistemas con requerimientos específicos u otros, sea el caso. Si analizamos el costo material de un solo sistema de medición de caudales, este alcanza un costo total neto \$ 180.930 I.V.A incluido¹⁴. A esto se le debe asociar el costo del trabajo del diseñador, que por mes es de unos \$800.000 bruto.

En la aplicación del sistema de monitoreo móvil, se distinguen dos instancias de costos. Primero, lo relacionado con la instalación de la herramienta, que incluyen la recolección de datos y su interpretación. Segundo los derivados de los cambios en el manejo del predio, que se incurren al adoptar las mejoras que se desprenden de la información arrojada por la herramienta. Estos últimos pueden incluir inversiones como, por ejemplo, una nueva sectorización del riego o instalación de estaciones meteorológicas.

Costo de instalación

El costo de instalación de la herramienta varía de acuerdo a la superficie involucrada, según se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 8: Costo de instalación sistema monitoreo móvil [\$/ha]

| Costo | Costo por ha | | | |
|-------|--------------|----|-----|-----|
| | 1 | 50 | 100 | 150 |
| | | | | |

¹³ Ver Anexo E.2

¹⁴ Ver Anexo E.3: Costos asociados al dispositivo

| | Tipo Costo | Unitario [\$] | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|------------|------------|-----------|-----------|
| SIG | Varibale x hectarea | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| Puntos referenciales del huerto | Varibale x hectarea | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Captura de imagen | Fijo | 20000 | 20000 | 400 | 200 | 133 |
| Mano de obra de apoyo instalación | Varibale x hectarea | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 |
| Asesoría técnica | Fijo | 300000 | 300000 | 6000 | 3000 | 2000 |
| interpretación de imágenes | Varibale x hectarea | según escala | 60.000 | 40000 | 30000 | 20000 |
| Total por HA [\$ MN] | | | 389.500 | 55900 | 42700 | 31633 |
| Total por HA [US\$] | | | 708 | 102 | 78 | 58 |

Fuente: Elaboración Propia

US\$1= \$550

Nota: estos valores pueden cambiar de acuerdo al proveedor del servicio

SIG: Georreferenciación de cuarteles y GPS

Tabla 9: Interpretación de imágenes: escala de costo por ha

| Superficie | Costo Unitario [\$] |
|----------------------|----------------------------|
| 1-20 ha | 60000 |
| 21-50 ha | 40000 |
| 50-100 | 30000 |
| Más de 100 ha | 20000 |

Fuente: Elaboración Propia

El escenario escogido para analizar la conveniencia económica realizada en el anterior, fue el de 150 ha debido a que la diferencia en los costos por hectárea es mínima sobre esta cantidad (ver Gráfico 4), dando un costo aproximado de US\$ 58/ha. Llevado a costos por unidad producida, sobre un total de 60 ton/ha (rendimiento promedio), este valor equivale a US\$ 0,96 por tonelada como se señaló anteriormente.

Grafico 4: Costo de la herramienta por hectárea



Fuente: Elaboración Propia

5.4 Análisis de fortalezas, debilidades y oportunidades

Factores que favorecen la adopción

- Productores que trabajan grandes extensiones de tierra, con una relación relativamente alta capital/empleado.
- Alto nivel de educación de grandes productores y de los asesores rurales. Específicamente, el proyecto está enfocado a zonas del sur de Chile donde existe influencia alemana e inglesa que culturalmente existe una mayor preocupación en los procesos productivos.
- A pesar de que el dispositivo de mediciones de caudales en términos funcionales es único, la tecnología utilizada está disponible al igual que para el sistema de monitoreo móvil.
- Los grandes productores tienen la necesidad de contar con mayor información.
- Facilidad de compartir datos para analizar problemas y buscar soluciones a través de agrupaciones de productores.
- Dentro de más de 108 estudios sobre la rentabilidad de este tipo de tecnologías, el 70% reportan índices económicos positivos. Resultados con beneficios positivos fueron reportados por el 60% de los estudios basados en funciones de respuesta, por el 67% de los basados en ensayos de campo y por el 75% de los estudios basados en simulaciones.

Factores que desfavorecen la adopción

Para la adopción de tecnologías AP, hay por lo menos cuatro diferencias claves con países desarrollados:

- Mayor costo de la inversión en hardware y software por la devaluación y por la falta de crédito.
- Mayor riesgo de producción por ausencia de subsidios, poca difusión de los seguros de cosecha, falta de infraestructura de comercialización y transporte, etc.
- Menor variabilidad inducida de suelos por una historia de agricultura más reciente que el hemisferio norte.
- Uso generalizado de contratistas, lo que puede dificultar la cosecha de datos de calidad.
- Falta incorporación de profesionales al sector. Agrónomos y agricultores son expertos en las necesidades agronómicas, pero hay una decadencia en conocimientos mecánico-técnico (privilegio a la funcionalidad) y tecnologías de información.

Oportunidades

Para una mayor difusión y adopción se deben vencer un número de desafíos pero que pueden generar beneficiosos impactos. Un efecto sobre la estructura del sector, en términos de: favorecer la integración vertical, automatizar la toma de decisiones, mejorar la supervisión de la mano de obra y facilitar la interacción entre agricultores, clientes y proveedores. A estos impactos algunos autores le han llamado “La industrialización de la Agricultura”. La adopción requiere de nuevas habilidades en los recursos humanos especializados, principalmente en el manejo de computadores y software. Esto abre nuevas oportunidades para el empleo agrícola. El uso de computadores en los predios necesita el soporte de infraestructura de telecomunicaciones, lo cual ofrece mejores oportunidades de desarrollo rural ofrece el potencial de hacer negocios para las compañías fabricantes de maquinaria y equipo, desarrollo de software especializados y empresas que brinden los servicios de recopilación de datos y análisis de información.

- Entrenar a los agrónomos y a los productores a recolectar información útil para un análisis sitio específico.
- Capacitar a los operarios de cosechadoras y contratistas a recoger datos.
- Formar a los ingenieros agrónomos y a los economistas agrarios para que realicen análisis de rentabilidad en el espacio y en el tiempo. Cabe destacar que recientemente, no más de 5 años atrás, comenzó recién la reformulación de estructura y la incorporación de profesionales dentro del área de la ingeniería.
- Interpretar datos. Esto es un desafío siempre que se usa instrumentos o herramientas de este tipo y no se conocen las causas de la variabilidad.
- Usar datos de bajo costos, tales como mapas de rendimiento, imágenes satelitales, y utilización de sensores remotos.
- Desarrollar redes locales de investigación y experimentación adaptativa, ya que la agronomía y la economía son sitio-específicas.

Barreras

- Posiblemente esta tecnología no está disponible para todos los productores, es más probable que se limite a los que tengan una escala grande de producción.
- El costo de los equipos es percibido por los agricultores como alto, sin que se analicen sus ventajas.
- Problemas de compatibilidad con la maquinaria existente.
- Se requieren ciertas habilidades informáticas para la implantación de los sistemas.
- Poca cultura de innovación en el sector.

- Recordar que solo un 41% de los productores utiliza computador en el manejo de los huertos.

5.5 Agentes involucrados

A continuación se presenta un resumen de las diferentes opiniones rescatadas desde los agentes involucrados con el fin de **identificar variables claves** que permitan determinar una herramienta competitiva de tecnología superior. La mayor parte de esta sección se basa en entrevistas realizadas a expertos de diferentes áreas e información recogida de reuniones con diferentes organismos (INIA, FIA, ASOEX, Agricultores-empresarios, proveedores, académicos, etc) donde la propuesta de introducción de herramientas en el proceso de aplicación de plaguicidas ha sido presentada y discutida.

El productor empresario

Debido al crecimiento de las escalas productivas y la mayor cantidad de tareas gerenciales que debe realizar, el productor empresario cada vez tiene menos tiempo para recorrer sus parcelas. Por lo que el productor define como variables claves para proyecto que sea capaz de obtener información más detallada pudiendo realizar un seguimiento de los resultados de sus cultivos. También se desea evaluar y supervisar el trabajo de sus operarios y de los responsables de campo dado y que quede todo registrado y geo-referenciado en los mapas. Así también, cuantificar fácilmente la variabilidad natural de su campo para luego realizar ajustes de manejo junto a sus asesores en el caso que existan, evaluar resultados de nuevas técnicas, las recomendaciones de su consultor o proveedor de insumos, los errores de manejo que pueden haber cometido por decisiones equivocadas u omisión, etc. Es posible que conociendo estos beneficios comiencen a demandar el equipamiento para no solo los atomizadores si no abran la puerta para cosechadoras con otro tipo de elementos como monitores de rendimiento por ejemplo.

Los asesores o consultores

Además de encontrar con estas herramientas las ventajas mencionadas anteriormente, buscan que la tecnología sea un aporte para su trabajo permitiendo identificar y ubicar aquellos ambientes o sectores con problemas que requieren rápida atención. Tener información en tiempo real le permitirá relacionar aspectos del cultivo con cuestiones de gestión. Al referirse a los ajustes de gestión no sólo se tienen en cuenta el ajuste de dosis o mezclas, si no que a todos los aspectos agronómicos que pueden tener solos o combinados repercusiones en el resultado económico de los cultivos. Desde el punto de vista mecánico, se desea contar con un equipo completo para cada uno de los parámetros que determinan una buena calibración del atomizador y que aseguren la calidad de las aplicaciones, pero que al mismo tiempo sea fácil de utilizar reconociendo las dificultades de los operarios para seguir instrucciones.

Empresas proveedoras de insumos

Estas empresas para la adopción o mejor dicho para la validación de estas tecnologías, necesitan una herramienta que les permita ofrecer recomendaciones a los productores, sobre el uso de sus productos ajustado para los ambientes más representativos de cada zona, como una forma de aprovechar al máximo el potencial de los mismos y brindar un mejor servicio.

Empresas proveedoras de equipamiento

Las empresas proveedoras de equipamiento tendrán la necesidad de estar muy cerca del productor y de sus asesores para detectar sus necesidades y poder responder a las mismas. Servicio técnico y post venta es fundamental.

5.6 Problemas técnicos de la herramientas y conclusiones finales del capítulo

Desde 5.1 se puede obtener una conclusión importante con respecto a la incidencia de la toma decisiones en la compra de equipos en nuestro país, y que se traduce a una sola palabra, **la funcionalidad**. Efectivamente, un productor valora más las posibilidades de uso al instante, es decir, si técnicamente un equipo le permite mojar (recordar que este concepto se contradice con el de cubrimiento) cierta cantidad de hectáreas y al precio más barato, es el equipo perfecto para ellos, solo preocupándose en la posibilidad de cumplir con una tarea y no en el Cómo o los resultados posteriores (claramente no son todos los productores pero si un gran número). Por lo tanto a pesar que a priori se entienda como un concepto erróneo y a veces único para la adquisición de tecnología, es relevante su análisis.

Existen numerosos esfuerzos por establecer herramientas AP en la región, de las cuales podemos destacar, el sistema de dosificación variable proporcional y el proyecto Pulvexact. Ambos esfuerzos implementan sistemas de regulación en nebulizadores agrícolas, los cuales tienen por función detectar el ancho de los arboles mediante sensores ultrasónicos, con el fin de realizar ajustes en las dosis en tiempo real durante la aplicación de agroquímicos. En este sentido el sistema de medición de caudales de aire permitiría dar un paso más en el campo de las AP, mediante y el uso y rediseño de las herramientas descritas, se podrán generar interfaces que permitan a los agricultores generar cultivos más eficientes al poder controlar y evaluar variables para las cuales no se tenían las herramientas necesarias. Ahora las preguntas que se plantean, ¿Por qué en Chile la adopción de este tipo de tecnologías es más baja con respecto a nuestros vecinos, por ejemplo, Argentina? ¿Es consecuencia de la falta visible de resultados inmediatos?

Con respecto a los sistemas de monitoreo móvil en estudio y los sistemas nombrados anteriormente, se ha señalado que la tecnología se encuentra disponible y validada internacionalmente, en países como Estados Unidos, Canadá, Europa, Australia, Brasil y Argentina. Evidentemente en países desarrollados es más factible la adopción de esta tecnología dadas las proporciones de las explotaciones, en países en vías de desarrollo, en el que el tamaño promedio de las explotaciones agrícolas es menor, se hace más difícil la adopción de estas tecnologías por el alto costo de inversión que éstas involucran. Un caso exitoso que sirve de ejemplo a la forma en cómo se difunden nuevas tecnologías APs con una rápida adopción, es el caso de Argentina.

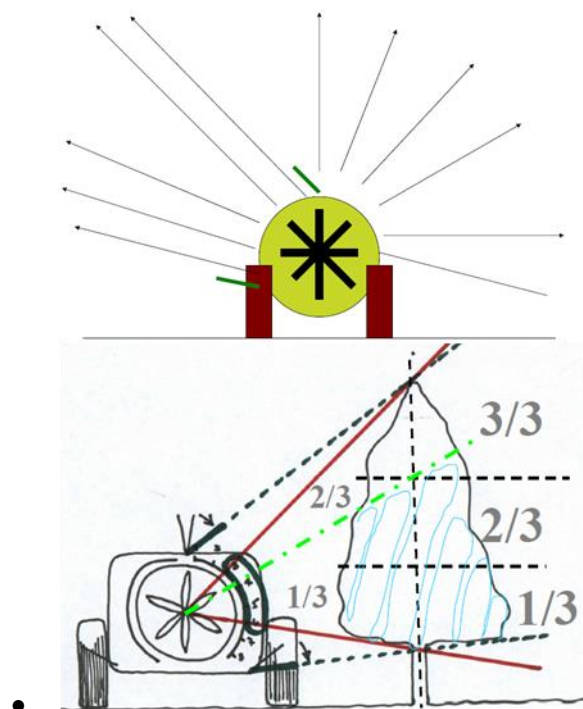
La AP en Argentina lleva 12 de desarrollo, dando el primer impulso en 1995 por INTA. En algo de más de una década la aplicación concreta de la tecnología se puede apreciar con solo dar una recorrida por los campos del país. Sobre un parque de cosechadoras estimado en 20.000 unidades, alrededor de 3600 ya poseen monitores de rendimiento. Y de esta última cifra 3300 cuentas con asistencia GPS. Lo anterior significa que sobre una superficie cosechable de 28 millones de hectáreas, se podrían mapear dos millones, es decir 7,1% del total, recordando cifras del año 2007 en argentina la AP alcanzo US\$ 31 millones y entre el periodo de 2003-2007 aumento un 464%.

Ahora bien, La captura de datos en terreno para aplicar correctamente esta tecnología depende en forma crítica del componente espacial, y por ende de coordenadas GPS que por la precisión y exactitud requeridas deben ser obtenidas mediante señales corregidas en forma diferencial. Entonces toda la información que se genera en terreno está siempre georreferenciada para su correcta ubicación dentro del predio. En base a esto último es donde se origina la gran diferencia entre Chile y Argentina en la adopción de estas herramientas, debido principalmente a que Argentina compite con diferentes productos, principalmente en el sector de agricultura de pradera, por lo tanto si vamos a la planísima pampa argentina este tipo de tecnologías funcionan de forma espectacular junto con el uso de una antena que puede costar unos 30 dólares, en cambio en Chile el suelo y clima son diferentes, para que un equipo de este tipo pueda funcionar requiere un sensor de inclinación que mínimo tiene un valor de 1500 dólares. Pero con la correcta programación y los componentes adecuados, es sencillo programar un sistema que permita llevar registros de datos como tiempo de duración de aplicaciones, cantidad de plaguicida utilizado, distancia recorrida por el conjunto atomizador o velocidades promedio de los caudales, etc., es totalmente factible como argumenta en una entrevista Miguel Patiño, Ingeniero Eléctrico y Coordinador de laboratorio de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la universidad de Chile.

Con respecto al dispositivo de medición de caudales de aire, se presentan los siguientes problemas técnicos-funcionales:

- Enfocar como su función principal la medición del caudal de aire como variable única para la calibración de los atomizadores. Desde el diagnóstico realizado se sabe que el proceso es más complejo, con más de una variable en juego, aunque permite controlar las otras en función de esta haciendo más fácil el trabajo.
- Las variables de la calibración son: eólica, hidráulica, estado vegetativo, agronómico y biológico. El dispositivo solo estaría dando respuesta al problema eólico, es decir al control aerodinámico deficiente.
- Presenta dificultades comerciales. Es posible determinar el caudal de aire, pero no asegura su manejo, por lo tanto el aire que pasa a través de la hélice es medible, pero no observable (intangibles) dificultado mostrar las cualidades y atributos al agricultor, y en especial a los operadores.
- Dispositivo mide el caudal de aire que entra a través de la hélice (m³/h) y no el caudal efectivo que sale desde las boquillas que corresponde al volumen de plaguicida. Para entregar una solución óptima el dispositivo debe ser tal que pueda entregar el volumen erogado como suma de cada una de las boquillas, debido a que en cada una de estas el volumen erogado es diferente y el caudal de salida también, ya que las velocidades del viento en la salida es diferente y se pueden ver afectados por las condiciones climáticas como: la temperatura, densidad del aire, etc. Hoy en día este problema puede ser abordado por los grupos de aire dentro del atomizador que distribuye el aire en diferentes canales (de dos a tres hacia arriba, y los costados).

Ilustración 13: Ejemplificación de la suma de plaguicida erogado por las diferentes boquillas. Fuente: Elaboración Propia



- Existen problemas de factibilidad en la instalación del dispositivo, que se relacionan con la durabilidad del anemómetro, al ser un instrumento muy delicado que incluso puede ser afectado por el agua. Al ser instalado en la boca de la hélice se corre el riesgo de que se rompa el dispositivo con altas probabilidades, debido a la gran potencia del atomizador, siendo capaz de atraer objetos de gran tamaño como rocas, piezas de madera, etc. que en la práctica provocan la fisura o roturas completas de las hélices, sumándose a esto las largas jornadas de trabajo con este instrumento (más de 8 horas diarias) y condiciones poco favorables.

Considerando que ningún equipo, dispositivo o herramienta actual en el mercado es una solución perfecta a una necesidad o problema dentro del predio agrícola, es necesario enfocar los esfuerzos más allá de las mejoras técnicas y funcionales. En este sentido, las limitaciones del uso de la AP no están en la implementación de la tecnología de soporte, sino en un mejor conocimiento del continuo espacio-tiempo. En adición, podemos citar a diferentes expertos que avalan esto último: Zilberman (1996) también menciona que la capacidad para modelar cuantitativamente los sistemas biológicos y la incorporación de criterios económicos serán factores claves para el éxito de la AP. En este sentido, Bulloc (1999) menciona que se requiere conducir experimentos en múltiples localidades y en serie de años para poder incorporar la naturaleza estocástica del clima y de la variabilidad espacial. Por su parte, Pierce y Nowak (1999) mencionan que los éxitos a corto plazo de la AP se obtendrán en condiciones donde exista alta dependencia espacial y baja dependencia temporal.

Con respecto a la rentabilidad de este tipo de innovación tecnológica está en el valor de la aplicación de los datos y no en el uso de la tecnología. En este sentido, la información es una fuente significativa de ventajas estratégicas competitivas para las empresas agrícolas. Un buen

sistema de toma de decisiones debe fundamentarse en una buena información, la cual debe caracterizarse por ser oportuna, precisa, objetiva, completa, comprensible y conveniente. Por lo tanto, es necesario entrar al mercado con argumentos de venta que puedan mostrar las ventajas y validar los resultados, aprovechando las nuevas tendencias internacionales entorno a la producción y el cuidado de la fruta:

- Los sistemas productivos están creciendo en competitividad, requiriendo mayor productividad, con calidad de productos y procesos. En ese escenario las tecnologías que engloban la agricultura de precisión resultan sumamente necesarias y rápidamente amortizables (5.2.1).
- Las Herramientas son más seguras en su funcionamiento, más amigables con el operario y los costos relativos de los equipos se van reduciendo.
- El crecimiento de empresas de servicios y asesoramiento mecánico, electrónico y agronómico es uno de los factores más relevantes al momento de decidir la compra de estas herramientas.

Poco a poco se está comprendiendo que esta tecnología que muchas veces de alta complejidad industrial es cada día más amigable con el operario, que se dispone de mayores servicios postventa y resultados más fácilmente amortizables.

6. Benchmarking Tecnológico Internacional y Nacional

Este capítulo tiene por la finalidad de poder describir de manera más precisa las **variables claves** (desde los agentes involucrados) que permitan determinar una herramienta competitiva de tecnología superior, en el contexto nacional e internacional, y de este modo identificar la forma como estas técnicas impactas en la agricultura moderna.

El análisis busca poder plasmar la opinión de expertos y especialistas, del ámbito productivo, comercial, académico y tecnológico, enfocado en 8 atributos: Concepto de las tecnologías AP, Beneficios, desventajas, brechas tecnológicas, concepto de clúster tecnológico, descripción de rubros y tendencias, políticas públicas de fomento y aspectos de transferencia tecnológica. Para lo cual nos hemos basado en un estudio realizado por el departamento de economía agraria de la Universidad de Talca junto con CITRA.

6.1 Análisis Internacional

Descripción conceptual

Desde la definición general de este tipo de tecnologías AP o definición común internacional, *“La Agricultura de Precisión (AP) es un concepto agronómico de gestión de predios agrícolas, basado en la existencia de una variabilidad espacial en el campo. Requiere el uso de las tecnologías de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), sensores, satélites e imágenes aérea, junto con Sistemas de Información Geográfico (SIG) para estimar, interpretar, evaluar y entender dichas variaciones”* (definición utilizada en Chile), los expertos internacionales señalan lo siguiente:

De un total de 20 encuestados, sólo dos entrevistados concordaron plenamente con la definición, siendo estos los especialistas de Argentina y Brasil. De los otros encuestados logra obtener dos alcances muy importantes. El primero tiene que ver con que este tipo de tecnologías **no debiera considerarse un concepto agronómico en sí**, sino más bien asociarse a la aplicación de tecnologías en los sistemas productivos, bajo un contexto de sustentabilidad ambiental y gestión racional de los recursos naturales. La segunda observación dice relación con que una adecuada gestión predial, utilizando estas tecnologías, no solo debe asociarse a la variabilidad espacial en el campo, sino también a la variabilidad de tiempo. Es decir, la adopción tecnológica a aplicar y la forma de realizarla, dependerán, entre otros factores, del estado fenológico de los cultivos. Ambas consideraciones expresan una condición de tiempo y espacio necesaria de tener presente al momento de tomar una correcta decisión de la oportunidad de utilizar estas herramientas y posterior análisis de los resultados.

Es interesante comprobar que la definición general presentada es compartida principalmente por los especialistas latinoamericanos, habiendo recibido observaciones de expertos de otros lugares, especialmente europeos, Italia y Francia, australiano y americanos. En relación a los requerimientos tecnológicos se concuerda que las tecnologías existentes no son necesarias de demostrar, hay que tener presente que en función de la oportunidad (momento), el tipo de cobertura vegetal y las características de los análisis a realizar, será conveniente considerar uno u otro requerimiento.

Beneficios

Se distinguieron 6 tipos de beneficios: Beneficios económicos (reducción costos y aumento de rentabilidad), beneficios ambientales (menor impacto sobre los recursos naturales), beneficios en la eficiencia del uso de recursos naturales, beneficio en marketing (oportunidades de negocios y diferenciación de productos), beneficio de liderazgo tecnológico (uso de tecnología), beneficio en gestión del negocio (sistemas de control y optimización de procesos). Para mayor detalle de los beneficios en función de indicadores de modo de poder evaluarlos, ver ANEXO F.1.

Desde las respuestas la alternativa más consensuada fue la del beneficio ambiental asociado a la aplicación de estas tecnologías. Esta respuesta se ve fuertemente relacionada con la segunda más considerada los beneficios en la eficiencia del uso de los recursos. Por último como tercer beneficio más reconocido se describen los beneficios económicos, los cuales se asocian fundamentalmente a la disminución de los costos de producción. En orden decreciente le siguen, los beneficios en liderazgo tecnológico, de marketing y gestión predial.

Desventajas

Se observa una gran concordancia, sin importar el país de origen, las desventajas más relevantes en orden decreciente, la necesidad de recursos humanos especializados, los altos costos tecnológicos y el incremento de los costos de producción para los productores (hace relación con la inversión, al ser una decisión de corto plazo y los resultados se pueden ver al final de una temporada).

Brechas tecnológicas

Todos coinciden en señalar que falta de recursos humanos especializados es, sin duda alguna, la principal brecha. Luego le siguen el financiamiento y el adecuado nivel tecnológico,

respectivamente. En estos dos casos, se hace la observación que dependerá directamente del tamaño y el tipo de cultivo o rubro productivo.

Ahora bien los principales desafíos que enfrenta este tipo de tecnologías en el mundo, en función de disminuir las brechas tecnológicas. Se pueden nombrar diferentes aspectos. Primero, se considera que la transferencia tecnológica y difusión de los beneficios debieran masificarse de modo considerable. Al respecto se comparte la idea de desarrollar modelos de **transferencia tecnológica asociados a grupos de agricultores**, los cuales puedan compartir experiencias comunes. Por otra parte, se manifiesta que los procesos de capacitación técnica, tanto a nivel profesional como de agricultores, deben intensificarse en base a **programas estructurados de entrenamientos**, en el uso y aplicación de la tecnología. Y tercero, es necesario simplificar los aspectos tecnológicos de los equipamientos. Es decir, innovar en los diseños, crear nuevos equipamientos y facilitar la toma de decisión, en base a lecturas instrumentales de fácil interpretación. Un cuarto aspecto dice relación con la disminución de los costos de implementación y asequibilidad de la tecnología a un mayor número de productores.

Cluster Tecnológico

Hay distinciones bastante marcadas, en función del nivel de desarrollo e implementación de este tipo de tecnologías en su país de origen. En Brasil y Argentina, identifican claramente la existencia de un cluster, en el cual participan: productores (asociados e individuales), especialistas comerciales, empresas de insumos, brokers tecnológicos, centros de investigación y universidades, sector público, consultores y empresas prestadoras de servicios.

Por el contrario los especialistas europeos, resaltan el hecho de que el cluster se circunscribe a un número inferior de participantes, destacando principalmente agricultores, brokers tecnológicos, **compañías tecnológicas**, centros de investigación y universidades. Llamando la atención que no se mencione al sector público como parte de los participantes. En el caso de los investigadores australianos y americanos, existe un alto grado de convergencia con los países latinoamericanos, identificándose exactamente el mismo número de participantes.

Tendencias de aplicación

En la figura siguiente se presenta los principales sectores productivos y rubros en cuales se utiliza actualmente este tipo de tecnologías, de acuerdo a la jerarquización de los propios investigadores.

Ilustración 14: Tendencias de aplicación de acuerdo a zona geográfica. Fuente: CITRA

| Zona Geográfica | Sector Productivo | Rubro |
|---|--------------------------|--|
| Europa (Italia – Francia) | 1º Cultivos Industriales | Maíz, Trigo, Canola |
| | 2º Frutales | Pomáceas – Olivos |
| | 3º Viticultura | Viñas |
| | 4º Hortalizas | De modo experimental |
| Latinoamérica (Argentina y Brasil) | 1º Cultivos Industriales | Maíz, Soja, Canola, Trigo, Caña de Azúcar |
| | 2º Ganadería Bovina | Lechería |
| | 3º Frutales | Manzano |
| América del Norte (USA) | 1º Cultivos Industriales | Maíz, Trigo, Soja |
| | 2º Frutales | Berries, Pomáceas, Carozos, Frutos de Nuez |
| | 3º Viticultura | Viñas |
| Australia | 1º Cultivo Industriales | Trigo |
| | 2º Viticultura | Viñas |
| | 3º Ganadería | Ovina y Bovina de Carne |

Existe similitud en la tendencia de aplicación en los diferentes países, siendo en los **cultivos industriales** donde se presenta mayor desarrollo, en comparación a otros sistemas productivos. Esto se debe principalmente a los factores ya explicados, debido a que esta tecnología presenta facilidades técnicas en sectores de pradera. También llama la atención el hecho que los sistemas productivos ganaderos posean una alta representación (sectores ya industrializados a diferencia del sector frutícola).

Las tendencias que se visualizan para los próximos 10 años concluyen que los cambios más importantes debiese pasar por, reducción de los costos de implementación, una mayor integración científica (interdisciplinaridad), una masiva expansión de las áreas de producción y el número de productores, y un avance en la precisión del equipamiento tecnológico.

Políticas Públicas

Las políticas públicas especialmente dirigidas al fomento de este tipo de tecnologías en sus respectivos países presentan diferencias bien marcadas.

Europa

No se explica una política nacional de fomento. Tan solo algunos esfuerzos particulares en las zonas de mayor desarrollo, siendo en el caso italiano, la región de VENETO y para el caso de Francia, la región de Montpellier. Los incentivos se orientan a satisfacer los requerimientos tecnológicos en materia de software y hardware, maquinarias agrícolas y actividades de extensión y difusión tecnológica. Por su parte, los centros de investigación y las universidades ejecutan proyectos científicos relacionados con esta temática, transfiriendo los resultados a los productores.

Latinoamérica (Argentina y Brasil)

Existe una Política de Fomento diseñada para desarrollar la AP a nivel nacional. Esta se materializa en el apoyo a la investigación y desarrollo tecnológico, incentivos para el equipamiento y la maquinaria agrícola, capacitación profesional, y aspectos de extensión (días de campos, publicaciones, ferias de maquinarias, entre otros). La política de fomento la fijan los Ministerios de Agricultura respectivos, y se canaliza a través de los Institutos de Investigación Agropecuaria, en materia de investigación, desarrollo y extensión. Del mismo modo, las agencias gubernamentales de investigación fomentan la Investigación y el Desarrollo en esta disciplina con recursos para proyectos vía concurso públicos.

América del Norte (USA)

Muy similar al caso anterior. Existe un amplio apoyo a través de las agencias gubernamentales, de nivel estatal y federal. El Departamento de Agricultura y la Consejo Nacional de Investigación proveen recursos para el desarrollo de esta disciplina. Un número importante de universidades estatales han creado Centros especialmente dedicados a la investigación, desarrollo y extensión de la AP en EUA. Por su parte, el sector privado, a través de las asociaciones nacionales de productores, fomenta la implementación de AP en los rubros más promisorios. Para ello existe una estrecha relación con los centros de investigación y universidades, con las cuales se elaboran y ejecutan proyectos cofinanciados.

Australia

Sigue la misma tendencia que se observa en los EUA. Tanto el Ministerio de Agricultura como el Ministerio de Ciencia y Tecnología entregan recursos para investigación, desarrollo y extensión de la AP. Las universidades cumplen un rol fundamental, creando Centros Tecnológicos, en los cuales se desarrolla proyectos específicos. Del mismo modo, el sector privado, particularmente las organizaciones de productores (viticultores y granos, principalmente), ha conformado comités técnicos en apoyo al fomento de la AP en Australia. Existe cofinanciamiento de proyectos y ayuda mutua entre ambos eslabones de la cadena.

6.2 Análisis Nacional

Factores para la toma de decisiones de implementación

A diferencia del capítulo anterior cuando se habló de los factores claves de la toma de decisión de compra o adquisición del productor frutícola, en el presente análisis se hace referencia a la percepción de especialistas nacionales entorno a este tipo de tecnologías (AP).

Los principales factores que influyen en la toma de decisión para la implementación son: la **reducción de costos** es un elemento clave para su implementación, toda vez que permite gestionar y optimizar los recursos, minimizar el uso de la maquinaria, reducir las aplicaciones de insumos y disminuir uso de energía. La **calidad de los productos** obtenidos, en este sentido los sectores vitivinícola y olivícola se verían más favorecidos con su implementación, puesto que la aplicación de este tipo de tecnologías permite mejorar las características particulares de los productos finales, obteniendo calidades de tipo Premium, dirigidos a mercados diferenciados. En el caso de los cereales, los entrevistados señalan que si bien se mejora la relación rendimiento/calidad, a diferencia del vino o aceite de oliva, el rendimiento es más importante que la calidad, puesto que el mercado no paga grandes diferenciales de precio por este último requisito. En el caso de los frutos como los manzanos por ejemplo, si se obtienen rendimientos competitivos pero donde se está fallando corresponde al número de manzanas de tipo no exportable por su baja calidad y en el caso que si lleguen a mercados internacionales se paga un precio mejor por nuestro producto a diferencia de nueva Zelanda y Estados Unidos, ambos principales competidores en esta fruta. También las **oportunidades productivas que propicia el clima de una zona** es otro elemento que influye en la toma de decisiones para la implementación, lo que implica focalizar grandes esfuerzos en la planificación de las operaciones, y en definir claramente cuáles son las potencialidades productivas de un

determinado territorio (rendimiento y calidad), de esta forma es posible incorporar la tecnología y sistemas de análisis que más se ajusten al predio. El **conocimiento del tema por parte de la gerencia de las empresas (agricultores)** es fundamental para la implementación, en este sentido se manifiesta que en Chile no se ha logrado una masiva implementación debido a que los tomadores de decisiones de las empresas desconocen tanto el concepto como los beneficios prácticos que derivan de esta.

Aspectos Tecnológicos

En el marco conceptual de este tipo de tecnologías es transversal para todos los sistemas o sectores productivos, pero se evidencian diferencias en la utilización de tecnologías, que está dada por la particularidad de cada rubro, debido a necesidades diferentes.

Desarrollo de cluster tecnológico

En Chile si bien existe una oferta tecnológica establecida, ésta es dispersa y atomizada, por lo cual no existe claridad en la conformación de un cluster tecnológico. Asimismo, queda en manifiesto que dentro de los principales agentes que participan en el sistema en Chile se encuentran: productores, especialistas comerciales, empresas de insumos, centros de investigación y universidades en gran medida. El gran problema de nuestro cluster tecnológico está dado por los centros de investigación que tienen fuertemente el concepto agronómico que evita poder influenciar a los empresarios agrícolas con conocimientos económicos y a la vez cuando realizan las investigaciones sobre AP se enfocan en la justificación de estas herramientas cuando lo esencial es poder validarlas territorialmente en base a las diferentes necesidades de los distintos rubros, lo que finalmente evita que haya una verdadera transferencia tecnológica, y el trabajo se base en justificar los gastos de la investigación que prácticamente en un 100% son realizados por agrónomos.

Dificultades de implementación

Se presentan factores económicos en la implementación, falta de capacitación principalmente en aspectos relacionados con interpretación de datos y generación de información, falta difusión y transferencia tecnológica en terreno. A lo anterior se suma la asistencia técnica poco desarrollada (se requiere mejorar la capacidad de los extensionistas, acreditación y certificación). Baja vinculación de universidades y centros de investigación con el sector productivo (demostrar utilidad práctica de los resultados científicos). Carencia de consultores especialistas en este tipo de tecnologías y gestores tecnológicos. Faltan proveedores especializados de equipamiento y maquinaria, en este aspecto solo se logró identificar a la empresa IMPAC que realiza trabajos de asesoramiento y venta de equipos AP además de máquinas de gran calidad para las pulverizaciones, en general, los productores deben importar directamente ellos los equipos. Falta una política de incentivos al fomento de este tipo de tecnologías y créditos. Falta mejorar los sistemas de comunicación en sectores rurales.

Necesidades en asesoría, asistencia técnica y/o capacitación

- Diseño de sistemas de riego, según características del terreno
- Registro de datos
- Mapeo de suelos
- Confección de SIG
- Correlación de datos

- Recomendaciones de manejo

Financiamiento para la implementación

Existe la conciencia de la existencia de instrumentos gubernamentales que permiten fomentar la incorporación de tecnologías de precisión a nivel predial. Sin embargo, se requiere sistematizar y difundir dichos instrumentos, para lo cual es necesario promover la formación de gestores tecnológicos. Asimismo, los especialistas recalcan la importancia que tendría el hecho de generar mecanismos de financiamiento que sean específicos para la implementación.

Métodos de transferencia

Los métodos de transferencia que pueden generar un mayor impacto sobre los productores, pueden ser: realización de días de campo, fortalecimiento de los grupos de tecnología (GTT), los programas de desarrollo local (PRODESAL de INDAP) y los programas de desarrollo de proveedores de CORFO, los cuales deben estar focalizados según público objetivo y zonas geográficas. Trabajar en la formación de las nuevas generaciones de profesionales, tanto a nivel de escuelas e instituciones de formación técnica como de universidades.

Claves de implementación

- Participación de Broker tecnológicos.
- Contar con Asistencia Técnica específica.
- Desarrollar investigación aplicada (asociada a riego y manejo de variedades).
- Realizar giras de captura tecnológica (personalizadas por empresa).
- Difusión masiva de la oferta de equipamiento tecnológico y maquinaria.
- Definir la unidad de superficie mínima para que sea sustentable el sistema.
- Capacitación del equipo de trabajo (generar competencias de trabajadores).
- Transferencia Tecnológica especializada.
- Mecanización/Racionalización.
- Mecanismos de incentivos.

Beneficios

Con respecto a los beneficios de este tipo de tecnologías se dice que el mayor impacto se genera sobre los sistemas productivos, es decir en el ámbito de gestión, comercial y económico. A diferencia de los otros países el beneficio ambiental se reconoce pero no es una prioridad al no haber exigencias o cuidados en esta materia.

Expectativas de una política pública

Los elementos que se deben considerar en la creación de una política pública específica para el desarrollo de estas tecnologías son:

- Definir la intencionalidad política sobre el ámbito de la AP.
- Definir acciones concretas para el fomento y desarrollo de la AP.
- Generar confianza para desarrollar AP.
- Realizar un trabajo más integral entre la institucionalidad Pública, los Privados, y las Universidades y Centros de Investigación.

- Entregar información sistematizada sobre los instrumentos de fomento.
- Apoyar en el financiamiento, con incentivos provenientes de un instrumento específico para implementar AP.
- Apoyar la contratación de Asistencia Técnica.
- Fomentar la Investigación Aplicada (validar beneficios).
- Apoyar la capacitación en los aspectos técnicos que involucra la AP.
- Apoyar la capacitación empresarial (Gerencia de la empresa).
- Trabajar sobre las nuevas generaciones (formación).
- Generar incentivos a los servicios de extensión del Estado (ej. EEUU).

6.3 Conclusiones del capítulo

Desde el punto de vista de la transferencia tecnológica, se debe dar énfasis a la construcción de mecanismos de facilitación participativa-asistida, que incorpore un alto grado de autogestión de los productores, complementado con el acompañamiento de los agentes de extensión.

La evidencia permite concluir que la intervención pública ha hecho posible el fomento y desarrollo de la AP en aquellas zonas geográficas que demuestra una mayor adopción tecnológica. En caso Chileno se han hecho intentos, pero no han sido suficientes.

Tomando en consideración las experiencias estadounidenses y australianas en relación con la constitución de cluster tecnológicos entorno al desarrollo de la AP, se hace necesario, en el caso chileno, avanzar en la articulación e integración de los distintos agentes participantes, de manera tal de crear las interacciones entre las necesidades a nivel predial, la investigación científica y el desarrollo e innovación de equipamiento y servicios.

Se observa una alta concordancia entre las opiniones de los especialistas nacionales y extranjeros frente a brechas tecnológicas detectadas en esta disciplina, como también la forma de enfrentarlas y reducirlas. Al respecto, los principales desafíos debieran estar puestos en el desarrollo de modelos de transferencia tecnológica que permitan mejorar el conocimiento sobre esta temática y su difusión a nivel de los distintos sistemas productivos. Un segundo desafío dice relación con el desarrollo de procesos de capacitación en el nivel técnico-profesional, mejorando los fundamentos teóricos y creando una cultura de innovación en las personas. Finalmente, un tercer elemento se relaciona con los aspectos de simplificación tecnológica y reducción de costos (equipamientos y técnicas), lo que redundaría directamente en una toma de decisión oportuna, así como también, en la asequibilidad a la tecnología.

7. Recomendaciones para la introducción progresiva de la innovación tecnológica

En el contexto del tipo de tecnología que se quiere introducir y los driver de valor identificados a lo largo del trabajo, la estrategia a diseñar debe ser tal que facilite la adopción e implementación de esta tecnología. Por lo tanto, la estrategia se formulará en fortalecer y alcanzar tres aspectos importantes: **1) utilidad de la tecnología (mostrar)**, ya que el modelo se construye sobre la premisa de que los límites para la adopción y velocidad de uso están dados por la carencia de información disponible acerca de la nueva tecnología, cómo se usa y qué es capaz de hacer. **2) Generación de un argumento técnico y ventajas relativas (Venta)**, se refiere a la percepción que se tiene sobre la innovación, en otras palabras, es la innovación mejor que el *status quo*, o bien, no se percibida su verdadera diferencia considerando compatibilidad, complejidad y alternativas, **3) Resultados (Aplicación-Beneficios)**, tiene relación con la observancia y visibilidad de los resultados del uso. En síntesis, se quiere poder destacar las fortalezas y oportunidades de la tecnología, que hacen relación con la disminución de los costos de producción, el aumento de rendimiento y una mejora en la gestión predial, de modo que se puedan disminuir o eliminar por completo las barreras de adopción.

7.1 Elección del segmento de productores beneficiados

De los factores identificados que favorecen la adopción se recuerda a los productores que trabajan grandes extensiones de tierra con una relación relativamente alta capital/empleado, debido principalmente a la relación espacio- tiempo que involucra a este tipo de proyectos. Además de la necesidad de seleccionar una zona territorial apta que permita transferir las prácticas fácilmente.

La segmentación se podría realizar según el número de unidades agropecuarias que existen en las regiones de interés. La segmentación se realizará solo para las manzanas, debido a como se ha explicado anteriormente es el fruto que presenta mayores complejidades en la aplicación de plaguicidas y con costos de producción más altos que el resto de las especies frutales.

Las plantaciones de manzanos representan la tercera mayor superficie frutícola del país y del área bajo estudio alcanzando un 12,69%, compuesta por un 10% de manzano rojo y 2,69% manzano verde. Según datos del Censo Agropecuario 2007, a nivel nacional existen 4.003,34 hectáreas en formación de manzano rojo y 1.201,66 de manzano verde; 1674,21 hectáreas en plantación de manzano rojo y 500,34 de manzano verde; 24.380,24 hectáreas en producción de manzano rojo y 7.827,48 de manzano verde, lo que da un total de 37.412,72 hectáreas a nivel nacional.

De las hectáreas en producción un 0,0013% se encuentran en la Región de Atacama, el 0,61% en la Región de Valparaíso, el 1,53 % en la Región Metropolitana, el 29,24% en la Región de O'Higgins, el 58,83% en la Región del Maule, 4,28 % en la Región del Bío-Bío, 4,87 % en la Región de la Araucanía, el 0,45% la Región de los Ríos y el 0,18 % la Región de los Lagos. El siguiente cuadro muestra las regiones y respectivas provincias que contienen la mayor cantidad de hectáreas en producción del cultivo en estudio. Dentro de las principales regiones de producción se destaca la sexta, séptima y octava región, pero como parte de la estrategia de introducción se debería enfocar los esfuerzos en **la región que tiene mayor potencial para obtener producciones de mayor rendimiento promedio y mayor porcentaje de exportación**. La Región que corresponde con estas características es la del **Maule**, que su vez es una de las que más jornadas horas hombre que utiliza y costos totales de jornadas hombres más caras en

comparación con los productores de manzanas de las otras regiones productoras de manzana (ODEPA, 2012)

Ilustración 15: Provincias con mayor cantidad de hectáreas en producción de Manzanas rojas y verdes.

Fuente: ODEPA, 2012

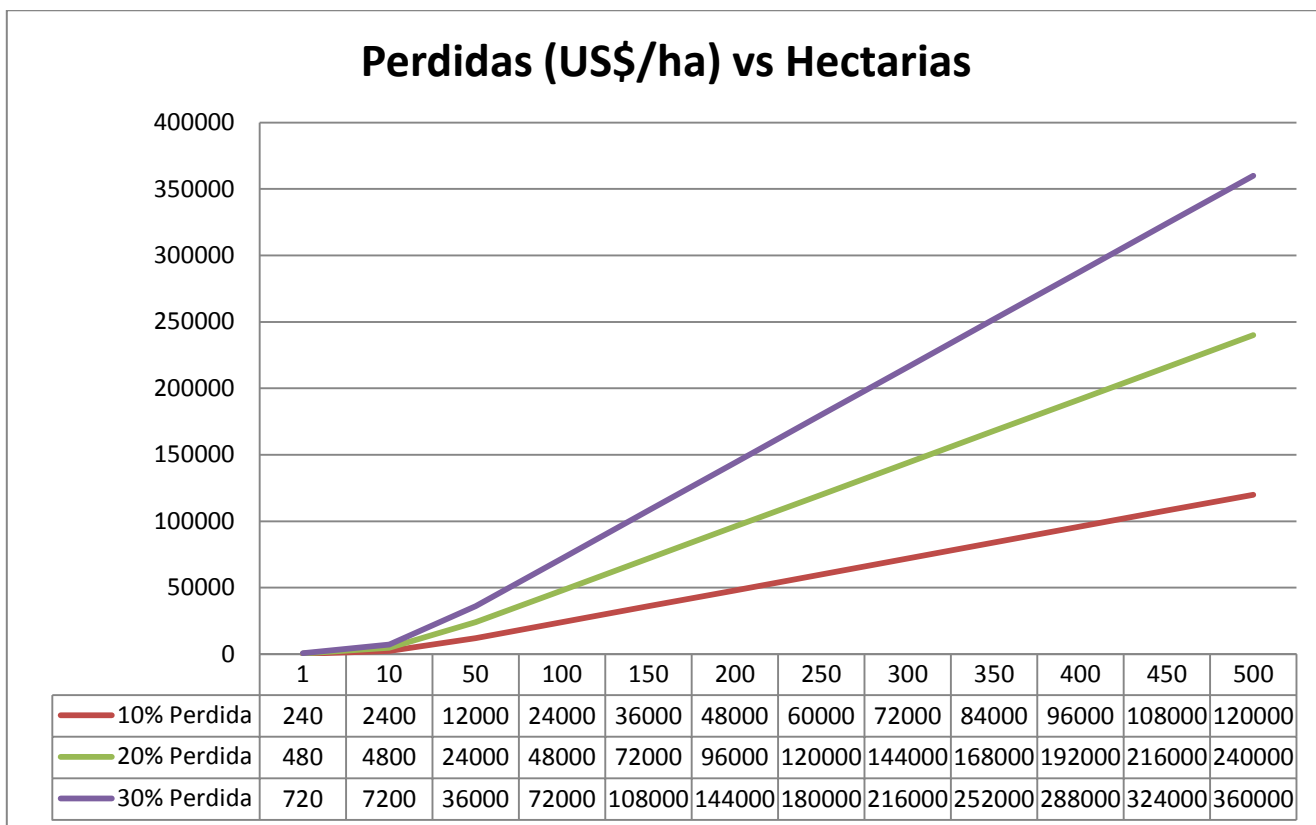
| Región | Provincia | Total ha | % del total nacional |
|--------------|-----------|------------------|----------------------|
| O'Higgins | Cachapoal | 6.282,29 | 17,93% |
| | Colchagua | 3.961,46 | 11,31% |
| Maule | Curicó | 10.247,75 | 29,25% |
| | Linares | 5.931,15 | 16,93% |
| | Talca | 4.387,44 | 12,53% |
| Total | | 30.810,09 | 87,95% |

Fuente: ODEPA

Desde el punto de vista de las pérdidas de insumo (plaguicidas), se pueden alcanzar pérdidas de un 10 a 30%. Estas pérdidas se van sintiendo cada vez más fuertes a medida que aumenta el número de hectáreas. Considerando costos de los agroquímicos de US\$ 2400 por hectárea para producción de manzanas y **productores con 500 hectáreas las pérdidas se avalúan en un mínimo \$66 millones** (Precio dólar \$550).

Grafico 5: Perdidas de plaguicida por deriva y otros efectos en función del número de hectáreas.

Fuente: Elaboración Propia



7.2 Potencial de Mercado

Una vez ya determinada la zona geográfica para la introducción de la tecnología, se realizó un trabajo investigativo para lograr determinar el mercado potencial en la región del Maule. Con la ayuda de productores y asesores prediales (Alejandro navarro de VIVEROSUR y Oscar Carrasco, asesor independiente y docente Antumapu) se logró sub segmentar a los productores por número de hectáreas. Se calificó a los productores pequeños como aquellos que tienen un máximo de 50 hectáreas de explotación considerando que dentro de esta categoría aquellos que poseen 10 hectáreas o menos no cumplen la normas fitosanitarias correspondientes en la aplicación de plaguicidas. El siguiente grupo identificado corresponde a los productores medianos con más de 50 hectáreas de explotación y un máximo de 500 hectáreas. Por último se identifican los grandes productores con más de 500 hectáreas de explotación.

De un total de más 2000 productores de manzanas, se estima que existen unos 20 productores empresarios con más de 500 hectáreas. Por lo tanto el mercado mínimo potencial inicial de productores grandes es de 10 mil hectáreas.

Ahora considerando que se requieren una maquina atomizadora cada 25 hectáreas, se necesitaría producir un mínimo de 400 dispositivos para suplir esa necesidad. En términos monetarios solo

considerando el valor del dispositivo de medición y el sistema de monitoreo móvil, se obtiene un potencial de \$ **391.372.000 millones**¹⁵.

7.3 Adopción y transferencia de la tecnología

Nuevamente haciendo referencia a las variables claves o drivers de valor identificados, se debe comenzar con que la base de la generación y transferencia tecnológica, deber estar enfocada como una actividad estratégica en la productividad, competitividad, rentabilidad, sostenibilidad y revaloración del sector, sus empresas y sistemas productivos. Como contraparte, la realidad y actualidad en la industria frutícola Chilena nos dice, que los productores o dueños empresarios desconocen este tipo de tecnologías, y en términos más comerciales desde los mismo proveedores de tecnología, se plantea la siguiente pregunta, ¿Por qué en Chile se desconoce este tipo de tecnologías y su adopción es tan baja?, la respuesta a esta pregunta es sencilla y no debiera sorprender... “los números a los productores les dan, el productor comenzara a preocuparse cuando los números no den”, Juan Pablo Hadad- Gerente Comercial IMPAC. Por lo tanto para fomentar la adopción e implementación se debe comenzar a utilizar paralelamente otros argumentos como la globalización de los mercados, la exigencia por parte de los consumidores de una mejor calidad de los productos, exigen el desarrollo y la adopción de tecnologías. En este sentido, la difusión se constituye como elemento clave para lograr el impacto deseado mediante el proceso de adopción, la cual se sustenta en 4 componentes principales: innovación, canales de comunicación, tiempo y sistema social.

Considerando que en Chile este tipo de tecnologías es relativamente nueva y se carece de información oficial para la estimación de una tasa de adopción real, se utilizó datos teóricos de difusión de innovaciones categorizados en cinco grupos, 2,5% de los productores (innovadores), 13,5% de los productores (adaptadores precoces), el 34 % de los productores (mayoría precoz) y el otro 34% de los productores (mayoría tardía) y finalmente el 16% de los productores (rezados). Extrapolando estas tasas de adopción junto a datos históricos en la adopción de este tipo de tecnologías en Argentina, se obtienen los siguientes resultados para los siguientes 9 años, luego de la aplicación de la estrategia de introducción local de 1 productor en la región del Maule (con tasa de adopción pesimista). Lo anterior queda expresado en al siguiente tabla

Tabla 7: Estimación demanda de dispositivo de medición en horizonte de 9 años (pesimista)

| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Demanda de dispositivo | 25 | 75 | 155 | 270 | 400 | 420 | 600 | 850 | 1300 |
| # productores (500 ha) | 2 | 5 | 9 | 15 | 21 | 22 | 31 | 44 | 66 |

Fuente: Elaboración Propia

Asumiendo productores uniformes con la misma cantidad de hectáreas, 500 ha, se puede observar que el potencial de mercado se puede alcanzar al quinto año. Ahora bien desde una mirada mucho más optimista los datos históricos argentinos luego de la validación de la tecnología el potencial podría ser alcanzado al tercer o cuarto año, y ya luego ocurra un adopción mucho más rápida al

¹⁵ Valor estimado= [PecioDispositvo (180.930)*400]+[10.000*550*Costo sistema/ha (58)] .

final del periodo de los 9 años, llegando a 4500 dispositivos aproximadamente lo que significa si asumimos productores homogéneos con 500 hectáreas para explotación, el número total de productores sería de 225.

7.3 Claves de viabilidad de la innovación.

7.3.1 La herramienta Tecnológica

Validación de la tecnología en el cultivo objetivo

Para que pueda ser aplicado efectivamente a un cultivo específico o determinado, en caso de estudio a manzanos, es indispensable que haya sido validado para las condiciones bajo las cuales será utilizado. Como modo de apoyo a la experiencia predial y pruebas de campo, es necesario también educar a los productores con diferentes tipos de validaciones realizadas internacionalmente, Existen estudios avanzados para la aplicación de APs, ya sea carozos, arándanos y cultivos anuales pero en especial en viñedos.

Servicio de operación tecnológica y disposición de un soporte técnico

La disposición de una servicio especializado que brinde el soporte técnico para la recolección e interpretación de los datos es otro factor clave para una instalación efectiva de la herramienta, solo a nivel del dispositivo de medición de caudales es necesario de un personal capacitado que haya aprobado su fácil uso.

Con respecto a la demanda de APs asociados a prestaciones de caracterización, sensoramiento remoto, implementación de sistemas de información geográfica, además de estudios preliminares y capacitación de personal en el manejo de equipos, se encuentran empresas tales como: Agropresición, Neoag, Vintex, Geosoluciones y Agrosat. La apropiabilidad de la herramienta es posible a nivel de tecnologías que acompañan su uso, tales como software e instrumentos de registro. Sin embargo, hasta el momento no existirían en Chile niveles de desarrollo suficientes que ameriten la aplicación de patentes u otras formas de propiedad intelectual. La dinámica en el uso de la herramienta y sus mayores exigencias y/o adaptaciones podría permitir que tales mejoras, si son desarrolladas en Chile, fuesen susceptibles de ser patentadas. El valor se encuentra en la interpretación de la tecnología y en las recomendaciones que puedan derivarse a partir de ella.

Actualización y perfeccionamiento tecnológico

La herramienta debe ser capaz de incorporar y ajustarse rápidamente a la implementación de tecnologías de apoyo, que contribuyan a hacer más precisa su gestión, o disminuir sus costos. En este sentido, los proveedores de estas herramientas y servicios juegan un rol importante ya que toda vez son ellos quienes conducen estas mejoras a la herramienta.

7.3.2 Usuarios

Disponibilidad y manejo de registros sobre el predio

Resulta clave para una implementación efectiva, que el agricultor maneje su predio sobre la base de planes basados en registros sobre el desempeño de los distintos sectores de su plantación. Los registros no sólo resultan claves al momento de instalar la herramienta si no que constituyen un elemento esencial en el control de la gestión de los planes de manejo (en especial, control de costos) que se derivan de la aplicación de la misma.

Entendimiento de la tecnología y su uso

Para una aplicación efectiva de la tecnología, es importante que tanto el agricultor, como el personal a cargo, estén familiarizados con las características y requerimientos de la misma, y de la forma y progresividad en que esta se aplica a través del tiempo.

Capacidad de gestión

La utilización efectiva de la herramienta, de forma de explotar al máximo su potencial de beneficios, requiere de una capacidad de gestión relativamente alta por parte del agricultor, tanto en lo que se refiere a su instalación, como a la ejecución de los planes de manejo que se derivan de la misma.

Características de la explotación

Aunque no existen limitaciones para la implementación de la herramienta, hasta ahora la experiencia indica que para viñedos, la mayor incidencia económica de este tipo de herramientas los resultados de las empresas se produce en huertos que presentan una mayor irregularidad en el terreno, en cuanto a tipo y calidad.

Tamaño de Explotación

En cuanto al tamaño que deben tener las explotaciones no existen limitaciones desde el punto de vista de la herramienta. Es claro que el costo de la implementación de la herramienta disminuye en la medida que se reparte en mayor superficie. El tamaño mínimo conveniente estará dado por la complejidad de la explotación y por el impacto que el uso de la herramienta pretenda generar.

Capacidad Financiera

Por evidente que parezca, es preciso indicar que el agricultor que utilice esta herramienta deberá también considerar las inversiones y costos que se derivarán de la implementación de las decisiones de gestión tomadas a partir de la información generada por la herramienta.

Oportunidad de la implementación

Indudablemente que cuanto más temprano se tenga información cuantitativa y cualitativa de las variables asociadas a la explotación, mayores serán los beneficios de buenas decisiones tomadas oportunamente.

7.4 Asuntos por resolver

Desde el análisis técnico se han identificados ciertos problemas de funcionalidad, los cuales deben ser corregidos, pero que perfectamente pueden ser mejorados dentro de las etapas del proceso de adopción y validación, logrando introducir la innovación tecnológica de forma

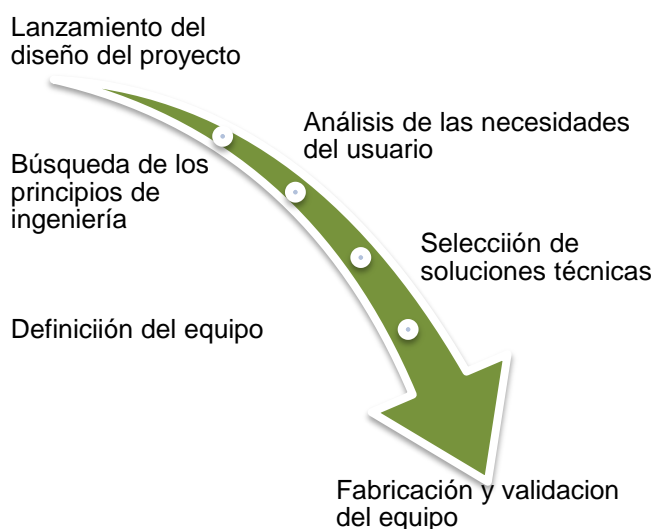
integral. De esta forma podemos atacar variables del diseño, entendimiento de la tecnología y su uso, y adaptabilidad de la gestión propia de cada empresario agrícola.

Diseño para la formación de capacidad local aplicada a equipos e instrumentación Frutícola: camino estratégico para agregar valor a los productos

Dado el conjunto de antecedentes expuestos entorno al tipo de proyecto y las posibilidades de la adopción a este, junto a la utilización del modelo de innovación abierta¹⁶, es evidente que el **camino tradicional del diseño de productos**¹⁷ no es el más apropiado para validar la herramienta y mucho menos esté preparada para entrar al mercado. El diseño que hace relación con la funcionalidad y/u operatividad del dispositivo y el usuario, logrando desarrollar la capacidad local para el diseño de los equipos de modo de proponer respuestas a los requerimientos de los usuarios en forma rápida y adecuada. Por lo tanto, se debe realizar un trabajo conjunto entre los diseñadores y usuarios al no existir limitantes a las aplicaciones a que se puede llegar según las necesidades de los usuarios.

Reconociendo el hecho de que muchos prototipos o productos nunca llegan al mercado y después de un análisis de los parámetros de los casos exitosos. Se quiere introducir el método llamado CESAM, método específicamente usado en el ambiente de los países en desarrollo para el diseño de equipos agrícolas (Marouzé, 1999; Marouzé y Giroux, 2004) para lograr la conceptualización del dispositivo. Este método usa la ingeniería conceptual, es multidisciplinario y se centra en el usuario, desarrollando varios aspectos del proceso, cuyos puntos específicos se muestran en la siguiente ilustración:

Ilustración 19: Organización del método CESAM. Fuente: elaboración propia.



¹⁶ Ver 2.5.2.c (Marco Conceptual)

¹⁷ ANEXO F.1

- El equipo de diseño debe incluir distintas capacidades complementarias que no pueden ser resumidas como un problema mecánico. Es necesario tener: i) un buen conocimiento de las diferentes plagas y enfermedades que pueden afectar a la fruta, ii) un buen conocimiento de los procesos físicos y bioquímicos de conservación, iii) Conocimiento sociales y técnicos del ambiente de los usuarios, iv) conocimientos económicos y comerciales. De forma cumplir con el rediseño se enfoque en los usuarios de modo de entender lo que desean, como están trabajando y cuál es su capacidad financiera.
- Es necesario tener conocimiento de los principios y soluciones técnicas desarrolladas. Ya que la simple repetición de soluciones existentes, ligeramente modificadas no permite el análisis tecnológico y económico necesario para alcanzar un solución óptima del problema (Marouzé y Dramé, 2005).
- El mantenimiento (postventa) y fabricación debe ser tomado en consideración en las primeras fases del rediseño porque son un importante factor limitante en nuestro país.

En comparación con la forma en que se diseñó el dispositivo, las actividades descritas entregan un análisis de las necesidades mucho más detallado y abarca todo el ambiente de uso del futuro equipo durante su ciclo de vida a través de análisis continuos durante todo el proceso de diseño, hasta obtener un producto final validado por el mercado y los usuarios. En relación con la investigación de los principios que deben ser incorporados al equipo final, no es necesario que el usuario conozca en detalle esos principios ni tampoco la solución técnica que será aplicada, sino solamente las funciones requeridas y su costo. Por lo general se solicitaran los equipos menos costosos, pero al tener una buena base investigativa es posible entregar los adecuados atributos y explicar (evidenciar) beneficios (Ahorro) que puede entregar el uso de un equipo en particular, para lograr evitar las diferencias entre las posiciones de los diseñadores y la de los usuarios.

7.4.1 Definición de actividades de validación como vía para la adopción tecnológica

El análisis de las necesidades no es suficiente cuando esta parte es la primera etapa de la secuencia del proceso, al sólo definir la necesidad de calibrar las maquinas pulverizadores en base a una sola función que es el caudal de aire sin considerar complejidades técnico operativas y las de mercado, que se identificaron a lo largo de los capítulos anteriores de este trabajo, ya que solo daría respuesta a problemas agronómicos y mecánicos, sin centrarse a la eficiencia y criterios de control y gestión. En términos generales no es posible capturar el problema global y entonces, en forma separada, diseñar la solución técnica. Durante la primera evaluación realizada las necesidades solo se consideró la función principal, diseñando un prototipo en las primeras etapas, lo que no favorece la realización de cualquier modificación fundamental a los principios técnicos seleccionados, considerando que etapa a etapa el prototipo es probado en diferentes contextos y después de cada prueba es necesario hacer modificaciones.

El desarrollo metodológico de introducción en base a un predio de prueba durante una temporada en la región del Maule contempla la ejecución de las siguientes actividades:

Tabla 8: Actividades de validación tecnológica

| Actividad | Descripción |
|---------------------|--|
| Unidad experimental | Se debe considerar una unidad de prueba de |

| | |
|--|--|
| | <p>cierta cantidad de hectáreas (entre 5-10 ha), seleccionada por ser un área de mayor variabilidad espacial respecto de las propiedades del suelo, de modo de hacer posible la correlación de niveles distintos en las variables del suelo, con las variables respuesta.</p> |
| Levantamiento de información | <p>Se desea conocer cómo se realizan las aplicaciones y la toma de decisiones a nivel de negocios, para obtener un caso base de comparación. Realizar estimaciones preliminares entorno a la eficiencia y actividades para poder determinar con exactitud los aspectos a mejorar.</p> |
| Referenciarían inicial de la unidad experimental | <p>Por medio de un receptor de señal satelital con corrección diferencial, se capturarán las coordenadas geográficas de los límites del cuartel, correspondiente a la unidad experimental del proyecto. Estas coordenadas deben ser almacenadas en un capturador de datos de terreno conectado permanentemente al GPS para construir el perímetro real de la unidad de terreno.</p> |
| Definición de las parcelas permanentes de muestreo | <p>Con el cuartel debidamente georreferenciado, se debe diseñar una grilla de puntos de muestro con una intensidad de 20 puntos /ha. Interesa identificar puntos de muestreo en forma permanente de cuales se quiere obtener mediciones de rendimiento y calidad.</p> |
| Caracterización climática | <p>Con la ayuda de expertos del INIA, se aconseja utilizar una estación meteorológica, almacenar, procesar y analizar series de datos obtenidos. Se medirá aspectos climáticos y suelo, como velocidad del viento, evaporación y humedad relativa. A partir de estas variables se pueden determinar otras, como días grado, horas de frío y periodo libre de heladas, así también como variables químicas y físicas del suelo, textura, estructura, etc. Todo estos factores deben ser analizados con el fin de determinar su incidencia en las aplicaciones y los rendimientos futuros.</p> |
| Mediciones | <p>Producciones de manzanas y características químicas. Para establecer extracción de datos en términos de tiempo y magnitud.</p> |
| Caracterización de las manzanas | <p>Considerando las variables definidas para el rechazo o aceptación de la fruta en los mercados de destino.</p> |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Análisis Geo estadístico de los datos | Generar mapas de variabilidad espacial y temporal por cada variable analizada, el Análisis incluye las siguientes definiciones: tendencias espaciales, estabilidad temporal, clases de respuesta y unidades de manejo homogéneo, pudiendo indicar aquellos sectores con rendimientos y/o calidad consistentemente bajos malos y aquellos inestables. El número y tamaño de estas unidades se establecería en función de un análisis técnico-económico, que considere facilidades de aplicación y la obtención del máximo retorno económico. |
| Definición de niveles de decisión | A partir del análisis geo estadístico de los resultados, se derivan las definiciones de las prescripciones de la herramienta. |

Para el desarrollo de estas actividades en un predio de 500 ha, es necesario incurrir en los siguientes gastos a lo largo de una temporada (12 meses):

Tabla 9: Costo de proyecto de prueba

| Recursos | Costos por Temporada en 500 ha [\$] |
|--|-------------------------------------|
| Diseñador + Ingeniero agrónomo | 24000000 |
| Número de dispositivos (20) | 3800000 |
| Costo por hectárea Sistema monitoreo (US\$ 58/ha) | 15950000 |
| Numero de aplicaciones (20 por temporada) | 16500000 |
| Total | 60250000 |

Fuente: Elaboración Propia

El Proyecto y sus actividades de validación, alcanzan un **costo aproximado de 60 millones**. Este valor sólo considera las actividades descritas y el rediseño de las necesidades técnicas y funcionales de la herramienta. En comparación con proyectos similares, específicamente de viñedos (desarrollo de la tecnología de manejo de sitio específico en viñedos para manejar la calidad de la uva a vinificar, ejecutado por CRI Quilamapu y el CE Cauquenes del INIA, en viñedos de propiedad de la empresa vitivinícola Viña Martínez de salinas), estos tienen un costo aproximado de 50 millones (según experto INIA del sector de transferencia tecnológica), considerando que en general los costos de producción de manzanas es un 20% más costoso, se obtiene la estimación entregada.

7.5 Aspectos comerciales

Evaluación de oportunidades en el mercado para el producto

Dentro de las oportunidades, se puede mencionar que en el sector se ha presentado un crecimiento constante en los últimos 5 años. Existen altas posibilidades de ingreso de nuevas herramientas. Dentro del sector, existe una imagen de admiración a la agro- importación, su tecnología y su know-how, lo cual podría ser una barrera para productos locales.

Si observamos a empresa experta en pulverización (IMPAC), la evolución de sus importaciones en los últimos 12 años, han mantenido un aumento sostenido, alcanzando hasta la temporada 2011 un 295% respecto al año 2000. Cabe destacar que en algunos años el crecimiento ha sido muy elevado, como ocurrió en el año 2008, donde se incrementó la importación sobre el millón y medio de dólares.

Recomendaciones como estrategia de inserción en el mercado

- Búsqueda de un socio estratégico o representante local, según nuestro estudio. Se recomienda a los actuales proveedores, por poseer una base de clientes y el uso de equipos complementarios. Dado que conocer “quien es quien” en el sector, y poseen una amplia cadena de contactos, lo cual facilita enormemente la inserción en el negocio, de forma que el diseñador tampoco incurra en costos innecesarios. La confianza y la parte social son fundamentales para cerrar los negocios en nuestro país.
- Destacar la importancia de seleccionar correctamente el representante ya que este tratará con las empresas interesadas y debe brindar un buen servicio al cliente. Deben tener un buen equipo de agentes de venta y apoyo post venta
- Ventas directas: a las empresas agro-importadoras y/o asociación de agricultores que lo requieran.
- Se recomienda la instalación de una sucursal o filial en puntos estratégicos, en las regiones donde la aplicación de plaguicidas muestre mayor dificultades.

Producción local y consumo

No hay registro de datos oficiales. Se puede mencionar que estar muy ligado al desarrollo del sector, el cual en la actualidad tiene un gran potencial de crecimiento. Existen las condiciones para la introducción de nuevas tecnologías ya que urge impulsar herramientas que fomenten una mejor gestión de recursos y usos de maquinaria moderna pensando en la productividad para lograr una mayor competitividad.

Respecto al consumo, no existen estadísticas sobre el particular. Solo existen registros basados en la compra anual de equipos atomizadores y no respecto a paquetes completos de tecnología AP. Podemos agregar que en la actualidad en todo el mercado se venden en promedio 1.000 atomizadores por año, por lo tanto los proveedores (fabricantes locales) obtienen la mayoría de sus ingresos por piezas, repuestos y equipos complementarios de instrumentación.

Considerando que hoy en día el problema principal del uso desmedido de plaguicidas, sea parte de un problema del cómo se aplican estos productos y la mala mecanización de los equipos. La introducción de este tipo de tecnología se ve beneficiada de un trabajo en conjunto con los proveedores de maquinaria pulverizadora y no de los creadores de AP de forma directa, debido a que los primeros conocen el dolor actual de los productores y la forma en que ellos toman las decisiones de compra. Se destaca la necesidad de mantener un representante/ proveedor importador dado que la confianza y la relación social son fundamentales para cerrar los negocios en Chile.

Según nos indican algunos entrevistados varios distribuidores se han ido juntando, para adquirir en forma conjunta y tener mayor cobertura. Por lo tanto, independiente si se trata de un producto local o proveniente de empresas extranjeras, en la práctica se recomienda asociarse con ellos.

Según análisis previos, los servicios post venta son bastante básicos y dejan mucho que desear. Influye según la línea de equipos, más que precio y las características. Importante el mantenimiento de los equipos, asesoría en las mejoras del proceso y capacitación de los operarios que la van a dirigir. En esta iniciativa, se abren puertas a que no solo se entregue un equipo o dispositivo, sino que también la posibilidad de entregar servicios como parte de algún software de calibración y análisis.

Centros de consumo y estacionalidad de demanda

La estacionalidad está ligada por el tipo de equipo al cual está dirigido. Gran adquisición de equipos al inicio del proyecto y reparación, según campaña.

Esta es variante según la región donde se ubican los predios y el tipo de plantación. En la época de sembríos y cultivo, se presentan equipos de riego por goteo y atomizadores. Como hemos enfocado todo nuestro estudio a la producción de manzanos, en el siguiente gráfico se observa las labores realizadas a lo largo de un año, en cual se observa que desde mayo a diciembre, en especial los meses de octubre y noviembre, se realizan las labores de riego y aplicaciones. Chile por su diversidad climática, la producción contra-estación con el hemisferio norte y las temporadas largas favorece a la producción.

Con respecto a la calidad de los equipos, se espera que estos también sean duraderos, lo que puede afectar e influir en la demanda por estos equipos. Considerando las condiciones poco hostiles dentro de un predio los equipos de medición y monitores GPS, se deterioran rápidamente, por lo que hay que tomar en cuenta también estos efectos.

Gráfico 6: Demanda mensual de trabajadores por labor en manzanos. Fuente: Estudio «Estimación y caracterización de la demanda de la mano de obra asociada a la fruticultura de exportación, ODEPA 2012

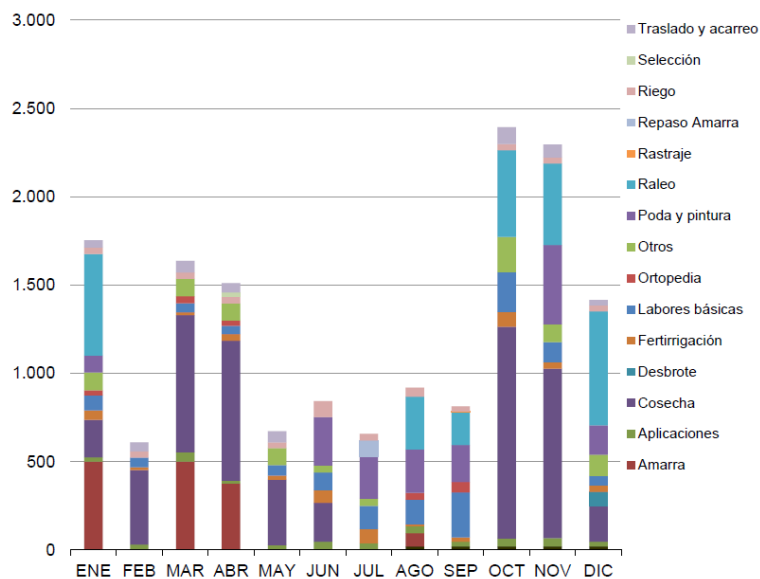
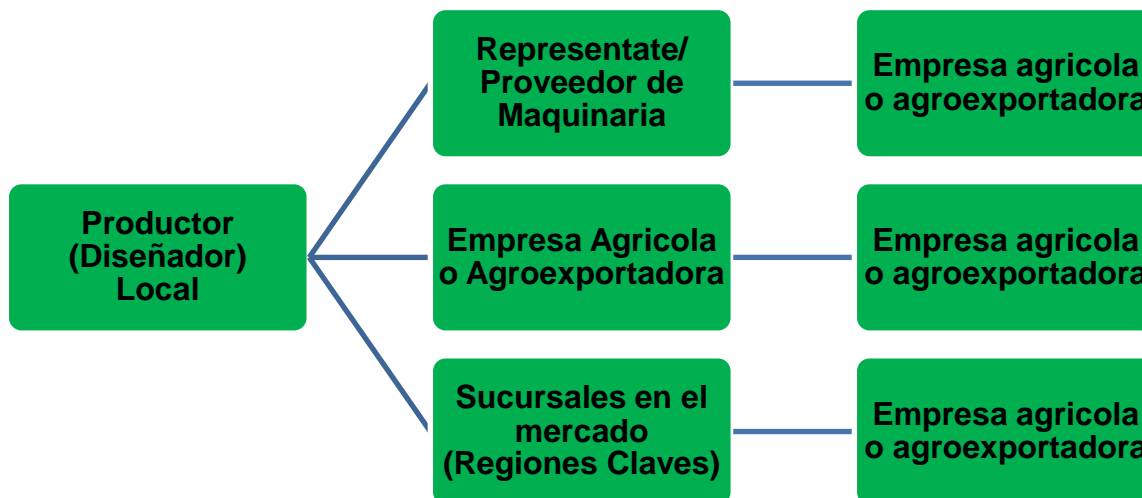


Diagrama de flujo

La distribución se articula principalmente a través de los proveedores / distribuidores / representantes, que venden al usuario final.

Ilustración 16: diagrama flujo de comercialización. Fuente: elaboración propia.



Poder de decisión de compra y toma de decisión a lo largo de la cadena

Como se comentó anteriormente, la parte servicios es básica en la toma de decisión, además del precio y las características. La asesoría y servicio post venta son importantes: tendencia de equipos que utilice o reemplace mano de obra, y que puedan entrar a predios cada vez más intensivos, mejora de los procesos de riego y aplicación de insumos.

Estrategia y política de diferenciación de minoristas

Dentro de las estrategias utilizadas para la compra de equipos, además del servicio post venta y el precio son: capacitación del personal operativo, pasantía de funcionarios para ver otros equipos en funcionamiento en Chile y en el extranjero. Asesoría para aumentar la productividad de la empresa cotizante.

Participar de eventos dirigidos a los agroexportadores y publicación en revistas especialistas. Estrategias de comunicación basados en el “Publicity” y “Publi-reportajes”. También aviso en revistas especializadas (ej. Mundoagro).

También ver la posibilidad de utilizar como canales tiendas especializadas del producto. Más que tiendas, deben ser empresas que ofrecen abordar “proyectos” más que productos independientes.

Distribución online

Dadas las formas de consumo, la venta se realiza a través de un vendedor especializado que colabore a mejorar con su experiencia la línea a la cual está dirigida y definir el punto de producción. Se requieren de expertos en servicios post-ventas para su calibración y ajuste según para el tipo de proceso para el cual está diseñado.

Varias de las empresas importadoras y grandes empresas de maquinarias manejan catálogos de productos en sus páginas web. Además, colocan publicidad en páginas relacionadas al sector o notas de prensa considerando ventajas específicas de ellas y nuevas llegas al mercado nacional.

La adquisición o compra por internet aun es baja para este tipo de productos. Recién en el 2012 podemos ver que tiendas como Sodimac está ofreciendo un sistema de compra y arriendo a través de su catálogo de productos a pedido, considerando que ellos venden maquinaria o instrumentos no tan específicos o complejos.

Empresas productoras poseen en su página web, una viñeta de contactos para solicitar cotizaciones de sus productos. Aquí es necesario responder rápidamente a estas cotizaciones pero sin dejar de lado la asesoría, principal falencia que se ha descubierto en los análisis previos. Algunas empresas chilenas, reciben solicitudes de cotización del sector agroexportador peruano, pero esto llega por un trabajo previo de estrategias de difusión de la empresa y de su web a través de vendedores, participación de eventos y por recomendación entre agroexportadores.

Organismos con influencia en determinación de tendencias y decisión de compra

Las asociaciones gremiales agrícolas, realizan diversas actividades para sus asociados. Cuentan con directorios, actividades para difusión y presentaciones para mejorar sus niveles de producción

Informan a través de simposios y cursos dirigidos a diversos cultivos. Presentan nuevas tecnologías y show room de empresas proveedoras para cada uno de los productores.

7.6 Conclusiones y recomendaciones del capítulo

Cada vez más se está integrando el concepto de agricultura inteligente que busca cubrir las brechas de competitividad, y obtener temporadas más eficientes que van de la mano con los potenciales de producción que van en aumento. En el sector frutícola de exportación chileno continua con una visión de crecimiento, diversificación de productos y de inversión.

Sugieren ventas directas a empresas que lo requieran a través de los socios clave, facilitando las transacciones, ya que el socio local posee cadena de venta y una de contactos y una cercanía con los usuarios (generación de vínculos y relaciones). En lo posible instalar un sucursal estratégica que pueda cubrir la VI, VII y VIII región, al considerar que las casas matrices de los principales proveedores están en Santiago, y trabajan con distribuidores, pero no asegura calidad de atención.

Finalmente participar en eventos locales, invitaciones a conocer las plantas de producción a los agricultores, para que estos posibles interesados vean como está operando una planta con dichos equipos, logrando educar a los usuarios.

Por otro lado, si no se cuenta con un desarrollo de producto pensado en un 100% en las necesidades de los productores, ni con el mejor plan de introducción comercial se podrán tener

resultados positivos, lo que habla de los requerimientos de los equipos. Si bien los equipos e instrumentos (sistemas o complementos) para la maquinaria de pulverización parecerían simples en su diseño y fabricación, es paradójico que a menudo ofrece soluciones parciales o insuficientes para satisfacer los requerimientos de los usuarios los cuales entonces expresan su descontento.

En términos generales, los usuarios desean mejorar sus ingresos y su calidad incrementando su productividad y disminuyendo los trabajos pesados del proceso, la mayor parte del cual es manual. Se debería agregar que el equipo debe estar adaptado a las condiciones del ambiente socioeconómico y socio-técnico de los usuarios en lo que hace a su precio de compra, costos operativos, uso de las fuentes de energía disponible (principalmente agua por el riego y aplicaciones) y la capacidad para asegurar un mantenimiento rápido y a bajo costo. Cuando se realiza un análisis funcional detallado de las necesidades de los usuarios, es evidente que los equipos e instrumentación existente tienen que incluir un rango de características cualitativas y cuantitativas. Por lo tanto, el proceso del diseño de equipos no involucra ninguna reducción del rigor del análisis. Se debe recordar que el equipo también debe incluir todas las prevenciones necesarias, debido a que la calibración de los atomizadores para la aplicación de los agroquímicos debe considerar una calibración eólica e hidráulica, junto con variables biológicas, estado vegetativo (flor y fruto) y necesidades agronómicas.

La herramienta, ya sea para cualquier tipo de aplicación y frutas, el equipo empleado debería permitir el manejo y el control del proceso para adaptar anticipadamente la variedad de las insumos a utilizar y posteriormente la variabilidad de sus productos en el mercado. Después de una rápida investigación de los equipos existentes, es claro que la mayoría de los equipos proporcionan a los operadores escasa información como para tener el control del proceso. Al mismo tiempo, hay una falta de información sobre las variables del proceso y una falta de posibilidades de cambiar los parámetros del proceso durante su operación.

El abastecimiento de equipos disponibles en el comercio es aún insuficiente o inapropiado para satisfacer las necesidades de los productores en Chile. Ya que la mayoría de los equipos e instrumentos son diseñados en países (Brasil, Argentina, Estados Unidos y países europeos) donde el desarrollo de la fruticultura está más avanzando y culturalmente la tecnología se encuentra arraigada dentro de los productores, junto con un fuerte fomento para el desarrollo y utilización de instrumentos de agricultura de precisión por parte de sus autoridades, facilitando financiamiento y créditos a los productores tradicionales, lo que se traduce en un abastecimiento citado como un elemento clave para el desarrollo económico con un fuerte tradición agrícola.

Se propone, que el diseño y el uso de los equipos deben estar centrados en el usuario y no solamente reflejar la percepción del diseñador (para el caso en estudio se puede definir como “inventores”), de modo de permitir la adición de valor a un amplio rango de variedades de fruta, permitiendo comenzar con los productores de manzana para luego traspasar estos conocimientos a los otros tipos de productores.

En el contexto chileno, la importación de herramientas AP sufre por lo general de un bajo nivel de comercialización de esos productos, por lo tanto, no entrega un servicio postventa satisfactorio, teniendo como resultado un frecuente descontento del usuario debido a la falta de conocimiento técnico que lleva al mal, que luego son reflejados en la producción. En resumen el hecho de traer productos desde otros países a Chile, aunque parezca una tarea sencilla no implica que el transporte del ambiente técnico y económico para el cual fue inicialmente diseñado y fabricado el equipo sean igualmente sencillos.

Una variante del proceso de importación utilizada en muchos países en desarrollo como, es el proceso de “copia de adaptación”. La idea es manufacturar localmente el equipo importado, sin pagar ningún derecho a los diseñadores originales. En nuestro país, copian los diseños y externalizan la fabricación en países donde se realice a un costo menor. Este caso ocurre con maquinaria de gran tamaño como los atomizadores de arrastre, que consiste en una adaptación en el cambio de algunos materiales, algunos procesos de manufactura o su tamaño, tales como los tanques, motores, hélices, etc. Pero no ocurre a menudo con los complementos e instrumentos a esta máquina.

Para lograr validar la herramienta, es necesario desarrollar la capacidad local para el diseño de los equipos de modo de proponer respuestas a los requerimientos de los usuarios en forma rápida y adecuada. Por lo tanto, se debe realizar un trabajo conjunto entre los diseñadores y usuarios al no existir limitantes a las aplicaciones a que se puede llegar según las necesidades de los usuarios.

8. Conclusiones y recomendaciones finales

La introducción de la innovación tecnológica en estudio tiene sentido en ciertos tipos de huertos de fruta fresca en Chile en el corto plazo. Principalmente debido a las necesidades agronómicas del huerto, el tamaño de explotación (sobre 150 ha es una necesidad real), esta última tiene una fuerte relación con la estructura organizacional y cultura de las empresas agrícolas, y así también con el estado de desarrollo del sector y prácticas agrícolas. En este sentido, haciendo una referencia netamente entorno a los criterios de aplicación de plaguicidas, casi el 50% de los productores aplican plaguicidas para el control según un programa sanitario (mojamiento), el que básicamente está determinado por las fases fenológicas de los cultivos, más que por la presencia de las plagas en niveles que justifiquen su control. Un segundo grupo importante (23%), combina el programa sanitario con monitoreo, aunque sin especificar los criterios de monitoreo o su aplicación sistemática. Solo un 6% de los productores afirma que el criterio de aplicación de plaguicidas está basado en el monitoreo de la plaga a controlar. Con respecto al tamaño de explotación existe un marcada diferencia. Los productores pequeños usan masivamente solo programas sanitarios (60%, que solo desea cumplir con la orden) y el uso del monitoreo es muy bajo 15%. En el caso de los productores grandes, si bien es mayoritario el uso del programa sanitario (48%) empieza a tomar un significación el uso de monitoreo solo o con el programa (35%).

Costos

La propuesta tecnológica permite reducir los costos totales de producción en un 8%, considerando una reducción de insumos de un 30% y la necesidad de menos jornadas hombre en un 4 % considerando el trabajo realizado en una temporada.

Sin embargo el problema de las perdidas y rendimientos, puede ser en parte mejorado si se realizará los ajustes y cuidado necesarios a la maquinaria junto una mejor capacitación de los empleados, que sin duda tiene un peso importante en la incidencia de la calidad de las aplicaciones.

Ingresos Adicionales

La incorporación del dispositivo de medición de caudales y el sistema de monitoreo, puede aumentar la producción en un 6%, por lo tanto si la producción promedio es de 60 ton/ha, puede haber un incremento de 3,6 ton/ha, lo cual genera ingresos adicionales de US\$ 3307/ha (\$MM 1.8/ ha).

Es importante señalar que teniendo este estudio por objetivo acercar la tecnología a los predios de producción de fruta fresca, fue necesario realizar una evaluación del proyecto de manera privada sin incorporar todas las externalidades positivas. Ya que si el proyecto no resultase rentable para los flujos que maneja el sistema de producción actual, como no existen mecanismos que transfieran las externalidades positivas, no se llevaría a cabo dada la orgánica del sector.

Realizando una evaluación social de proyectos, se esperaría que la rentabilidad aumentara significativamente por los ahorros en salud de la población y de los propios operadores y deterioro el suelo por contaminación redicular (25% según cae al suelo). Una forma de medir los ahorros sería mediante la utilización de estadísticas históricas, o de otros países de geografías similares, para obtener el porcentaje de afectados por enfermedades y contaminación del suelo, de esta forma sería posible cuantificar los ahorros con los datos de disminución de contaminantes obtenidos.

Intervenciones

Como parte del proceso de introducción de la tecnología, enfocado en la adopción y validación tecnológica territorialmente, es necesario educar y enseñar a los productores las bondades del uso de nuevas herramientas, en especial de la gestión predial y del negocio.

La capacidad y los conocimientos técnicos insuficientes por parte de los propietarios y los operarios de la maquinaria, por lo general han llevado a altos costos de operación haciendo que las inversiones en mecanización sean menos atractivas. Muchos de los propietarios de tractores o pulverizadores no tienen conocimientos de agro negocios y deberían tener un mayor sentido comercial.

Importación de herramientas, equipos y maquinaria de mala calidad y algunos equipos importados son de mala calidad lo que lleva a un comportamiento insuficiente. Hay poco control y fiscalización, por parte de las autoridades sobre la calidad del equipo importado, y en algunos casos se encuentran herramientas, equipos y maquinaria de calidad por debajo de los estándares requeridos por el agricultor.

Los proveedores de servicios, incluyendo los fabricantes, los importadores, los vendedores y los responsables de los servicios posventa -incluyendo la venta de repuestos y la asistencia para servicios de mantenimiento y reparaciones- se enfrentan con las siguientes limitaciones (en términos generales, pero hay excepciones como se explicó anteriormente):

- Falta de conocimientos comerciales y escasos conocimientos técnicos sobre la maquinaria agrícola.
- Capital insuficiente debido a la falta de financiación comercial.
- Bajo volumen de negocios que da lugar a un escaso flujo de caja debido a la periodicidad de la demanda de maquinaria agrícola y sus implementos.

- Malas herramientas y equipos de trabajo y subutilización de su capacidad.

Otros servicios de apoyo institucional (p.ej., investigación, capacitación y extensión) también son débiles. Están limitados por una financiación inadecuada, equipos pobres de control y laboratorio, falta de transporte y capacidad humana limitada. Los débiles vínculos con la investigación y el desarrollo, entre las agencias de desarrollo y los fabricantes, los distribuidores y los agricultores, agravan la situación llevando a una mala comercialización de las tecnologías desarrolladas.

Falta de políticas públicas que debilitan el desarrollo sustentable y competitivo de la producción frutícola y el uso de tecnologías.

Finalmente, se quisiera identificar elementos propios del sector que impiden fomentar una preocupación entorno a la aplicación de plaguicidas:

- Falta de un programa nacional de inspección y certificación de equipos destinado a la aplicación de plaguicidas
- Débil herramientas de fortalecimiento de recursos humanos en materias de uso y manejo de plaguicidas. El SAG junto a diferentes actores públicos y privados vinculados en esta materia establecieron un programa nacional de reconocimiento de aplicadores de carácter voluntario.
- Bajo control a laboratorios de análisis de residuos de plaguicidas en Chile.
- Aún falta trabajo en materias de fortalecimiento de las negociaciones internacionales asociadas a la apertura de mercados.
- Ausencia de un plan de fomento al recambio de maquinaria utilizada en la aplicación de plaguicidas, y la falta de créditos y financiamiento para el uso de nuevas tecnologías.
- Finalmente se considera que los diferentes actores no forman parte de un cluster cohesionado, sino más bien atomizado con actores que poseen diferentes intereses, obviando que el principal agente de cambio y mejoramiento es el productor.

Bibliografía

- **Anderson, Catalina.** *Factores que afectan la aplicación de agroquímicos en montes frutales.* Citrus. INTA. Argentina. 2008.
- **Antonin y Lellay.** *Revue Suisse Arboric. Hortic.* Vol 5.
- **Bueno, Patricia Morales; Laida Fitzgerald, Victoria.** *Aprendizaje basado en problemas.* Theoria, año/vol 13. Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile. pp. 145-157.3.
- **Cely, Córdoba.** *Análisis morfológico: Una propuesta metodológica para el Diseño.* 2005.
- **Chantunni, Eduardo.** *Agricultura de precisión.* Comunica. Edición N°1. 2007.
- **Contreras, Gustavo y Escobar, Luis.** *Un sector exportador maduro: La fruta fresca.* Santiago, Chile, Julio 2003.
- **Comisión Nacional de Investigación CONYCIT.** *El sector frutícola en Chile: Capacidades de investigación y áreas de desarrollo científico-tecnológico.* Santiago, Chile, Junio 2007.
- **Corporación Colombiana Internacional.** *Tendencias de consumo de frutas, hortalizas y tubérculos.* Colombia. 2000.
- **Di Prinzio, J. C. Magdalena, W. Copes.** *Evaluación de las pérdidas de agroquímicos durante su aplicación en huertos frutales.* Universidad Nacional de Comahua., Río Negro. Argentina. 2003.
- **Fabrizzio Lévera, Empresa.** *Calibración de equipos nebulizadores. Elaboración propia.* Santiago. Chile. 2008.
- **Fernández Díez, Pedro.** *Mecánica de fluidos. Departamento de ingeniería eléctrica y energética.* Universidad de Cantabria. Cantabria.España. 2003.
- **Hetz, Edmundo.** *Actualización en mantención y operación de tractores agrícolas y optimización en las aplicaciones de plaguicidas.* Concepción. Chile. 2008.
- **Hofmann, V.** *Penetration of spray into plant canopies.* Extension Agricultural Engineering. NDSU Extension Service. Wageningen, Holanda. 1990.
- **Jover, Julio Lillo.** *Ergonomía: Evaluación y diseño del entorno visual.* Alianza Editorial.2007.
- **Löbacht, B.** *Diseño industrial: Bases para la configuración de los productos industriales.* Gustavo Gili. Barcelona. España. 1981.

- **López Roldán, Pedro.** *La construcción de tipologías: Metodología de análisis.* Universidad autónoma de Barcelona., España.
- **Magdalena, Jorge; Cichon, Liliana; Fernandez, Darí; Di Prinzio, Alcides.** *TRV: Aplicación de volúmenes adecuados en cultivos de frutales de pepita.* 1995.
- **Mark, Margaret; Pearson, Carol; Pearson S. Carol.** *The hero and the outlaw. Building Extraordinary Brands through the power of archetypes.* Macgraw-Hill. 2001.
- **Morgan. P, Thomas.** *The psychology of computer interaction.* Eribaum Association. 1983.
- **INE.** *Instituto nacional de estadísticas.* 1997.
- **Programa Iberoamericano CYTED,** *Ciencia y tecnología para el desarrollo. Tecnología de aplicación de agroquímicos.* Red Pulso. Argentina. Pág 68.
- **Ranskin, Jet.** *The Human Interface; New direccitions for design interactive systems.* Wesley 2000.
- **Ripa, Renato.** *Seminario aplicación de plaguicidas y opciones para reducir residuos.* FRUSEXTA, Santiago, Chile.
- **R. Ramirez, A. Patiño, A. Gaviria.** *Pérdida de energía en un túnel de viento.* Departamento de Física. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. 2004. Pp. 301-302.
- **Servicio Agrícola y Ganadero S.A.G.** *Declaración de ventas de plaguicida.* Sub-departamento de plaguicidas y fertilizantes. División de protección agrícola. Santiago, Chile. 2006.
- **Servicio Agrícola y Ganadero S.A.G.** *Reglamento específico para la acreditación de terceros en la ejecución de tratamientos fitosanitarios para artículos reglamentados de importación y tránsito.* Santiago, Chile. 2011. Pág 50.
- **Servicio Agrícola y Ganadero S.A.G.** *Sub-departamento de plaguicidas y fertilizantes, división de protección agrícola.* Santiago. Chile. 2006.
- **Spillman, W.** Citado por Magdalena. *Curso “Tecnología de aplicación de plaguicidas”.* INEA Cauquenes. 2008.
- **Servicio de Innovación Educativa. UPM.** *Aprendizaje Basado en Problemas.* Universidad Politécnica de Madrid. 2008.
- **William L, Kritina Holden, Jill Butler.** *Universal Principles of Design.* Rock Port, Inc., 2003.

- **Zamorano H, Nelson.** Introducción a la mecánica. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 1995.

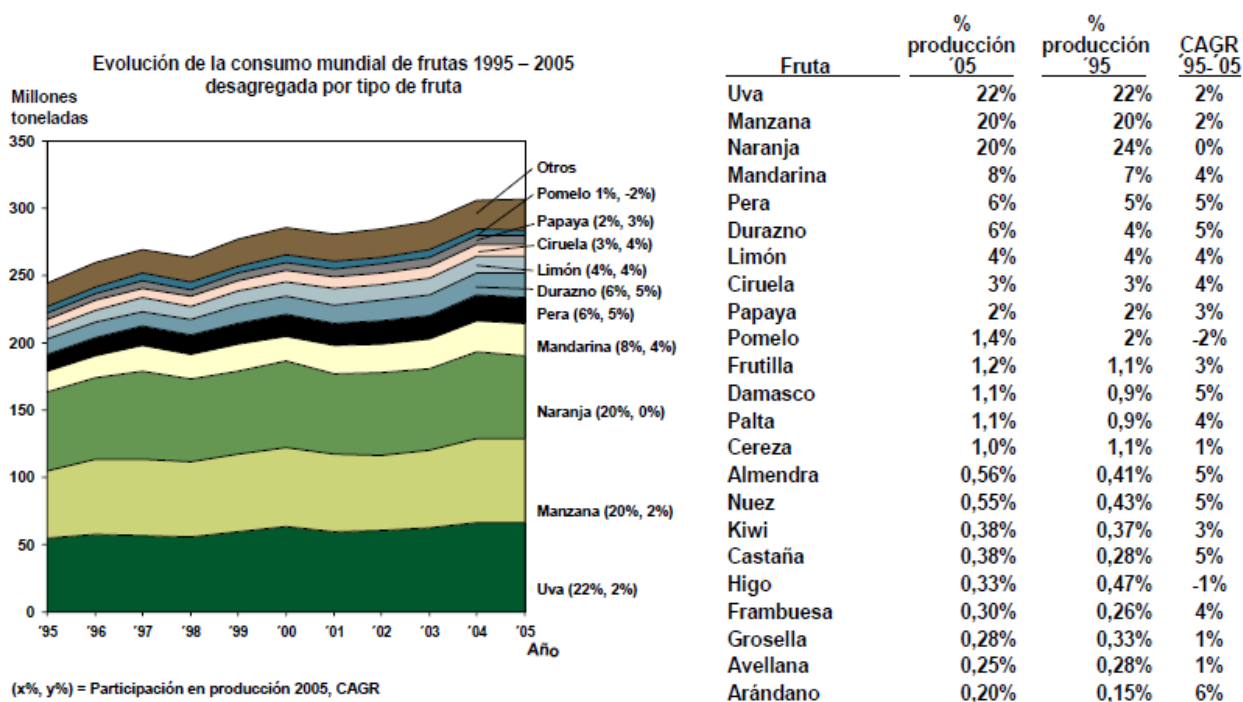
Anexos

A. Introducción y antecedentes

A.1 Dimensionamiento del mercado global

A.1.1 Frutas de interés

Ilustración 17: Evolución del consumo mundial de fruta desagregada por tipo de fruta de interés

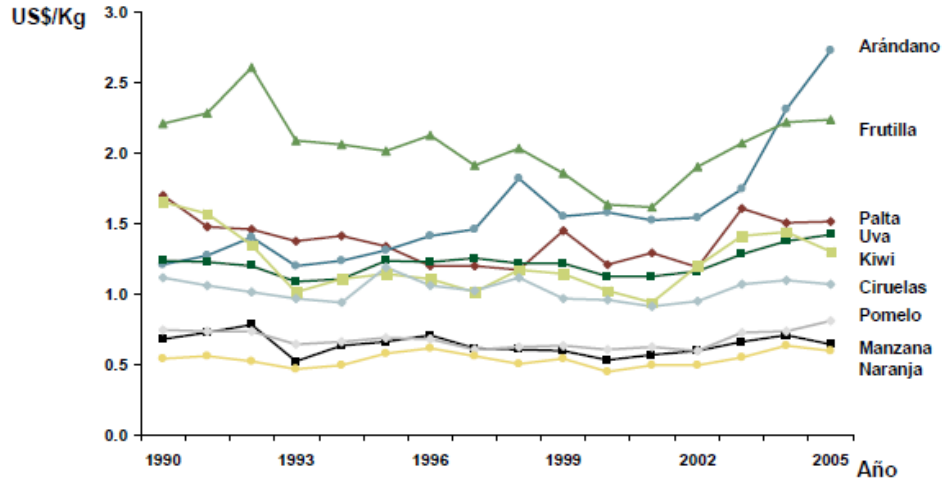


Fuente: FAO, Análisis BCG (BOSTON CONSULTING GROUP)

A.1.2 Evolución del precio de la fruta exportada

Ilustración 18: Evolución del precio por kilogramo exportado de las principales frutas.

Evolución del precio por kilogramo exportado de las principales frutas (1995- 2005)



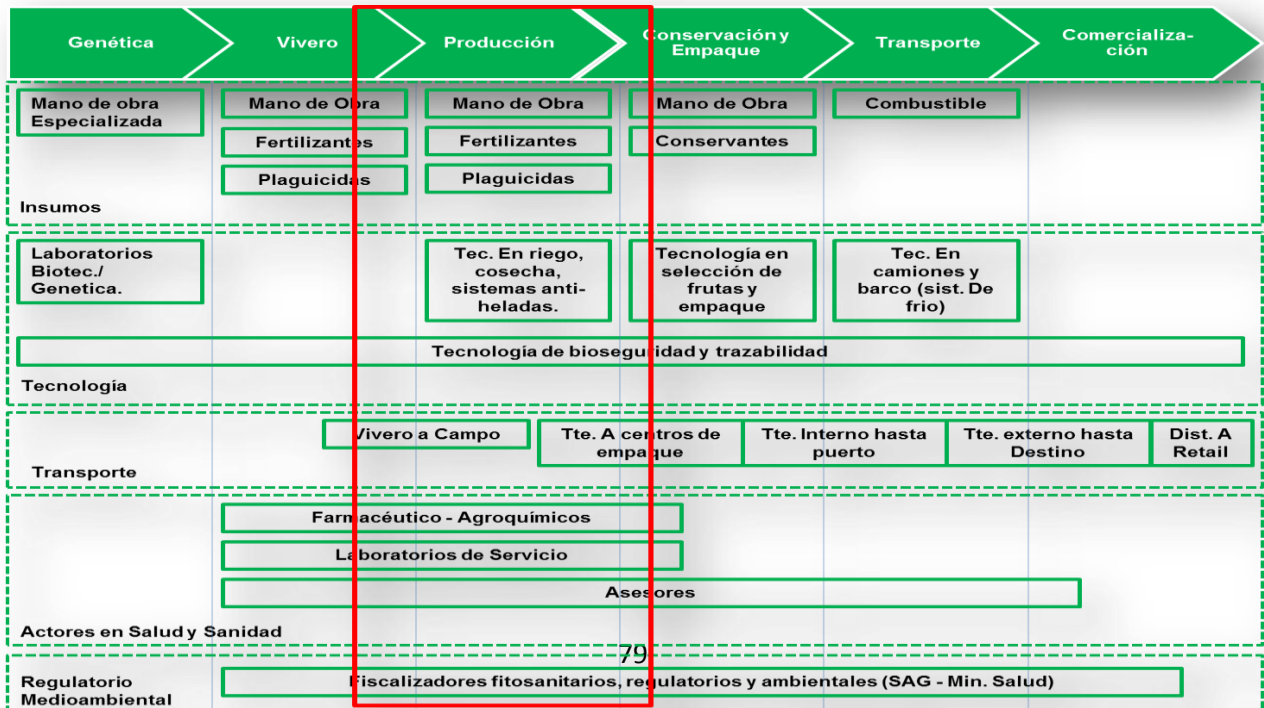
Fuente: FAO, Análisis BCG (BOSTON CONSULTING GROUP).

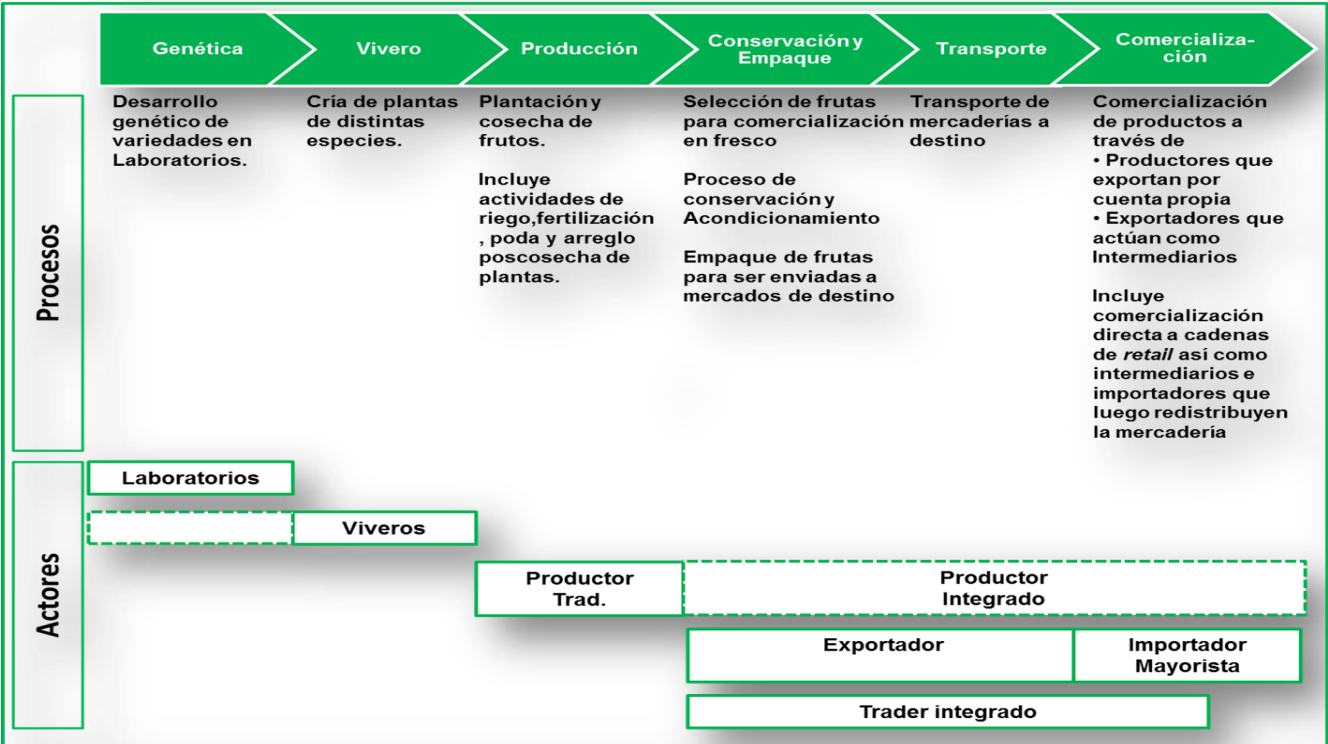
A.2 Dimensionamiento del mercado global

A.2.1 Encadenamiento productivo y actividades del proceso productivo

Es relevante considerar que la actividad abarca también una serie de complejos encadenamientos que resultan esenciales en el proceso productivo. La lectura y análisis que se realizará, tendrá como foco sólo la producción, por lo tanto el actor principal en estudio es el productor tradicional y la relación que tiene con los diferentes agentes que se identifican a continuación.

Ilustración 19: Encadenamiento del proceso productivo. Fuente: elaboración propia



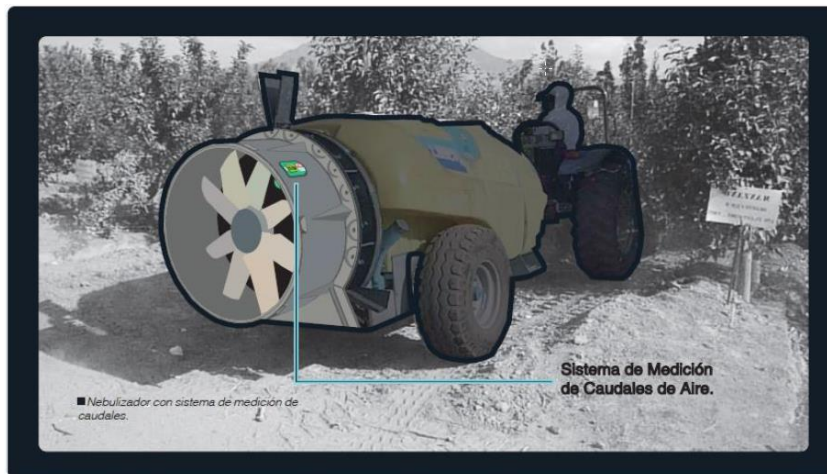


B. Descripción del proyecto y justificación

B.1. Dispositivo de medición de caudal de aire y sistema de monitoreo

Determinar el caudal de aire que entrega una maquina nebulizadora y el que se necesita para lograr un aplicación fitosanitaria eficiente en huertos frutales son las dos variables que los diseñadores mencionados lograron resolver, a través de un sistema que permite calcularlas en tiempo real. Es decir, el sistema permite que el operador de la maquina pulverizadora sepa cuál es el caudal de aire que entrega la maquina en todo momento y el que se requiere para que la aplicación sea correcta.

Ilustración 20: Representación del sistema de medición de caudales de aire



El dispositivo de medición se adosa a la carcasa de la hélice, el sistema mide puntos específicos donde el pulverizador succiona aire dentro de la turbina. Por medio de una placa micro controladora, en tiempo real, calcula y muestra la cantidad de metros cúbicos de aire que entra al equipo. A partir de esos de esos datos, se puede determinar –de acuerdo a las características del predio y las demás variables- el flujo de aire que necesitará para realizar la aplicación de manera correcta.

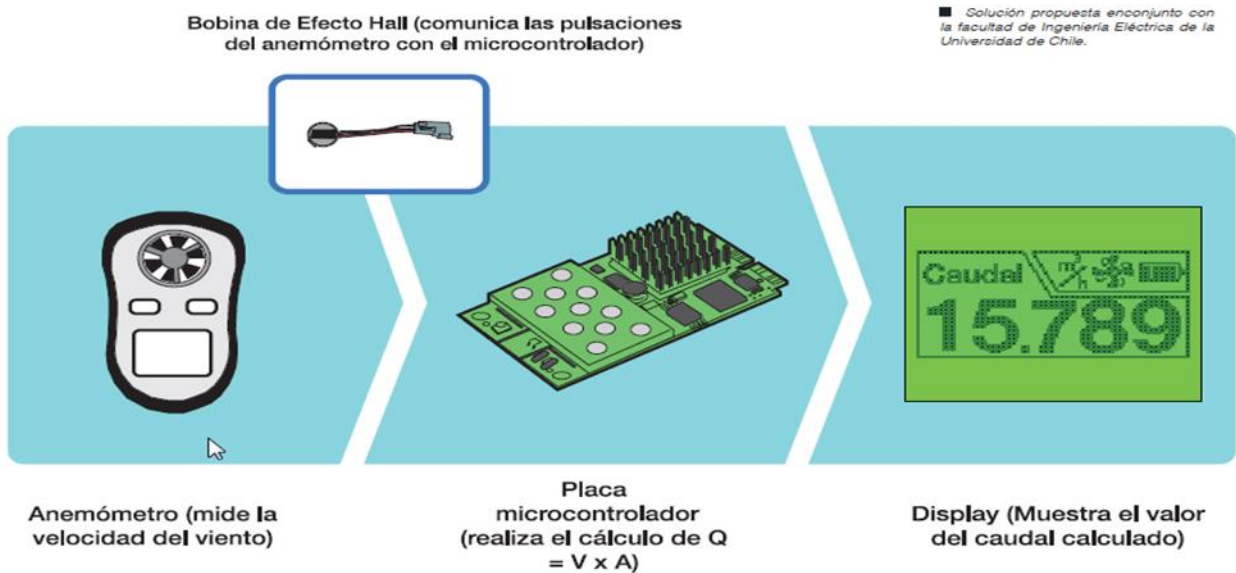
Instrumento de medición

Ilustración 21: Instrumento de medición



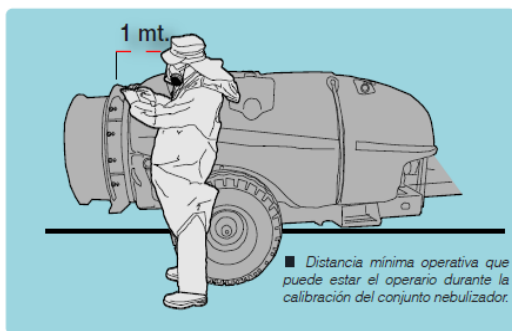
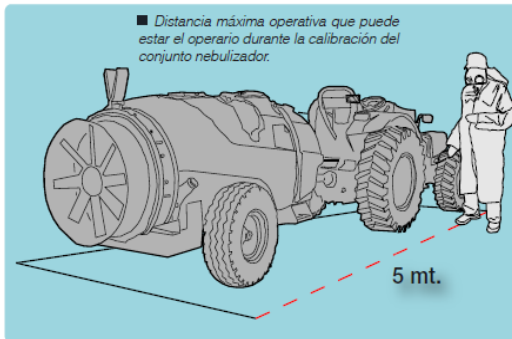
Piezas del instrumento de medición

Ilustración 22: Piezas del instrumento de medición.



Integración del dispositivo a un sistema de monitoreo móvil

Propuesta conceptual de un sistema integrado de control y medición. Fuente: elaboración Nicolás Lorca, Diseñador Industrial.



Sistema GPS

Sistema que permite controlar dónde se han realizado las aplicaciones.

Sistema PULVESAX

Sistema que permite controlar el momento preciso de la aplicación.

Sistema de Medición de Caudales de Aire

Sistema que permite controlar la precisión de la aplicación.

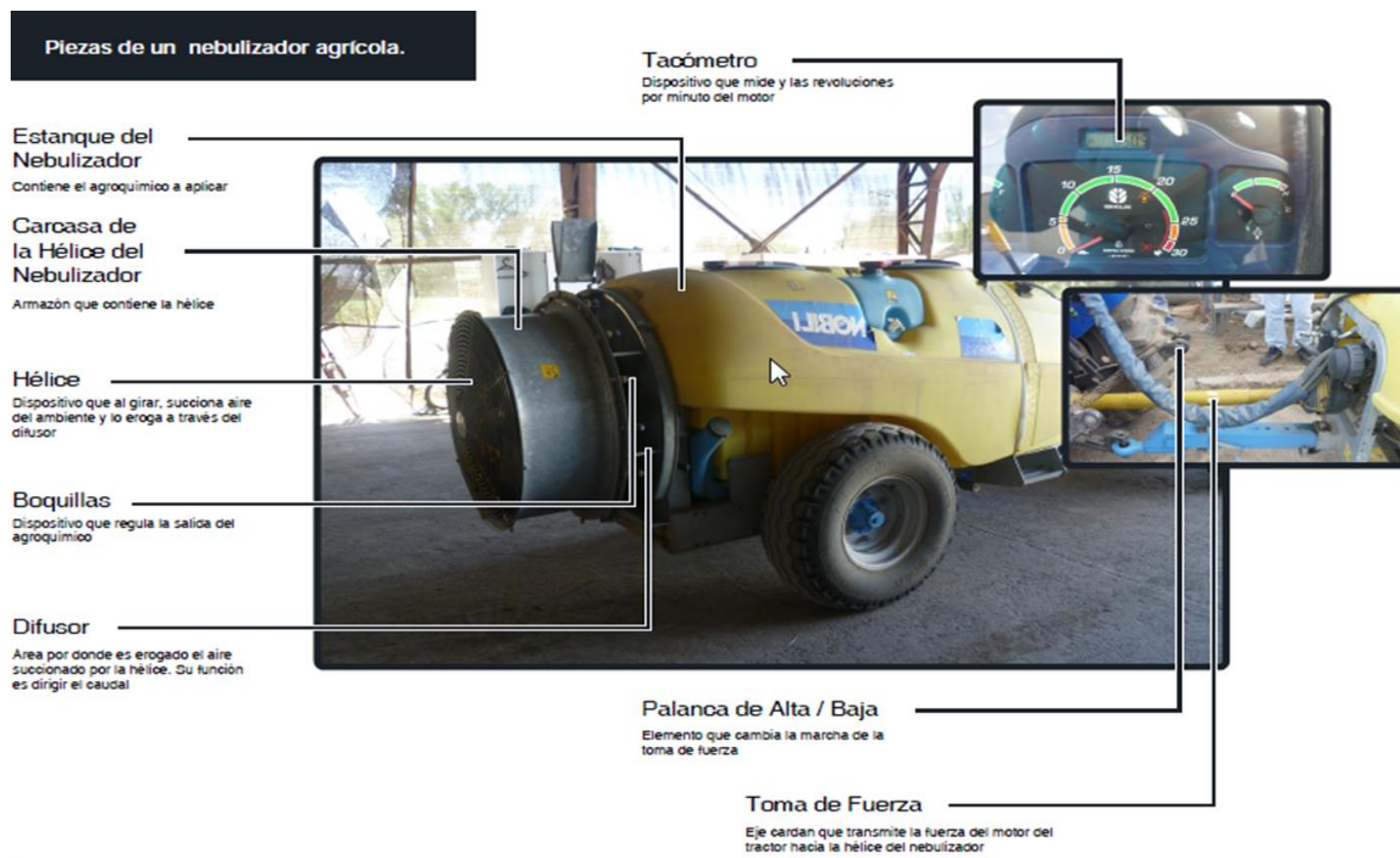


■ Propuesta conceptual de un sistema integrado de control y medición de factores importantes que afectan los predios frutales.

C. Actividades dentro del predio frutícola en torno a la producción y aplicación de agroquímicos

C.1 Aplicación de Agroquímicos

Ilustración 23: Piezas de un Pulverizador de Arrastre



Fuente: Elaboración Propia

C.2 calibración de pulverizadores

C.2.1 Técnica TRV

El caudal y la velocidad del flujo de aire deben estar relacionados con la altura y el desarrollo transversal de la planta (espesor), en un estado vegetativo dado y a la forma y tipo de conducción de la misma. El cálculo de la cantidad de aire necesario surge de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{E * H * V}{F} \quad (1)$$

Q = Caudal de aire que debe arrojar el pulverizador (m³/h)

E = Espacio entre hileras (m)

H = Altura de los árboles (m)

V = Velocidad de avance (m/h)

F = Factor de contención (varía entre 1 y 2 según sea el estado fenológico del árbol)

De acuerdo con lo anterior, para determinar la velocidad de avance adecuada de un equipo pulverizador, es necesario conocer su caudal de aire.

Numerosos autores (Di Prinzio, Juan Carlos Magdalena y W. Copes, 2003), concluyen en sus trabajos que la velocidad del aire juega un papel importante en el transporte y la distribución del agroquímico en los diversos sectores del árbol. En este sentido existe una coincidencia de que la velocidad mínima del aire debe ser de por lo menos 3 m/s en los sectores más alejados para asegurar un eficaz transporte. Por otro lado el aire debe quedar dotado de una cierta turbulencia que facilite la deposición del producto en el interior del árbol y la copa. La velocidad del aire juega un papel importante en el transporte y la distribución del agroquímico en los diversos sectores del árbol.

Dada la ecuación anteriormente señalada del Caudal de aire, es necesario comprender cuales son los factores que condicionan la correcta calibración del flujo de aire que arroja el pulverizador acorde a las necesidades particulares de cada huerto, y a continuación se describe cada uno de ellos:

- **Distancia entre hileras:** La distancia entre hileras se determina al momento de realizar las plantaciones. La distancia entre hileras la fija el agrónomo a cargo de la plantación, y dependiendo del tipo de plantación de que se trate, la distancia entre hileras varía. Si bien es común que la distancia entre hileras sea cada vez menor, debido a los usos cada vez más eficientes de los suelos, esta debe ser suficiente como para dar paso al conjunto del tractor y del pulverizador.
- **Altura de los árboles:** La altura de los árboles la determina el tipo de plantación. Árboles más altos son más complejos de fumigar con agroquímicos, mientras que plantaciones más bajas, son relativamente más sencillos, de modo que en consecuencia, resulta más sencillo realizar calibraciones efectivas para este tipo de huertos.
- **Velocidad de avance:** La velocidad de avance se refiere a la velocidad con la cual el tractor tira del pulverizador. Esta velocidad es de suma importancia, ya que, dependiendo del tipo de huerto del que se trate, la velocidad debe estar calculada de antemano. La velocidad se define en base al tipo de árbol (variedad) y densidad. Mientras mayor sea el follaje, mayor debiese ser el tiempo de aplicación, por lo que la velocidad del tractor debe ser menor. Mientras menos follaje, el tractor puede ir a mayor velocidad.
- **Factor de contención:** El factor de contención 1 ó 2 (f=1: follaje denso, f=2: follaje débil), y que depende de la densidad del follaje.
- **Caudal del aire:** El caudal del aire es la cantidad de aire que arroja el pulverizador a través de la turbina, por medio de sus aspas. Está condicionada por la velocidad de giro de las aspas, las cuales a su vez están condicionadas por la velocidad del motor del tractor (no confundir con la velocidad de arrastre del tractor) y se mide en revoluciones por minuto (rpm). La potencia del motor es transmitida a través de una unión cardan a las aspas y a la

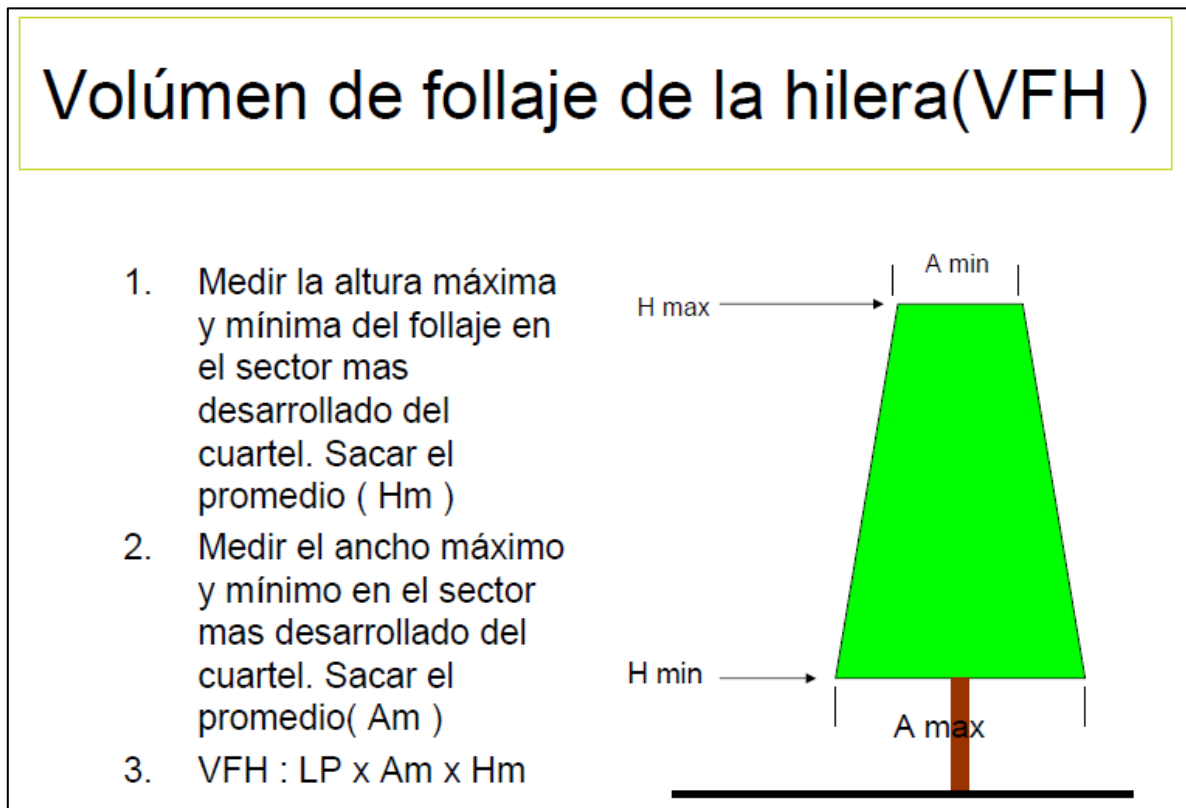
bomba que impulsa el agroquímico que sale por las boquillas del pulverizador. Su valor, es decir, cuanto aire se necesita para realizar una aplicación eficiente, está dado por los factores explicados anteriormente.

D. Diagnostico Operativo y calibración agronómica de equipos de aplicación

D.1 Ajustes de Volúmenes y Velocidades

D1.1 Ajuste y cálculo de volumen de follaje de la hilera

Ilustración 24: Ajuste Volumen de follaje de la hilera



Fuente: Consultora San Francisco, 2010

D.2 Equipos disponibles

D.2.1 Escasa y precaria mantención de equipos

Ilustración 25: Equipos y componentes del pulverizador en malas condiciones



Fuente: Consultora San Francisco, 2010

D.3 Conclusiones del capítulo

D.3.1 Factores que determinan las brechas competitivas

Desde el levantamiento de antecedentes y desafíos dentro del predio agrícola, junto con el diagnóstico operativo realizado, hemos podido caracterizar a los diferentes personajes presentes en la cadena de mando, destacándose por sobre todos estos, al encargado del huerto y a los operadores. A quienes hemos definido como no calificados, debido a las bajas competencias que poseen para llevar a cabo las labores designadas.

Tabla 10: Porcentaje de trabajadores según nivel de especialización técnica por labor y cultivo

| | Arándano | Manzano | Uva de Mesa |
|-------------------|----------|---------|-------------|
| CALIFICADO | 32% | 5% | 3% |
| App. Agroquímicos | 4% | 6% | 4% |
| Arreglo de Fruta | 0% | 1% | 8% |

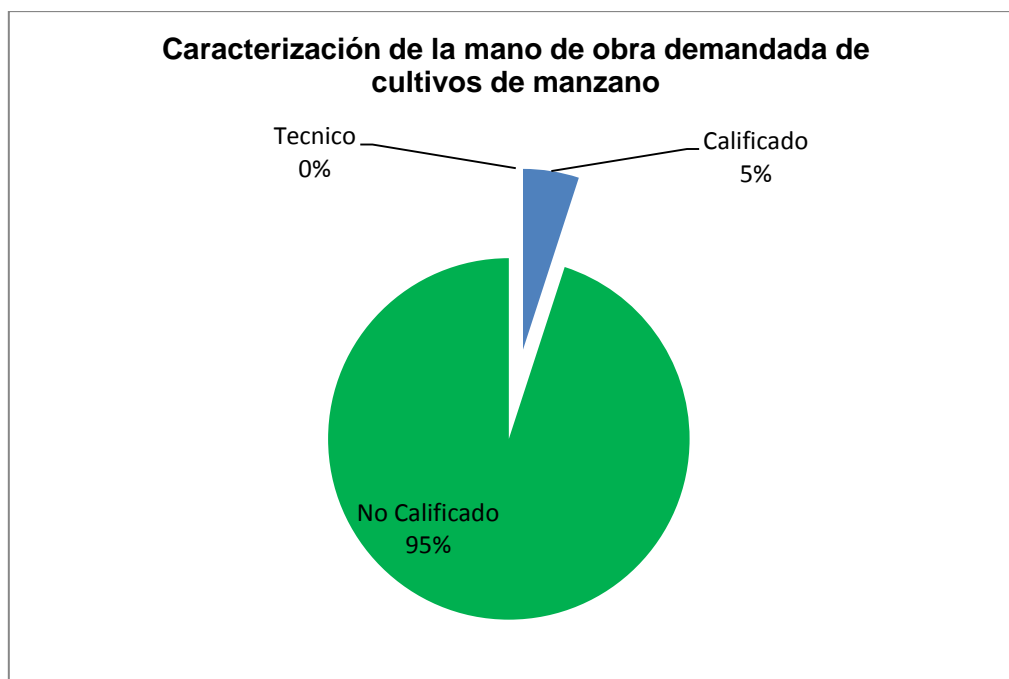
| | | | |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|
| Cosecha | 63% | 36% | 20% |
| Embalaje | 21% | 2% | 26% |
| Poda | 8% | 21% | 12% |
| Raleo | 2% | 26% | 26% |
| Riego | 3% | 7% | 4% |
| NO CALIFICADO | 68% | 95% | 41% |
| App. Agroquímicos | 1% | 44% | 43% |
| Arreglo de Fruta | 0% | 1% | 3% |
| Cosecha | 87% | 5% | 4% |
| Embalaje | 2% | 0% | 3% |
| Poda | 9% | 2% | 2% |
| Raleo | 0% | 4% | 3% |
| Riego | 1% | 44% | 43% |
| TECNICO | 0% | 0% | 55% |
| App. Agroquímicos | 0% | 0% | 50% |
| Arreglo de Fruta | 0% | 0% | 0% |
| Cosecha | 0% | 0% | 0% |
| Embalaje | 0% | 0% | 0% |
| Poda | 0% | 0% | 0% |
| Raleo | 0% | 0% | 0% |
| Riego | 0% | 0% | 50% |
| Total General | 100% | 100% | 100% |

Fuente: ODEPA, 2012. “Estimación y caracterización de la demanda de la mano de obra asociada a la fruticultura de exportación”

Desde los datos de la mano de obra demandada en la temporada 2011-2012 de los ciclos productivos de cada una de las especies seleccionadas, se puede observar el porcentaje de trabajadores, según su calificación, que realizan las labores de cosecha, arreglo de fruta, embalaje, poda, raleo, riego y aplicación de agroquímicos, en cada uno de los cultivos en estudio. Para conocer los resultados de los estudios de los otros cultivos ver Anexo E.1.1.

En los cultivos de manzanos, solo un 5% (con respecto a la aplicación de agroquímicos solo un 6% se considera calificado) se considera como mano de obra calificada y el 95% (en la aplicación de agroquímicos cerca del 45% es no calificado) restante como no calificada, y tenemos la ausencia de mano de obra técnica para el caso de los manzanos.

Grafico 6: Caracterización de la mano de obra demandada de cultivo de manzano



Fuente: elaboración propia

Cabe señalar que a pesar de que las definiciones de “obrero calificado” y “no calificado” como fueron descritos a los encuestados previamente, existe un grado de subjetividad en la entrega de esta información. En muchos casos consideraban las indicaciones realizadas por el capataz al iniciar la jornada laboral como capacitación a los trabajadores y no a las instancias formales de capacitación. Del mismo modo, la experiencia de los trabajadores también era considerada como una calificación de éstos. Específicamente en la Aplicación agroquímicos, la mayoría de los trabajadores que desempeñan esta función son obreros considerados calificados. Esto se debe a que el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) le exige a los aplicadores contar con un curso de capacitación (posteriormente se dará mayor profundidad a la función que tiene SAG y las escuela de capacitación en la relación Agente-Productor)

También se puede concluir que no existe personal técnico o profesional realizando labores de campo, esto es producto de la baja especialización de las labores, por este motivo personas con mayor nivel educacional se dedican a otras funciones dentro del predio.

Existe un alto desconocimiento acerca de los sistemas de certificación de competencias laborales y específicamente de Chile Valora¹⁸. Al respecto, sólo el 10% de las empresas encuestadas declara que conoce la función de este organismo u otros

¹⁸En agosto del año 2008 entró en vigencia la Ley 20.267 que crea el Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales y perfecciona el Estatuto de Capacitación y Empleo. En ella, se crea a **ChileValora** como organismo con personalidad

E. Análisis Técnico-Económico entorno a la innovación

E.1 Estructura de costos totales

Tabla 11: Estructura de costos totales: 1 ha de manzanos, en un escenario “sin” y “con” proyecto

| | Escenario Sin Proyecto | | Escenario Con Proyecto | | Diferencial | |
|---------------------------------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|-------------|------------|
| | Costo [US\$/ha] | Incidencia [%] | Costo [US\$/ha] | Incidencia [%] | [US\$/ha] | [%] |
| Costos Operacionales | | | | | | |
| Mano de Obra | 7800 | 58,0 | 7488 | 57,1 | -312 | -4% |
| Servicios de Maquinaria | 1800 | 13,4 | 1800 | 13,7 | | |
| Insumos | 2400 | 17,8 | 2400 | 18,3 | | |
| Imprevistos | 600 | 4,5 | 584,4 | 4,5 | -16 | -3% |
| Sub Total | 12600 | 93,7 | 12272,4 | 93,5 | -328 | -3% |
| Costos Estructurales | | | | | | |
| Gastos en Personal Permanente | 672,4 | 5,0 | 672,4 | 5,1 | | |
| Gastos en Administración | 83,5 | 0,6 | 83,5 | 0,6 | | |
| Gastos Generales del Predio | 74,2 | 0,6 | 74,2 | 0,6 | | |
| Reparación y Mantenimiento de equipos | 16,7 | 0,1 | 16,7 | 0,1 | | |
| Sub Total | 846,8 | 6,3 | 846,8 | 6,5 | | |
| Costo Total | 13447 | 100,0 | 13119 | 100,0 | -328 | -2% |

Fuente: Elaboración Propia

E.2 Estructura de costos totales + dispositivo de medición de caudales

Tabla 12: Estructura de costos totales: 1 ha de manzanos, en un escenario “sin” y “con” proyecto + Dispositivo de medición

| | Escenario Sin Proyecto | | Escenario Con Proyecto | | Diferencial | |
|-----------------------------|------------------------|----------------|------------------------|----------------|--------------|-----------|
| | Costo [US\$/ha] | Incidencia [%] | Costo [US\$/ha] | Incidencia [%] | [US\$/ha] | [%] |
| Costos Operacionales | | | | | | |
| Mano de Obra | 7800 | 58,0 | 7488 | 60,6 | -312 | -4 |
| Servicios de Maquinaria | 1800 | 13,4 | 1800 | 14,6 | | |
| Insumos | 2400 | 17,8 | 1680 | 13,6 | -720 | -30 |
| Imprevistos | 600 | 4,5 | 548,4 | 4,4 | -52 | -9 |
| Sub Total | 12600 | 93,7 | 11516,4 | 93,2 | -1084 | -9 |

jurídica y patrimonio propio, que se relaciona con el Presidente de la República por intermedio del Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

| | | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Costos Estructurales | | | | | |
| Gastos en Personal Permanente | 672,4 | 5,0 | 672,4 | 5,4 | |
| Gastos en Administración | 83,5 | 0,6 | 83,5 | 0,7 | |
| Gastos Generales del Predio | 74,2 | 0,6 | 74,2 | 0,6 | |
| Reparación y Mantenición de equipos | 16,7 | 0,1 | 16,7 | 0,1 | |
| Sub Total | 846,8 | 6,3 | 846,8 | 6,8 | |
| Costo Total | 13447 | 100,0 | 12363 | 100,0 | -1084 -8 |

E.3 Costo asociado al dispositivo de medición de caudales

Tabla 13: Costo asociados al dispositivo de medición de caudales

| Categoría | Detalle | Cantidad | costo [\$] |
|-------------------------|--|----------|----------------|
| Medición de aire | Mini anemometro portatíl GM8908 | 1 | 20.080 |
| Display | LCD Gráfico de 128 x 64 led stn backlight | 1 | 8.900 |
| Circuitería | Conector para baterias de 9v snap connector | 1 | 700 |
| | Pic 28pines 16f8734 | 1 | 2.950 |
| | 20 en 1/pack de componentes basicos | 1 | 3.900 |
| | Cables jumpers premium m/f pack de 10 | 1 | 2.210 |
| | 6 pin, 100" polarized header connector | 1 | 210 |
| | Mini pin header 40 piness 1-27 mm | 4 | 780 |
| | Female pin for connector | 4 | 160 |
| | Conector para cabezales hembra | 4 | 1.520 |
| | Resistencia variable 10k trimpot | 1 | 660 |
| | Crimp, pin for header connector | 4 | 160 |
| | Pic- p40B FCSP/ICD | 1 | 11.020 |
| | Transformador AC/DC 9v 650 mA regulado | 1 | 7.900 |
| Carcasa | Turbo rotomoldeada de 800mm Dia. | 1 | 80.232 |
| | Polietileno alta densidad rotomoldeado | 1 | 2.250 |
| Total Neto | | | 152.042 |
| IVA (19%) | | | 28.888 |
| Total | | | 180.930 |

F. Benchmarking Tecnológico Internacional y Nacional

F.1 Indicadores más reconocidos, en función de los beneficios establecidos

Ilustración 26: Indicadores en función de los beneficios establecidos de tecnologías AP

| Tipo de beneficio | Indicadores |
|---|--|
| Beneficios Económicos | <ul style="list-style-type: none">• Retorno al Productor• Retorno sobre la inversión tecnológica realizada• Disminución en gastos por concepto de insumos |
| Beneficios Ambientales | <ul style="list-style-type: none">• Reducción de Emisiones (Kg. de Productos)• Reducción de aplicaciones (Nº de labores)• Ahorro de agua (Disminución en consumo)• Análisis de Ciclo de Vida (balance energético de entradas y salidas del sistema) |
| Beneficios en la eficiencia del uso de los recursos naturales | <ul style="list-style-type: none">• Disminución en insumos utilizados (Kg. de productos)• Mejoramiento en las condiciones del suelo (aumento en parámetros de propiedades)• Análisis de ciclo de vida (balance energético de entradas y salidas del sistema) |
| Beneficio en Marketing de la Empresa | <ul style="list-style-type: none">• Certificación de alimentos (granos, carne y frutas)• Aspectos de trazabilidad de los procesos |
| Beneficio en Liderazgo Tecnológico | <ul style="list-style-type: none">• Índice de competitividad (tiempo de realización de labores - horas hombres/hectáreas) |
| Beneficio en Gestión del Negocio Agrícola | <ul style="list-style-type: none">• Ahorro en tiempo de ejecución de labores (horas hombres/hectárea)• Manejo de datos y oportunidad de las labores |

G. Recomendaciones para la introducción progresiva de la innovación tecnológica

G.1 Organización Tradicional del diseño

Ilustración 27: Organización tradicional del diseño. Fuente elaboración propia

