



Informe N °1

Situación actual de los requerimientos de transmisión de datos y la estimación de la demanda prospectiva de consumo de datos para zonas agrícolas

**SUBTEL
Subsecretaría de Telecomunicaciones**

Enero, 2017



Control del Documento

Acción	Nombre	Fecha	Firma Digital
Escrito por :	Rafael Sotomayor B.	31-Enero de 2017	
Verificado por :	Alejandra Svriz	31-Enero de 2017	
Aprobado por :			



Tabla de Contenidos

Etapa I: Situación Actual del Sector Agroindustrial y Tecnología Aplicada	14
Capítulo 1: Sector Agroindustrial, Agricultura y Fruticultura del país	14
1.1 Características del Sector Agroindustrial	14
1.1.1 Subsectores de la Agroindustria	15
1.1.2. Descripción del Sector Agroindustrial	16
1.1.2.1 Producto Interno Bruto y Valor Agregado	16
1.1.2.2. Composición del Mercado	18
1.1.2.3. Tamaño y distribución de Explotaciones	20
1.1.2.4. Generación de Empleo	21
1.2 Subsector Agrícola	21
1.2.1. Estructura y ecosistema chileno del sector agrícola	23
1.2.2. Ventajas Competitivas del Sector Agrícola	25
1.2.3. Procesos de la cadena de valor de la agricultura	26
1.2.4. Rubros y productos de la Agricultura	31
1.2.5. Superficie cultivada por rubro agrícola	33
1.2.6 Unidad Mínima de Análisis (UMA)	36
1.3. Caracterización de la Fruticultura	42
1.4. Tecnologías utilizadas en AP	46
1.4.1 Utilización de las tecnologías AP en la Fruticultura	47
1.4.1.1 Tecnologías para IoT	47
1.4.1.2 Sistemas Transaccionales	53
1.4.1.3. Aplicaciones de “Streaming”	55
Capítulo 2. TECNOLOGÍA DIGITAL APLICADA	57
2.1.3. Definición de Indicadores de adopción tecnológica	64
2.1.3.1. Indicador de Tecnificación del Riego	66
2.1.3.2 Indicador de Riego por hectárea	68
2.1.3.3. Indicador de árbol por Hectárea	69
2.1.3.4. Indicador de Año de Plantación	71



2.1.3.5. Indicador de Rentabilidad	72
2.2. Requerimientos de Internet por Tecnología	73
2.2.1. Propuesta de estructura de consumo de datos por UAP	74
2.2.2. Georreferenciación de las UMAs agrícolas.	77
2.2.3 Estimación de Tráfico asociado para una UMA	78
2.3 Extrapolación de adopción de AP hacia el resto de la agricultura.	84
Capítulo 3. Cobertura de Internet Móvil Existente en el país	88
3.1 Estaciones Base	88
3.1.1 Cobertura de las Estaciones Base	90
3.1.1.1 Metodología basada en cobertura de 3Km	91
3.1.1.2. Metodología basada en cobertura de polígonos	93
Etapas II: Estimación de demanda prospectiva de consumo de datos a 5, 10 y 20 años.	98
Capítulo 1. Análisis de escenarios probables a 5, 10 y 20 años de la fruticultura.	98
1.1. Factores que intervienen en la demanda de uso de datos	98
1.2. Oferta Tecnológica para 5, 10 y 20 años	101
1.3 Solución estándar para la agricultura de precisión	104
Capítulo 2. Modelo de Estimación de demanda prospectiva y extrapolación a utilizar	105
Capítulo 3. Estimación de demanda prospectiva a utilizar de uso de datos en el área de fruticultura.	106
Capítulo 4. Extrapolación de resultados al resto de los productos agrícolas.	109
Anexos N °1	112
Encuesta	112
Anexo N° 2	116
Herramienta GIS	116
Entregables y Capas GIS	117
Adjuntos	124
Informes	124
Planillas de Cálculo	124
Proyecto GIS (gissubtel)	124
Datos GIS	124
Programas	124

Listado de Ilustraciones

Ilustración 1: Subsectores de la Agroindustria	15
Ilustración 2: Proyección del PIB Nacional y Subsectores Agroindustria, 2016	17
Ilustración 3: Evolución de las exportaciones silvoagropecuarias: 2006 a 2015	20
Ilustración 4: Distribución del número de explotaciones según estrato de tamaño	20
Ilustración 5: Participación del empleo en la agricultura de cada REGIÓN	21
Ilustración 6: Marco Institucional en los que está inserto en el Sistema Agrícola	25
Ilustración 7: Cadena de valor del proceso productivo agrícola	27
Ilustración 8: Cadena de valor del sector frutícola	28
Ilustración 9: Rubros del Subsector Agrícola	32
Ilustración 10: Distribución de la Superficie cultivada por subsector agrícola	34
Ilustración 11: Superficie cultivada por región	36
Ilustración 12: Representación de una UMA Agrícola	41
Ilustración 13: Sistema de Posicionamiento Global	48
Ilustración 14: Distribución de usos del agua, 2010	49
Ilustración 15: Tipo de sensores para control de riego	51
Ilustración 16: Monitoreo de temperatura y humedad de heladas	52
Ilustración 17: Monitoreo de Temperatura y Humedad	52
Ilustración 18: Sistema de Información geográfica	54
Ilustración 19: Dron usado para teledetección	55
Ilustración 20: Aplicaciones Móviles	55
Ilustración 21: Ofimática con ERP agrícola	55
Ilustración 22: Video de	56
Ilustración 23: Voz sobre IP	56
Ilustración 24: Modelo de Control de Rendimiento	58
Ilustración 25: Esquema de curva de adopción	58
Ilustración 26: Ciclo de implementación de la encuesta	59
Ilustración 27: Instrumentos utilizados para la gestión de riego	61
Ilustración 28: Adopción de AP Conectada a Internet y Hectáreas Sensadas	61
Ilustración 29: Adopción esperado con indicador ponderado	66
Ilustración 30: Georreferenciación de las UMA	77
Ilustración 31: Distribución de n° de sensores y tráfico por tipo de tecnología	81
Ilustración 32: Mapa de rubros de la agricultura	84
Ilustración 33: Estación Base	88
Ilustración 34: Estaciones Base en Chile	89
Ilustración 35: Estaciones base región de Copiapó	90
Ilustración 36: Cobertura 2G	91
Ilustración 37: Cobertura con método estación base a 3km	92
Ilustración 38: Cobertura con método de estación base a 5km	92
Ilustración 40: Cobertura 2G para unidades productivas de Arándanos	93
Ilustración 41: Cobertura 3G para Arándano	94
Ilustración 42: Cobertura 4G LTE para Arándano	94
Ilustración 43: Cobertura 2G para las UMA de la región 15	96
Ilustración 44: Cobertura 3G para las UMA de la región 15	96

Ilustración 45: Tecnología alternativa a video vigilancia	102
Ilustración 46: Uso de tecnología en 5, 10, 20 años	103
Ilustración 47: Solución estándar para la agricultura de precisión	104

Listado de Tablas

Tabla 1: PIB Nacional y PIB Silvoagropecuario 2014 y 2015	17
Tabla 2: Principales productos comercializados en mercado interno	19
Tabla 3: Superficie nacional cultivada por Subsector agrícola	34
Tabla 4: Distribución de la superficie cultivada por región.	35
Tabla 5: Superficie cultivada por rubro y productos agrícolas	35
Tabla 6: Distribución de número de explotaciones por tipo de UAP	37
Tabla 7: Caracterización de Tipos de UAP	38
Tabla 8: Agrupación de frutas según su comercialización y forma de cultivo	42
Tabla 9: Exportaciones de frutas según rubro de la Fruticultura	43
Tabla 10: Ingresos generados por fruta Fresca exportada por Región	44
Tabla 11: Asociación de Tecnologías a Sensores	46
Tabla 12: Línea Base de adopción de acuerdo a escenarios	62
Tabla 13: Línea Base de Adopción Estimada	63
Tabla 14: Peso de los indicadores	64
Tabla 15: Tipos de Riego y Tecnificación	66
Tabla 16: Indicador de Tecnificación por REGIÓN	67
Tabla 17: Indicadores de riego para regiones de Valparaíso y el Maule	68
Tabla 18: Indicador de Riego por Especie y Zona	69
Tabla 19: Parámetros de cálculo para indicador de Riego	69
Tabla 20: Indicador de árbol por hectárea	70
Tabla 21: Indicador de año de plantación	71
Tabla 22: Indicador de rentabilidad	72
Tabla 23: Requerimientos de Internet por Servicio	73
Tabla 24: Tipo de Tecnología por Servicio	74
Tabla 25: Matriz de consumo de Internet para una UAP	75
Tabla 26: Tabla de consumo para cada UAP	76
Tabla 27: Cálculo de Tráfico para una UMA de la Región de Valparaíso	80
Tabla 28: Línea Base de Adopción para IoT	83
Tabla 29: Indicadores y Pesos de adopción para el resto de la agricultura	84
Tabla 30: Adopción de Línea Base extrapolada al resto de la agricultura	86
Tabla 31: Extrapolación a Tecnología transaccional TS	87
Tabla 32: Extrapolación a Tecnología Streaming STR	87
Tabla 33: Cobertura basada en metodología de polígonos por banda	95
Tabla 34: Variables críticas según escenario del crecimiento de las fruticultura ...	100



Tabla 35: Escenario de Adopción de AP	105
Tabla 36: Estimación de demanda prospectiva para IoT	106
Tabla 37: Demanda prospectiva a 20 años	108
Tabla 38: Extrapolación nacional de requerimientos de Internet para el resto de la agricultura	109
Tabla 39: Extrapolación nacional de requerimientos de Internet para toda la agricultura desagregada a nivel nacional.	110
Tabla 40: Parámetros de sensibilización	111
Tabla 41: Sensibilización con indicadores de Extrapolación	111



Lista de Abreviaturas y Siglas

AP: Agricultura de Precisión
CN: Cuentas Nacionales
GPS: Global Positioning System
IoT: Internet de las Cosas
LORAWAN: Low Power Wide Area Network (LPWAN)
LPWA: Low Power Wide Access
LTE: Long Term Evolution
M2M: Máquina a Máquina
ONU: Organización de Naciones Unidas
PIB: El Producto Interno Bruto
SIG: Sistema de Información Geográfica
SIGFOX: French company that builds wireless networks
UMA: Unidad mínima de análisis
UAP: Unidad Agrícola Productiva
UMTS: Universal Mobile Telecommunications System
VA: Valor Agregado
2G: Segunda Generación
3G: Tercera Generación
TS: Internet Transaccional
STR: Internet Streaming

Definiciones

Industrias Inteligentes: Transformación digital de los sectores productivos tradicionales mediante la incorporación de tecnologías de información y comunicación y análisis y procesamiento de datos, a los procesos productivos, volviéndolos adaptables, eficientes en el uso de recursos y altamente integrados entre sí.

Agricultura de Precisión: Optimizar la calidad y cantidad de un producto agrícola, minimizando el costo a través del uso de tecnologías más eficientes para reducir la variabilidad de un proceso específico, en forma ambientalmente limpia.

Agricultura Climáticamente Inteligente: Mejorar la capacidad de los sistemas agrícolas para prestar apoyo a la seguridad alimentaria, e incorporar la necesidad de adaptación y las posibilidades de mitigación en las estrategias de desarrollo agrícola sostenible.

Internet de las cosas (IoT): Interconexión digital de objetos cotidianos con Internet.

Máquina a Máquina (M2M): La capacidad de intercambiar datos entre dos máquinas remotas, de forma que, mediante este intercambio, es posible controlar y supervisar de forma automática procesos en los que intervienen máquinas. El foco principal de aplicación de M2M se ubica, por tanto, en los entornos relacionados con la telemetría y/o el telecontrol.

Clúster agrícola: se define como “un grupo geográficamente próximo de compañías e instituciones asociadas en un campo particular, vinculadas por características comunes y complementarias.

Competitividad: es un concepto comparativo fundamentado en la capacidad dinámica que tiene una cadena agroalimentaria, para mantener, ampliar y mejorar de manera continua y sostenida su participación en el mercado, tanto doméstico como extranjero, por medio de la producción, distribución y venta de bienes y servicios en el tiempo, lugar y forma solicitados, buscando como fin último el beneficio de la sociedad.

Unidad Mínima de Análisis (UMA): Agrupación o clúster agrícola que concentran a Unidades Agrícolas Productivas, pequeños agricultores, pymes y/o grandes empresas que cultivan un producto o familia de productos, en una zona territorial común.

Unidad Agrícola Productiva (UAP): Empresas agrícolas pertenecientes a micro, pequeños, medianos y/o grandes empresas que se encuentran dentro del contexto geográfico nacional, teniendo además como referencia las diversas tipologías de productores.

Sistemas Transaccionales: Aplicaciones computacionales que intercambian datos en forma asincrónica desde y hacia servidores en la nube.

Streaming: Transmisión de flujo continuo de datos multimediales como vídeo y voz.

Ecosistema: Es un sistema que está formado por un conjunto de organismos e instituciones que se coordinan y relacionan para un objetivo común.

Cadena de Valor: Modelo que permite describir el desarrollo de las actividades de una organización generando valor al cliente final, descrito y popularizado por Michael Porter.

Línea Base: La línea de base o línea basal o estudio de base es la primera medición de todos los indicadores contemplados en el diseño de un proyecto y, por ende, permite conocer el valor de los indicadores al momento de iniciarse las acciones planificadas, es decir, establece el 'punto de partida' del proyecto.

Resumen Ejecutivo

El siguiente estudio se enmarca dentro de la “Iniciativa Infraestructura Digital para Industrias Inteligentes” del Programa Estratégico Nacional de Industrias Inteligentes” que plantea como desafío desarrollar una estrategia de modernización de la infraestructura digital en Chile que permita alcanzar las prestaciones requeridas para mejorar la productividad de la industria y los servicios locales, habilitar inversiones y generar nuevos negocios intensivos en el uso de datos.

El estudio que se presenta corresponde a la fase prioritaria de la hoja de ruta que se relaciona con la “Calidad de la infraestructura Digital” para la agricultura, como un requerimiento para la transferencia de datos y sobre la cual se pueden construir el resto de soluciones digitales inteligentes, tales como el aprovechamiento productivo en el ámbito de Internet de las Cosas.

El objetivo del estudio es estimar la demanda futura de uso de datos a 20 años y de infraestructura de telecomunicaciones a 5 y 10 años, para el sector agrícola, con el fin de visibilizar los requerimientos de uso de infraestructura de telecomunicaciones y en particular del dimensionamiento de un Troncal Nacional de Infraestructura (TNIT).

Se realiza un levantamiento y análisis de la situación actual de los requerimientos de tecnología digital del sector agrícola del país, y más específicamente de la fruticultura.

Se analiza el área fruticultura y se proyectan los resultados del estudio al resto de las zonas agrícolas, con lo cual se determina el uso de datos requeridos para la digitalización de los procesos agrícolas, específicamente la agricultura de precisión, que según su forma de operar los recursos de telecomunicaciones se clasifican en: Tecnologías para IoT, Sistemas Transaccionales y Aplicaciones de “Streaming”.

Se define una línea base considerando la Adopción de Tecnología con sus correspondientes indicadores agrícolas como son: tecnificación del riego, riego por hectárea, árbol por hectárea, año de plantación y rentabilidad. Se establecen escenarios pesimista, normal y optimista para calcular dicha línea y poder prospectar. La línea base en un escenario optimista indica que en la actualidad existen aproximadamente 51 mil sensores de IoT para las 309 mil hectáreas frutícolas.

Se realiza una propuesta de estructura de consumo de datos por UMA para la fruticultura y se extrapola al resto de la agricultura.

Se definen dos metodologías para el cálculo de cobertura, la primera con parámetro radial y la segunda con la información existente de polígonos de cobertura entregado por los proveedores. Esta última indica cobertura aproximadas del 93%, 86% y 82% para las tecnologías 2G, 3G y 4G respectivamente, obteniendo además información georreferenciada de las UMA con puntos dentro y fuera con sus respectivos aportes de sensores, número conexiones y tráfico asociado.



Se estima la demanda prospectiva de consumo de datos a 5, 10 y 20 años para la fruticultura y se extrapola al resto de los productos agrícolas, que proyecta en el escenario optimista a 20 años, que en total adicionan 561 GByte/hora a la troncal nacional.

En este estudio se plantea una solución tecnológica estándar focalizada en una unidad productiva de 10 Ha, la cual puede ser escalable a superficies mayores. La solución distingue tres áreas de un predio agrícola: la caseta de control, la oficina de administración y los huertos, cada una de estas áreas tienen necesidades de agricultura inteligente que al ser implementadas, los agricultores pequeños, medianos y grandes podrán visualizar y proyectar sus operaciones, en particular los pequeños agricultores, que generalmente no cuentan con asesores profesionales, tendrán mayor disponibilidad para el análisis de datos realizados por aplicaciones que adoptan estándares de la industria.

La solución estándar tiene una nueva propuesta de comunicación de datos que trae consigo mejor cobertura y mejores tasas de transferencia de datos que permite la incorporación masiva de sensores que traen beneficios directos al agricultor en el uso de los insumos y recursos hídricos que mejoraran directamente el rendimiento de la cosecha.

Antecedentes

La Subsecretaría de Telecomunicaciones como autoridad sectorial responsable de las políticas de conectividad digital del país, enmarcada dentro del objetivo de gobierno establecido en el Programa de Gobierno 2014-2018, en orden a que “los beneficios de la sociedad de la información estén disponibles para todos los chilenos”, se encuentra trabajando para que las telecomunicaciones sean entendidas como la principal herramienta para lograr la inclusión digital de Chile bajo la premisa “infraestructura de telecomunicaciones con sentido ciudadano”.

En este contexto la Subsecretaría en colaboración con el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo y Corfo, han participado en el desarrollo del “Programa Estratégico Nacional de Industrias Inteligentes”, el cual persigue mejorar la productividad de determinados sectores económicos a través del uso intensivo de tecnologías digitales en los procesos productivos. En mérito de lo anterior, como una forma de incentivar la inversión y el emprendimiento privado que potencie el desarrollo digital en el país, particularmente en zonas de vulnerabilidad, se definieron verticales prioritarios de desarrollo, una de las cuales es la agroindustria, en particular el sector agrícola.

El objetivo de la “Iniciativa Infraestructura Digital para Industrias Inteligentes” dentro del Programa Estratégico Nacional de Industrias Inteligentes” es desarrollar una estrategia de modernización de la infraestructura digital en Chile que permita alcanzar las prestaciones requeridas para mejorar la productividad de la industria y los servicios locales, habilitar inversiones y generar nuevos negocios intensivos en el uso de datos.

El estudio que compete a la presente licitación corresponde a la fase prioritaria de la hoja de ruta y que se relaciona con la “Calidad de la infraestructura Digital” para la agricultura, como un requerimiento para la transferencia de datos y sobre la cual se pueden construir el resto de soluciones digitales inteligentes, tales como el aprovechamiento productivo en el ámbito de Internet de las Cosas.

Objetivo General

Realizar un estudio que permita estimar la demanda futura de uso de datos a 20 años y de infraestructura de telecomunicaciones a 5 y 10 años, para el sector agrícola, con el fin de visibilizar los requerimientos de uso de infraestructura de telecomunicaciones y en particular del dimensionamiento de un Troncal Nacional de Infraestructura (TNIT).

Se analizará inicialmente el área fruticultura, específicamente frutos de exportación y se proyectarán los resultados del estudio al resto de las zonas agrícolas, con lo cual se determinará la infraestructura para telecomunicaciones requerida para la digitalización de los procesos agrícolas, específicamente la agricultura de precisión.

Objetivos Específicos

Entregar a la Subsecretaría de telecomunicaciones propuestas y recomendaciones fundadas, generales y específicas de acciones concretas que permitan:

- Conocer la situación actual del sector agroindustrial del país, de los procesos agrícolas en general y particularmente en el subsector fruticultura con foco en los frutos de exportación, e identificar el grado de adopción TIC en los procesos productivos que éste apoya, específicamente la agricultura de precisión.
- Identificar el grado de utilización de tecnología digital en relación a los productos agrícolas.
- Establecer, mediante métodos prospectivos, la demanda de consumo de datos para zonas agrícolas a 20 años, por fases con resultados parciales a 5, 10 y 20 años.
- Dimensionar los requerimientos de infraestructura de telecomunicaciones, necesidad de espectro, antenas móviles, y otros, generada en un horizonte a 5 y 10 años plazo para la introducción de tecnologías digitales en los procesos agrícolas en general, y más específicamente a la fruticultura.
- Determinar la infraestructura de telecomunicaciones requerida para la digitalización de los procesos agrícolas en general, específicamente la fruticultura de precisión.
- Analizar, evaluar y proponer soluciones IoT, aplicables en los procesos agrícolas, con especial énfasis en la evaluación de espectro de baja frecuencia para internet de las cosas (IoT) que sean aplicables a la fruticultura.
- Proponer estándares de comunicación para las redes de sensores, basado fundamentalmente en recomendaciones de protocolos que presenten las mejores prestaciones, que satisfagan los requerimientos de las soluciones IoT, aplicables en los productos agrícolas, que permitan la interoperabilidad y sensorización de cultivo.

Etapa I: Situación Actual del Sector Agroindustrial y Tecnología Aplicada

Se describe la situación actual del sector agroindustrial del país, el subsector agrícola y particularmente la fruticultura, y se identifica el grado de utilización de tecnología digital en relación a los productos agrícolas y en los procesos productivos que esta apoya, específicamente la agricultura de precisión.

Capítulo 1: Sector Agroindustrial, Agricultura y Fruticultura del país

1.1 Características del Sector Agroindustrial

La agroindustria es la actividad económica que comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agropecuarios, forestales y otros recursos naturales biológicos. [1] Este sector se divide en dos categorías:

Alimentaria: Transformación de productos de la agricultura, ganadería, riqueza forestal y pesca, en productos para el consumo alimenticio. Incluyen los procesos de selección de calidad, clasificación, embalaje o empaque y almacenamiento, a pesar que no haya transformación en sí y también las transformaciones posteriores de los productos y subproductos obtenidos de la primera transformación de la materia prima.

No alimentaria: Parte de la transformación de productos agrícolas que sirven como materias primas, utilizando sus recursos naturales para realizar diferentes productos industriales.

En la industria de alimentos, Chile posee ventajas que le permiten producir con una calidad que se eleva por sobre la de sus competidores. Su clima mediterráneo, la producción escalonada y en contra estación con el hemisferio norte, se suman al aislamiento geográfico del país, con barreras naturales en todos sus extremos, que disminuyen de manera considerable la incidencia de plagas y enfermedades.

Por otro lado, cabe destacar la estabilidad política y económica de Chile; la moderna infraestructura y logística de exportación; el uso de tecnología en la producción y procesamiento de los distintos productos; el cumplimiento de exigentes normas y certificaciones internacionales y la extensa red de acuerdos de comercio con 60 países.

La calidad de la oferta de alimentos producidos en Chile en los últimos años ha sido reconocida por el índice Global de Seguridad Alimentaria, elaborado por “The Economist”, Intelligence Unit, que ubicó al país como líder en América Latina.

1.1.1 Subsectores de la Agroindustria

La Agroindustria es la agregación de valor a productos de la industria agropecuaria, la silvicultura y la pesca. En la Ilustración 1, se muestran los subsectores de la Agroindustria.

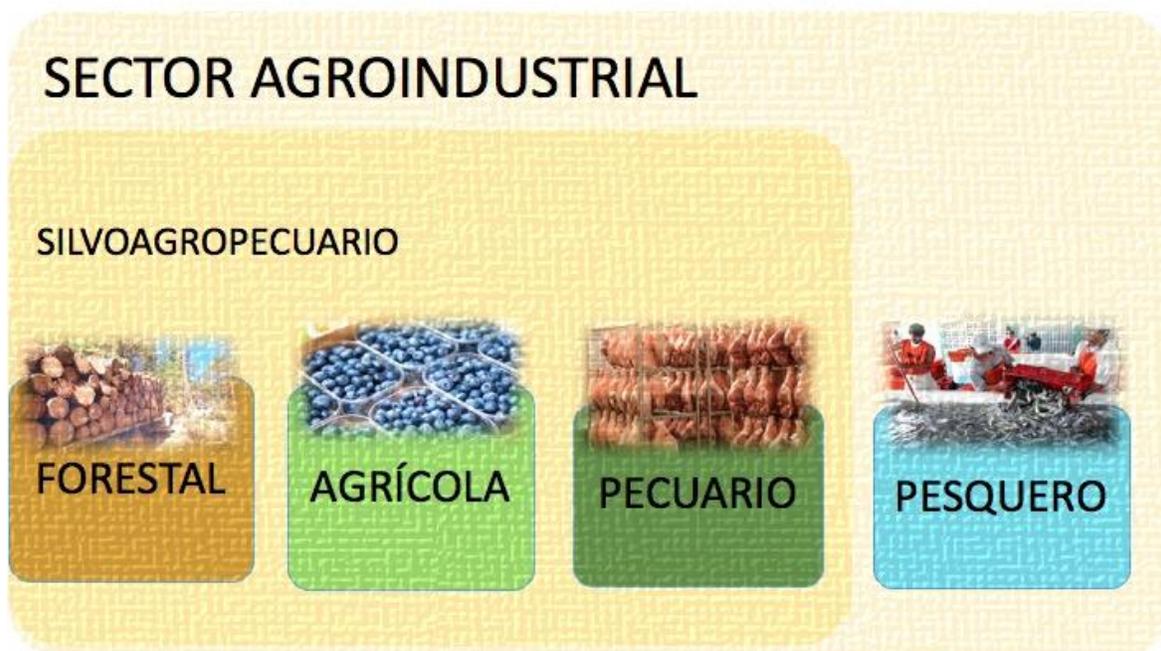


Ilustración 1: Subsectores de la Agroindustria
Fuente: Elaboración Propia, 2016

Según ONU, el sector silvoagropecuario comprende la explotación de recursos naturales vegetales y animales; es decir, las actividades de cultivo, la cría y reproducción de animales, la explotación maderera y la recolección de otras plantas, de animales o de productos animales en explotaciones agropecuarias o en su hábitat natural.

“La Clasificación Industrial Internacional Uniforme” [2] de todas las actividades económicas elaborada por ONU [5], divide al Sector Silvoagropecuario en los siguientes rubros:

01 - Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexas

011-Cultivos en general; cultivo de productos de mercado; horticultura.

0111 - Cultivo de cereales y otros cultivos n.c.p.

0112 - Cultivo de hortalizas y legumbres, especialidades hortícolas y

productos de vivero.

0113 - Cultivo de frutas, nueces, plantas cuyas hojas o frutas se utilizan para preparar bebidas, y especias.

012-Cría de animales.

013-Cultivo de productos agrícolas en combinación con la cría de animales (explotación mixta).

014-Actividades de servicios agrícolas y ganaderos, excepto las actividades veterinarias

015-Caza ordinaria y mediante trampas, y repoblación de animales de caza, incluso las actividades de servicios conexas

02 - Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas

020 - Silvicultura, extracción de madera y actividades de servicios conexas

1.1.2. Descripción del Sector Agroindustrial

1.1.2.1 Producto Interno Bruto y Valor Agregado

El Producto Interno Bruto (PIB) estimado mediante las Cuentas Nacionales (CN) es la principal medida de la actividad económica del país. Las CN calculan las actividades por sectores económicos, indicando el ingreso generado por cada sector medido a través de lo que se denomina el Valor Agregado (VA). La suma de los VAs de cada sector (PIB sectoriales) representa el valor neto de producción total. En el contexto de este estudio, el VA agrícola representa el ingreso agrícola; esto es retorno al capital propio, a la tierra, y a la mano de obra.

El análisis utilizando el concepto de “PIB Agrícola Ampliado” capta los encadenamientos hacia atrás y adelante de los sectores primarios y en esta forma, genera valores de la contribución “agregada” del sector agropecuario numéricamente mayores al de CN. En relación a su tamaño, el sector “Agricultura” es una de las actividades que tienen mayor encadenamiento. Los encadenamientos hacia adelante miden las ventas del sector primario hacia sectores de procesamiento, como vinos, lácteos, maderas, etc. Los encadenamientos hacia atrás miden las compras de este sector a otros, como alimentos para animales, agroquímicos, combustible, etc.

Según el estudio de “Valorización económica de la actividad silvoagropecuaria y sus encadenamientos productivos”, la agroindustria no sólo aporta al 3,7% del PIB como se indica cuando se considera sólo el sector primario según mediciones tradicionales, sino que puede llegar hasta el 13,7% al sumar los encadenamientos productivos relacionados a la actividad. [8]

Cifras del primer trimestre de 2016 indican que el PIB nacional creció 2,0% y el silvoagropecuario se expandió 4,5%, con respecto al mismo periodo de 2015 como se muestra en la Tabla 1. [8]

El crecimiento de la actividad silvoagropecuaria fue liderado por el subsector agricultura. La contribución de la fruticultura habría incidido de manera relevante, mientras que los aportes de ganadería y silvicultura habrían sido menores. En agricultura, se destaca el desempeño del rubro hortícola, particularmente de su producción con destino a consumo fresco, y atribuye un resultado favorable a la producción de cultivos anuales, principalmente de cereales, donde resalta el trigo y legumbres.

Producto Interno Bruto- PIB	2014 M\$	2015 M\$	Variación %
PIB Nacional	116.125.911	118.525.235	2,1%
PIB Silvoagropecuario	2.660.304	2.808.627	5,6 %
PIB Pesca	472.933	457.900	-3,2%
PIB Industria de alimentos	2.522.311	2.521.318	0,0%
PIB Industria bebidas y tabaco	1.5.17.233	1.620.922	6,8%
PIB Industria maderera y muebles	550.480	558.908	1,5%
PIB Industria celulosa, papel e imprentas	1.558.263	1.562.042	0,2%

Millones de pesos año anterior encadenados, referencia 2008, cifras provisionales

Tabla 1: PIB Nacional y PIB Silvoagropecuario 2014 y 2015

Fuente: Elaborado por Odepa con información del Banco Central

Para el año 2016, como se muestra en la Ilustración 2, se proyecta un PIB silvoagropecuario de 5,7% siendo el PIB de rubro de la Fruticultura el que tiene significativamente mayor proyección de crecimiento del PIB que corresponde a 12,1%. [3]

El progreso de la fruticultura se asocia con un crecimiento de la producción con destino a la exportación, en particular de cítricos, arándanos y carozos. En tanto, las uvas de mesa y vinífera habrían experimentado caídas en su producción.

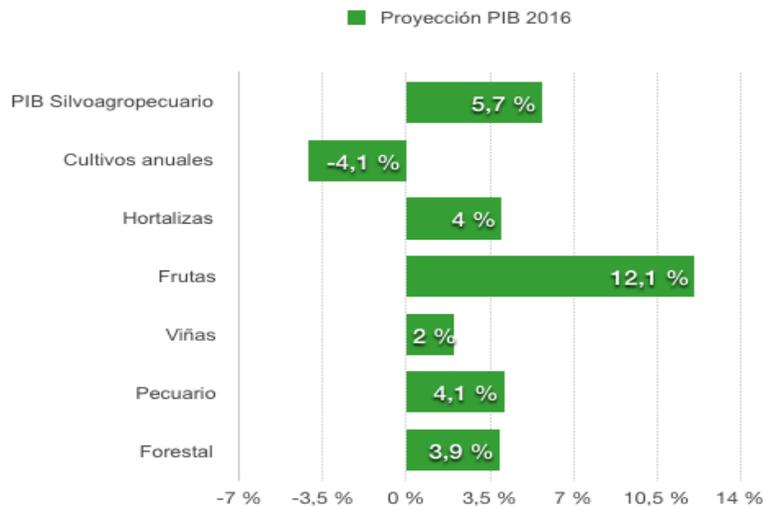


Ilustración 2: Proyección del PIB Nacional y Subsectores Agroindustria, 2016

Fuente: E. Budinich, Departamento de Estudios SNA, 2016

1.1.2.2. Composición del Mercado

a. Mercado Nacional

La tasa anual promedio de crecimiento del PIB Nacional en el último decenio ha sido de 4,7%, lo que ha provocado un aumento en el ingreso per cápita del país, induciendo un cambio en el consumo de alimentos con propiedades alimenticias de mejor calidad.

Ha subido el consumo de todos los tipos de carne y de lácteos y en los últimos años se ha observado una vuelta atrás hacia un mayor consumo de leguminosas (lentejas, garbanzos, porotos). También, sube el consumo de productos comparativamente caros, como el aceite de oliva y las paltas. [4]

El consumo de frutas ha ido en aumento, tanto por una mayor estimación de los beneficios que se obtienen de ellas como por el incremento en la oferta interna originado por la creciente producción destinada preferentemente al comercio internacional. Otros productos mantienen consumos per cápita bastante estables como son: pan, arroz, vino y plátanos.

En el mercado interno, la gran proveedora de alimentos ha sido la agricultura familiar, principalmente con su oferta de hortalizas frescas. Parte importante de ellos provienen de la amplia distribución geográfica de la oferta hortícola y la gran diversidad de productos demandados.

En la actualidad la pequeña y mediana agricultura que abastece al mercado nacional provee sus productos principalmente a través de la cadena productores intermediarios (acopiadores), centrales de abastecimiento (o ferias mayoristas), ferias libres o, en menor medida, evitando a los intermediarios y vendiendo directamente a centros mayoristas, supermercados, instituciones, restaurantes, o en ferias libres. [4]

Las cifras exactas del consumo y comercialización de productos hortícolas en el mercado nacional, no son fáciles de obtener, ya que este sector de la agricultura tiene un coeficiente importante de “comercio informal”, por lo que las cifras reales de lo que se comercializa, no existen. Solo se cuenta con datos oficiales de los volúmenes de frutas y verduras que llegan a los mercados mayoristas, las que se muestran en la Tabla 2 que presenta en detalle los volúmenes de fruta arribados a Mercados Mayoristas en el año 2015 y durante el período noviembre 2015 a noviembre 2016.

Es una buena referencia para cuantificar la comercialización formal de los productos frutícolas que se transan en el país. [5]

En la Tabla 2, se puede apreciar que los productos que más se transan en el mercado interno son los limones, manzanas, naranjas, paltas y peras.

Productos (1) en kilos	2015	01Ene-30Nov 2016	Productos (2) en kilos	2015	01Ene-30Nov 2016
Limón	96.916.478	112.289.046	Cereza	2.755.519	1.894.275
Manzana	60.763.074	53.418.066	Chirimoya	1.906.634	1.398.398
Naranja	39.107.329	35.464.940	Papaya	1.749.905	958.960
Palta	33.332.671	29.158.814	Damasco	1.579.287	865.060
Pera	25.893.289	20.917.944	Pomelo	980.840	1.121.064
Uva	15.378.271	11.691.331	Caqui	615.154	645.430
Nectarina	15.367.978	18.482.681	Granada	397.580	813.807
Mandarina	13.361.654	15.821.351	Níspero	130.169	144.931
Kiwi	12.119.126	9.595.458	Arándano (blue)	59.396	72.668
Durazno	11.844.164	13.822.044	Pera asiática	25.120	13.905
Frutilla	8.659.090	6.410.820	Frambuesa	9.657	13.585
Ciruela	4.088.953	4.838.949	Mora	8.221	2.186
Membrillo	3.915.106	2.824.088	Higo	3.592	9.395
Tuna	2.895.274	3.375.824	Breva	275	6.360

Tabla 2: Principales productos comercializados en mercado interno

Fuente: Elaboración propia, Informe por producto Odepa, Estadísticas Productivas 2016

b. Exportaciones de productos silvoagropecuarios

El comportamiento de las exportaciones silvoagropecuarias de Chile al mundo y a sus principales socios comerciales, durante el período comprendido entre 2006 y 2015, aumentaron su valor desde USD 8.898 millones a USD 14.691 millones, lo que equivale a una tasa de crecimiento anual promedio de 5,7%.

Como se aprecia en la Ilustración 3, durante los últimos diez años, la proporción de las exportaciones silvoagropecuarias destinada a países con los que Chile tiene vigentes acuerdos comerciales ha aumentado desde 78,3% en 2006 hasta 95,4% en 2015. [6]

Los cuatro principales productos exportados son: vino con denominación de origen, uvas, celulosa de árboles no coníferas y celulosa de coníferas que concentraron el 34,5% del monto total en 2015. Sin embargo, algunos productos de alto crecimiento exportador, como nueces, subproductos pecuarios, frutas congeladas, cerezas y arándanos, entre otros, han contribuido a diversificar los envíos chilenos.

Los mercados de Hong Kong, Cuba, Turquía, Colombia e India fueron los más dinámicos. También, se destacan los casos de México, que subió de la séptima a la sexta posición entre los principales destinos, y Tailandia, país con el que se firmó en noviembre de 2015 un Tratado de Libre Comercio. [6]

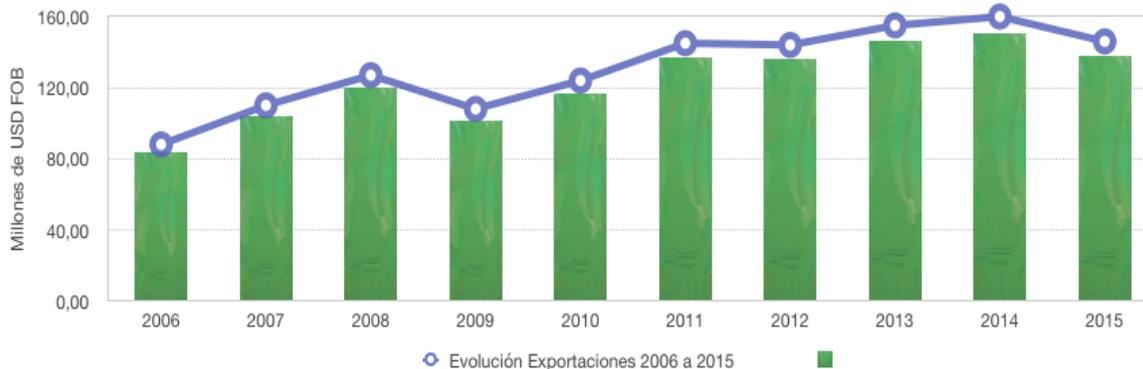


Ilustración 3: Evolución de las exportaciones silvoagropecuarias: 2006 a 2015
Fuente: Elaborado por Odepa con información del Servicio Nacional de Aduanas

1.1.2.3. Tamaño y distribución de Explotaciones

Según el Censo Nacional Agropecuario 2007, existen aproximadamente 301 mil explotaciones silvoagropecuarias, de las cuales el 83 % posee menos de 10 ha., 15% entre 10 y 500 ha., y sólo el 2% de ellas tiene una superficie mayor a las 500 ha. Además, se caracteriza por un sector que orienta su producción principalmente hacia los mercados externos y otro sector tradicional cuya producción se destina mayoritariamente al mercado doméstico y es sustituidor de importaciones.

En la Ilustración 4, se muestra la distribución de las explotaciones por tamaño, en donde se puede desprender que más del 83% de las explotaciones del país son unidades agrícolas pequeñas de menos de 10 hectáreas. [5]

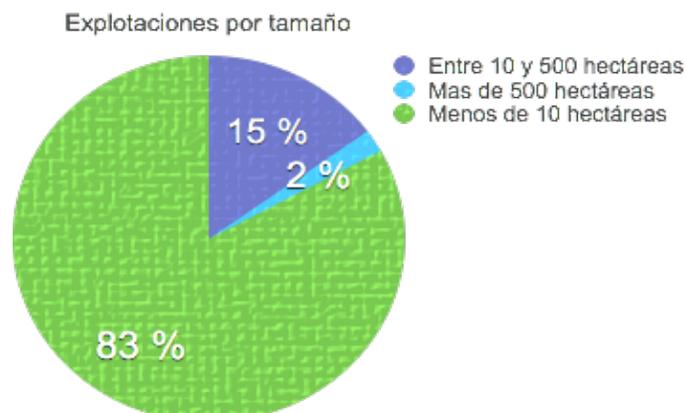


Ilustración 4: Distribución del número de explotaciones según estrato de tamaño
Fuente: Elaborado por Odepa sobre la base de información del Censo 2007

1.1.2.4. Generación de Empleo

La actividad silvoagropecuaria es intensiva en mano de obra, constituyéndose en uno de los sectores que genera más empleo en el país: 685 mil empleos promedio al año 2014, incluyendo el trabajo de temporada y excluyendo el sector pesquero. Estas cifras representan una participación de 7,9% por parte de la agricultura respecto del total nacional promedio al año 2015. [7]

El empleo por región se muestra en la Ilustración 5, siendo la región del Maule la que genera el 29%, y las regiones de la zona centro sur del país, donde la actividad agrícola es un pilar importante de la economía regional, las que tienen tasas de ocupación de mano de obra.

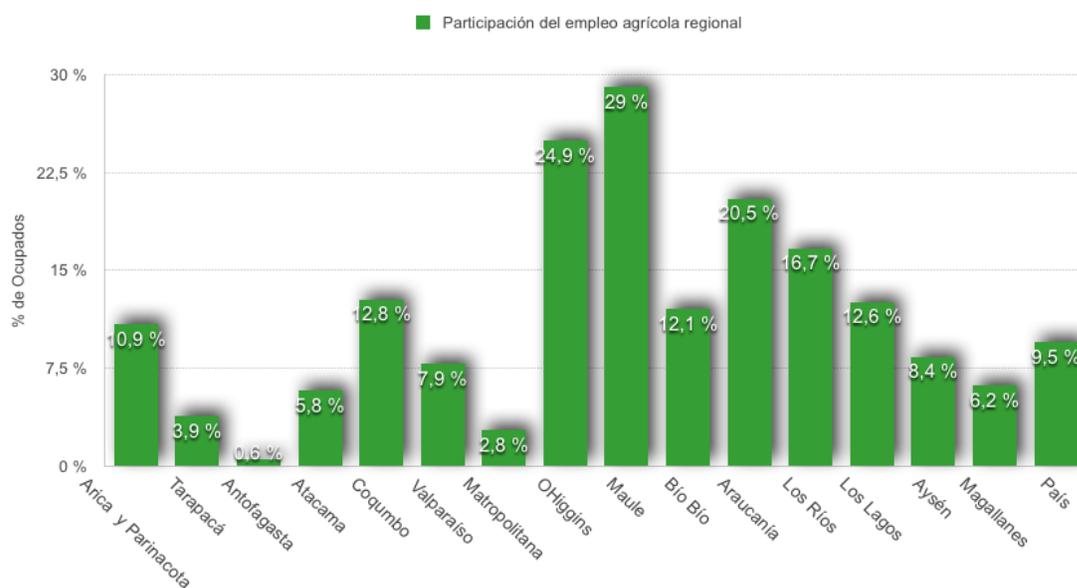


Ilustración 5: Participación del empleo en la agricultura de cada REGIÓN
Fuente: INE, 2015. Trimestre diciembre 2014 a febrero 2015

1.2 Subsector Agrícola

La economía chilena en general y el sector agrícola en particular, han mantenido un proceso constante de modernización y progreso desde la década de los 80, lo que se ha ido materializando en una diversificación de la agricultura, así como en la inserción y posicionamiento de sus productos en los mercados internacionales.

Chile ha ido construyendo una sociedad de creciente estabilidad social y política,



obteniendo reconocimiento por la calidad de los productos y servicios que ofrece al mundo, y por la seriedad de del sector empresarial productivo y exportador.

La agricultura chilena del siglo XXI es un sector de alto dinamismo que está enfrentando continuamente procesos de cambio, competencia y mejoramiento de los procesos productivos y comerciales. Los desafíos que implicó la apertura comercial del país, con una amplia gama de acuerdos comerciales con diferentes países y continentes, han sido enfrentados de manera exitosa por los sectores privado y público, permitiendo la expansión de la agricultura y la producción de alimentos, tanto para los mercados externos como para el mercado interno. [7]

El sector agrícola enfrenta importantes desafíos para cumplir con la demanda nacional e internacional respecto de más y mejores productos alimenticios, producidos con buenas prácticas agrícolas, responsablemente, con trazabilidad y certificaciones adecuadas para cada tipo de mercado.

Los efectos que genera el cambio climático, los extensos períodos de sequía, el aumento de las temperaturas medias y la expansión de la agricultura intensiva, han impactado la disponibilidad de agua de riego en zonas importantes del país, ante lo cual los agricultores han aprendido a ser cada vez más eficientes en el uso del recurso, incorporando nuevas tecnologías y una mejor gestión. Este proceso está en pleno desarrollo y ha sido impulsado y apoyado técnica y financieramente por el Ministerio de Agricultura. [7]

Lograr mayores niveles de equidad en la agricultura es una de las prioridades del país, lo que requiere especial preferencia en la pequeña agricultura, que no sólo representa un sector social de interés para la política sectorial, sino es un importante grupo de pequeños empresarios que proveen gran parte de los alimentos para el mercado interno del país y una oferta para los mercados externos.

Para estos desafíos es indispensable que la agricultura incorpore tecnología que facilite la toma de datos cuyo análisis permita llegar a decisiones inteligentes para optimizar y controlar los procesos productivos. La incorporación de tecnologías de información, comunicación, análisis, procesamiento de gran des cantidades de datos, y automatización van a permitir no solamente producir eficientemente, sino que también son requisito para poder cumplir con las exigencias del consumidor final y a la cadena de valor global.

La **Agricultura de Precisión (AP)** es una tendencia global, que aún se encuentra en una etapa incipiente en Chile, aun cuando la noción de predio conectado es cada vez más cercana y necesaria, sobre todo si las diferentes actividades agrícolas están conectadas, no solo entre sí, sino que también a una serie de datos históricos.

Internet de las cosas (IoT) permite una mirada integrada y multidimensional de las actividades agrícolas, permitiendo una comprensión profunda de cómo funciona todo el ecosistema, de tal forma de poder tener instancias de decisión.

Desde una perspectiva de comunicación **Máquina a Máquina (M2M)**, el sector agrícola es



significativamente menor que otros sectores como la minería, manufactura y comercio por mencionar algunas. Sin embargo, las tecnologías M2M y todas las tecnologías alrededor de las IoT son herramientas claves para la transformación del sector agrícola. El impacto inmediato es la conexión remota de los sensores medioambientales, gestión de suelo, trazabilidad de alimentos que apoyarán una producción alimentaria de calidad en el futuro.

1.2.1. Estructura y ecosistema chileno del sector agrícola

Para el desarrollo coordinado del subsector agrícola, es de vital importancia contar con un ecosistema que permite integrar instituciones, organizaciones y empresas tanto públicas como privadas.

La Ilustración 6, da una visión general de las instituciones públicas y privadas que actualmente son relevantes en el sistema de innovación agrícola. [13]

Dentro de los organismos que conforman y apoyan el ecosistema están:

- **Consejo Nacional de innovación para la competitividad:**

Es un organismo público-privado y su objetivo es asesorar a la autoridad en la identificación y formulación de políticas referidas a la innovación y la competitividad, incluyendo los campos de la ciencia, la formación de recursos humanos y el desarrollo, transferencia y difusión de tecnologías que tengan relación con los sectores estratégicos definidos como es el caso de este estudio.

- **Comité Gubernamental de innovación para la competitividad:**

Comité formado por siete secretarios de Estado y su misión fundamental es asesorar a la Presidenta en este ámbito y coordinar las acciones vinculadas al desarrollo de capital humano, ciencia e innovación empresarial en el país. Lo integran los titulares de Hacienda, Relaciones Exteriores, Educación, Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones, Agricultura y Economía.

Las instituciones que están relacionadas directamente con el sector agrícola son:

INDAP: El Instituto de Desarrollo Agropecuario es un servicio dependiente del Ministerio de Agricultura, que tiene por objetivo promover el desarrollo económico, social y tecnológico de los pequeños productores agrícolas y campesinos, con el fin de contribuir a elevar su capacidad empresarial, organizacional y comercial, su integración al proceso de desarrollo rural y optimizar al mismo tiempo el uso de los recursos productivos.

INTA: El instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos es un organismo perteneciente a la Universidad de Chile de investigación que promueve la generación de conocimiento interdisciplinario de excelencia, la formación de recurso humano y la transferencia de conocimiento al medio externo, contribuyendo a una óptima nutrición, salud y calidad de vida de la población chilena y de la región.



INIA: El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, es la principal institución de investigación agropecuaria de Chile. Es una corporación de derecho privado sin fines de lucro, dependiente del Ministerio de Agricultura, cuyo financiamiento es a través de fondos públicos y privados, proyectos de investigación y venta de insumos tecnológicos.

SAG: Es el organismo oficial del Estado de Chile, encargado de apoyar el desarrollo de la agricultura, los bosques y la ganadería, a través de la protección y mejoramiento de la salud de los animales y vegetales.

Las instituciones que tienen dentro de uno de sus focos apoyar al sector agrícola son:

PROCHILE: Es una institución dependiente del Ministerio de Relaciones Exteriores encargada de la promoción de la oferta exportable de bienes y servicios chilenos, y de contribuir a la difusión de la inversión extranjera y al fomento del turismo.

Fundación Chile: Es una corporación privada sin fines de lucro que fomenta innovaciones que “mueven la frontera de lo posible”. Su principal objetivo es la generación de redes internacionales, entregando soluciones de alto impacto para abordar los desafíos de Chile en sustentabilidad, desarrollo de Capital Humano, Educación, acuicultura, emprendimiento y alimentación.

Para que el ecosistema se desarrolle están las instituciones que potencian el sector a través de fondos públicos de apoyo a la innovación como son: CORFO, Innova Chile, CONICYT, FONDAP, FONDECYT, FONDEF, FIA, ICM.

Cabe destacar la importancia de la “Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA”, servicio público centralizado, dependiente del Presidente de la República a través del Ministerio de Agricultura, creada mediante la Ley N° 19.147, ODEPA, que tiene por objeto proporcionar información regional, nacional e internacional para que los distintos agentes involucrados en la actividad silvoagropecuaria adopten sus decisiones y que ha sido muy beneficioso en este estudio.

Además, para el desarrollo del sector están las instituciones de investigación, difusión, y transferencia tecnológica como: institutos tecnológicos, sistema universitario, consorcios tecnológicos, empresas, centros de excelencia, centros regionales de Investigación, anillos de Investigación, entre otros.



Ilustración 6: Marco Institucional en los que está inserto en el Sistema Agrícola
Fuente: Sistema de Innovación de la Agricultura Chilena, “Un Plan de Acción hacia el 2030

1.2.2. Ventajas Competitivas del Sector Agrícola

Chile destaca a nivel mundial como el mayor exportador de arándanos, uva de mesa, ciruelas frescas, ciruelas deshidratadas, manzanas deshidratadas, trucha y salmón del Pacífico. Además, es el segundo mayor proveedor de paltas, frambuesas congeladas, nueces y salmón del Atlántico, y el primer productor y exportador de cerezas frescas en el hemisferio sur. Cuenta con un reconocido posicionamiento en los vinos y otros productos como aceites de oliva extra virgen, aguas minerales, pisco y frutos secos, entre otros, que componen parte de la amplia diversidad de la oferta exportable que también incluye alimentos funcionales.

El sector en estudio es foco de la estrategia país “Chile Potencia Alimentaria”, que se centra en incrementos de productividad logrados a través de la innovación e incorporación de tecnología; el uso sustentable de los recursos naturales; encadenamientos productivos, que incluyen desde las economías familiares campesinas hasta la más moderna agroindustria; profundización de la inserción competitiva en los mercados internacionales; preocupación por la sanidad vegetal y animal; la inocuidad de los alimentos, y alineamientos del sector público y privado con la agenda alimentaria.

El 90% de las exportaciones chilenas se hacen vía marítima, con una eficiencia 3.2 veces mayor que el transporte terrestre utilizado dentro de Europa y Estados Unidos, por lo que las emisiones de gases efecto invernadero, relacionadas al transporte de los productos, es sustancialmente más baja, y la huella de carbono es, en general, menor a la de los

productos elaborados y distribuidos dentro de Europa o Estados Unidos.

La producción de alimentos en Chile enfrenta un escenario con cambios globales muy acelerados y profundos, que se nombran a continuación:

1. **La transformación en el perfil y aumento de la demanda por más y mejores alimentos**
2. **Mantener elevados estándares sanitarios y fitosanitarios**
3. **Atributos intangibles** que contribuyen a un mayor valor de la producción (tales como las condiciones laborales, los impactos ambientales o la identidad cultural) se han convertido en factores cada vez más relevantes en la diferenciación y competitividad de los productos agrícolas.
4. **Recursos naturales limitados**, especialmente el agua que la agricultura debe compartir con los demás sectores productivos y las incertidumbres resultantes del cambio climático, cuyos efectos se viven en prácticamente todo el mundo, afectando los procesos productivos y aumentando la volatilidad del sistema.

Todos estos cambios globales hacen que sea necesario hacer ajustes en el sector productivo, tales como: incluir a medianos y pequeños productores en las cadenas de valor de los alimentos y promover la incorporación de inteligencia en los procesos de producción, a fin de que puedan ser sostenibles y competitivos en un largo plazo.

Aun cuando todos estos cambios constituyen un gran desafío para los agricultores chilenos, es una gran oportunidad para que el sector se estimule a producir de manera diferente y pueda aspirar a ser un sector competitivo basado en la sustentabilidad ambiental y social. Estas barreras son, evidentemente, mucho más difícil de ser superadas por la agricultura familiar, en comparación con las grandes compañías exportadoras, pero con un trabajo en conjunto, con buena transferencia tecnológica, es una meta a la que todos los agricultores chilenos pueden llegar. [12]

La Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y Agricultura (Food and Agricultural Organisation, FAO) prevé que la población mundial alcanzará los 8 mil millones de personas para 2025 y 9,6 millones de personas para el año 2050. De mantenerse el crecimiento proyectado para la población mundial, la producción de alimentos debería aumentar en un 70% para 2050.

1.2.3. Procesos de la cadena de valor de la agricultura

Una “cadena de valor” en la agricultura identifica al conjunto de actores y actividades que llevan un producto agrícola básico desde la producción en el campo hasta el consumo final, agregándose valor al producto en cada etapa. Una cadena de valor puede ser vertical o una red entre varias organizaciones empresariales independientes, y puede incluir procesamiento, envasado, almacenamiento, transporte y distribución.

Al analizar la cadena de valor, desde una perspectiva de las actividades agrícolas, es

posible visualizar la relevancia que tienen las tecnologías digitales en la cadena productiva, tanto en mejoras de productividad como eficiencia. En la Ilustración 7 se muestra las tecnologías digitales como habilitadores en la cadena de valor del proceso productivo agrícola en los ámbitos de Seguridad, Producción y Logística. [14]

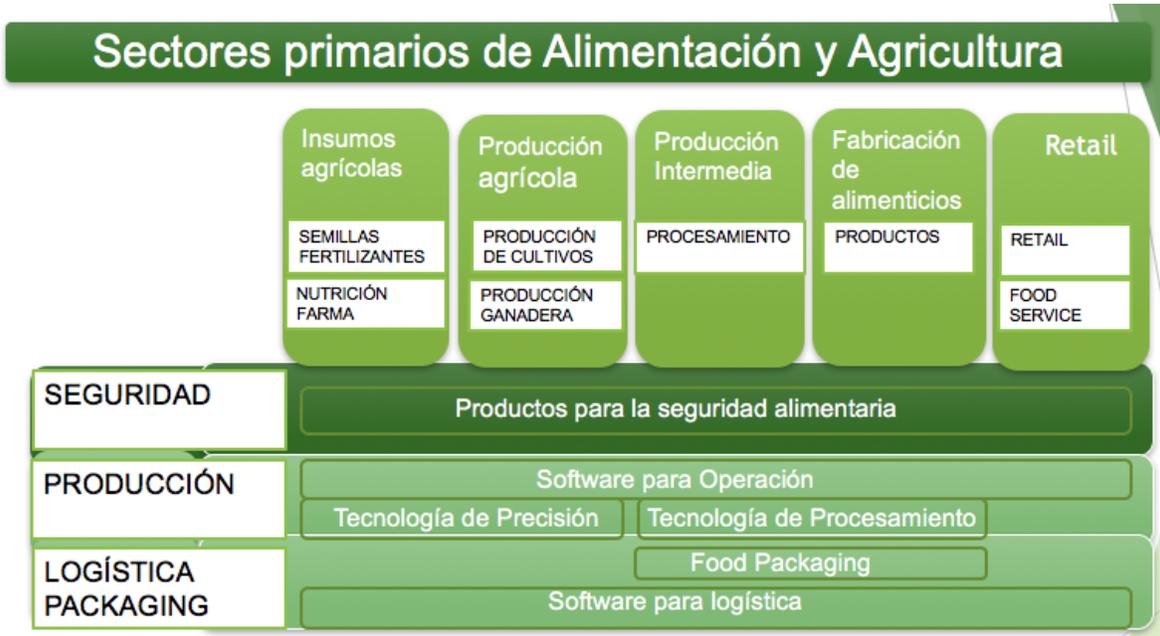


Ilustración 7: Cadena de valor del proceso productivo agrícola
Fuente: Macroproceso productivo agrícola. Frost, 2015

- [Tecnologías digitales en la cadena de valor](#)

Agricultura de Precisión: La AP en el sector agricultura hace uso de una serie de tecnologías, que incluyen los servicios de GPS, sensores y manejo de grandes volúmenes de datos para optimizar el rendimiento de los cultivos y la optimización del funcionamiento de la cadena de valor entera.

Sistema de Gestión basado en TICs: Los sistemas de apoyo a las decisiones basados en TICs, respaldados por datos en tiempo real, pueden proporcionar información adicional, y en combinación con la experiencia del agricultor, pueden ayudar a tomar decisiones racionales sobre todos los aspectos de la agricultura a un nivel de precisión que no era posible anteriormente.

SMART Agriculture: Las disciplinas y habilidades que actualmente se requieren incluyen robots, imágenes por computadora, tecnología GPS, soluciones basadas en la ciencia, la predicción del clima, soluciones tecnológicas, controles ambientales entre otros.

- Cadena de valor del sector Frutícola

Se explicará la cadena de valor del sector frutícola chileno para poder detallar de mejor forma sus etapas y actividades principales debido a que para cada producto agrícola se tiene una diferenciación en su cadena de valor. [15]

Las etapas básicas de la cadena de valor de la fruticultura son: genética, vivero, producción, conservación, empaque, transporte y comercialización de la fruta ya sea en el mercado doméstico o en el externo, como se observa en la Ilustración 12.

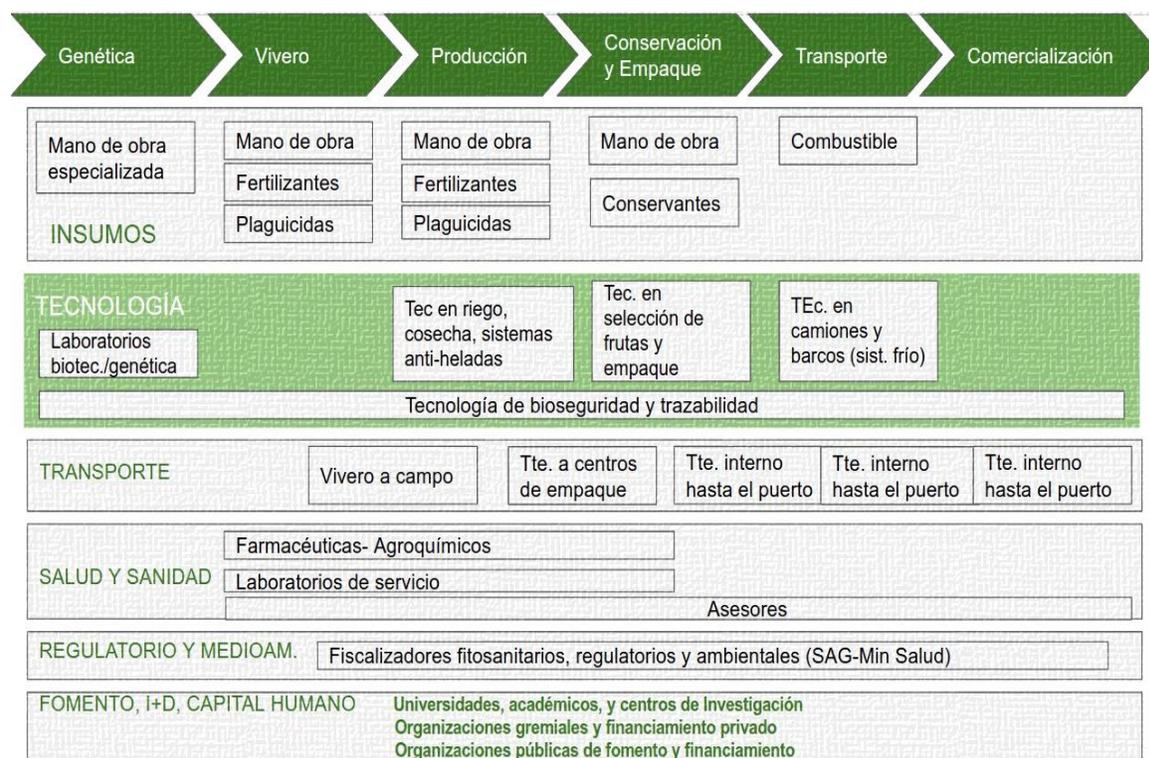


Ilustración 8: Cadena de valor del sector frutícola

Fuente: INAPI, 2010. Boletín “Patentamiento en el clúster de la fruticultura primaria”.

A continuación, se define cada uno de los procesos de la cadena de valor:

a. Genética: Se refiere a la etapa de desarrollo genético de variedades, mejoramiento de plantas, desde el ámbito molecular y transgenia. Esta área tiene relación con el trabajo en resistencia a enfermedades, estrés abiótico, mejoramiento de propiedades funcionales, adaptación a condiciones limitantes para la producción de fruta fresca y los efectos del cambio climático, entre otros. Para la producción frutícola se requiere este macro proceso, sólo en el caso que se desee mejorar las plantas por medio de la genética.

b. Vivero: Cría o reproducción de plantas de variadas especies (propagación de plantas). Puede ser a partir de semillas o de tejido vegetal (tallos, hojas, etc.), para la obtención masiva de las plantas para luego ser cultivadas.

c. Producción: Esta etapa se subdivide en los siguientes procesos:

- **Plantación:** Esta área temática abarca todo lo relacionado con cultivo de frutales, ya sea por siembra, plantación o cualquier otra técnica, asumiendo, en este caso, la destinación definitiva de la planta que producirá la fruta.
- **Desarrollo:** En el área temática de desarrollo ha sido agrupado todo lo que se relacione con el crecimiento de la planta y generación de fruto hasta que esté apto para la cosecha.
- **Cosecha:** Se refiere a la recolección de los frutos desde la planta o árbol de origen, una vez, terminado el ciclo de crecimiento.
- **Post Cosecha:** Se refiere al tratamiento que recibe la fruta después de la cosecha y previo al empaque, tales como almacenamiento, control de plagas, aplicación de aditivos, etc.

Procesos transversales asociados a la etapa de Producción:

- **Medio Ambiente:** Se refiere a las tecnologías relacionadas con la preservación y protección medioambiental, que prevengan o corrijan problemas de contaminación en el área de la fruticultura.
- **Riego:** Tecnologías relacionadas con la disposición e irrigación de agua, para cumplir con los requerimientos de las plantas y así favorecer su crecimiento. Es transversal a las áreas de vivero, plantación, fertilización y desarrollo de cada predio agrícola.
- **Conservación y Empaque:** Corresponde a la etapa de conservación en estado fresco de la fruta, generalmente relacionado con temperatura y aditivos, que mantengan la fruta en ese estado, es decir, no como alimento procesado (ej.: conservas, mermeladas, secado, etc.).
- **Empaque,** se refiere al envasado de las frutas para su adecuado transporte o almacenamiento o exhibición. El tipo de empaque depende directamente del tipo de producto y, según el destino, el tipo de transporte que será usado.
- **Transporte:** Es el área que se relaciona con el traslado de la fruta, en adecuadas condiciones, hasta su destino final. Las condiciones de transporte varían de acuerdo a la distancia, la perecibilidad y valor del producto.



- Principales Retos de la agricultura

La incorporación de Tecnología dentro de la cadena de valor es condicionante para desarrollo del sector, mejora los niveles de competitividad, por lo que identificar las debilidades existentes permite detectar las brechas existentes en el país para la adopción de ésta por parte de los productores agrícolas.

Para identificar los principales retos de la agricultura chilena en el contexto de los desafíos mundiales el Banco Mundial (World Bank, 2011) desarrolló un estudio con el fin de definir las necesidades para el futuro desarrollo del sector en Chile. Como los principales desafíos para los próximos quince años se identifican:

- El manejo de sus recursos naturales de una manera sostenible y los efectos del cambio climático
- El acceso a los mercados
- La investigación y desarrollo

Debido a que existen diversos avances en tecnología, para las diferentes etapas de la cadena de valor y sin un contexto de estandarización se vuelve complejo asegurar que las soluciones que se están implementando sean compatibles con otros sistemas.

Al analizar estas nuevas tecnologías, se evidencia que la agricultura nacional dispone de un capital humano de baja calificación en capacidades de adopción e implementación tecnológica. La escasez de recurso humano capacitado es uno de los mayores problemas que el país deberá resolver, si desea canalizar eficientemente la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el sector. Esto se debe a dos razones principales: la baja cantidad de profesionales tecnológicos especializados en Ciencias Agrícolas y el bajo nivel técnico de los agricultores. [14]

Por otra parte, se observa que el proceso de integración tecnológica en la cadena productiva de la industria de agroalimentos de exportación debe cubrir desde el cultivo al proceso de distribución, considerando en su integración la información de trazabilidad de todas las variables relevantes en la cadena completa. Dentro de las variables relevantes se encuentran las de calidad, inocuidad, uso de agua, entre otras. Para lograr que esta información sea transversal a los procesos y genere información que pueda mejorar la calidad de la producción, es necesario contar con estándares en la información y los procesos. [14]

La adopción de tecnología y la integración de los procesos, se debe hacer basado en un eje estructural de interoperabilidad de la información y los sistemas. Esto permite que la tecnología aplicada en los distintos puntos de la cadena de valor, se relacionen y permitan la interrelación, la comunicación y el traspaso de información de valor entre los distintos actores de manera oportuna, eficiente y eficaz, permitiendo desarrollar mejoras en los procesos con la mayor cantidad de información disponible. Un concepto importante que se



asocia a este eje y su potencial a mediano plazo es la integración total de tecnologías de IoT a los procesos de la cadena de valor.

Las soluciones existentes de automatización en agricultura de precisión, en general, no contemplan integración y/o interoperabilidad con otras soluciones, a no ser que éstas sean provistas por el mismo fabricante.

A través de la adopción de estándares que faciliten la interoperabilidad, la industria tecnológica podría habilitar la integración de los sistemas de alto nivel desarrollados por nuevos actores, fomentando la competitividad en la industria tecnológica, donde numerosas empresas podrán proporcionar diversos subsistemas.

Para lograr fomentar esta adopción de estándares en la industria, es necesario analizar los estándares que están siendo utilizados en el mundo y que serán parte de los capítulos posteriores de este estudio, fomentando la integración y/o interoperabilidad entre componentes y sistemas. De esta forma, es indispensable establecer un modelo común para las diferentes componentes tecnológicas en la cadena de producción de agroalimentos, orientado a satisfacer los requerimientos de información para la toma de decisiones de cada uno de sus actores y en consecuencia asegurar la información de trazabilidad en cada uno de sus eslabones.

1.2.4. Rubros y productos de la Agricultura

La Agricultura incluye el cultivo de plantas, para la obtención de frutas, flores y otros productos comestibles y se centra en el proceso relacionado con el cultivo de distintas especies vegetales.

A partir de la Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas de ONU y ODEPA, se ha hecho agrupación por rubros atinentes a la realidad de la agricultura chilena. Se han agrupado los rubros en los cuales se desarrolla la actividad agrícola en las superficies plantadas o sembradas entendidas como cultivo, que se define a partir de diferentes fuentes en base a información disponible, y en relación a sector estratégico definido para el uso de datos en AP e IoT y con el fin de obtener una descripción acorde a la realidad productiva de Chile. En la Ilustración 9 se muestran los rubros de la agricultura en los que se centra este estudio y la agrupación que se utilizará para las estimaciones del presente estudio.

1. Cultivo de cereales y otros cultivos:

- a. Cultivos temporales: cereales, papas, remolacha, semillas oleaginosas, leguminosas, tabaco.
- b. Cultivos permanentes: pastos y empastadas forrajeras.

2. Cultivo de hortalizas, flores y viveros

3. Fruticultura, con sus divisiones:

- a. Fruta Fresca.
- b. Frutos Secos y deshidratados.
 - i. Frutos Secos: Almendras, nueces, pistacho, Castañas, avellanas.
 - ii. Frutos Deshidratados: Ciruela, pasas, manzana, durazno, rosa mosqueta.
- c. Frutales Menores, En la categoría frutales menores se encuentran especies de características herbáceas (frutillas) o arbustivas (frambuesas, arándanos), y también especies arbóreas de escasa área cultivada o en reciente proceso de expansión (níspero, chirimoya, granada etc.). (ODEPA; 2005)
- d. Viticultura: cultivo y producción de uva para la elaboración de vino.



Ilustración 9: Rubros del Subsector Agrícola
Fuente: Elaboración propia, 2016

Se cuenta con registros oficiales del Censo Nacional agropecuario del año 2007 (INE) para cada uno de los subsectores definidos. Para la fruticultura, se cuenta con estudios más recientes, ya que CIREN y ODEPA han realizado Catastros Frutícolas Regionales (años 2012, 2013, 2014 y 2015), por lo que, para este sector de la agricultura, se cuenta con datos actualizados y de gran precisión, así también como el Vitivinícola.

La agricultura que genera productos de alto valor agregado implica la integración de los distintos procesos que van desde la producción hasta el procesamiento y la distribución de los productos. Ese encadenamiento apunta a la generación de mayor valor agregado como una condición para alcanzar, sostener o elevar la competitividad.

Se pueden definir dos tipos de encadenamientos: el concepto de encadenamientos hacia adelante (*forward linkages*) se utiliza para referirse a la conexión entre un sector determinado y el resto de la economía cuando este provee de insumos a otros sectores productivos.

En el caso de la agricultura, este sector tiene importantes encadenamientos hacia adelante, especialmente con las agroindustrias que utilizan los productos agrícolas como sus principales insumos para producir, por ejemplo, carnes procesadas, productos envasados, selección y embalaje de frutas de exportación, vino y otros productos.

Un sector económico tiene encadenamientos hacia atrás (*backward linkages*) con el resto de la economía cuando demanda de otros sectores productivos bienes y servicios que utiliza como insumos. El sector agrícola tiene importantes encadenamientos hacia atrás con parte de la industria química (pesticidas y fertilizantes), de equipo y maquinaria y de servicios. [8]

El desarrollo de clústeres es una estrategia territorial para aumentar la competitividad en el sector agroalimentario. Los clústeres son un elemento clave de desarrollo sectorial y rural, al facilitar la vinculación de los agricultores y empresas de un territorio a cadenas alimentarias globales de forma más eficiente.

Un clúster agrícola es una concentración de productores, de agro procesadores, y de las instituciones que participan en el mismo subsector agrícola o agroindustrial, que interaccionan y construyen redes al abordar desafíos y búsqueda de oportunidades comunes.

Se destaca en el país el Clúster Fruticultura Primaria que tiene como objetivo congrega a toda la cadena de valor del sector frutícola nacional, trabajando bajo una meta común y articulándose de forma estable en relaciones de cooperación y apoyo que les permita aumentar su productividad y eficiencia en forma continua.

1.2.5. Superficie cultivada por rubro agrícola

La Superficie total Nacional plantada por subsector agrícola alcanza 1.817.443 ha. siendo los cultivos de cereales y otros cultivos los que concentran el 71% del total de la superficie del país. Se muestra en la Ilustración 10 la superficie por subsector cuya información se obtuvo de la “Ficha Nacional Información Anual por Rubro, actualizada a septiembre de 2016, ODEPA”.

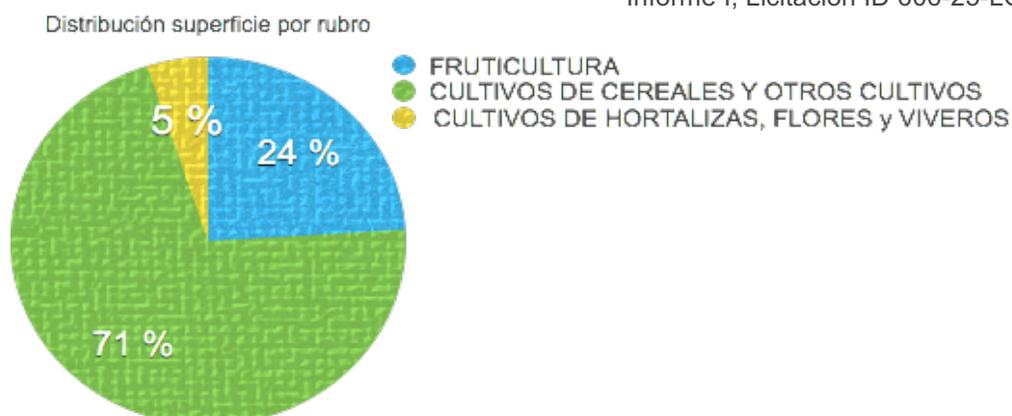


Ilustración 10: Distribución de la Superficie cultivada por subsector agrícola
Fuente: Ficha Nacional Información anual por rubro, septiembre 2016

En la Tabla 3 se detallan las superficies cultivada por rubro y productos, destacándose la superficie plantada de cultivos de cereales y forrajeras que ocupan más de 50% del total de la superficie. [9]

Rubro	Superficie (ha)	Rubro/País (%)
CULTIVOS DE CEREALES Y OTROS CULTIVOS	1.289.869	71%
Cultivo Anuales: Cereales ¹³	566.250	31,2%
Cultivo Anuales: Cultivos industriales ¹³	100.307	5,5%
Cultivo Anuales: Leguminosas y tubérculos ¹³	67.610	3,7%
Cultivo Anuales: Semilleros y almácigos ¹¹	42.511	2,3%
Cultivos Permanentes: Forrajeras ¹¹	513.191	28,2%
FRUTALES	442.387	24,3%
Frutales ¹⁵	302.666	16,7%
Vitivinícola ¹⁴	139.721	7,7%
HORTALIZAS	85.193	4,7%
Hortalizas ¹⁶	63.775	3,5%
Huertos caseros ¹¹	16.138	0,9%
Viveros ¹¹	3.103	0,2%
Flores ¹¹	2.176	0,1%
Total	1.817.449	100,0%

1 Cifras pertenecientes al VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal (2007).
2 Anuario forestal 2015, INFOR.
3 Estimación de superficie sembrada de cultivos anuales 2015/16, INE.
4 Catastro vitícola 2014, SAG.
5 Estimación elaborado por Odepa con información de Ciren.
6 Encuesta de superficie hortícola 2015, INE.

Tabla 3: Superficie nacional cultivada por Subsector agrícola
Fuente: Odepa, 2016

Si bien hay cultivos de todos los productos agrícolas a lo largo de todo el país, la agricultura se concentra entre las regiones IV a IX, donde se concentra un 64,4% de la

superficie dedicada a los cultivos agrícolas, como se ve en Tabla 4. [5]

En la Tabla 5 se muestra la superficie cultivada por rubro y productos agrícolas por región, destacándose los cereales y otros cultivos en la IX, el cultivo de hortalizas, flores y viveros en la región Metropolitana y en la fruticultura en VI.

PAÍS Y REGIÓN	% Superficie (ha)	Superficie Total (ha)
I	0,2%	2.620
II	0,1%	1.814
III	1,1%	19.199
IV	8,4%	145.673
V	5,6%	96.004
VI	12,8%	220.946
VII	15,4%	266.371
VIII	15,2%	261.968
IX	18,9%	327.095
X	6,5%	112.130
XI	1,0%	17.606
XII	0,4%	6.750
Metropolitana	8,1%	139.123
XIV	5,9%	102.300
XV	0,4%	6.661
Total País	100%	1.726.261

Tabla 4: Distribución de la superficie cultivada por región.

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de INE, Censo 2007

PAÍS Y REGIÓN	Cultivos									
	Cultivo de Cereales y otros cultivos					Cultivo de hortalizas, flores y viveros			Fruticultura	
	Cereales	Leguminosas y tubérculos	Cultivos industriales	Plantas forrajeras	Semilleros	Hortalizas	Viveros	Flores	Frutales	Víñas y parrones viníferos
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
I	1.379	94	0	154	14	583	0	3	393	0
II	186	5	0	1.097	13	350	1	5	152	6
III	260	287	317	2.271	61	1.652	2	28	13.599	723
IV	3.058	3.552	401	82.749	117	11.399	52	403	31.740	12.201
V	4.188	2.862	815	16.257	451	10.191	277	839	52.898	7.225
VI	56.266	3.608	5.283	16.826	11.861	13.083	406	117	77.967	35.528
VII	73.719	10.084	11.532	45.633	13.008	11.708	388	36	54.749	45.514
VIII	113.039	13.825	19.773	75.054	2.248	9.378	194	71	12.772	15.613
IX	169.610	15.374	26.852	89.646	8.381	4.526	216	85	12.374	31
X	19.606	11.196	2.331	68.006	1.023	2.274	18	194	7.475	8
XI	449	188	5	16.520	3	155	1	5	280	0
XII	15	133	0	6.503	0	84	1	5	9	0
Metrop.	15.946	5.673	397	21.202	4.650	25.348	655	167	53.022	12.065
XIV	21.672	3.995	2.265	66.883	500	1.728	89	134	5.034	0
XV	12	24	0	1.569	72	3.092	0	33	1.828	32
Total País	479.404	70.899	69.972	510.371	42.402	95.551	2.298	2.124	324.294	128.946

Tabla 5: Superficie cultivada por rubro y productos agrícolas

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida de INE, Censo 2007

En la Ilustración 11 se puede apreciar que la superficie cultivada está concentrada en algunas regiones del país. El 64,4% se concentra en las regiones de VI a IX.

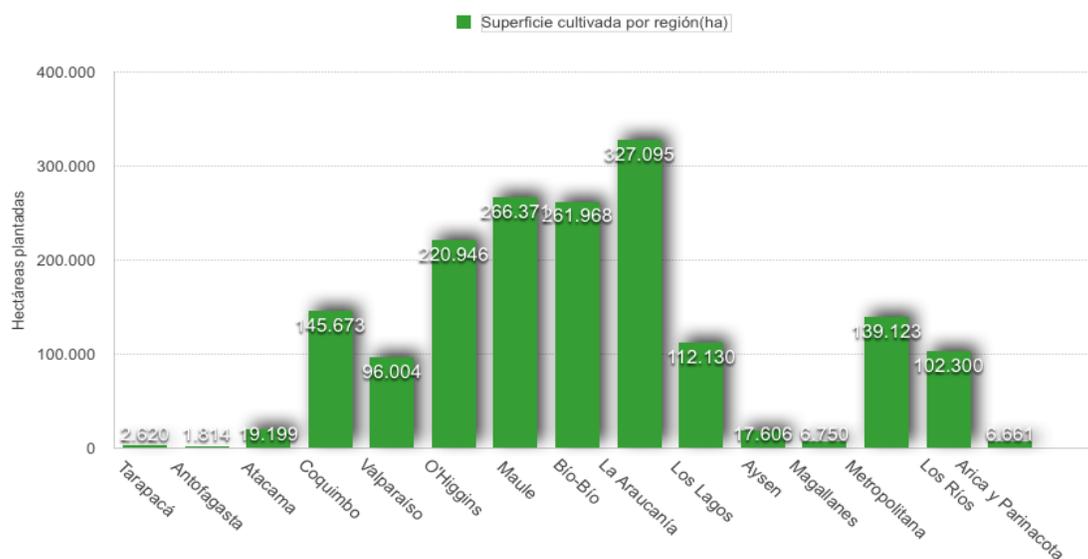


Ilustración 11: Superficie cultivada por región
Fuente: Elaboración propia con información obtenida de INE, Censo 2007

1.2.6 Unidad Mínima de Análisis (UMA)

- Caracterización de Unidades Agrícolas Productivas

En un país como Chile, caracterizado por grandes contrastes sociales y ambientales, la disponibilidad de estadísticas permite inferir ciertos patrones socios productivos que ayudan a expresar las particularidades propias de las unidades agrícolas. Como consecuencia, se plantean estas diferencias, expresadas a través de variables tales como:

- Variabilidad en los tamaños promedios de sus explotaciones, diferenciado por tamaño de empresa entre las que se encuentran: Microempresa, Pequeña, Mediana y Gran Empresa.
- Distribución de los productores en el espacio geográfico.
- Asociación de cultivos en ciertas zonas especializadas.
- Características básicas de manejos técnicos para cada cultivo.
- Necesidades, acceso y adopción de tecnología.
- Necesidades de acceso a capital productivo.

Lo anterior, permite caracterizar la Unidad Agrícola Productiva (UAP), así como focalizar el alcance sectorial, y de esta manera definir y caracterizar la Unidad Mínima de Análisis

(UMA) para este estudio.

Después de un análisis detallado de la distribución de los cultivos, tipos de agricultores, número de explotaciones para cada rango de superficie, el universo agrícola se identifican tres tipos de UAP según tamaño de explotaciones y de esta manera según sus características básicas, se identifican los tipos de agricultores y productores que existen en el país. En la Tabla 6 se muestra la distribución de explotaciones por tipo de unidad agrícola productiva.

Estratos de tamaño de las explotaciones	Total Explotaciones	Distribución País(%)	Tipo UAP	Distribución/UAP
Sin superficie	1.824	1%	UAP I	87%
>0 <1	35.886	11,9%		
>1 <5	89.448	29,7%		
>5 <10	48.711	16,2%		
>10 <20	45.338	15,0%		
>20 <50	40.274	13,4%		
>50 <100	16.970	5,6%	UAP II	11%
>100 <200	9.655	3,2%		
>200 <500	7.079	2,3%		
>500 <1000	2.719	0,9%	UAP III	2%
>1000 <2000	1.407	0,5%		
>2000	1.958	0,6%		
Total	301.269	100,0%		

Tabla 6: Distribución de número de explotaciones por tipo de UAP

Fuente: Elaboración propia, Datos ODEPA sobre la base del VII Censo Agropecuario y Forestal, 2007.

El análisis tiene como objetivo contribuir a diferenciar las unidades agrícolas productivas en cuanto a su distribución dentro del contexto geográfico nacional, teniendo además como referencia las diversas tipologías de productores. [10]. En la Tabla 7 se muestra una caracterización de los tres tipos de UAP para la agricultura nacional.

Agrupar tipos de agricultores es complejo, ya que las condiciones geográficas, de tenencia de tierra, de cultivo y condiciones económicas son muy diversas en el universo agrícola nacional. La cuantificación de sus ingresos es una variable que cuenta con información y por lo tanto permite la diferenciación y clasificación dentro de la economía del país y del sector agricultura.

Para las entidades financieras y gubernamentales como Corfo, Banco Central y SII, la clasificación de tamaño de la empresa está dado por las ventas anuales que es información que está disponible para efectos de realizar el análisis. Para el caso del subsector agrícola se consideran a la Mediana y Grande bajo una misma agrupación dado

el tamaño promedio de sus explotaciones.

- Micro Agricultura: Agricultura familiar y de subsistencia, ventas entre 0 y 2.400 UF/año
- Pequeña Agricultura: Productores empresariales, ventas entre 2.400 y 25.000 UF/año
- Mediana y Gran Agricultura: Ventas entre 25.000 y 100.000 UF/año para la Mediana y para la Grande sobre 100.000 UF/año

Unidad Agrícola Productiva	Tamaño de Empresa % y N°	Características	Rango superficie cultivada (ha)	UF Ventas	Tamaño promedio de sus explotaciones (ha)	Distribución de la Tierra (% de la superficie útil) ¹	Número de Trabajadores (Según estatuto PYME, Ley 20416)	Capital Productivo (UF promedio/explotación)
TIPO I	Micro 76,2% 53428	Agricultura familiar y de subsistencia	0 a 49	0-2400	17,49	44%	1 a 9	1133
TIPO II	Pequeña 20,8% 14595	Productores Empresariales	50 a 499	2400-25000	232,2	30%	9 a 49	28458
TIPO III	Mediana 2,3% 1620	Productores Empresariales y Grandes Empresas	500 a 2000	25000 a 100000	2161,8	26%	50 a 199	377241
	Grande 0,7% 491		Sobre 2000	Sobre 100000			Más de 200	

¹ Superficie útil = superficie total menos los terrenos estériles o no aprovechables, las praderas naturales y los matorrales.

Tabla 7: Caracterización de Tipos de UAP

Fuente: Elaboración propia a partir de distintas fuentes, 2016

La agricultura nacional agrupa a un conjunto de productores muy heterogéneo, afirmación que es observable tanto en el acceso de éstos a la propiedad del recurso suelo y en sus rasgos productivos como en su nivel diferencial de cobertura territorial. De esta forma, si se toma como referencia la diferenciación tradicional de los productores de acuerdo al tamaño de sus explotaciones, los contrastes socioproductivos no sólo arrojan diferencias importantes en términos agregados, sino que, además, varían sustancialmente según el territorio específico en el que desarrollan sus actividades. [11]

Aún más, diversas cifras reflejan que, inclusive en el interior del segmento de los pequeños productores, tradicionalmente tratados como una sola gran unidad, es posible encontrar diferencias significativas, las que se explican, fundamentalmente, por el rubro agrícola en el que se desempeñan, la especie que cultivan y su acceso diferencial tanto al capital productivo como a la tecnología utilizada en sus actividades sectoriales.

Como resultado del esfuerzo metodológico destinado a caracterizar con mayor precisión el rol socioproductivo que juegan los pequeños productores, ha sido posible proponer una diferenciación de este conjunto según la incorporación de capital y tecnología que cada uno de ellos presenta al interior de sus explotaciones.

En lo referente a sus características eminentemente productivas, fue posible identificar a un primer segmento de productores denominados en micro agricultura. Sus rasgos principales son el poseer un tamaño en su propiedad menor que el necesario para producir una cantidad de bienes cuyo valor de venta anual estimado sea superior al de un ingreso mínimo mensual, según el patrón productivo tradicional dominante en el sector en que las explotaciones se localizan, así como la ausencia de capital y tecnología que le permitan un uso más intensivo de la explotación.

En segundo lugar, se ha estimado un conjunto de pequeños productores empresariales, constituidos por aquellos que poseen un conjunto de atributos asociados a mayores niveles de capitalización relativa dentro de la explotación, los que les permitirían una producción más intensiva, así como retornos superiores a los señalados anteriormente.

Esto, en forma independiente a los límites de tamaño señalados para el primer caso. En lo sustantivo, estas variables consideran aspectos tales como: inversiones en maquinaria agrícola; superación de umbrales mínimos en cultivos específicos, plantaciones frutales o forestales y en el número de cabezas de ganado, así como utilización de mano de obra contratada en forma permanente; entre otras variables.

Una vez definido un sector importante de las tipologías que participan en el proceso productivo sectorial, resulta factible expresar el peso relativo que éstas presentan dentro de las distintas agrupaciones territoriales disponibles para el análisis.

En cuanto al acceso al recurso suelo, existe una relación inversa existente entre el número de productores por tamaño y la superficie agrícola que en ellos se agrupa. Un aspecto interesante que destacar es el nivel de concentración que los productores presentan dentro del país, de acuerdo a sus estratos de tamaño.

En lo referente a la distribución interregional de los productores, existe una significativa y progresiva concentración de éstos dentro del contexto regional en la medida en que disminuye el tamaño de sus explotaciones. [11]

- **Caracterización de la UMA**

Si se analizan las unidades agrícolas productivas en un contexto espacial, en las que distintas áreas dependiendo de su contexto natural, socioeconómico y cultural, responderán de manera diferenciada se infiere que el funcionamiento de cada unidad agrícola individual está fuertemente influido por el ambiente rural en el que se encuentra.

En resumen, la diversidad de las unidades agrícolas productivas, estará mejor descrita por

un grupo integrado de características y variables espaciales. No obstante, un desafío se encuentra en hacer frente a la complejidad y heterogeneidad de cada unidad agrícola que integran esta agrupación.

Cada unidad agrícola es un sistema particular y por ende lo ideal es una estrategia de intervención individual para cada uno. Sin embargo, esta planificación individualizada es poco viable desde un punto de vista económico e institucional. Por esta razón, para definir la UMA se tomarán en cuenta los factores causales de la diversidad de las unidades agrícolas y/o predios enfocándose en un grupo integrado de características y variables espaciales.

El concepto de clúster agrícola agrupación de unidades agrícolas productivas permite agruparlas en una UMA para este estudio. La agrupación se sostiene a través de criterios tecnológicos, productivos, sociales o naturales (coberturas de suelos), predios individuales donde existe una base de recursos, patrones de emprendimiento y sistemas de vida similares y los cuales enfrentan restricciones parecidas para su desarrollo.

La caracterización de la UMA tiene los siguientes alcances:

- Viable para las actividades agrícolas
- Articulada a las ventajas competitivas, que resulta de la combinación eficiente de los factores de producción (tierra, trabajo, capital, acceso a tecnología y grado de adopción de ésta).
- Rentable para los agricultores: Sostenibilidad de la unidad productiva y un excedente que le permita capitalizar y formar su patrimonio.

El propósito es obtener una UMA que represente la heterogeneidad de una agrupación de unidades agrícolas a escala local dentro de un área con características geográficas y atributos físicos similares que permita:

- Representar la situación de clima, suelo y requerimientos básicos de cultivo.
- Dimensionar requerimientos tecnológicos de forma real y práctica.
- Extrapolación de datos a superficies mayores de cultivo.

- Definición de UMA

Una UMA es una agrupación o clúster de Unidades Agrícolas productivas (UAP) de 3km de Radio con 28,27 km², es decir 2870 hectáreas.

Por cada UMA podría haber hasta 287 unidades agrícolas de 10 ha. como promedio, pero debido a que por diferentes condicionantes geográficas, áreas de riego, secano, y otras consideraciones de las unidades agrícolas productivas en relación a su superficie cultivada. En promedio son aproximadamente 67,5 unidades por UMA, lo que resulta dividiendo las 134.966 unidades registradas en ODEPA por la cantidad de grupos generados en radios de 3 km, que son 198.

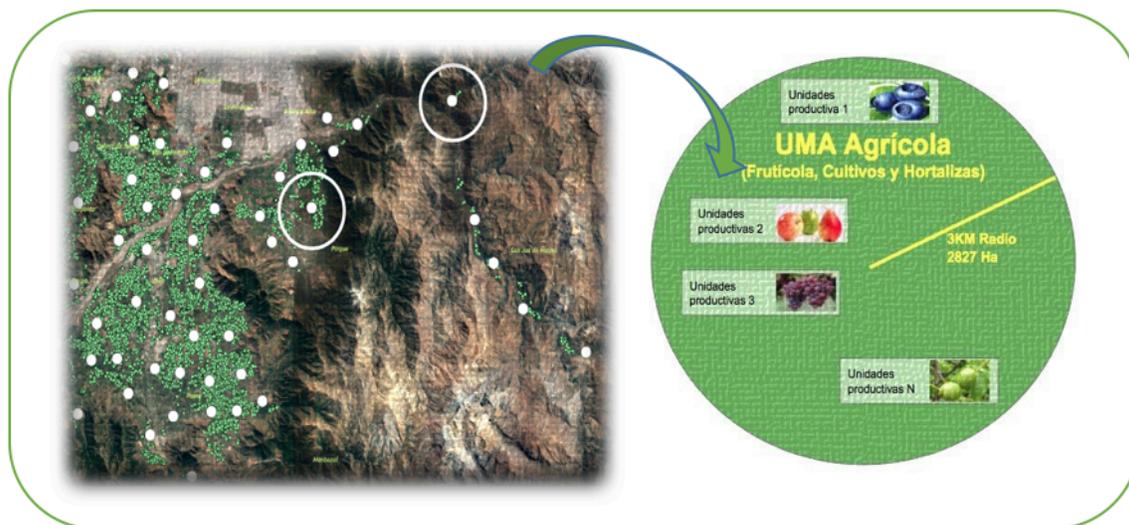


Ilustración 12: Representación de una UMA Agrícola
Fuente: Elaboración propia, 2016

De ODEPA se obtienen como dato 309.314 hectáreas frutícolas individualizadas y georreferenciadas en 139.495 unidades agrícolas productivas (Archivo: CalculosUMAFruticula.xlsx).

Para definir el centro de la UMA la hoja TDATA del archivo es procesado a través del algoritmo de agrupación *umagroup.py* que itera sobre las unidades productivas, fijando un pivote en la primera iteración y agrupando entonces todas las UAP que tengan una distancia menor a 3km. Al encontrar un punto fuera del radio se incrementa el contador de UMA y se fija un nuevo pivote. Para este nuevo pivote se vuelven a agrupar las UAP con distancia menor a 3km. Este proceso es iterado hasta agrupar la totalidad de las UAP.

1.3. Caracterización de la Fruticultura

En el marco de los cinco clústeres identificados como prioritarios de la “Estrategia Nacional de la Innovación para la Competitividad”, se identifica el Clúster Frutícola Primario, el cual forma parte del Clúster de Alimentos. El Clúster Frutícola Primario tiene como objetivo congregarse a toda la cadena de valor del sector frutícola nacional, trabajando bajo una meta común y articulando de forma estable en relaciones de cooperación y apoyo que les permita aumentar su productividad y eficiencia en forma continua.

Como se ha indicado anteriormente, la fruticultura es un rubro de gran importancia para la agricultura, que genera recursos económicos importantes para las regiones del país donde se desarrolla. En la producción frutícola se pueden diferenciar las exportaciones de fruta fresca de las exportaciones de fruta procesada, la que genera un valor agregado a la materia prima inicial.

Como se describió anteriormente, se dividió el subsector fruticultura en las siguientes categorías. Se detallan las especies que se consideraron dentro de cada una de éstas:

- Fruta Fresca.
- Frutos Secos y deshidratados.
- Frutales Menores, En la categoría frutales menores se encuentran especies de características herbáceas (frutillas) o arbustivas (frambuesas, arándanos), y también especies arbóreas de escasa área cultivada o en reciente proceso de expansión (níspero, chirimoya, granada etc.). (ODEPA; 2005)
- Viticultura: cultivo y producción de uva para la elaboración de vino.

Para facilitar los análisis posteriores, dentro del rubro Fruticultura, se han agrupado las distintas especies según su comercialización, forma y superficies de cultivo. La clasificación de todas las especies que se cultivan en Chile se detalla en Tabla 8.

Fruta Fresca	Fruta Seca	Frutales menores y berries	
Cerezo	Almendro	Arándano Americano	Maqui
Ciruelo Europeo	Avellano	Babaco	Maracuya
Ciruelo Japonés	Castaño	Caqui	Moras e híbridos
Damasco	Nogal	Chirimoyo	Mosqueta
Duraznero Consumo Fresco	Nuez de Macadamia	Cranberry	Murtilla
Duraznero Tipo Conservero	Pecana	Datilera	Níspero
Guindo Agrio	Pistacho	Feijoa	Papayo
Hardy Kiwi o Baby Kiwi		Frambuesa	Plátano
Kiwi		Granado	Sauco
Kiwi Gold o Kiwi Amarillo		Grosella	Tumbo
Kumquat		Guayabo	Tuna
Lima		Higuera	Zarzaparrilla Negra
Limonero		Jojoba	Zarzaparrilla Roja
Mandarino		Lúcumo	
Manzano Rojo		Mango	

Tabla 8: Agrupación de frutas según su comercialización y forma de cultivo

Fuente: Elaboración propia a partir de información ODEPA.

Chile es un país exportador de fruta como se muestra en la Tabla 9, a enero de 2015 se produjo un aumento de 10,5% en el volumen exportado total de fruta fresca. Por especie, el mayor aumento se dio en los volúmenes exportados de cerezas (29,5% por sobre el mismo período de 2013 y un volumen de 11.900 ton. más de fruta), seguidas por los arándanos con más de 8.000 ton. adicionales exportadas en el primer mes de ese año y un aumento de 32%.

Nectarinas y ciruelas aumentan más de 6.000 ton. cada uno y duraznos, más de 4.000 ton. Los frutos secos, por su parte, disminuyen 14,3% su volumen exportado al comparar enero de 2014 con enero de 2013. La mayor disminución ocurre en las exportaciones de nueces sin cáscara, que bajaron 329,7 toneladas (42%). [16]

Productos	Volumen (toneladas)				
	2013	2014	Enero		
			2014	2015	Var. 15/14 (%)
Fruta fresca	2.656.900	2.312.527	192.942	213.254	10,5
Uvas	856.355	731.827	81.642	73.613	-9,8
Manzanas	833.110	819.951	4.298	3.637	-15,4
Kiwis	217.858	102.649	17	0	-100,0
Paltas	88.307	111.656	18.648	8.319	-55,4
Ciruelas	115.274	45.613	6.650	13.171	98,1
Peras	143.238	116.752	2.376	3.479	46,4
Arándanos	81.746	83.871	26.893	35.529	32,1
Nectarinos	57.406	27.744	6.837	13.292	94,4
Duraznos	30.303	20.520	4.424	8.741	97,6
Limones	33.833	43.114	214	0	-100,0
Mandarinas, clementinas, <i>wilking</i> e híbridas	63.791	55.995	0	0	
Cerezas	53.692	85.250	40.371	52.293	29,5
Naranjas	69.979	57.445	0	22	
Otros	12.009	10.139	573	1.158	102,1
Frutos secos	49.301	52.747	905	775	-14,3
Almendras con cáscara, frescas o secas	220	68	11	2	-84,2
Almendras sin cáscara	7.211	3.969	109	270	146,6
Avellanas con cáscara, frescas o secas	9.037	10.690	0	0	
Avellanas sin cáscara, frescas o secas	57	83	0	0	
Castañas, frescas o secas,	1.095	1.875	0	50	
Los demás cocos, excepto secos	1	1	0	0	
Nueces de nogal con cáscara	17.632	20.105	0	0	
Nueces de nogal sin cáscara	14.028	15.952	783	453	-42,1
Pistachos	20	2	1	0	-95,6
Los demás frutos secos de cáscara	1	0	0	0	
Total fruta	2.706.201	2.365.267	193.847	214.029	10,4

* Cifras sujetas a revisión por informes de variación de valor (IVV).

Tabla 9: Exportaciones de frutas según rubro de la Fruticultura

Fuente: Elaborado por Odepa con información del Servicio Nacional de Aduanas.

Como se aprecia en la Tabla 10, la producción de fruta fresca está concentrada en algunas regiones. El 81,3% de las exportaciones de fruta fresca proviene de las regiones de Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Maule. Se puede deducir que estas son las regiones en las que se desarrolla una agricultura en la que se requiere de mayor manejo de datos y tecnologías.

Y dentro de cada una de las regiones, hay algunas en las que la actividad frutícola (fruta fresca) ocupa un porcentaje importante del resto de las actividades agrícolas, como son las regiones de Atacama y Coquimbo, cuyas exportaciones de fruta fresca son sobre un 90% de la actividad agrícola.

REGIÓN	2015	ene-jul		REGIÓN / país	Participación/ REGIÓN
		2015	2016	2016	2016
Tarapacá	163	121	1.061	0,00%	48,40%
Antofagasta	953	953	845	0,00%	50,40%
Atacama	244.406	219.383	187.786	5,60%	99,50%
Coquimbo	391.086	264.041	364.708	10,80%	94,00%
Valparaíso	884.351	612.882	735.706	21,80%	74,20%
REGIÓN Metropolitana	554.896	387.607	244.565	7,20%	19,40%
O'Higgins	1.447.637	1.180.989	1.110.053	32,90%	60,70%
Maule	683.956	524.282	532.232	15,80%	41,40%
Bío Bío	116.862	104.417	73.497	2,20%	3,00%
La Araucanía	127.917	122.297	87.959	2,60%	40,80%
Los Ríos	9.237	9.237	13.937	0,40%	5,20%
Los Lagos	23.899	23.387	22.938	0,70%	11,30%
Aisén del Gral. Carlos Ibáñez	941	941	1.801	0,10%	44,10%

Nota: Miles de dólares FOB Participación/REGIÓN, Fruta Fresca dentro de Resto de actividades Silvoagropecuarias de cada región

Tabla 10: Ingresos generados por fruta Fresca exportada por Región

Fuente: ODEPA, 2016

El rubro frutícola nacional ha aumentado consistentemente la oferta de productos alimenticios al mundo, teniendo un rol relevante en el desarrollo exportador del sector silvoagropecuario chileno, aportando en promedio, para el período 2007-2015 el 52% del valor total de las exportaciones agropecuarias y el 29% del valor del total de las exportaciones silvoagropecuarias. A su vez, y para el mismo período, los envíos de fruta fresca han experimentado un crecimiento de 65% y una tasa anual de crecimiento de 7% del valor de sus exportaciones, siendo su expansión mayor que el promedio del sector silvoagropecuario (4%). Se espera que en el año 2030 el valor de las exportaciones frutícolas alcance al menos el doble del valor del año 2015.

En 2013 Chile ocupaba el primer lugar entre los países exportadores de fruta del hemisferio sur y el cuarto lugar a nivel mundial; además, es líder mundial en términos de

valor exportado en uva de mesa, cerezas, ciruelas y arándanos. Sin embargo, y pese a las favorables condiciones para el desarrollo de las exportaciones, los agricultores chilenos no están exentos de la competencia que ejercen productores de otros de países del hemisferio sur, tales como Perú, Brasil, Sudáfrica, Australia, Nueva Zelandia y Argentina, generando presión por mantener altos niveles de competitividad.

No obstante, la evolución del grado de competitividad de la fruticultura chilena, medida a través del Índice de Ventajas Comparativas Reveladas (VCR) (Balassa, 1965) evidencia que las exportaciones frutícolas han disminuido levemente su competitividad entre los años 2011-2015. Sin embargo, al desagregar la información, se observa un comportamiento mixto: por un lado, la uva de mesa y las manzanas pierden competitividad, y por el otro, los frutos secos y cítricos aumentan su competitividad. [17].

Para sostener e incrementar la presencia y competitividad de la fruticultura en los mercados internacionales se requiere mejorar la productividad, es decir, optimizar la relación entre los recursos invertidos y la producción obtenida. Además, las mejoras de la productividad por la vía de la innovación, la gestión predial y el cambio tecnológico, permiten enfrentar de mejor manera un ambiente internacional competitivo, atenuar los impactos de las variaciones climáticas y las limitaciones propias de la oferta de los recursos naturales.

El sector frutícola en Chile se desarrolla a lo largo de todo el país concentrándose principalmente entre las regiones de Coquimbo y el Maule por sus características climáticas. Actualmente, la industria frutícola está llegando a más de 70 países en forma directa, con más de 75 diferentes especies.

El sector produce cerca de 5 millones de toneladas de fruta, de las cuales se exportan 2,6 millones como fruta fresca, generando más de USD 4.000 millones anualmente.

En Chile, la industria frutícola está conformada por 13.800 productores, 300 viveros frutales, sobre 60 empresas procesadoras, 385 cámaras de frío, 100 packings y más de 1.000 packings satélites en huertos. El sector exportador incluye a 7.800 productores y 518 empresas exportadoras. En las últimas temporadas, esta industria ha generado cerca de 450.000 empleos directos (180.000 permanentes y 270.000 de temporada) y un empleo indirecto en bienes y servicios superior a 1 millón de personas, totalizando cerca de 1,5 millones de empleos. [23]

1.4. Tecnologías utilizadas en AP

Las tecnologías utilizadas en AP están orientadas a monitorear el crecimiento de los frutos en los huertos y la operación necesaria para que dicho crecimiento se logre de acuerdo a lo requerido. Cada una de las especies requiere distintos tipos de sensorización y frecuencia de medición como indican varios estudios, dentro de los cuales el “Tecnologías aplicables en Agricultura de Precisión” [19], el cual describe cada uno de las tecnologías asociadas a la problemática de crecimiento que tiene cada especie, asociando la tecnología utilizada para resolver dicha problemática.

Las tecnologías de interés para este estudio son las del tipo digital, ya que las del tipo biológico o genético no generan tráfico de datos, por ejemplo, la tecnología de aplicación de más o menos abejas, es descrita como tecnología, pero no se caracteriza como digital, así como también las muestras obtenidas en los campos que posteriormente son analizadas en laboratorios ubicados en centros urbanos, las tecnologías principales de este tipo son:

- Monitoreo de análisis nutricional
- Medición de parámetros de calidad

Los cultivos anuales o “commodities” como menciona el estudio requieren de menor uso de tecnología digital, no así la fruticultura que requiere de mayor monitoreo para la cadena de rendimiento, calidad y conservación. Las tecnologías digitales son mencionadas en la Tabla 11.

Tecnología	Sensores
Cultivos Anuales	
Monitoreo de suelo	Sensores de Humedad de Suelo
Monitores de calidad	Teledetección, aplicaciones informáticas
Fruticultura	
Medición de parámetros de calidad	Teledetección, aplicaciones informáticas
Eficiente manejo del frío	Sensores de Temperatura y Humedad
Visualizar zonificación de variedades, detección plagas y enfermedades	Teledetección
Monitoreo de suelo	Sensores de Humedad de Suelo
Monitoreo de Riego	Sensores de Riego, Caudalímetros (ON/OFF))

Tabla 11: Asociación de Tecnologías a Sensores

Fuente: Elaboración propia a partir de información

La Tabla 11 muestra una asociación de las tecnologías utilizadas para resolver problemáticas y los sensores requeridos para poder actuar y controlar sobre ellas. En base a estos requerimientos y otros asociados a la gestión del predio se puede clasificar la tecnología en tres tipos, la primera clasificación se refiere a sensorización de eventos físicos generados por objetos en el predio, a la cual se le llama comúnmente Internet de las Cosas (IoT), la segunda, se refiere a aplicaciones computacionales que generan transacciones en un computador o en un dispositivo móvil, a la cual se le denomina servicios transaccionales, la tercera, tiene relación con el flujo de datos multimediales generados por cámaras de video y audio generado principalmente por voz, a esta clasificación se le denomina “Streaming”.

1.4.1 Utilización de las tecnologías AP en la Fruticultura

Las distintas especies frutícolas tienen similares necesidades de tecnología de base para agricultura de precisión, sin embargo, de acuerdo a ciertos indicadores de producción se puede caracterizar para cada especie según sea la tecnología.

Su utilización y para qué sirven está detallado en literatura de tecnología aplicable a la agricultura de precisión [19]. Se describen cada uno de los requerimientos productivos por especie, con sus problemas asociados a rendimiento, calidad y conservación, en este estudio se asocia una determinada necesidad a una tecnología específica.

Por ejemplo, la tecnología de monitoreo de riego será relevante para los cultivos como el Kiwi y Arándano, y no tanto para la nuez. Dado lo anterior, se puede plantear una unidad agrícola productiva genérica del área fruticultura y con los indicadores definidos se puede correlacionar la utilización de AP para cada especie de acuerdo a una estructura de consumo estándar.

1.4.1.1 Tecnologías para IoT

Las nuevas tecnologías de Internet de las cosas (IoT) irrumpen con fuerza en sectores como la agricultura, ya que permiten optimizar procesos y tiempos, así como predecir fallas en máquinas o plagas que afectan a los cultivos. Se puede analizar el suelo, el clima y los datos meteorológicos, para luego hacer predicciones sobre esta información y estimaciones de rendimiento específicos.

Para alcanzar estos objetivos en el sector de la agricultura, el negocio de la producción de alimentos debe ser más eficiente y más sostenible, y para ello el uso de las nuevas tecnologías basadas en el Internet de las cosas juega un papel fundamental. La gestión de cultivos inteligente o de precisión, abarca actividades de monitoreo, herramientas de soporte para la toma de decisiones y la realización de acciones que controlan automáticamente uno o varios sistemas de riego, protección de heladas, fertilización, etc.

Las soluciones de IoT están basadas en una serie de sensores y una aplicación informática que permite, entre otras muchas posibilidades, obtener información detallada del cultivo, el suelo y de las variaciones climáticas que impactan directamente en la calidad de los productos, en los procesos que se realizan y en las materias primas que se emplean en la actividad.

La tecnología IoT también permitirá la optimización de la producción y la mejora de calidad con mediciones en línea del tamaño del tallo y de la fruta o cultivo, el cálculo del nivel de agua requerido para riego o con la aplicación de fertilizantes y funguicidas de forma eficaz en caso de plagas. Este uso del IoT en agricultura deriva en varias ventajas que van desde la reducción de costos hasta la mejora en el proceso y en el cuidado de los cultivos gracias a un aumento de calidad en los productos. Las tecnologías de IoT

utilizadas en la agricultura se describen a continuación:

a. Sistemas de Posicionamiento Global

La Tecnología GPS (Global Positioning System), es un sistema de radionavegación que sirve para precisar variables de posicionamiento geográfico. En particular, para la agricultura son variables de interés las coordenadas de latitud, longitud y la altura de una zona agrícola que puede ser un viñedo o huerto, por ejemplo. Como así mismo, para georreferenciar objetos utilizados como maquinaria agrícola, instrumentos de medición, casetas de riego, tranques entre otros. La ilustración 13, muestra un ejemplo de utilización en donde se monitorea la ubicación geográfica de la maquinaria agrícola de un predio.

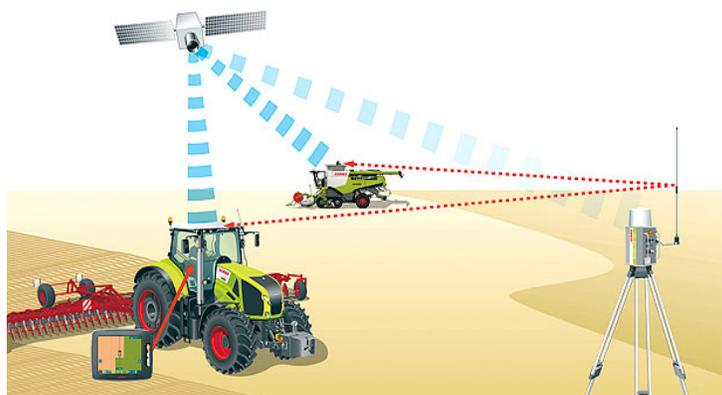


Ilustración 13: Sistema de Posicionamiento Global
Fuente: Elaboración propia

Los dispositivos GPS, en sus inicios eran de costo elevado y de baja precisión, sumado a que el costo y cobertura de comunicaciones no era un facilitador. Actualmente, esta tecnología se ha masificado principalmente por su bajo costo y es de relativa simplicidad adoptar esta tecnología. Los sistemas de georreferenciación que antes se utilizaban con equipos dedicados pueden ser reemplazados por un teléfono inteligente que alcanza precisiones menores a 10 metros, y que son aceptables para muchas aplicaciones de georreferenciación agrícola.

b. Monitoreo de Riego

La agricultura inteligente orientada al uso sustentable del agua es uno de los principales desafíos de la Agricultura del futuro, y se debe trabajar en herramientas y metodologías para alcanzar este objetivo. El riego es consumidor de aproximadamente 73% del agua dulce del país (como se muestra en la Ilustración 14), siendo un bien escaso y tenderá a ser cada vez más costoso, por ello el uso eficiente es clave para la rentabilidad de los

proyectos agrícolas. Un uso eficiente permite:

- Optimizar el consumo de agua, energía y fertilizantes
- Reducción de problemas derivados de exceso y/o falta de agua
- Mejor regulación del crecimiento vegetativo del cultivo
- Maximiza la calidad de la producción
- Mejor control de la salinidad y la erosión del suelo

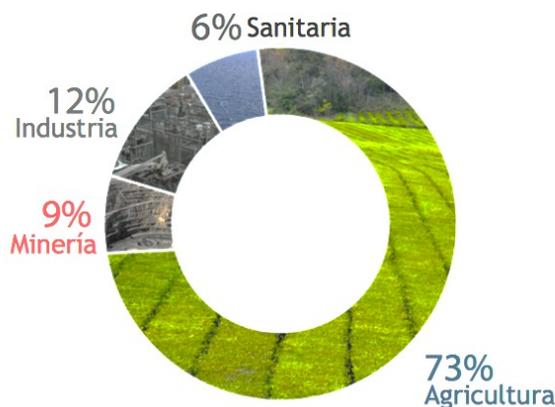


Ilustración 14: Distribución de usos del agua, 2010
Fuente: MOP, 2013

El problema principal de los sistemas de riego es que utilizan simples temporizadores que encienden y apagan el suministro de agua a la misma hora y según un programa fijo. Es decir, el sistema de riego no toma en cuenta variaciones climáticas, como lluvias, días nublados o soleados, temperaturas, humedad, radiación entre otras. Entonces, la mayoría del agua generalmente se pierde ya sea porque es absorbida por la tierra o por evaporación porque hay demasiada, o en caso contrario falta de agua porque el riego no fue suficiente. Para el monitoreo del riego se utilizan una variedad de sensores, tales como:

- Humedad de Suelo
- Estaciones Meteorológicas
 - o Temperatura, Humedad Relativa del Aire, Velocidad y dirección del Viento, Presión Atmosférica, Agua Caída, Radiación Solar.
- Niveles de Tranques y Pozos.
- Sensores de Encendido y Apagado de sectores de riego
- Contadores de Flujo
- Válvulas inalámbricas
- Sensores de planta (ej.: Sensor de Humedad de la Hoja, Dendrómetros para ver

crecimiento).

La tendencia de uso de los sensores mencionados anteriormente son actores que son como parte de un sistema en un sector (o cuartel) de riego, como una unidad objetivo generadora de datos a intervalos constantes durante las 24 horas del día.

Los métodos de medición se realizan utilizando sensores que traducen variables físicas a variables eléctricas que pueden ser corriente, voltaje o de datos del tipo serial como I2C, 232 u otro. Las variables que se definen a continuación son de interés para las decisiones del negocio agrícola:

a. Sensores de Huerto

- Humedad de suelo: Las técnicas más validadas son la obtención de la constante dieléctrica o la conductividad eléctrica. Se proponen dos alternativas: un sensor simple y uno dual, y su utilización dependerá de la combinación, precisión y precio final.

b. Crecimiento de la Planta

- Dendrómetro: Para medir las dimensiones del árbol.
- Sensor de crecimiento del fruto.
- Termómetro de la Hoja

c. Meteorológicas

- Temperatura del aire: Mediante un termistor, que es un sensor resistivo de temperatura y su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura.
- Humedad del aire: Se obtendrá midiendo un sensor capacitivo, cuando el aire penetra en el campo eléctrico que hay entre las placas del sensor, varía el dieléctrico, variando consecuentemente el valor de capacidad que cambia su permisividad con respecto a la humedad del ambiente.
 - Presión atmosférica: Utilizando un sensor piezo resistivo, 4 a 6 resistencias en un chip de silicio, el cual si se carga con presión, se deforma (solamente unos pocos mm => por consiguiente un excelente comportamiento de histéresis). Esta deformación da lugar a cambios en los valores de la resistencia, que permiten calcular la presión aplicada.
 - Velocidad del Viento: Utilizando un anemómetro que usa un interruptor de láminas, de esta forma se puede usar una simple detección de frecuencias para medir la velocidad del viento.
 - Dirección del Viento: Mediante una veleta que usa un potenciómetro para detectar la dirección del viento.
 - Pluviometría: Una bandeja recolectora de agua que actúa como un "switch" que se cierra a medida que va incrementando la medición.
 - Radiación solar: Se obtendrá mediante la lectura de un piranómetro que

emplea una célula de silicio para medir la densidad de flujo de la Radiación Solar de onda corta (300 a 3000 nm.) con un ángulo de visión de 180°.

d. Caseta de Riego

- Cambios de Estado de Válvulas: Mediante la lectura ON/OFF de los relés en los tableros de riego se puede identificar cuando un sector de riego está en operación.
- Lectura de caudalímetros: Mediante la contabilización de los pulsos de un medidor de caudal se pueden obtener los metros cúbicos que están circulando hacia los sectores de riego.
- Sensor de Nivel: Permiten ver el estado de disponibilidad del recurso hídrico mediante un sensor generalmente de radar.
- Control de Compuertas: Utilizados extrapredialmente para administrar los turnos de agua.
- Control de Válvulas: Utilizados extra e intrapredialmente para administrar los turnos de agua.

e. Variables de interés operacional: Adicionalmente, es interesante medir variables de operación y comportamiento de los dispositivos:

- Temperatura interna de los dispositivos
- Voltaje Batería con un adecuado divisor de tensión.
- Acelerómetro para detectar movimiento de los dispositivos.

La Ilustración 15 muestra algunos de los sensores mencionados para el control de riego.



Ilustración 15: Tipo de sensores para control de riego
Fuente: Elaboración propia

c. Monitoreo de la cadena de frío y heladas



Ilustración 16: Monitoreo de temperatura y humedad de heladas



Ilustración 17: Monitoreo de Temperatura y Humedad

La fruta fresca debe ser mantenida a una temperatura controlada, desde el origen hasta la entrega, comúnmente llamado como como la "cadena de frío".

Se requiere monitoreo de la temperatura y humedad en tiempo real para verificar el correcto funcionamiento de los climatizadores.

Las heladas también utilizan el mismo principio y tecnología, en base al monitoreo constante de la temperatura y humedad, más algoritmos adecuados se puede actuar ante este fenómeno. Se muestran en la Ilustración 16 y 17 fotografías de estos sistemas.

1.4.1.2 Sistemas Transaccionales

a. Sistemas de Información Geográfica del Predio

Del acrónimo SIG en español o GIS en inglés, es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software y procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelación de datos que están geográficamente referenciados.

Los trabajos asociados de un SIG se relacionan con la planificación predial, destacando:

- Capacidad de uso de suelo
- Profundidad del suelo
- Problemas de drenaje
- Red de canales y caminos
- Infraestructura predial (bodegas, casetas de riego, tranques, casas, etc.)
- Sectores de Riego
- Cuarteles

En la ilustración 18 se muestra un ejemplo de utilización de una herramienta SIG, en particular se está visualizando zonas de producción de pomáceas en un sector de la REGIÓN del Maule.

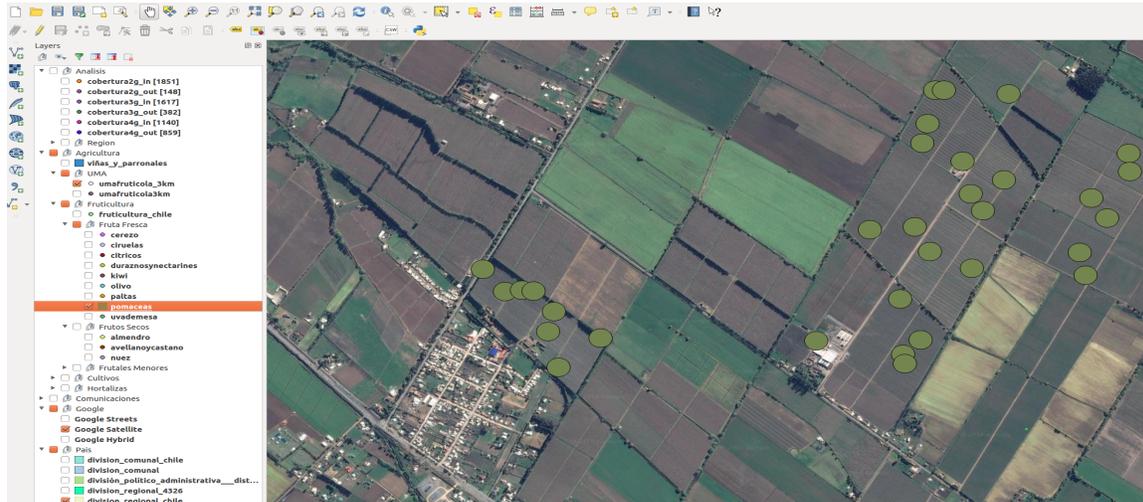


Ilustración 18: Sistema de Información geográfica
Fuente: Elaboración propia, 2016

b. Teledetección

Definida como la medición o adquisición de datos de un objeto por medio de un equipo sin contacto, siendo las imágenes multiespectrales por aviones, satélites y últimamente el uso de drones (vehículo aéreo no tripulado), la ilustración 19, muestra uno de ellos sobrevolando un predio.

El contar con teledetección de imágenes permite obtener diagnósticos certeros, en plazos más acotados, y realizar seguimientos sobre el comportamiento de los cultivos a lo largo del tiempo, entre otros aspectos. Algunos usos son:

- Sensores termales, que pueden identificar las zonas agrícolas donde existen plagas y las zonas donde hay mayor evapotranspiración. Esto, a su vez, ayuda a mejorar aspectos sensibles como la gestión del riego.
- Procesamiento de imágenes para:
 - Estimación de la carga frutal. (N° de frutos/cm²)
 - Medición de calibres



Ilustración 19: Dron usado para teledetección

c. Aplicaciones agrícolas móviles

El uso de aplicaciones de gestión agrícola tenderá a expandirse en los agricultores. Lo que busca este tipo de aplicaciones es registrar acciones como registro de asistencia, trabajos de campo, aplicación de productos y aplicaciones más avanzadas podrán sacar fotografías digitales para luego procesarlas y obtener parámetros de biomasa como carga frutal y calibres. En la ilustración 20 se muestra una aplicación dentro del campo.



Ilustración 20: Aplicaciones Móviles

d. Aplicaciones de ofimática

El objetivo de la tecnología de ofimática es llevar registros que se transforman en un sistema de información agrícola que apoye la gestión de los sistemas contables, estados de resultados, explotación y operación. En la Ilustración 21 se muestra un sistema ERP Agrícola.



Ilustración 21: Ofimática con ERP agrícola

1.4.1.3. Aplicaciones de “Streaming”

a. Aplicaciones de TeleVigilancia

El objetivo de utilizar la tele o videovigilancia es para tratar de frenar los hurtos que se producen en el campo, principalmente en los cultivos de alto valor y de reducción rápida como son las paltas y nueces por mencionar dos de los más afectados por este “imponderable” en la producción agrícola. En algunos sectores el hurto llega a tener tasas del 10 a 20% de la producción, adicionalmente existe hurto de maquinaria, petróleo e insumos agrícolas por mencionar algunos, dado este escenario, el agricultor es inducido primero realizar inversiones en seguridad antes que en Agricultura Inteligente. En la Ilustración 22, se muestran cámaras de televigilancia. Es importante mencionar, que la tele vigilancia es muy requerida por los agricultores, principalmente por las deficiencias de seguridad para cultivos de alto valor y liquidez monetaria, sin embargo, no tiene relación propiamente tal con la cadena de producción del fruto.



Ilustración 22: Video de Vigilancia Agrícola

b. Aplicaciones de Voz Sobre IP

Son soluciones que permiten que la señal de voz viaje a través de Internet utilizando protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos utilizables sólo por telefonía convencional. Existe un estándar denominado H.323 definido por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) que proporciona a los fabricantes una serie de normas, sin embargo, la tendencia no siempre ha seguido ese estándar y cada una de las compañías de mensajería por Internet (Skype, WhatsApp, FaceTime, Google Hang out, Facebook) han definido su propio estándar y son las principalmente utilizadas para hacer llamados de voz y/o video. Algunas aplicaciones que usan Voz IP son las que se muestran en la Ilustración 23.

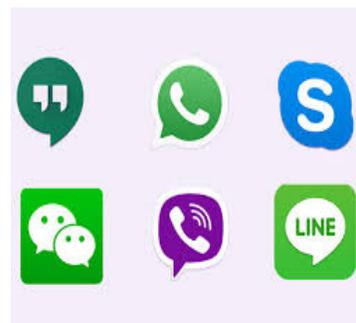


Ilustración 23: Voz sobre IP

Capítulo 2. TECNOLOGÍA DIGITAL APLICADA

El avance tecnológico ha continuado con un desarrollo cada vez más sorprendente. Los avances en la electrónica, las tecnologías de las comunicaciones, el sensoramiento remoto, la inteligencia computacional y minería de datos, entre otras, han permitido el desarrollo de equipos y sistemas altamente especializados, con una capacidad enorme para adquirir, procesar y analizar información de todo tipo.

Esto está cambiando profundamente la forma de gestionar y la toma de decisiones en los procesos productivos, en los diferentes niveles y escalas en que se desenvuelve la nueva agricultura. En ese sentido el concepto inicial de la agricultura de precisión, que se centraba en el conocimiento y manejo de la variabilidad espacial y temporal de los suelos, ha ido evolucionando a la integración de tecnologías más amplias en distintas etapas de los procesos productivos, donde el acceso y manejo de la información de todo tipo es fundamental para la gestión integral y competitividad de las empresas, cualquiera sea su escala. [18]

La incorporación de tecnología en la agricultura es considerada como una herramienta clave en el desarrollo competitivo y eficiente de la industria alimentaria, los avances en electrónica, comunicaciones y desarrollo de sensores otorgan la posibilidad de tener sistemas productivos que consideren la variabilidad natural de la producción en los huertos, de tal forma de disminuir costos y aumentar la producción.

El objetivo de toda producción agrícola es la obtención de mayores rendimientos al menor costo posible sin desmedro de la calidad, el rendimiento depende de variables de:

- Producción: Distribución presente e histórica
- Suelo: Propiedades químicas, físicas, profundidad del suelo, etc.
- Topográfica
- Tipo Cultivo
- Factores Anormales: Malezas, insectos, enfermedades

El control de la variabilidad requiere incorporación de tecnología para poder medir y controlar los rendimientos deseados mediante la aplicación de fertilizantes, pesticidas y riego. La Ilustración 24 muestra un lazo de control clásico, y la retroalimentación que considera las variables mencionadas. [20]

De la Ilustración 24 se desprende que el propósito final de la agricultura inteligente es lograr que el rendimiento deseado sea similar al logrado, sin la incorporación de tecnología de sensores y control, el ecosistema operaría en lazo abierto, sin predicción ni control de lo que pueda ocurrir.

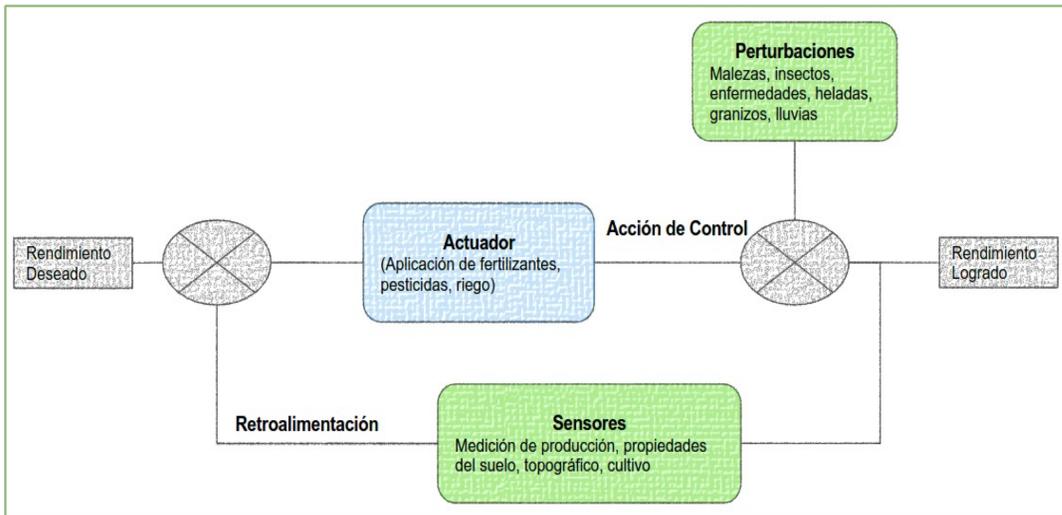


Ilustración 24: Modelo de Control de Rendimiento
 Fuente: katsuhiko Ogata, Ingeniería de control interna.

2.1 Grado de Adopción TIC

La adopción tecnológica ha sido largamente estudiada y tiene una curva que fue primeramente desarrollada por Rogger [21] y es resumida en la Ilustración 25.

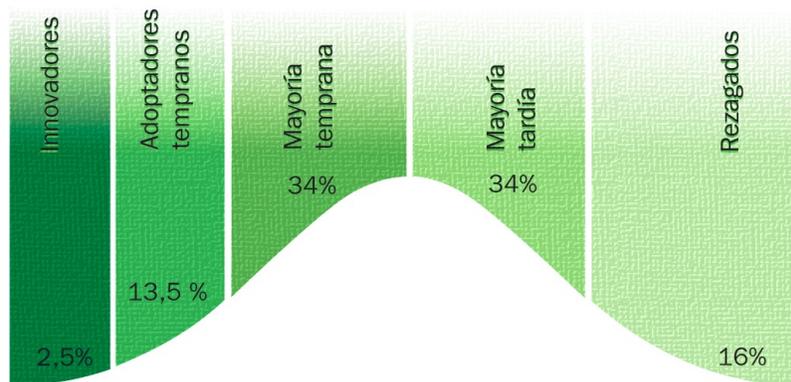


Ilustración 25: Esquema de curva de adopción
 Fuente: Rogers E. M. (1962) Diffusion of innovations

A la inversa de otras industrias, la agricultura se ubica entre los que adoptan más tardíamente soluciones tecnológicas, ya que éstos demandan productos maduros y probados antes siquiera de considerarlos.

Un estudio de adopción tecnológica en agricultores [13] plantea que la no adopción se

debe a dos motivos: i) que la nueva tecnología no supera a las actualmente usadas por los productores y ii) que la no adopción no se debe a que los productores no estén convenientemente informados o a que se comporten irracionalmente, sino que están simplemente esperando el momento óptimo para la adopción.

Un estudio de TIC en el mundo rural [22], menciona que el Centro para el desarrollo Humano CENDEC en el año 2008 realizó una encuesta en la que los resultados estiman que sólo el 0,4% utiliza algún tipo de software para la gestión del negocio agrario, un 25% utiliza computador llevando registros solo en planilla.

2.1.1 Metodología y resultados de la encuesta realizada

Se diseñó una encuesta de elaboración propia, R[4] como instrumento cuantitativo para recolectar información como parte del diagnóstico del estado actual y de percepción futura de la utilización de tecnología en la Agricultura. La encuesta se encuentra en el Anexo N°1.

En la ilustración 26, se presentan los siete pasos principales del ciclo o proceso de implementación de la encuesta [R5]:



Ilustración 26: Ciclo de implementación de la encuesta
Fuente: Universidad de Monterrey, 2005

1. **Definición del objetivo:** Se desea investigar el estado actual y futuro del uso de tecnologías digitales en la agricultura para conocer el tipo y grado de adopción de estas tecnologías en el sector.
2. **Diseño muestral:** El universo seleccionado para proveer de información son profesionales y técnicos del área agrícola que tengan a cargo unidades agrícolas productivas tales como: administradores, asesores externos y dueños de campo. La población objetivo son productores de mediana agricultura por ser los que cuentan con profesionales y técnicos encargados de la administración y gestión de las unidades agrícolas productivas, que representan además la media del tipo de tecnologización del país. La población objetivo según Tabla 7 son 1620 productores representando el 2,3% del total de empresas agrícolas del país. Se esperaba un tamaño muestral de 100 productores que corresponde a 6,2% de la población objetivo. Hasta la fecha de este estudio se obtuvo 50 encuestas correspondiente a 3,1% de la población objetivo.
3. **Diseño del instrumento:** El tipo de preguntas utilizadas en el cuestionario realizado son abiertas (o icotónicas) y cerradas (del tipo dicotónicas y sugeridas).
4. **Ejecución de la encuesta.** El cuestionario se envía por correo a través de la aplicación de “Formularios Google” [R5].
5. **Procesamiento de la información colectada.** El procesamiento de la información se realiza a través de la aplicación de “Formularios Google”, del cual se obtiene información y/o gráficos en función de cada pregunta.
6. **Análisis de los resultados de las encuestas.** Se puede analizar la información en función a lo que particularmente se está estudiando, en este caso respecto a la utilización de tecnología digital actual y futura en el sector agrícola.
7. **Difusión del resultado.** La divulgación de la información se puede visualizar en línea a través de un link por correo a todos los que demuestren interés.

La encuesta fue realizada a alrededor de 50 profesionales de la agricultura, en las preguntas referida a qué instrumentos utiliza para la gestión de riego, el 23% utiliza agricultura de precisión mediante sensores de humedad, los cuales no necesariamente están conectados en línea, sino que se descargan datos en forma manual con periodicidad semanal.

En la ilustración 27, se muestra el resultado de la aplicación de la encuesta respecto a los instrumentos que utilizan los usuarios para la gestión del riego.

¿Que instrumentos utiliza para gestión de riego? (30 respuestas)

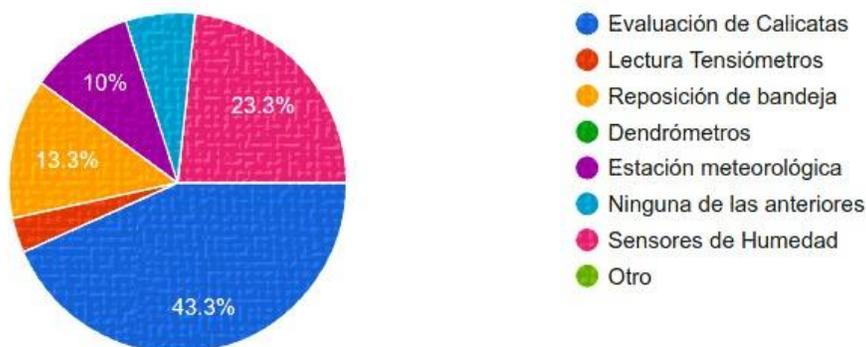


Ilustración 27: Instrumentos utilizados para la gestión de riego
 Fuente: Encuesta de elaboración propia, 2016

Con el objeto de establecer criterios de adopción se profundizó en la encuesta realizando dos preguntas adicionales, la primera si utiliza algún tipo de sensor conectado en línea a Internet y la segunda el porcentaje de hectáreas del predio que están monitoreadas de esa forma, obteniendo los resultados que se muestran en la Ilustración 28.

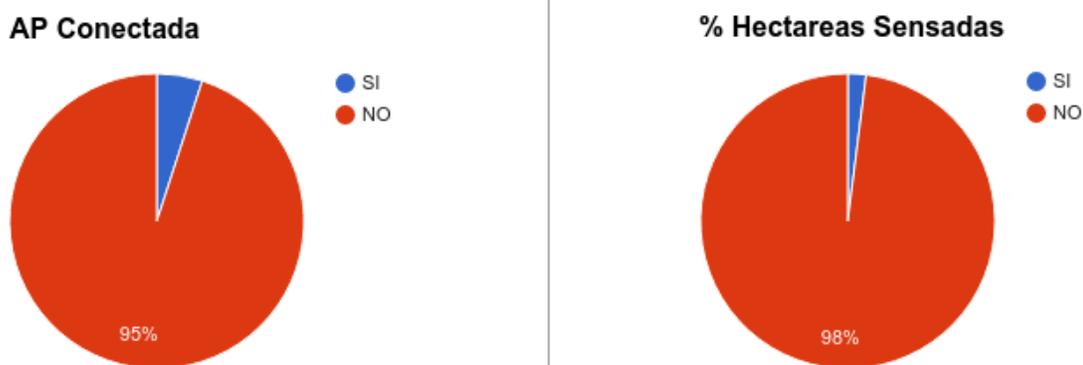


Ilustración 28: Adopción de AP Conectada a Internet y Hectáreas Sensadas
 Fuente: Encuesta elaboración propia, 2016

Las respuestas indican que los grados de adopción tecnológica son bajos, ya que existen algunos procesos conectados y la sensorización de campo es menor al 2%. Los encuestados responden que el 80% de las empresas que son administrados en forma técnico profesional, es decir del tipo de Unidad Agrícola Productiva II y III descrito en Tabla 7. De la misma Tabla 7, se puede observar que el 44% de la superficie cultivada es del tipo I, agrícola familiar y de subsistencia, la cual la adopción se considera aún más tardía.

2.1.2 Definición de Línea Base de Adopción TIC

Se define la línea base de adopción TIC como **el uso actual de tecnología digital aplicada a los procesos agrícolas para agricultura inteligente**, que no considera el uso de tecnología de consumo tradicional de Internet y telefonía celular de las personas.

Internet es usado por los agricultores, predominantemente, para búsqueda de información y de comunicación y, muy escasamente, para transacciones. Los usos transaccionales son casi inexistentes entre los agricultores, no más del 1% utiliza Internet para transacciones comerciales. (FIA, 2009a; Entrevistas, 2011).

En base al estudio referido en el párrafo anterior, se profundizó en la encuesta con preguntas relativas a la adopción TIC en los procesos agrícolas, en particular en la utilización de sensores conectados. Los resultados siguen la misma tendencia del estudio, es decir, la adopción es menor al 1%. Para estimar cual es el porcentaje de adopción entre 0% y 1% se definen tres escenarios, 1, 2 y 3; optimista, normal y pesimista respectivamente, de acuerdo a la Tabla 12.

El escenario optimista se considera en un 0,5% de la totalidad de las Hectáreas, equivalente a 1547 Hectáreas, en cambio sólo 309 de las Hectáreas en un escenario pesimista, adoptan tecnología.

Escenario	Línea Base de Adopción
1	0,50%
2	0,25%
3	0,10%

Tabla 12: Línea Base de adopción de acuerdo a escenarios

Fuente: Elaboración Propia, 2016

La tabla 12, proyecta un escenario de adopción sin variabilidad a lo largo del país. Y según se ha visto anteriormente, el ecosistema productivo tiene variabilidad a lo largo del país, por lo que a esta línea base se le aplica un factor de corrección (peso) de acuerdo a la ubicación geográfica de la UAP como se expone en la Tabla 13, de tal modo que la adopción estimada puede ser mayor o menor dependiendo de la región en que se encuentra.

REGION	Peso	Escenario de Adopción	Adopción Estimada	Ha Totales	HA con AP conectada
0015. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	0,5	0,50%	0,25%	995	2
01. REGIÓN DE TARAPACÁ	0,5	0,50%	0,25%	235	1
02. REGIÓN DE ANTOFAGASTA	0,5	0,50%	0,25%		0
03. REGIÓN DE ATACAMA	0,5	0,50%	0,25%	10.796	27
04. REGIÓN DE COQUIMBO	1	0,50%	0,50%	27.776	139
05. REGIÓN DE VALPARAÍSO	1,5	0,50%	0,75%	47.053	353
06. REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	1,5	0,50%	0,75%	77.303	580
07. REGIÓN DEL MAULE	1,25	0,50%	0,63%	66.596	416
08. REGIÓN DEL BO-BO	0,6	0,50%	0,30%	14.973	45
09. REGIÓN DE LA ARAUCANA	0,6	0,50%	0,30%	10.536	32
10. REGIÓN DE LOS LAGOS	0,6	0,50%	0,30%	1.524	5
11. REGIÓN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO	0,5	0,50%	0,25%		0
12. REGIÓN DE MAGALLANES Y ANTÁRTICA CHILENA	0,25	0,50%	0,13%		0
14. REGIÓN DE LOS RÍOS	0,5	0,50%	0,25%	2.703	7
RM. REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	1,5	0,50%	0,75%	48.824	366
TOTAL				309.314	1.972

Tabla 13: Línea Base de Adopción Estimada

Fuente: Elaboración propia con información de Ha Odepa, 2016

Esta corrección se basa en consideraciones logísticas y de proveedores de servicios tecnológicos y de riego que se localizan principalmente en zona central, lo cual se obtiene del registro de empresas del SII.

Por ejemplo, si se sensibiliza con el escenario 1 (optimista) que tiene un valor de adopción de 0,5%, y se multiplica por el peso relativo, se obtiene una adopción estimada por región como se muestra en la Tabla 13.

En la Tabla 13, se refleja el bajo nivel de adopción para las ha. con AP conectadas, que se estiman en 1972 hectáreas concentradas en la zona central, donde además se obtiene que la mayor cantidad se ubica en la zona central. Se puede desprender, además, que los que adoptan tecnología están categorizados como innovadores (según **Ilustración 25: Esquema de curva de adopción**).

2.1.3. Definición de Indicadores de adopción tecnológica

En la sección anterior, se ha definido una línea base que entrega una adopción estimada, según ubicación geográfica de la unidad agrícola. Luego, se requiere identificar y definir indicadores para obtener el grado de adopción esperada de tecnología del rubro de la fruticultura, para poder extrapolar a otros rubros agrícolas y prospectar en los horizontes de 5, 10 y 20 años a todo el sector agrícola.

Los indicadores identificados como variables que afectan el grado de adopción tecnológica se nombran a continuación.

- Indicador de Tecnificación de Riego
- Indicador de Riego por Hectárea
- Indicador de árbol por Hectárea
- Indicador de Año de Plantación
- Indicador de Rentabilidad

La selección de estos indicadores por sobre otros se basa en el impacto que tiene cada uno de ellos en la productividad agrícola, y uno de los factores de productividad es la mayor adopción tecnológica. Otro dato importante para la selección es contar con información cuantitativa de los distintos indicadores.

A cada indicador se le asigna un peso que va de [0..100] y que está definido con criterio de experto en el sector agrícola, obteniéndose un peso como se visualiza en la Tabla 14. Los indicadores tienen un nivel de incidencia en la adopción, que van de bajo [0..40], medio [41..70] y alto [71..100].

INDICADOR	PESO [0..100]	NIVEL DE INCIDENCIA
INDICADOR TECNIFICACIÓN DE RIEGO	90	Alto
INDICADOR RIEGO/HECTÁREA	70	Medio
INDICADOR ÁRBOL/HECTÁREA	50	Medio
INDICADOR AÑO PLANTACIÓN	40	Bajo
INDICADOR RENTABILIDAD	80	Alto

Tabla 14: Peso de los indicadores
Fuente: Elaboración propia, 2016

El grado de tecnificación tiene mayor nivel de incidencia en la adopción tecnológica, por eso se le asigna un peso de 90, debido a que con tecnificación es posible actuar sobre variables requiriendo de sensores para establecer los criterios de control.

La rentabilidad, es también un factor que incide en la adopción tecnológica debido a que los empresarios pueden destinar cierta parte del margen e invertir en soluciones que permitan aumentar la rentabilidad futura. En los cultivos poco rentables, en general no se invierte en tecnología de agricultura inteligente porque no se rentabiliza la inversión.

El riego por hectárea es un indicador relevante debido a que el agua es un recurso escaso y de gran importancia para la producción agrícola, para lo cual se requiere maximizar su uso.

Los otros indicadores como año de plantación y árbol por hectárea establecen un criterio de peso para la adopción, pero éste es menor debido a que por un lado el año de plantación es un parámetro constante y por otro el número de árboles por hectárea es más bien estable sobre el cual no se puede modificar de forma simple.

Finalmente, los indicadores de la Tabla 14, permiten calcular la adopción esperada de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$A_{\text{Esperada}} = A_{\text{Estimada}} * \left(1 + \log_{10} \left(\frac{1}{A_{\text{Estimada}}}\right)\right) * \sum_{i=1}^N \left(\frac{\text{Indicador}_i * \text{Peso}_i}{\sum \text{Peso}_i}\right)$$

Ecuación de Adopción Esperada

Dónde:

- A_{Esperada} : Adopción Esperada
- A_{Estimada} : Adopción Estimada
- Indicador: Corresponde al indicador de adopción [0..100]
- Peso: El peso de cada indicador [0..100]

La ecuación planteada se basa en que la adopción esperada tiene una adopción lineal corregida con un ponderador logarítmico. En la medida que va creciendo la adopción estimada, la adopción esperada tendrá un menor crecimiento. Las coordenadas iniciales indican que la adopción esperada es igual a la adopción estimada en línea base.

La ilustración 29 muestra una curva de adopción esperada con un ponderador promedio de adopción de 75.

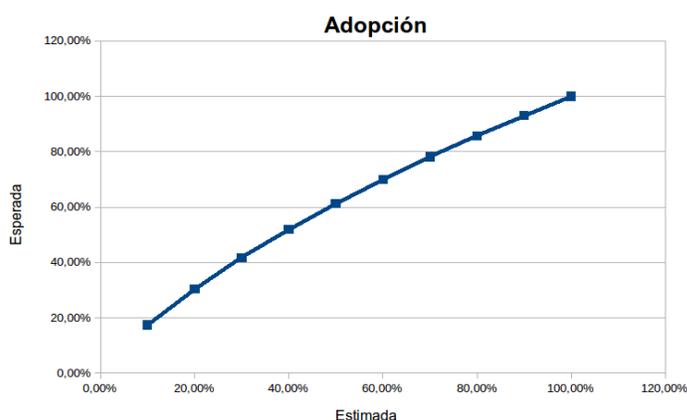


Ilustración 29: Adopción esperado con indicador ponderado
Fuente: Elaboración propia, 2016

En la ilustración 29 se puede visualizar el principio de Pareto, que menciona que el 80% de los resultados se obtiene con el 20% de los esfuerzos, en el caso de la adopción tiene una tendencia logarítmica al final del ciclo.

2.1.3.1. Indicador de Tecnificación del Riego

La tecnificación del riego es una variable clave para la adopción tecnológica, y su tipo de tecnificación se clasifica según el método utilizado como se muestra en la Tabla 15.

De la información obtenida de ODEPA (hoja TDATA del archivo CalculosUMAFruticula.xlsx) se construye la Tabla 16 en relación a las unidades agrícolas productivas de la fruticultura, que cuentan con riego tecnificado por región. En cada registro se indica el número de hectáreas y metodología de riego que utilizan, según su clasificación de acuerdo a la Tabla 15.

RIEGO MÉTODO	TIPO RIEGO
ASPERION	TECNIFICADO
BORDES	SIN TECNIFICAR
CINTAS	SIN TECNIFICAR
CURVA DE NIVEL	SIN TECNIFICAR
GOTEO	TECNIFICADO
MICROASPERION	TECNIFICADO
PLATABANDA	SIN TECNIFICAR
SECANO	SIN TECNIFICAR
SURCO	SIN TECNIFICAR
TAZAS	SIN TECNIFICAR
TENDIDO	SIN TECNIFICAR

Tabla 15: Tipos de Riego y Tecnificación

Fuente: Elaboración Propia a partir de información de ODEPA, 2016

Al procesar los datos para las 134.967 unidades agrícolas productivas correspondientes a 309.314 Ha. con su respectiva clasificación de tipo de tecnificación de riego se obtiene el indicador regional de riego tecnificado que se visualiza en la Tabla 16.

REGION	Ha. SIN TECNIFICAR	Ha. TECNIFICADO	IND TECNIFI
0015. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	538	457	45,93%
01. REGIÓN DE TARAPACÁ	121	114	48,62%
03. REGIÓN DE ATACAMA	890	9.906	91,76%
04. REGIÓN DE COQUIMBO	1.073	26.704	96,14%
05. REGIÓN DE VALPARAÍSO	589	46.463	98,75%
06. REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	27.351	49.952	64,62%
07. REGIÓN DEL MAULE	18.219	48.376	72,64%
08. REGIÓN DEL BO-BO	3.013	11.960	79,88%
09. REGIÓN DE LA ARAUCANA	2.600	7.936	75,32%
10. REGIÓN DE LOS LAGOS	45	1.479	97,03%
14. REGIÓN DE LOS RÍOS	384	2.319	85,78%
RM. REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	12.231	36.593	74,95%
Total Resultado	67.055	242.259	78,32%

Tabla 16: Indicador de Tecnificación por REGIÓN

Fuente: Elaboración propia a partir de información de ODEPA

La Tabla 17 muestra los indicadores de tecnificación de riego para cada especie de la fruticultura. Se realizó el mismo método para todas las regiones según el tipo de tecnificación del riego, obteniéndose así el peso de cada uno de ellas. Se muestra la información obtenida de las regiones de Valparaíso y del Maule respectivamente según la especie frutícola, donde se obtienen los indicadores que se muestran en la Tabla 17.

05. REGIÓN DE VALPARAÍSO			
ALMENDRO	36,76	1.006,56	96,48%
ARÁNDANO		236,01	100,00%
BERRIES Y ESPECIES MENORES	0,05	544,88	99,99%
CEREZO	25,36	217,31	89,55%
CIRUELAS	4,85	257,61	98,15%
CÍTRICOS	7,14	4.448,33	99,84%
DURAZNOS Y NECTARINAS		3.648,71	100,00%
KIWI	46,40	136,47	74,63%
NUEZ	9,57	5.642,56	99,83%
OLIVO	4,36	1.008,22	99,57%
PALTAS	454,54	18.133,48	97,55%



Informe I, Licitación ID 606-25-LQ16

POMÁCEAS	0,46	412,28	99,89%
UVA DE MESA		10.770,88	100,00%
	589,49	46.463,30	98,75%
07. REGIÓN DEL MAULE			
ALMENDRO	38,71	11,93	23,56%
ARÁNDANO	73,50	4.676,00	98,45%
AVELLANO Y CASTAÑO	952,35	5.674,87	85,63%
BERRIES Y ESPECIES MENORES	2.033,19	507,00	19,96%
CEREZO	2.913,18	8.223,28	73,84%
CIRUELAS	582,64	1.063,10	64,60%
CÍTRICOS	19,56	25,74	56,82%
DURAZNOS Y NECTARINAS	191,48	125,36	39,57%
KIWI	1.377,81	3.459,08	71,51%
NUEZ	274,15	4.107,98	93,74%
OLIVO	38,74	5.094,90	99,25%
PALTAS	0,24	2,53	91,34%
POMÁCEAS	9.638,78	15.282,82	61,32%
UVA DE MESA	85,09	121,77	58,87%
	18.219,42	48.376,36	72,64%

Tabla 17: Indicadores de riego para regiones de Valparaíso y el Maule

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ODEPA.

En la Tabla 17 se observa que el cultivo de más baja tecnificación en la región de Valparaíso es el Kiwi, que por diversas razones productivas y de rentabilidad, los productores prefieren disponer sus tierras a otros cultivos como la nuez y palta. Por otra parte en la región del Maule la baja tecnificación que tienen las pomáceas se debe principalmente a que es un cultivo estable, consolidado, pero poco rentable.

Cada variedad, tiene un indicador por región, el cual está detallado en la Hoja TIndicador de la Planilla Savtec-TablaResultadosFinalEtapa1y3.

2.1.3.2 Indicador de Riego por hectárea

El riego es una variable importante a considerar, ya que su eficiente uso y gestión está directamente relacionado con una alta o baja rentabilidad del cultivo, en especial por la escasez del recurso hídrico, costo de los fertilizantes, así como de la energía asociada al bombeo e impulsión del agua.

Los requerimientos de riego por zona y especie se muestran en la Tabla 18, que es obtenida en base a elaboración propia con criterio de experto agrónomo.

ESPECIE	M3/ha año			INDICADOR RIEGO	
	NORTE	CENTRO	SUR	Promedio	IND RIEGO
KIWI	14000	11000	10000	11667	100,00%
ARÁNDANO	12000	8250	6000	8750	83,57%
CÍTRICOS	10000	8500	7000	8500	82,16%
AVELLANO Y CASTAÑO	12000	7500	6000	8500	82,16%
UVA DE MESA	9500	8500	6000	8000	79,34%
CEREZO	10000	7000	5000	7333	75,59%
PALTAS	10000	7000	4000	7000	73,71%
NUEZ	9000	7000	5000	7000	73,71%
BERRIES Y ESPECIES MENORES	8000	5250	4500	5917	67,61%
ALMENDRO	6500	5750	3000	5083	62,91%
CIRUELAS	6500	5750	2900	5050	62,72%
DURAZNOS Y NECTARINAS	6500	5750	2700	4983	62,35%
POMÁCEAS	6500	5750	3000	5083	62,91%
OLIVO	3500	2875	2000	2792	50,00%

Tabla 18: Indicador de Riego por Especie y Zona

Fuente: Elaboración propia, 2016

La última columna de la Tabla 18 corresponde al indicador de Riego el cual se calcula tomando el promedio de riego por periodo, posteriormente se ordena de mayor a menor y para normalizar la escala se realiza una regresión lineal simple asignando los valores 100 y 50 al que requiere más agua y menos agua respectivamente.

Dado lo anterior, se define un vector X e Y con sus respectivos cálculos de regresión lineal que permite aplicar la fórmula definida, y que es representada en la Tabla 19.

VECTOR		PARÁMETROS	
X	Y	EJE INTERSECCIÓN	34,27%
11667	100,00%	PENDIENTE	0,01%
2792	50,00%		

Tabla 19: Parámetros de cálculo para indicador de Riego

Fuente: Elaboración propia, 2016

Entonces, la fórmula de cálculo para el Indicador de riego es la siguiente:

$$\text{Indicador de Riego} = \text{Intersección} + \text{Pendiente} * \text{RequerimientoRiego}$$

Las especies que requieren mayor necesidad de tecnología asociada al riego son los arándanos y kiwis.

2.1.3.3. Indicador de árbol por Hectárea

El número de árboles por ha. o densidad es un parámetro importante para dimensionar los requerimientos tecnológicos asociados al crecimiento de ellas, a mayor densidad de árbol mayor es el requerimiento de soluciones tecnológicas como se muestra en la Tabla 20.

INDICADOR DE ÁRBOL POR HECTÁREA		
TIPO_ESPECIE	ARLBOLxHA	INDICADOR
BERRIES Y ESPECIES MENORES	23.037,37	100,00%
ARÁNDANO	4.101,77	80,00%
POMÁCEAS	1.463,85	61,49%
UVA DE MESA	1.320,75	61,34%
CEREZO	962,14	60,96%
OLIVO	826,53	60,82%
CIRUELAS	773,69	60,76%
KIWI	749,52	60,74%
CÍTRICOS	732,56	60,72%
DURAZNOS Y NECTARINAS	692,58	60,68%
AVELLANO Y CASTAÑO	552,02	60,53%
PALTAS	520,11	60,50%
ALMENDRO	443,93	60,42%
NUEZ	264	50,00%

VECTOR	
X	Y
23.037,370	1,000
4.101,770	0,800
264,000	0,500
PARÁMETROS	
EJE INTERSECCIÓN	0,5994753
PENDIENTE	0,0000106

Tabla 20: Indicador de árbol por hectárea
Fuente: Elaboración propia, 2016

La fuente que origina la información contenida en la Tabla 20 proviene de una columna de información de ODEPA (hoja TDATA del archivo CalculosUMAFruticula.xlsx) para el sector frutícola. Se puede apreciar que los berries y arándanos tienen mayor densidad de árboles por hectárea, por lo cual existe una necesidad mayor de adopción de tecnología para éstos. En el caso de la nuez este indicador es menor debido a que su plantación es de menor densidad de árboles por ha.

La metodología para obtener los parámetros del indicador es la misma que para el indicador de riego definido en el punto anterior, es decir, una regresión lineal simple

tomando como se muestra en la Tabla 19 los valores de intersección y pendiente.

2.1.3.4. Indicador de Año de Plantación

Los requerimientos tecnológicos también están ligados al año de plantación del huerto, mientras más reciente sea el año de plantación la probabilidad de adopción tecnológica es mayor debido a que las inversiones iniciales de los nuevos proyectos agrícolas podrían contemplar adopciones tecnológicas que no existían anteriormente. La Tabla 21 muestra el año promedio de cada una de las plantaciones por especie.

INDICADOR DE AÑO PLANTACIÓN		
TIPO_ESPECIE	AÑO PLANTACIÓN	KPI AÑO
AVELLANO Y CASTAÑO	2009	100
ARÁNDANO	2008	95,000
CEREZO	2007	90,000
NUEZ	2007	90,000
POMÁCEAS	2005	80,000
CIRUELAS	2004	75,000
CÍTRICOS	2004	75,000
UVA DE MESA	2004	75,000
DURAZNOS Y NECTARINAS	2003	70,000
BERRIES Y ESPECIES MENORES	2003	70,000
OLIVO	2003	70,000
ALMENDRO	2002	65,000
KIWI	2000	55,000
PALTAS	1999	50
VECTOR		
	X	Y
	2.009,000	100,000
	1.999,000	50,000
PARÁMETROS		
EJE INTERSECCIÓN		-9.945,000
PENDIENTE		5,000

Tabla 21: Indicador de año de plantación

Fuente: Elaboración Propia, 2016

La fuente que origina la Tabla 21 proviene de una columna de información de ODEPA para el sector frutícola, en la que se puede visualizar que los avellanos, castaños y

arándanos son cultivos nuevos que requieren mayor tecnificación, los kiwis y paltas tiene más años, por lo que para este indicador tiene un menor valor.

La metodología para obtener los parámetros del indicador es la misma que para el indicador de riego en el punto anterior, es decir, una regresión lineal simple tomando como se muestra en la Tabla 21 los valores de intersección y pendiente.

2.1.3.5. Indicador de Rentabilidad

La rentabilidad es también un factor que incide en la adopción tecnológica, debido a que se puede destinar parte del margen e invertir en soluciones que permitan aumentar la rentabilidad futura. Para los cultivos poco rentables, en general no se invierte en tecnología de agricultura inteligente porque para algunos productores la prioridad es la subsistencia del predio o en su efecto se cambiar a un cultivo más rentable. La Tabla 22 muestra dichos indicadores.

INDICADOR RENTABILIDAD	INDICADOR
ALMENDRO	65,00%
ARÁNDANO	100,00%
AVELLANO Y CASTAÑO	65,00%
BERRIES Y ESPECIES MENORES	80,00%
CEREZO	70,00%
CÍTRICOS	55,00%
DURAZNOS Y NECTARINAS	20,00%
KIWI	60,00%
NUEZ	90,00%
OLIVO	30,00%
PALTAS	70,00%
POMÁCEAS	40,00%
UVA DE MESA	50,00%

Tabla 22: Indicador de rentabilidad

Fuente: Elaboración propia, 2016

Los valores especificados son parametrizados en base a elaboración propia con criterio de experto, en donde por ejemplo un cultivo de arándanos o nueces tiene una mayor rentabilidad que la uva de mesa o las pomáceas.

2.2. Requerimientos de Internet por Tecnología

Cada una de las tecnologías digitales para la AP, tienen distintos requerimientos asociados al tráfico de datos, dependiendo de la frecuencia con la cual se envían éstos y el tamaño de los paquetes en bytes.

La Tabla 23 resume en bajo, medio, alto los requerimientos de servicio de Internet de acuerdo a los atributos de tamaño de paquetes, cantidad de dispositivos y accesos por hora, los que están especificados en las columnas.

Servicio	Tamaño de Paquetes	Cantidad Dispositivos	Accesos por Hora
Sistemas de Posicionamiento global	Bajo	Medio	Medio
Sistemas de Información Geográfica del Predio	Medio	Bajo	Bajo
Teledetección	Medio	Bajo	Bajo
Monitoreo de Riego	Bajo	Alto	Alto
Monitoreo de la cadena de frío y heladas	Bajo	Medio	Alto
Aplicaciones agrícolas móviles	Medio	Bajo	Medio
Aplicaciones de ofimática	Medio	Bajo	Medio
Aplicaciones de Tele Vigilancia	Alto	Medio	Alto
Aplicaciones de Voz sobre IP	Medio	Medio	Medio

Tabla 23: Requerimientos de Internet por Servicio

Fuente: Elaboración propia, 2016

A continuación, se definen la valoración de los parámetros utilizados en la Tabla 23:

- Tamaño de paquetes: bajo se consideran transacciones entre [10..256] bytes, [257 bytes...100 kbytes] se considera medio y tamaños superiores a 100 kbytes se considera alto.
- Cantidad de dispositivos: entre [0..5] por Hectárea se considera bajo, [6..10] por hectárea medio y sobre 10 ha. es alto.
- Accesos por hora: entre [0..5] son bajos [6..10] medio y sobre 10 alto.

Basados en la Tabla 22, se puede hacer distinción entre los servicios que pueden ser caracterizados de una forma especial, comúnmente asociados a la IoT, LPWA (Low Power Wide Area), que no requieren de mucho ancho de banda, sino que principalmente cobertura, disponibilidad y determinismo de los tiempos de retardo, La Tabla 24 resume el tipo de tecnología asociado al servicio.

Servicio	Tipo de Tecnología
Sistemas de Posicionamiento global	IoT
Sistemas de Información Geográfica del Predio	Internet Transaccional
Teledetección	Internet Transaccional
Monitoreo de Riego	IoT
Monitoreo de la cadena de frío y heladas	IoT
Aplicaciones agrícolas móviles	Internet Transaccional
Aplicaciones de ofimática	Internet Transaccional
Aplicaciones de TeleVigilancia	Internet Streaming
Voz sobre IP	Internet Streaming

Tabla 24: Tipo de Tecnología por Servicio
Fuente: Elaboración propia, 2016

Entonces, como se muestra en la Tabla 24 se agrupan los servicios de acuerdo a las siguientes tecnologías:

- Internet de las Cosas (IoT)
- Internet Transaccional (TS)
- Internet Streaming (STR)

2.2.1. Propuesta de estructura de consumo de datos por UAP

La Tabla 25 presenta una matriz de consumo para una UAP promedio de 10 Ha para el rubro frutícola. Esta solución es estándar para todos los rubros agrícolas y sus valores varían dependiendo de la especie. Considerando las tecnologías utilizadas descritas anteriormente y se muestra la cantidad de sensores y accesos por hora para cada servicio.

El cálculo de los accesos hora se estima de acuerdo la cantidad promedio de envío de datos necesarios para poder tomar decisiones de control en forma oportuna, por ejemplo, un sensor de humedad requiere información cada 5 minutos, es decir 12 accesos por hora. Entonces, el tráfico por hora es la multiplicación de la cantidad de dispositivos por el número de accesos por hora y por el tamaño de bytes de consumo de datos de acuerdo a Tabla 26.

SOLUCIÓN ESTÁNDAR PARA AGRICULTURA INTELIGENTE					
Unidad Productiva Mínima de (ha)	10				
Servicio IoT					
Sensor	Cantidad	Accesos / Hora	Tráfico / hora (Kbyte)	Tráfico Mensual MB	Banda Ancha Promedio (Kbps)
Sistemas de Posicionamiento global	10	60,00	38,40	27,65	0,0853
Estación Meteorológica	1	60,00	7,68	5,53	0,0171
Monitoreo de Riego					
Humedad de suelo	100	12,00	153,60	110,59	0,3413
Humedad de la hoja	50	12,00	38,40	27,65	0,0853
Temperatura y Humedad Relativa	5	60,00	38,40	27,65	0,0853
Válvulas Inalámbricas	40	60,00	153,60	110,59	0,3413
Control de Compuertas y Válvulas	2	60,00	15,36	11,06	0,0341
Sensores de Flujo	5	60,00	19,20	13,82	0,0427
Tableros de Riego	5	60,00	19,20	13,82	0,0427
Sensores de Nivel	4	60,00	15,36	11,06	0,0341
Dendrómetros	10	1,00	0,64	0,46	0,0014
Monitoreo de la cadena de frio	2	60,00	7,68	5,53	0,0171
TOTAL	234	565,00	507,52	365,41	1,1278
Servicio Internet Transaccional					
Sensor	Cantidad	Accesos / Hora	Tráfico / hora (Mbyte)	Tráfico Mensual GB	Banda Ancha Promedio (Mbps)
Sistemas de Información Geográfica del Predio	2	1,67	0,44	0,31	0,0010
Teledetección y Robótica	1	0,83	0,44	0,31	0,0010
Aplicaciones agrícolas móviles	10	6,67	0,14	0,10	0,0003
Aplicaciones de ofimática	5	15,00	0,15	0,11	0,0003
TOTAL	18	24,17	1,16	0,84	0,0026
Servicio de Streaming					
Servicio de VideoStreaming	Cantidad	Accesos / Hora	Tráfico / hora (Mbyte)	Tráfico Mensual GB	Banda Ancha Promedio (Mbps)
Aplicaciones de TeleVigilancia	20	10,00	7,68	5,53	0,0171
Servicio de Voz IP	5	5,00	1,92	1,38	0,0043
TOTAL	25	15	10	7	0,0213

Tabla 25: Matriz de consumo de Internet para una UAP

Fuente: Elaboración propia, 2016

En la Tabla 25 se caracterizan por tres tipos de utilización de Internet, que está en línea con lo definido en la Tabla 24: Tipo de Tecnología por Servicio.

Para simplificación, se denomina sensor a todo emisor de datos que genera transacciones con el consecuente tráfico de datos, por ejemplo, un sensor CCTV genera datos de video para una red de televigilancia y un sensor analógico de conductividad eléctrica genera datos de humedad de suelo.

El consumo de datos para cada sensor se estima de acuerdo al tamaño de paquete de datos de la Tabla 26.

Servicio	Tamaño en Bytes	Estimación
Sistemas de Posicionamiento global	64	Envío de 8 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Estación Meteorológica	128	Envío de 16 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Sistemas de Información Geográfica del Predio	131072	Fotografía de resolución media más datos de control
Teledetección y Robótica	524288	Fotografía de resolución media alta más datos de control
Monitoreo de Riego		
Humedad de suelo	128	Envío de 8 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Dendrómetros	64	Envío de 4 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Humedad de la hoja	64	Envío de 4 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Temperatura y Humedad Relativa	128	Envío de 8 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Válvulas Inalámbricas	64	Envío de 4 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Dendrómetro	64	Envío de 4 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Control de Compuertas y Válvulas	128	Envío de 8 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Sensores de Flujo	64	Envío de 4 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Tableros de Riego	64	Envío de 4 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Sensores de Nivel	64	Envío de 4 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Monitoreo de la cadena de frío	64	Envío de 4 datos con punto flotante, 2 enteros largos y caracteres de control
Aplicaciones agrícolas móviles	2048	Transacción XML
Aplicaciones de ofimática	2048	Transacción HTML
Servicio de Voz IP	76800	10 Frames segundo
Aplicaciones de TeleVigilancia	38400	5 Frames segundo de resolución 320x240 con compresión de radio 1/10

Tabla 26: Tabla de consumo para cada UAP
Fuente: Elaboración propia, 2016

2.2.2. Georreferenciación de las UMAs agrícolas.

Para georreferenciar las UMA se requiere obtener la latitud y longitud de cada una de ellas y se realizó un algoritmo de agrupación de unidades agrícolas productivas, escrito en el “script” (programa computacional) de agrupamiento (umagroup.py) que itera sobre las 134.967 unidades productivas, fijando un pivote en la primera iteración y agrupando entonces todas las UAP que tengan una distancia menor a 3km, al encontrar un punto fuera del radio se incrementa el contador de UMA y se fija un nuevo pivote. Para este nuevo pivote se vuelven a agrupar las UAP con distancia menor a 3km.

Este proceso es iterado hasta agrupar la totalidad de las UAP. Una vez finalizado el proceso, se obtiene 2495 UMAs generando un archivo en formato “shapefile” denominado umafruticola3km.shp que contiene la latitud y longitud de cada una de ellas.

Para apoyar la metodología se utilizó una la herramienta qGIS descrita en Anexo N°2, describiendo estructura, archivos y capas utilizadas.

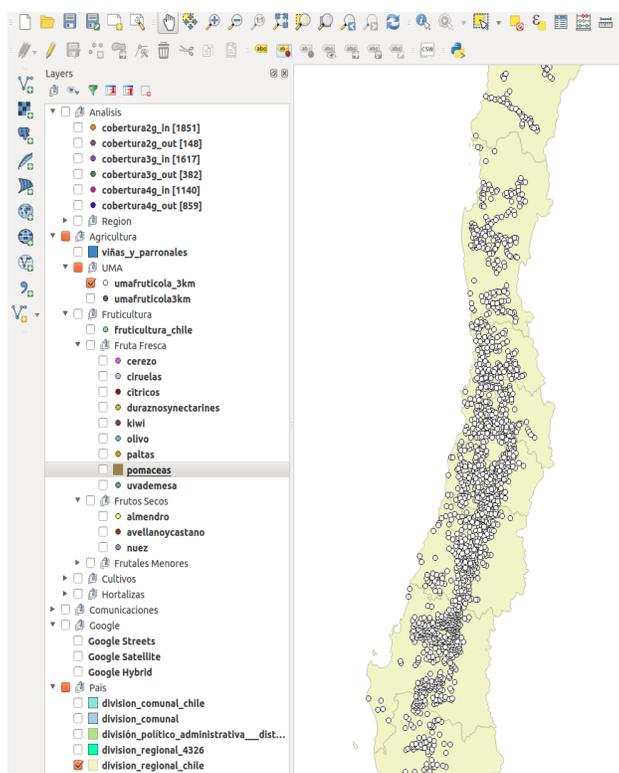


Ilustración 30: Georreferenciación de las UMA
Fuente: Elaboración Propia, 2016

En la ilustración 30 se puede apreciar una distribución concentrada de UMAs en la zona centro sur y en los valles centrales, en la aplicación qGIS.

2.2.3 Estimación de Tráfico asociado para una UMA

Para estimar el tráfico de una UMA se presentan los pasos de siguiente metodología:

1. Se agrupan los sensores en tres tipos de tecnología IoT, TS y STR de acuerdo a sus requerimientos de uso de datos definidos previamente.
2. Se estima el tamaño de bytes de cada transacción por sensor.
3. Se estima el número de accesos por hora para cada sensor.
- Se presenta un ejemplo de cálculo para una UAP de 10 Ha
 - a. Tipo de Sensor: Humedad de Suelo
 - b. Cantidad: 100
 - c. Tiempo de muestreo de datos: 5 minutos, es decir 12 accesos/hora
4. Con el número de sensores y el tamaño en bytes de las transacciones asociadas al sensor de acuerdo a la tabla 26, se puede calcular la cantidad de Kbytes (o MBytes) de tráfico por hora según la formula siguiente:

$$KBytes(o\ MBytes) / Hora = \text{Número de Sensores} * \text{Números de Accesos por Hora} * \text{Tamaño en Bytes(o Mbytes)}$$

Entonces, para el ejemplo se calculan: $(100 * 12 * 128 / 1000) = 150 \text{ KBytes} / \text{Hora}$

5. Luego, teniendo los Kbytes por hora se puede calcular el tráfico diario y mensual multiplicando por 24 horas y luego por 30 días respectivamente en MBytes o GBytes según sea el tipo de sensor.
6. Finalmente, asumiendo que el consumo agrícola no presenta variabilidad durante un periodo acotado, es decir no existe diferencia significativa entre uso diurno y nocturno, se estima un ancho de banda en Kbps de acuerdo a:
 - a. Banda Ancha (kbps) = (KBytes / Hora) / (8 bits * 60 minutos * 60 segundos).
 - b. Banda Ancha (Mbps) = kbps / 1000
 - c. Banda Ancha (Gbps) = kbps / (1000*1000)

Con la metodología anteriormente descrita, se puede calcular el número de sensores por UAP, los cuales están listados en la hoja TGeneralFruticola de la planilla Savtec-TablaResultadosFinalEtapa1y3.xlsx considerando los siguientes pasos:

Tomando como ejemplo la UAP siguiente:

- Ubicación: región de Arica y Parinacota.
- Georreferenciación: Longitud -69,4935415047 Latitud: -18,897975819
- Ha: 0,25
- Variedad: Frutales Menores
- Especie: Berries y Especies Menores.

$$\text{Número de Sensores} = \text{Numero Sensores UAP} * \text{Adopción Esperada} * (\text{Ha plantadas UAP} / \text{Tamaño UAP Estándar}).$$

La adopción esperada se calcula de acuerdo a la formula explicada en (2.1.3. Definición de Indicadores de adopción tecnológica).

Para este ejemplo los indicadores son:

TECNIFICACIÓN	RIEGO	ARBOLHECTAREA	AÑO PLANTACIÓN	RENTABILIDAD	PONDERADO
74,14%	81,05%	100,00%	70,00%	80,00%	80,44%

Luego, para un Escenario Optimista se considera una adopción esperada de Línea Base de 0,27%.

Entonces:

Numero de Sensores IoT = 0,27% * 0,25 Ha / 10 Ha = 0,0157 Sensores

Luego, para calcular el tráfico se aplican las fórmulas de acuerdo a:

$$\text{Acceso Hora} = \text{Acceso UAP} * \text{Adopción Esperada} * (\text{Ha plantadas UAP} / \text{Tamaño UAP Estándar}).$$

$$\text{Tráfico Hora} = \text{Tráfico UAP} * \text{Adopción Esperada} * (\text{Ha plantadas UAP} / \text{Tamaño UAP Estándar}).$$

Y para este ejemplo se obtienen los resultados siguientes:

- Accesos Hora: 0,0380
- Tráficos Hora: 0,0341 Kbytes/Hora => 0,0246 MB/mes
- Ancho promedio es de: 0,0001 kbps.

El ejemplo realizado anteriormente, es para sensores IoT de 1 UAP de las 134.967, si se sigue la misma metodología se puede calcular el tráfico de cada UMA para la totalidad de sensores IoT, TS y STR.

Luego, para el cálculo total de una UMA (N°440) de 245 ha. ubicada en la región de Valparaíso, con parámetro de Adopción de Escenario de un 0,5% resultan los valores de Línea Base que se muestran en la Tabla 27 para cada uno de los tipos de servicio y variedad frutícola.

IoT	HA	IoT Cantidad Sensores	Accesos / Hora	IoT Tráfico hora (Kbyte)	IoT Tráfico Mensual MB	IoT Banda Ancha Promedio (Kbps)
CEREZO	8,00	1,52	3,67	3,22	1,28	0,0072
CÍTRICOS	157,21	30,44	73,50	64,47	25,54	0,1433
KIWI	8,38	1,63	3,94	3,45	1,37	0,0077
NUEZ	15,80	2,99	7,22	6,33	2,51	0,0141
OLIVO	0,99	0,20	0,47	0,41	0,16	0,0009
PALTAS	54,88	10,65	25,71	22,55	8,93	0,0501
Total	245,26	47,4237	114,506	100,4461	39,7853	0,2232
TS	HA	TS Cantidad Sensores	TS Accesos / Hora	TS Tráfico / hora (Mbyte)	TS Tráfico Mensual GB	TS Banda Ancha Promedio (Mbps)
CEREZO	8,00	0,12	0,16	0,01	0,01	0,0000
CÍTRICOS	157,21	2,34	3,14	0,15	0,11	0,0003
KIWI	8,38	0,13	0,17	0,01	0,01	0,0000
NUEZ	15,80	0,23	0,31	0,01	0,01	0,0000
OLIVO	0,99	0,02	0,02	0,00	0,00	0,0000
PALTAS	54,88	0,82	1,10	0,05	0,04	0,0001
Total	245,26	3,648	4,8977	0,2359	0,1698	0,0005
STR	HA	STR Cantidad Sensores	STR Accesos / Hora	STR Tráfico / hora (Mbyte)	STR Tráfico Mensual GB	STR Banda Ancha Promedio (Mbps)
CEREZO	8,00	0,16	0,10	0,06	0,04	0,0001
CÍTRICOS	157,21	3,25	1,95	1,25	0,90	0,0028
KIWI	8,38	0,17	0,10	0,07	0,05	0,0001
NUEZ	15,80	0,32	0,19	0,12	0,09	0,0003
OLIVO	0,99	0,02	0,01	0,01	0,01	0,0000
PALTAS	54,88	1,14	0,68	0,44	0,31	0,0010
Total	245,26	5,0666	3,04	1,9456	1,4008	0,0043

Tabla 27: Cálculo de Tráfico para una UMA de la Región de Valparaíso
Fuente: Elaboración propia, 2016

Se puede observar que con baja adopción y con la corrección de indicadores de acuerdo a fórmula estipulada previamente, la adopción esperada es baja tanto en número de sensores como en volumen de tráfico de datos, pero es interesante observar la distribución de números de sensores y tráfico v/s tipo de tecnología como muestra la Ilustración 30.

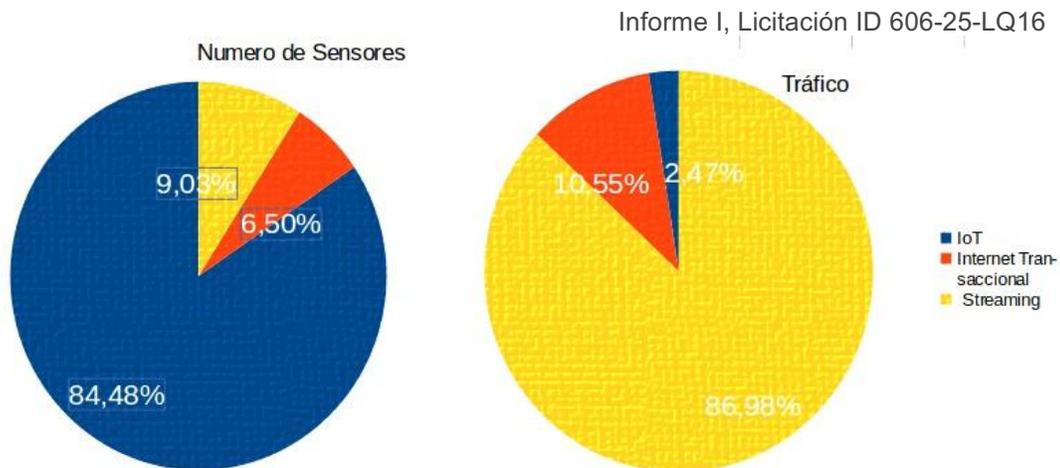


Ilustración 31: Distribución de n° de sensores y tráfico por tipo de tecnología
Fuente: Elaboración propia, 2016

De la Ilustración 31 se puede concluir, que mientras la IoT consume bajos recursos de tráfico, requiere mayor cantidad de sensores, por lo cual es importante separar en los tres tipos de servicio definidos.

Estos resultados permiten concluir que la IoT debe y tiene que ser considerada de forma distinta a la Internet tradicional debido a:

- Requiere mayor cobertura
- No requiere velocidad de transmisión
- Requiere que los tiempos de latencia de recepción y transmisión sean determinísticos.

En la planilla Savtec-TablaResultadosFinalEtapa1y3, Hoja Tráfico UMA se puede sensibilizar con otras UMAs con mayor o menor cantidad de hectáreas plantadas y distinta ubicación geográfica.

En la misma planilla, en la hoja TGeneralFruticola están listadas cada una de las UMAs georreferenciadas y categorizadas por variedad y especie, mediante la utilización de tablas dinámicas se puede calcular la Línea Base de adopción de IoT indicando la cantidad de sensores y tráfico asociado a ello. En la Tabla 28 se presenta la Línea base de Adopción en IoT por regiones.

Etiquetas de fila	HA	IoT Cantidad Sensores	IoT Accesos / Hora	IoT Tráfico / hora (Kbyte)	IoT Tráfico Mensual MB	Banda Ancha Promedio (Kbps)
0015. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	994,55	64,81	156,47	137,26	54,37	0,31
FRUTA FRESCA	871,61	57,16	138,03	121,08	47,96	0,27
FRUTALES MENORES	117,34	7,29	17,60	15,43	6,11	0,03
FRUTOS SECOS	5,60	0,35	0,85	0,75	0,30	0,00

Informe I, Licitación ID 606-25-LQ16

01. REGIÓN DE TARAPACA	235,06	14,99	36,19	31,74	12,57	0,07
FRUTA FRESCA	157,11	10,15	24,50	21,49	8,51	0,05
FRUTALES MENORES	77,95	4,84	11,69	10,25	4,06	0,02
03. REGIÓN DE ATACAMA	10795,83	706,95	1706,96	1497,37	593,09	3,33
FRUTA FRESCA	10374,59	680,80	1643,80	1441,97	571,14	3,20
FRUTALES MENORES	415,05	25,77	62,21	54,57	21,62	0,12
FRUTOS SECOS	6,19	0,39	0,94	0,83	0,33	0,00
04. REGIÓN DE COQUIMBO	27776,09	3598,30	8688,21	7621,41	3018,73	16,94
FRUTA FRESCA	22866,61	2981,64	7199,26	6315,28	2501,39	14,03
FRUTALES MENORES	1245,87	153,85	371,46	325,85	129,07	0,72
FRUTOS SECOS	3663,61	462,82	1117,49	980,27	388,27	2,18
05. REGIÓN DE VALPARAÍSO	47052,79	9137,52	22062,82	19353,78	7665,76	43,01
FRUTA FRESCA	39576,40	7725,32	18653,01	16362,66	6481,01	36,36
FRUTALES MENORES	780,94	144,42	348,72	305,90	121,16	0,68
FRUTOS SECOS	6695,45	1267,78	3061,09	2685,22	1063,58	5,97
06. REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	77303,19	14990,61	36195,27	31750,94	12576,10	70,56
FRUTA FRESCA	68152,37	13264,88	32028,45	28095,75	11128,33	62,44
FRUTALES MENORES	1170,25	213,60	515,75	452,42	179,20	1,01
FRUTOS SECOS	7980,57	1512,13	3651,07	3202,77	1268,57	7,12
07. REGIÓN DEL MAULE	66595,78	10682,74	25793,80	22626,64	8962,09	50,28
FRUTA FRESCA	48246,10	7825,33	18894,49	16574,48	6564,91	36,83
FRUTALES MENORES	7289,69	1113,77	2689,23	2359,02	934,37	5,24
FRUTOS SECOS	11059,99	1743,65	4210,09	3693,14	1462,80	8,21
08. REGIÓN DEL BO-BO	14973,07	1122,45	2710,20	2377,42	941,66	5,28
FRUTA FRESCA	4035,21	312,42	754,35	661,73	262,10	1,47
FRUTALES MENORES	7181,13	525,74	1269,43	1113,56	441,06	2,47
FRUTOS SECOS	3756,73	284,29	686,42	602,14	238,50	1,34
09. REGIÓN DE LA ARAUCANA	10535,83	799,63	1930,72	1693,65	670,83	3,76
FRUTA FRESCA	3550,46	277,00	668,83	586,71	232,39	1,30
FRUTALES MENORES	2235,07	163,19	394,03	345,65	136,91	0,77
FRUTOS SECOS	4750,30	359,43	867,86	761,29	301,54	1,69
10. REGIÓN DE LOS LAGOS	1524,27	112,38	271,35	238,03	94,28	0,53
FRUTA FRESCA	44,01	3,35	8,08	7,09	2,81	0,02
FRUTALES MENORES	1168,82	85,47	206,37	181,03	71,70	0,40
FRUTOS SECOS	311,44	23,56	56,90	49,91	19,77	0,11
14. REGIÓN DE LOS RIOS	2703,33	166,43	401,85	352,51	139,62	0,78
FRUTA FRESCA	57,64	3,71	8,96	7,86	3,11	0,02
FRUTALES MENORES	2047,32	124,99	301,79	264,73	104,86	0,59
FRUTOS SECOS	598,37	37,73	91,10	79,91	31,65	0,18
RM. REGIÓN METROPOLITANA DE	48824,47	9421,46	22748,39	19955,17	7903,96	44,34



Informe I, Licitación ID 606-25-LQ16

SANTIAGO						
FRUTA FRESCA	33451,97	6513,50	15727,04	13795,96	5464,38	30,66
FRUTALES MENORES	968,23	179,51	433,44	380,22	150,60	0,84
FRUTOS SECOS	14404,27	2728,45	6587,92	5779,00	2288,98	12,84
Total general	309314,26	50818,27	122702,24	107635,92	42633,06	239,19

Tabla 28: Línea Base de Adopción para IoT
Fuente: Elaboración propia, 2016

Se puede concluir que para las 309.314 Hectáreas se estiman que existen 50.818 sensores que generan 107 Mbyte/hora que totalizan 42,63 GB al mes que requiere una capacidad de 239 Kbps promedio, que según criterio experto los resultados obtenidos son bastante aproximados a la realidad actual, donde la penetración es baja y con adopción en torno a productores más innovadores conocidos como “early adopters”.

La planilla adjunta tiene las hojas AnalisisFruticolaTS y AnalisisFruticolaSTR donde calcula la línea base para sistemas transaccionales y “Streaming” respectivamente que estima un aporte total nacional de línea base de 3909 sensores y 0,253 GB/hora para sistemas transaccionales y 5429 sensores con 2,10 GB/Hora “Streaming”.

2.3 Extrapolación de adopción de AP hacia el resto de la agricultura.

Para poder extrapolar hacia los otros rubros agrícolas, sobre los cuales se tiene menor información, se parametriza la información de ODEPA de acuerdo a:

- Viñas y Parronales con superficie mayor a 5 hectáreas
- Hortalizas con Superficie mayor a 5 hectáreas
- Cultivos anuales con superficie mayor a 5 hectáreas

A diferencia de la fruticultura, la metodología de agrupamiento para el resto de los rubros agrícolas se basó en agrupamiento por hectáreas plantadas regional y comunalmente, dado que no se cuenta con georreferenciación de las unidades agrícolas productivas.

Luego, se obtiene la cartografía asociada, la cual se puede visualizar en la Ilustración 32.

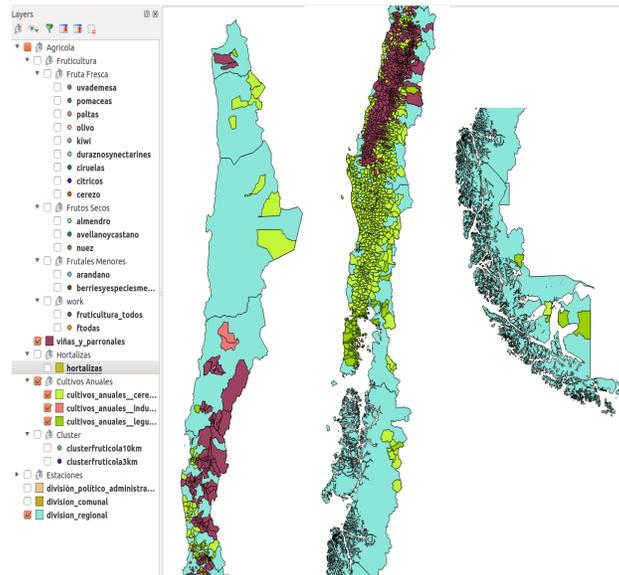


Ilustración 32: Mapa de rubros de la agricultura
Fuente: Elaboración Propia, 2016

Teniendo caracterizado y definido el resto de la agricultura se puede extrapolar la adopción de acuerdo a los parámetros que se presentan en la Tabla 29.

INDICADOR EXTRAPOLACIÓN Y PESOS ASOCIADOS A TECNOLOGÍA			
INDICADOR	IOT	TS	VS
CULTIVOS ANUALES	5,00%	5,00%	2,00%
HORTALIZAS	5,00%	5,00%	2,00%
VITIVINICOLA	60,00%	25,00%	10,00%

Tabla 29: Indicadores y Pesos de adopción para el resto de la agricultura
Fuente: Elaboración propia, 2016

Los criterios para asignar los pesos de adopción se basan en criterio experto. La industria vitivinícola tiene un tratamiento muy similar a la fruticultura, pero también tiene ciertas características de industrialización que permiten inferir con cierta certeza que adoptará el 60% de los requerimientos de IoT de una UAP frutícola. Dado que los predios tienen mayor cobertura, los requerimientos transaccionales son menores debido a que se tienen menor cantidad de oficinas de administración por hectáreas y personas asociadas al trabajo de huerto, las aplicaciones de video vigilancia no tienen mucho sentido en este tipo de cultivos y está acotada a resguardar activos fijos y no huertos, ya que el fruto no tiene una fácil reducción.

Para los cultivos anuales y hortalizas los indicadores de adopción son mucho menores principalmente porque los mecanismos de riego no son tecnificados y dependen de factores climáticos que no pueden ser controlados, por lo que el requerimiento de sensores y tecnología de AP es menor y se asume como válido extrapolar como muestra la Tabla 29 a valores del 5% para IoT y TS y 2% para VS.

La planilla de resultados tiene una hoja "TGeneralExtrapolA Agro" en la que están listadas cada una de las unidades productivas agrícolas del tipo vitivinícola, hortalizas y plantaciones anuales que totalizan un poco más de 844 mil hectáreas que adoptan AP de acuerdo a la Tabla 30 considerando el escenario 1 de línea base.

Etiquetas de fila	HA	IoT Cantidad Sensores	IoT Accesos / Hora	IoT Tráfico / hora (Kbyte)	IoT Tráfico Mensual MB	IoT Banda Ancha Promedio (Kbps)
0015. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	3145	10,64	25,69	23,07	16,61	0,05
CULTIVOS ANUALES	17	0,05	0,12	0,11	0,08	0,00
HORTALIZAS	3083	9,02	21,77	19,56	14,08	0,04
VITIVINICOLA	45	1,57	3,79	3,41	2,45	0,01
01. REGIÓN DE TARAPACA	2051	6,00	14,48	13,01	9,37	0,03
CULTIVOS ANUALES	1477	4,32	10,43	9,37	6,75	0,02
HORTALIZAS	574	1,68	4,05	3,64	2,62	0,01
02. REGIÓN DE ANTOFAGASTA	525	1,53	3,70	3,33	2,40	0,01
CULTIVOS ANUALES	177	0,52	1,25	1,12	0,81	0,00
HORTALIZAS	348	1,02	2,46	2,21	1,59	0,00
03. REGIÓN DE ATACAMA	3161	32,17	77,67	69,77	50,23	0,16
CULTIVOS ANUALES	837	2,45	5,91	5,31	3,82	0,01
HORTALIZAS	1612	4,71	11,38	10,23	7,36	0,02
VITIVINICOLA	712	25,00	60,37	54,23	39,04	0,12
04. REGIÓN DE COQUIMBO	30164	961,15	2320,73	2084,63	1500,93	4,63
CULTIVOS ANUALES	6729	39,37	95,05	85,38	61,47	0,19
HORTALIZAS	11241	65,76	158,78	142,63	102,69	0,32
VITIVINICOLA	12194	856,02	2066,90	1856,62	1336,77	4,13
05. REGIÓN DE VALPARAÍSO	25000	917,54	2215,43	1990,04	1432,83	4,42
CULTIVOS ANUALES	7671	67,32	162,54	146,00	105,12	0,32
HORTALIZAS	10095	88,59	213,89	192,13	138,34	0,43
VITIVINICOLA	7233	761,64	1839,00	1651,91	1189,37	3,67



Informe I, Licitación ID 606-25-LQ16

06. REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	114265	4461,11	10771,49	9675,65	6966,47	21,50
CULTIVOS ANUALES	65365	573,58	1384,92	1244,02	895,70	2,76
HORTALIZAS	13071	114,70	276,94	248,77	179,11	0,55
VITIVINICOLA	35829	3772,84	9109,62	8182,86	5891,66	18,18
07. REGIÓN DEL MAULE	153421	4827,25	11655,55	10469,78	7538,24	23,27
CULTIVOS ANUALES	95656	699,49	1688,93	1517,11	1092,32	3,37
HORTALIZAS	11699	85,55	206,56	185,55	133,60	0,41
VITIVINICOLA	46065	4042,22	9760,05	8767,12	6312,33	19,48
08. REGIÓN DEL BO-BO	171766	1211,42	2925,01	2627,44	1891,75	5,84
CULTIVOS ANUALES	146770	515,16	1243,88	1117,33	804,48	2,48
HORTALIZAS	9235	32,42	78,27	70,31	50,62	0,16
VITIVINICOLA	15761	663,84	1602,86	1439,80	1036,65	3,20
09. REGIÓN DE LA ARAUCANA	216041	759,04	1832,72	1646,27	1185,32	3,66
CULTIVOS ANUALES	211694	743,05	1794,11	1611,58	1160,34	3,58
HORTALIZAS	4328	15,19	36,68	32,95	23,72	0,07
VITIVINICOLA	19	0,80	1,93	1,74	1,25	0,00
10. REGIÓN DE LOS LAGOS	35220	123,62	298,49	268,12	193,05	0,60
CULTIVOS ANUALES	33088	116,14	280,42	251,89	181,36	0,56
HORTALIZAS	2131	7,48	18,06	16,23	11,68	0,04
11. REGIÓN DEL GENERAL CARLOS IBAÑEZ DEL CAMPO	689	2,01	4,86	4,37	3,15	0,01
CULTIVOS ANUALES	583	1,70	4,11	3,70	2,66	0,01
HORTALIZAS	106	0,31	0,75	0,67	0,49	0,00
12. REGIÓN DE MAGALLENES Y ANTARTICA CHILENA	191	0,28	0,67	0,61	0,44	0,00
CULTIVOS ANUALES	129	0,19	0,46	0,41	0,29	0,00
HORTALIZAS	62	0,09	0,22	0,20	0,14	0,00
14. REGIÓN DE LOS RIOS	29596	86,57	209,02	187,76	135,19	0,42
CULTIVOS ANUALES	27902	81,61	197,06	177,01	127,45	0,39
HORTALIZAS	1694	4,96	11,97	10,75	7,74	0,02
RM. REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	59679	1710,90	4131,03	3710,76	2671,75	8,25
CULTIVOS ANUALES	22009	193,13	466,32	418,88	301,60	0,93
HORTALIZAS	25370	222,62	537,53	482,85	347,65	1,07
VITIVINICOLA	12300	1295,15	3127,17	2809,03	2022,50	6,24
Total general	844914	15111,24	36486,54	32774,60	23597,71	72,83

Tabla 30: Adopción de Línea Base extrapolada al resto de la agricultura

Fuente: Elaboración Propia, 2016

En la Tabla 30 se visualiza que el resto del agro tiene una línea base de 15.111 sensores de IoT que generan 32 Mb/hora, que consumen 23,597 GB mensuales.

En la Tabla 31 y 32, se extrapola a las otras tecnologías, estimando 1162 sensores, que generan 75 MB/hora que consumen 54 GB mensuales para sistemas transaccionales para todo el país. Para “streaming” se extrapola a 968 sensores que generan 620 Mbyte/hora que consumen 446 GBytes mensuales. Este análisis se puede visualizar en forma matricial por región y tipo de especie en las Hojas AnailisisExtrapolA AgroTS y AnailisisExtrapolA AgroVS.

Etiquetas de fila	HA	TS Cantidad Sensores	TS Accesos / Hora	TS Tráfico / hora (Mbyte)	TS Tráfico Mensual GB	TS Banda Ancha Promedio (Mbps)
CULTIVOS ANUALES	620.105	233,70	313,76	15,11	10,88	0,03
HORTALIZAS	94.650	50,31	67,55	3,25	2,34	0,01
VITIVINICOLA	130.158	878,39	1.179,32	56,80	40,90	0,13
Total general	844.914	1.162,40	1.560,63	75,17	54,12	0,17

Tabla 31: Extrapolación a Tecnología transaccional TS
Fuente: Elaboración Propia, 2016

Etiquetas de fila	HA	STR Cantidad Sensores	STR Accesos / Hora	STR Tráfico / hora (Mbyte)	STR Tráfico Mensual GB	STR Banda Ancha Promedio (Mbps)
CULTIVOS ANUALES	620.105	324,58	194,75	124,64	89,74	0,28
HORTALIZAS	94.650	69,88	41,93	26,83	19,32	0,06
VITIVINICOLA	130.158	1.219,99	731,99	468,47	337,30	1,04
Total general	844.914	1.614,45	968,67	619,95	446,36	1,38

Tabla 32: Extrapolación a Tecnología Streaming STR
Fuente: Elaboración Propia, 2016

Capítulo 3. Cobertura de Internet Móvil Existente en el país

En la actualidad, cerca de 20 millones de dispositivos están conectados a redes móvil, los cuales mayoritariamente provienen de la telefonía móvil, seguido de las BAM y luego las tecnologías M2M. Estos dispositivos demandan conectividad en cobertura y ancho de banda, para lo cual requieren de una plataforma de estaciones base a lo largo y ancho del país. La cobertura de Internet tiene directa relación con la capacidad instalada y la tecnología utilizada, a lo que comúnmente se le llama estaciones base y tipo antena.

3.1 Estaciones Base

Las estaciones base tienen un área de cobertura determinada y el alcance de la cobertura depende de la potencia y tipo de emisión de la antena y del terreno donde se ubica. En zonas rurales el alcance es mayor que en áreas urbanas debido a que los obstáculos (edificaciones en general), atenúan la señal de la antena. Una estación base típica se presenta en la Ilustración 33.

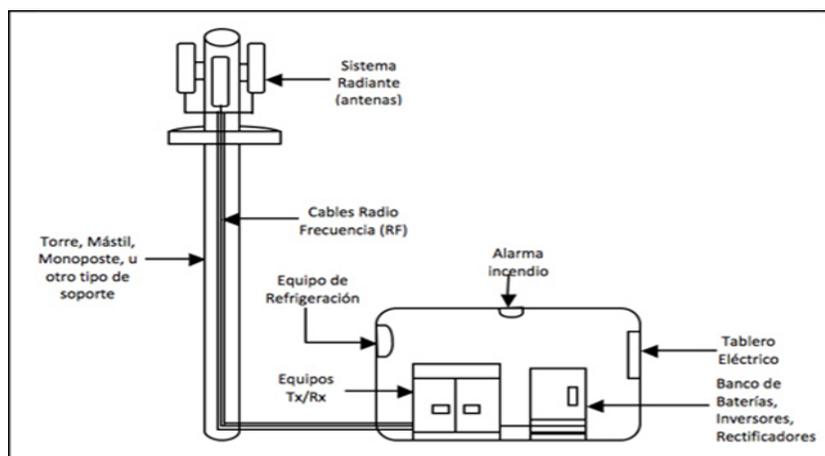


Ilustración 33: Estación Base
Fuente: Subtel

Existen aproximadamente 25,000 instalaciones de estaciones Base a lo largo y ancho del país, de distintos operadores y con distintas configuraciones de antena. De SubTel se obtiene el listado de estaciones base, en formato "Excel", los archivos son procesados para obtener los siguientes campos:

- 1 Tipo Estación: Base Fija, Base Móvil, Repetidora Fija
- 2 Dirección
- 3 Comuna
- 4 Región
- 5 Operador
- 6 Latitud

7 Longitud

Con estos campos se genera un archivo Excel en formato CSV (separado por comas), el cual es importado a GIS y se deja en formato ShapeFile, la Ilustración 34 muestra cómo fue clasificado en el proyecto **subtel.qgis**.

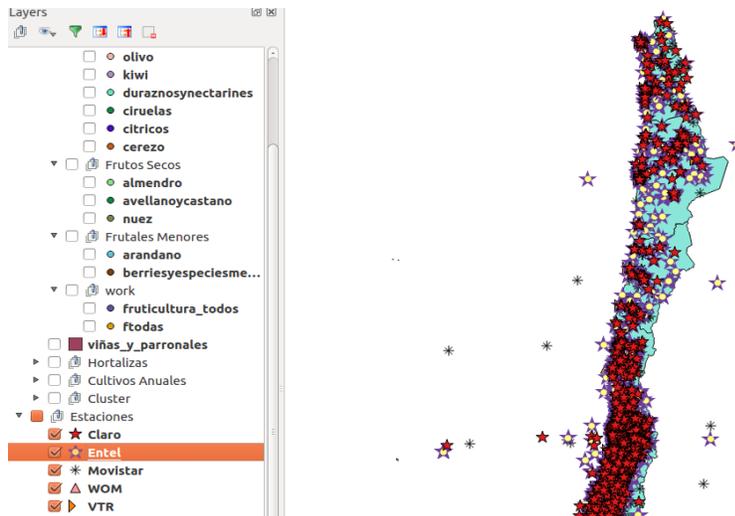


Ilustración 34: Estaciones Base en Chile
Fuente: Elaboración propia con información entregada por Subtel

En la Ilustración 34 se seleccionaron todas las capas de los operadores, visualizando una gran cantidad de antenas, sobre todo en las áreas urbanas, pero si se hace un acercamiento se podría notar una menor densidad.

Por ejemplo, en sectores cordilleranos de la región de Copiapó como muestra la Ilustración 35, en la cual se observa menor presencia de los distintos operadores.

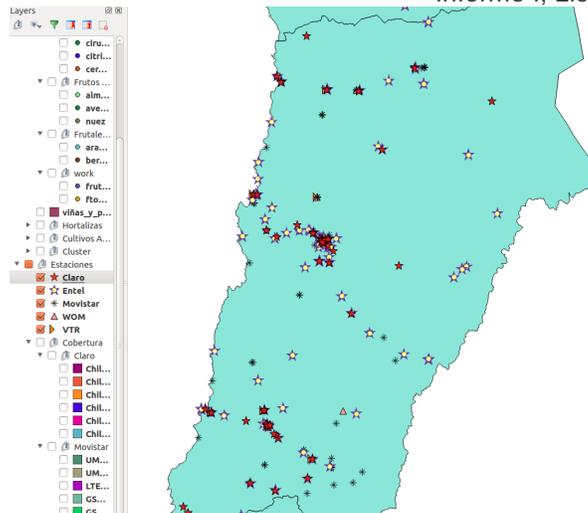


Ilustración 35: Estaciones base región de Copiapó
Fuente: Elaboración Propia, 2016

3.1.1 Cobertura de las Estaciones Base

La cobertura de cada estación base depende de su ubicación geográfica, la morfología del terreno y la tecnología utilizada que se clasifica en:

- 2G 850 Mhz (GPRS, EDGE)
- 2G 1900 Mhz (GPRS, EDGE)
- 3G 850 Mhz (UMTS)
- 3G 1900 Mhz (UMTS)
- 4G 700 Mhz (LTE)
- 4G 2600 Mhz (LTE)

Desde el año 2016, los operadores están entregando información de cobertura en base a polígonos georreferenciados, lo que permite visualizar de mejor forma la cobertura, como se muestra en un ejemplo de cobertura en la Ilustración 36 para la red 2G 1900 Mhz. instalada en el país.

La ilustración 36 muestra un ejemplo de visualización para cobertura 2G, se puede revisar en forma manualmente superponiendo las capas de UMA's con la cobertura y ver las unidades que no tienen cobertura para una tecnología dada.

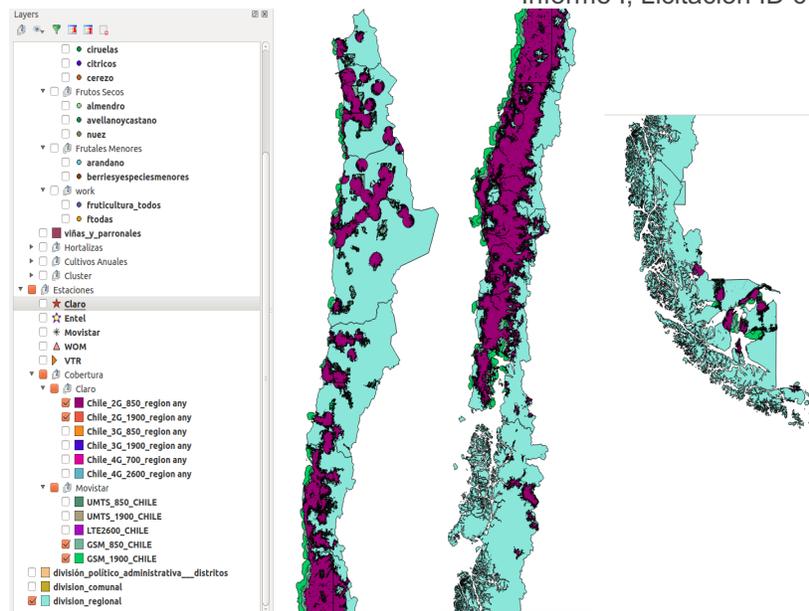


Ilustración 36: Cobertura 2G
Fuente: Elaboración Propia, 2016

3.1.1.1 Metodología basada en cobertura de 3Km

Esta metodología se basa en detectar los sectores donde existe cobertura adecuada para el uso de AP siguiendo la metodología de detección de una estación base a una distancia no mayor a 3km del centro de la UMA, a diferencia de zonas urbanas se puede suponer que al visualizar una estación base se estima como zona cubierta, es decir, “se tiene señal”.

Es necesario precisar que esta metodología es una aproximación y no incorpora una función de castigo de acuerdo a la morfología del terreno, tampoco se cuenta con el tipo de tecnología que tiene cada estación por lo que se asume “cobertura de datos” independiente de cual tecnología se tenga.

Para poder calcular la cobertura se ejecuta un “script” (programa computacional) umacheck.py el cual hace un barrido de todas las UMAs y por medio de una función de cálculo de distancia la distancia al listado de estaciones base, si encuentra una en distancia no mayor a 3km, se considera “punto cubierto”, en caso contrario no.

Siguiendo la metodología, la ilustración 37 presenta la distribución de cobertura total a nivel nacional.

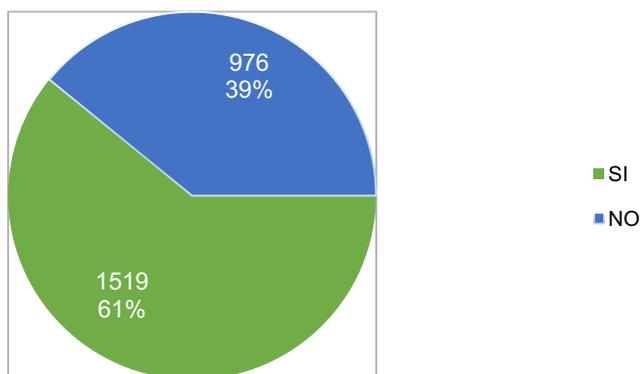


Ilustración 37: Cobertura con método estación base a 3km
Fuente: Elaboración propia, 2016

La ilustración 37 indica una cobertura es solo el 61%, sin embargo, si ampliamos el tamaño del radio para encontrar una estación base a 5km la cobertura aumenta al 85% como se muestra en la Ilustración 38.

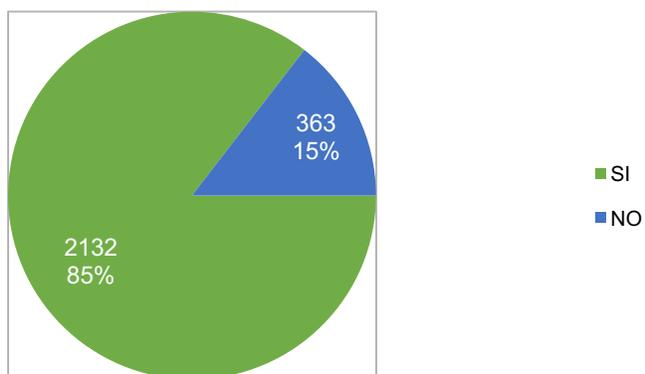


Ilustración 38: Cobertura con método de estación base a 5km
Fuente: Elaboración Propia, 2016

Esta metodología si bien no es exacta y tiene incertezas, es una primera aproximación para la estimación de cobertura.

3.1.1.2. Metodología basada en cobertura de polígonos

Esta metodología se basa en detectar si una UMA está dentro de un área de cobertura (denominada técnicamente polígono de cobertura). El año 2016 Subtel solicita a los operadores la cobertura en formato digital nativo “shapefile” con polígonos de cobertura por región y banda. Uniendo los polígonos entregados por los operadores se generan áreas de cobertura global por banda. Con estos datos se pueden hacer filtros que permiten, por ejemplo, identificar unidades productivas que queden fuera de cobertura 2G en la frontera del Biobío con la Araucanía, como se muestra en la Ilustración 39.

Análogamente, interesa ver la cobertura 3G en la misma área y para la misma especie y se puede observar en la Ilustración 40 que la cobertura es similar o mayor, lo que puede indicar que en algunas estaciones base nuevas no se incorporen tecnología 2G o hayan sido retiradas.

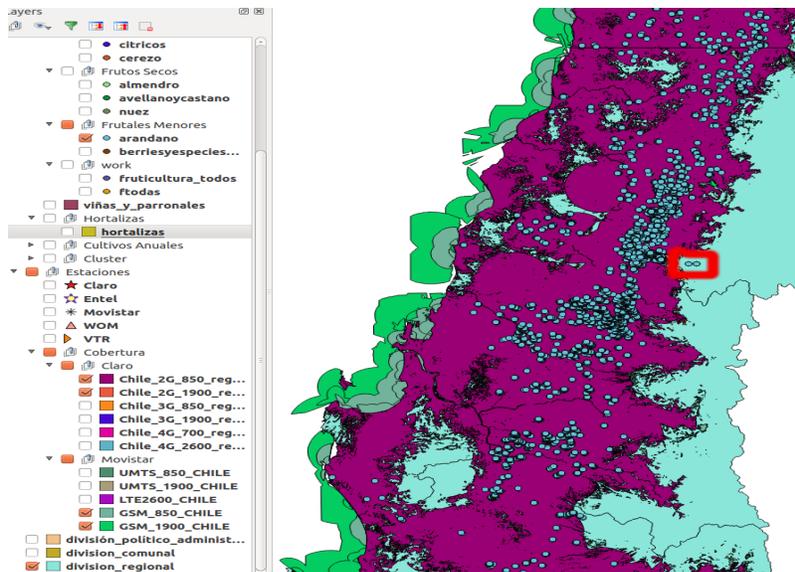


Ilustración 39: Cobertura 2G para unidades productivas de Arándanos
 Fuente: Elaboración propia, 2016

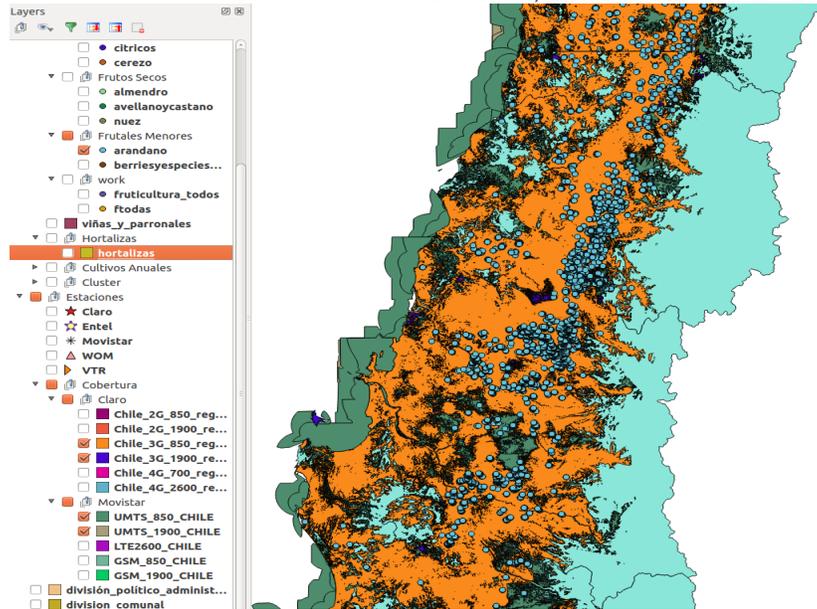


Ilustración 40: Cobertura 3G para Arándano
Fuente Elaboración Propia, 2016

Caso muy distinto es la tecnología 4G que es relativamente nueva y tiene menor cobertura, como muestra la ilustración 41.

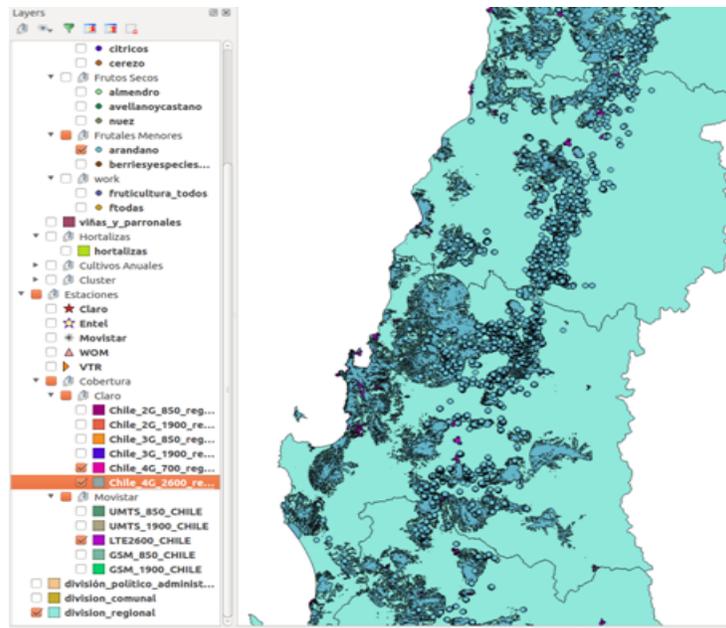


Ilustración 41: Cobertura 4G LTE para Arándano
Fuente: Elaboración propia, 2016

Los ejemplos anteriores se basan en la observación de puntos y áreas en particular, si se requiere generalizar es necesario que esta metodología sea implementada en base a un algoritmo recursivo que detecte para cada UMA si tiene cobertura en dicha tecnología.

Esto fue calculado utilizando un programa computacional adjunto (umacheckcobertura.py) que recorre las 2495 UMAs definidas y revisa si dicho punto tiene cobertura en la banda seleccionada (2G, 3G o 4G). Para ver si tiene cobertura se ejecuta una función de chequeo si está dentro del polígono, por ejemplo, para ver la cobertura 3G se requiere revisar aproximadamente 400.000 polígonos.

El proceso de cálculo es lento y requiere de aproximadamente 3 a 7 días de cálculo por banda, el ejemplo siguiente es el resultado del cálculo de cobertura para todos los operadores Claro, Movistar, Entel y WOM lo que se puede resumir de acuerdo a la Tabla 33. La Tabla indica algunos aspectos que son importantes mencionar:

- La columna IN indica las UMA con cobertura y las OUT sin cobertura.
- La cobertura de tecnología 2G es la que mayor porcentaje tiene. Cabe destacar que para algunas UMAs en el sur del país es del 100% y en la región de Arica es sólo del 52%.
- La cobertura 4G en general es la más baja, su alto porcentaje de cobertura se concentra en la zona central.
- La cobertura 3G en la zona norte del país es menor al 50%.

	2G		3G		4G	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
0015. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	53,33%	46,67%	60,00%	40,00%	60,00%	40,00%
01. REGIÓN DE TARAPACA	80,00%	20,00%	80,00%	20,00%	80,00%	20,00%
03. REGIÓN DE ATACAMA	65,69%	34,31%	60,78%	39,22%	56,86%	43,14%
04. REGIÓN DE COQUIMBO	76,13%	23,87%	69,35%	30,65%	71,29%	28,71%
05. REGIÓN DE VALPARAÍSO	98,13%	1,87%	86,52%	13,48%	94,76%	5,24%
06. REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	98,69%	1,31%	92,17%	7,83%	93,47%	6,53%
07. REGIÓN DEL MAULE	93,30%	6,70%	88,34%	11,66%	78,62%	21,38%
08. REGIÓN DEL BO-BO	99,17%	0,83%	95,58%	4,42%	89,50%	10,50%
09. REGIÓN DE LA ARAUCANA	98,46%	1,54%	85,64%	14,36%	68,21%	31,79%
10. REGIÓN DE LOS LAGOS	100,00%	0,00%	95,83%	4,17%	66,67%	33,33%
14. REGIÓN DE LOS RIOS	100,00%	0,00%	97,10%	2,90%	79,71%	20,29%
RM. REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	99,23%	0,77%	91,19%	8,81%	90,04%	9,96%
TOTAL	93,07%	6,93%	86,41%	13,59%	82,36%	17,64%

Tabla 33: Cobertura basada en metodología de polígonos por banda

Fuente: Elaboración propia, 2016

En la Ilustración 42 se puede visualizar los puntos que están dentro y fuera de las áreas de cobertura de la región de Arica y Parinacota, donde se ven UMAs al este de la comuna de Arica y en la comuna de Camarones.

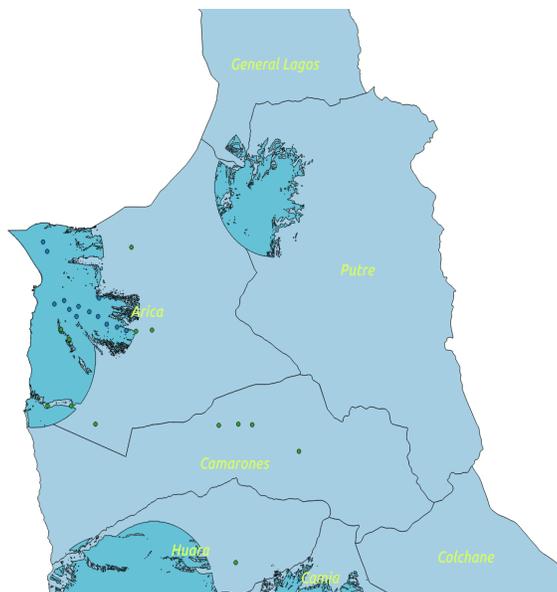


Ilustración 42: Cobertura 2G para las UMA de la región 15
Fuente: Elaboración propia, 2016

La cobertura 3G para las mismas UMA del mapa anterior se visualiza en la Ilustración 43.

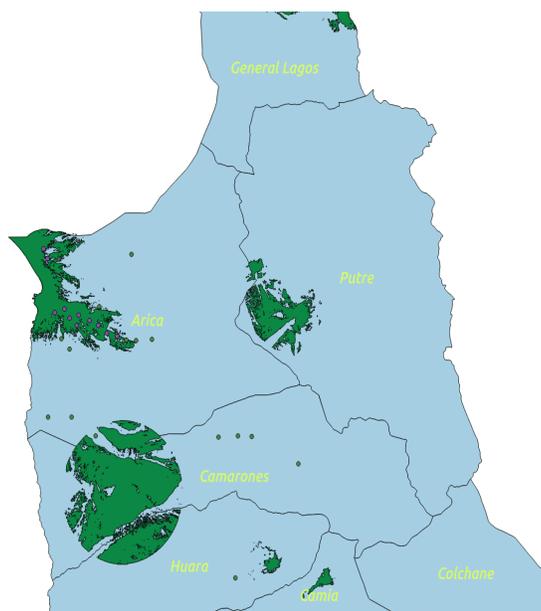


Ilustración 43: Cobertura 3G para las UMA de la región 15
Fuente: Elaboración propia, 2016



Todos los cálculos de cobertura están adjuntos en la planilla “CoberturaComunicaciones” la cual tiene hojas para la cobertura IN y OUT para cada banda.

La cobertura global a nivel nacional para todos los operadores es la siguiente:

2G		3G		4G	
IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
93,07%	6,93%	86,41%	13,59%	82,36%	17,64%

Detalle de las coberturas IN y OUT georreferenciadas están en los archivos:

IN	OUT
data/comunicaciones/cobertura/uma/cobertura2g_in.shp	data/comunicaciones/cobertura/out/cobertura2g_out.shp
data/comunicaciones/cobertura/uma/cobertura3g_in.shp	data/comunicaciones/cobertura/out/cobertura3g_out.shp
data/comunicaciones/cobertura/uma/cobertura4g_in.shp	data/comunicaciones/cobertura/out/cobertura4g_out.shp

Con esta metodología se puede hacer un análisis de cobertura para cada uno de los cultivos frutícolas, agrupando unidades agrícolas por cada especie. Por ejemplo, se agrupan 103 UMAs que contienen en total 855 unidades productivas de arándano para la región de O’Higgins y tiene una cobertura 4G de 97,6%.

En forma adicional se puede hacer análisis particular para cada unidad agrícola de cada especie por región y por banda. El ejemplo de utilización del “script” de cálculo es de acuerdo al siguiente comando:

```
./umacheckcobertura.py -input=uma_arandano6.shp --operador=entel -banda=4G --
output=covertura4g_arandano -logfile=cobertura4g.log
```

Donde los parámetros son los siguientes:

- input: Archivo “shapefile” de la uma a analizar
- banda: 2G, 3G, 4G
- operador: Operador (entel, movistar, wom, claro)
- output: Archivos de salida para cobertura IN y OUT
- logfile: Archivo de salida del programa.

Etapa II: Estimación de demanda prospectiva de consumo de datos a 5, 10 y 20 años.

Capítulo 1. Análisis de escenarios probables a 5, 10 y 20 años de la fruticultura.

En la etapa anterior se logró establecer una línea base para el consumo actual de datos para las tecnologías de IoT, Sistemas Transaccionales y Streaming, sobre las cuales se concluyó que son servicios que requieren ser tratados en forma diferenciada caracterizada por la cantidad de dispositivos en el primer caso y la utilización de banda ancha en el último.

1.1. Factores que intervienen en la demanda de uso de datos

Los factores que intervienen en la demanda futura de uso de datos de variables críticas que influyen, han sido detalladas en estudios anteriores, planteando escenarios 1, 2 y 3, siendo el 1 el más optimista y 3 el más pesimista. Las variables críticas listadas confluyen a un escenario de Ingresos FOB de la fruticultura que fueron aproximadamente 5.000 millones de USD en el año 2015, un escenario más favorable para el 2030 la sitúan en USD 8000 millones y el menos favorable propone un descenso a 4000 millones de USD.

Variables Críticas	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Ingresos FOB de la fruticultura (cercaos a USD 5.000 millones en 2005)	USD 8.000 millones/año	USD 5.000 millones/año	USD 4.000 millones/año
Factores Preponderantes de éxito	<ul style="list-style-type: none"> -La demanda tiene mayor preponderancia sobre las decisiones de qué producir -Mejoramiento de la calidad y uniformidad de la fruta en respuesta a la demanda -Se privilegia la calidad de la fruta por sobre el precio - Se ha hecho un esfuerzo significativo por mejorar la imagen país, cuyo resultado es provechoso. 	<ul style="list-style-type: none"> -La demanda empieza a adquirir mayor preponderancia sobre las decisiones de oferta -Se observa un mejoramiento en la uniformidad de la fruta chilena exportada, se aprovechan nuevas ventanas de comercialización -El país no ha sido capaz de establecer una imagen país potente y atractiva 	<ul style="list-style-type: none"> La decisión de qué producir está determinada por la oferta. Se vende por volumen sin ninguna diferenciación con similares productos de otras procedencias -Elevada heterogeneidad en los envíos, la fruta chilena es superada en tecnología, costos y calidad por Perú y Argentina -La genuinidad varietal es dudosa y la sanidad

Informe I, Licitación ID 606-25-LQ16

			del material es baja
Principales mercados	Principal: Estados Unidos/Canadá; segundo en tamaño: Asia. Se observa una modesta pero creciente penetración en los nichos Premium	Principal: Estados Unidos/Canadá; segundo en tamaño: Europa y posteriormente Asia. Se observa una modesta penetración en los nichos Premium	Principal: Latinoamérica y en algunos meses Estados Unidos. El acceso a Europa y Asia se encuentra en declive
Canales de comercialización	-La venta mediante intermediarios persiste -La venta directa aumenta en un 30% en comparación con 2015	-La venta mediante intermediarios persiste - La venta directa se ha incrementado en un 15% en comparación con 2015	-Comercialización directa, despreciable, el acceso a nichos Premium es ínfimo y el canal de exportación recurrente es mediante brokers.
Principales productos	-La uva de mesa sostiene una tasa de crecimiento pequeña y positiva -El arándano es la segunda fruta en términos de generación de divisas - La tercera especie son las manzanas y posteriormente las paltas, duraznos/nectarinos y luego frutales de nuez -Especies nativas como maqui y murta representan el 1% del total de las exportaciones frutícolas	-La uva de mesa presenta una tasa de crecimiento insignificante debido a su pérdida de competitividad - La manzana es la segunda fruta en términos de generación de divisas -La tercera especie es el arándano y posteriormente las paltas, duraznos/nectarinos y luego frutales de nuez -Especies nativas como maqui y murta representan una fracción despreciable del total	-La principal especie de exportación es la manzana -Se mantiene la exportación de cerezas de variedades antiguas poco interesantes para el mercado -Se exportan otros frutos de carozos, principalmente ciruelas
Incorporación de variedades desarrolladas en Chile y pago de royalties	-un 10% de los huertos consideran variedades y/o patrones desarrollados en Chile -	-Un 5% de los huertos consideran variedades y/o patrones desarrollados en Chile -Un 15 % de las variedades utilizadas para los royalties correspondientes al obtentor.	-El uso de variedades nacionales no alcanza el 1%
Preservación de las condiciones fitosanitarias	Se ha impedido el ingreso de plagas cuarentenarias de consideración desde el al 2024	-No se ha impedido el ingreso de plagas cuarentenarias de consideración, situación ocurrida en el año 2024 y 2027. En 2030 se requieren agresivos tratamientos en origen a causa de plagas.	Aumentó el ingreso de plagas cuarentenarias de consideración en los años 2022, 2028 y 2029. En 2030 solo algunas zonas tienen autorización de exportar a mercados más atractivos

Productividad por adopción de tecnologías	50%	25%	10%
I+D+i	<p>-Tecnologías adoptadas en un 50% de los huertos, lo que ha reducido el impacto de la disponibilidad de mano de obra</p> <p>-Un 90% de los huertos con riego tecnificado</p> <p>-Más de un 15% de los canales se encuentran revestidos</p> <p>-Se ha aumentado en un 40% la capacidad para embalsar agua en comparación al 2015</p> <p>-Se ha mantenido la productividad en la zona central y sur</p> <p>-Se ha mitigado el impacto del cambio climático y sostenido la producción frutícola de las regiones III y IV</p>	<p>-Tecnologías adoptadas en un 25% de los huertos. Situación que parcialmente ha reducido el impacto de la mano de obra en los costos, aunque sigue proporcionalmente muy alto</p> <p>-Un 70% de los huertos con riego tecnificado</p> <p>-Más de un 5% de los canales se encuentran revestidos</p> <p>-Se ha aumentado en un 20% la capacidad para embalsar agua en comparación al 2015</p> <p>-Se ha mantenido la productividad en la zona central y sur</p> <p>-La escasez de agua impide el crecimiento de la fruticultura de las regiones III y IV que, desde 2002 presenta crecimiento negativo</p>	<p>-Tecnologías adoptadas en menos de un 10% de los huertos, lo que ha agudizado el problema de disponibilidad y costo de la mano de obra</p> <p>- Menos del 5% de los canales revestidos, baja eficiencia en el uso de agua. Statu quo en temas de capacidad para embalsar agua</p> <p>-La contribución de la industria a actividades de I+D+i alcanza a 2 centavos de dólar/caja (versus 1 en el año 2015)</p> <p>-El PIB dedicado a ciencia y tecnología es un 0,7% (versus 0,4 en el año 2013)</p> <p>-La inversión estatal en innovación corresponde al 37% del gasto total nacional en la materia, mientras que en el año 2013 alcanzaba un 38%</p>

Tabla 34: Variables críticas según escenario del crecimiento de las fruticultura
Fuente: FIA, Estudio de la Fruticultura Chilena al 2030.

Cada una de las líneas de la Tabla 34, menciona una variable crítica posicionándose en cada uno de los escenarios, por ejemplo hace énfasis en la evolución de los productos, destacando que si se aumenta la producción de arándano sobre la manzana, se hace más probable escenario más positivo, del mismo modo propone criterios de mercados como



las exportaciones y lugar de destino, tratados de libre comercio y canales de comercialización, otro factor importante para un escenario positivo es la I+D, que es una variable que apoya al resto.

En este escenario multivariado lo que se refiere a adopción tecnológica, en particular la variable crítica de “Productividad por adopción de tecnologías”, el estudio plantea que **el mejor escenario significa una adopción del 50%**, es decir **aproximadamente 150 mil hectáreas “sensorizadas”** y dado que esa sensorización requiere de estar conectada a Internet implican directamente una demanda adicional de cobertura y tráfico que se requiere prospectar, para lo cual es necesario proponer una solución estándar para la agricultura de precisión, que permita satisfacer las necesidades de demanda actual y una oferta tecnológica adecuada a éstas y permite además adaptarse a la evolución en el tiempo prospectado.

1.2. Oferta Tecnológica para 5, 10 y 20 años

El escenario de oferta tecnológica para 5, 10 y 20 años evolucionará en todos sus ámbitos sensorización, control y comunicaciones, los dispositivos serán más pequeños, con mayor autonomía, versatilidad en la transmisión de datos y de menor costo y mayor calidad.

Un estudio de Corfo, “Proyecto Smart Agro – Digitalización de Cadenas Agroalimentarias”., como limitante la calidad y cobertura de las redes móviles, en la medida que las coberturas vayan mejorando el crecimiento inicial exponencial para luego sostener un ritmo constante como se muestra en **Ilustración 28: Adopción esperado con indicador ponderado**. Cada vertical tecnológico se estima que tendrá las siguientes tendencias:

Sensorización: Las necesidades de sensorización del tipo IoT (mensajes cortos) son las que más aceleradamente crecerán, principalmente debido a que la oferta actual, que es incipiente, tenderá a empaquetarse un producto comercial apoyada de nuevas soluciones de comunicaciones del tipo LPWA (Sigfox, Lora) se adopten.

Teledetección: La teledetección es tecnológicamente factible hoy, el bajo costo de los “drones” será un incentivo a su utilización, sin embargo, las mayores adopciones de estos vendrán de la mano de soluciones de valor agregado en el procesamiento de imágenes, en vez de la clásica exploración visual mayoritariamente usada hoy.

Ofimática: La ofimática tenderá a ser transaccional y los agricultores utilizarán las soluciones en la nube para desplegar sus aplicaciones. Las aplicaciones móviles como extensión de la ofimática y nuevas soluciones transaccionales para operaciones de campo como cosecha y mantenimiento serán de uso con mayor frecuencia.

Robótica en Agricultura: Si el costo de mano de obra se incrementa y se acompaña con reducción de costos de tecnología, es probable que la utilización de equipos robóticos para la cosecha y teledetección a nivel de campo aumente. Aún están en desarrollo y se espera tener estos equipos a nivel comercial en los próximos años, por lo que la adopción inicial no será en el corto plazo. No se puede afirmar con certeza en cuantos años más se comenzará a utilizar, pero si se considera que los agricultores son del tipo “later adopter”, las primeras experiencias de este tipo serán a partir de unos 10 a 20 años más.

Video Vigilancia: La video vigilancia es una componente que distorsiona los requerimientos de tecnología porque si bien es un requerimiento para “cuidar” el huerto y sus activos, no tiene relación con el crecimiento del fruto en su cadena de valor. Dado que sus consumos de ancho de banda son muy altos respecto del resto de las tecnologías, entonces sería interesante incentivar a los agricultores a buscar otras soluciones para la seguridad de sus huertos. En algunos países, con avanzado desarrollo militar han migrado sus tecnologías de seguridad militar al uso comercial, un ejemplo es la utilización de radares termales que mediante el procesamiento de imágenes pueden detectar personas extrañas, por lo que el tráfico pasaría de ser de “video streaming” a mensajería ante eventos. Luego, es necesario incentivar este tipo de tecnologías o soluciones. Ver Ilustración 44.



Ilustración 44: Tecnología alternativa a video vigilancia
Fuente: Elaboración propia, 2016

La ilustración 45 muestra cómo se irán adoptando las tecnologías en el tiempo y dependerá del escenario en que se encuentre la fruticultura el resto de los cultivos agrícolas y las condiciones del país.



Ilustración 45: Uso de tecnología en 5, 10, 20 años
Fuente: Elaboración Propia, 2016

La agricultura del futuro demandará de comunicaciones que deberán ser clasificadas y proveer soluciones de acuerdo a los requerimientos de transmisión de datos de acuerdo a:

- 1 Mensajes cortos de alta frecuencia
- 2 Sistemas transaccionales para aplicaciones Ofimática, Web y móviles
- 3 Transmisión de imágenes en tiempo real de forma no continua.
- 4 "Streaming", transmisión de tramas de imágenes o audio en tiempo continuo

1.3 Solución estándar para la agricultura de precisión

Se considera una UAP promedio de 10 ha. como se ha definido anteriormente y se asocia el consumo de datos de tecnología digital para esta unidad, para el resto de las unidades agrícolas se tienen similares requerimientos convirtiéndose en una solución de tipo estándar y replicable para las agrupaciones de unidades productivas que conforman una o varias UMAs.

La ilustración 46 presenta una solución estándar de agricultura de precisión.

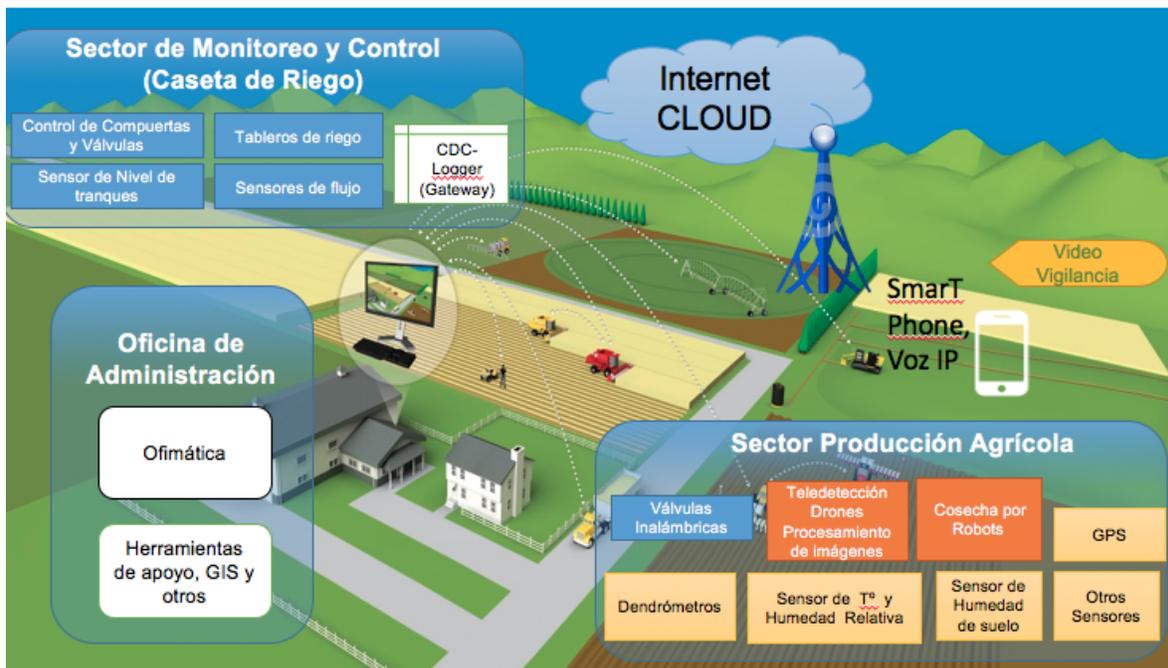


Ilustración 46: Solución estándar para la agricultura de precisión
Fuente: Elaboración Propia, 2016

La ilustración 46 considera la cadena de valor desde el huerto, crecimiento, cosecha y poscosecha. De acuerdo a lo que indica la ilustración 46 se tiene:

- Sector de producción en donde están los frutos y cultivos, en conjunto con su sensorización para vigilar su crecimiento.
- Monitoreo y Control: Más comúnmente llamado “Caseta de Riego” en donde se encuentra toda la sensorización para control y actuación.
- Oficina de Administración: Cada unidad productiva agrícola tiene una oficina destinada a gestionar el personal, procesar registros contables, evaluar, investigar, y muchas otras operaciones transaccionales.

- Conservación Pos cosecha: Es necesario sensorización para inspeccionar el fruto luego de cosechado.
- Otro ítem son las personas y aplicaciones principalmente asociadas a procesos de cosecha y operaciones agrarias como Smart Phone y Voz IP.
- Estación Metereológica: Dispositivo que almacena y registra todas las transacciones medioambientales.
- Conexiones y dispositivos: En la ilustración 46 se visualizan algunas nuevas componentes como antenas de IoT para mensajes cortos.

Capítulo 2. Modelo de Estimación de demanda prospectiva y extrapolación a utilizar

Para estimación de la demanda prospectiva se considera como línea base la estimación de tráfico de una UMA, y que la adopción de tecnología de AP se moverá entre valores del 10% al 50% como concluye lo expuesto en Tabla 35. En la Tabla 35 de adopción para cada escenario se despliegan los valores a 5, 10 y 20 años.

Escenario de ADOPCIÓN de AP				
Escenario	Línea Base	5 años	10 años	20 años
1	0,50%	12,50%	25,00%	50,00%
2	0,25%	6,25%	12,50%	25,00%
3	0,10%	2,50%	5,00%	10,00%

Tabla 35: Escenario de Adopción de AP
Fuente: Elaboración propia, 2016

Si se estima que el mejor escenario en 20 años es de un 50%, se extrapola linealmente a 10 años y 5 años con crecimientos de 25% y 12,5% respectivamente, del mismo modo si el escenario fuera el 2 o el 3, se considera que la adopción a 20 años y luego se extrapola linealmente en 10 y 5 años, la adopción después del 50% seguirá una curva logarítmica como se expuso en 0.

Capítulo 3. Estimación de demanda prospectiva a utilizar de uso de datos en el área de fruticultura.

Considerando lo expuesto, se sensibiliza adoptando escenario 1 a 5 años la demanda de total de recursos de Internet a nivel nacional será de 1.278.951 de sensores de IoT que demandarán 2,7 Gbyte/hora produciendo 1997 GB mensuales, bajo en consideración con la demanda de TS y STR, sin embargo el número de accesos por hora es a lo menos 10 veces mayor.

Es posible también realizar la demanda prospectiva considerando un indicador adicional para los “early adopters”, pero como no se pueden tener datos objetivos para dicho indicador, se utilizó escenarios de adopción e indicadores de adopción según zona geográfica y especie, por lo tanto, para cada especie se tiene un comportamiento distinto de demanda prospectada.

Años	Cantidad Sensores	Accesos / Hora	Tráfico MByte/Hora	Tráfico Mensual GB	Banda Ancha Promedio (Mbps)
IOT					
5	1.270.457	3.067.556	2.691	1.066	6
10	2.540.914	6.135.112	5.382	2.132	12
20	5.081.827	12.270.224	10.764	4.263	24
SISTEMAS TRANSACCIONALES					
5	97.727	131.208	6.319	4.550	14
10	195.455	262.416	12.639	9.100	28
20	390.910	524.833	25.278	18.200	56
STREAMING					
5	135.733	81.440	52.121	37.527	116
10	271.465	162.879	104.243	75.055	232
20	542.930	325.758	208.485	150.109	463

Tabla 36: Estimación de demanda prospectiva para IoT

Fuente: Elaboración Propia, 2016

Este resumen nacional, puede ser desagregado en forma regional y por variedad como se visualiza en la Tabla 37 para una demanda prospectiva a 20 años para IoT.

Etiquetas de fila	HA	lot Cantidad Sensores	lot Accesos / Hora	lot Tráfico / hora (Kbyte)	lot Tráfico Mensual MB	lot Banda Ancha Promedio (Kbps)
0015. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	995	6.480,51	15.647,39	13.726,08	5.436,70	30,50
FRUTA FRESCA	872	5.716,46	13.802,57	12.107,78	4.795,72	26,91
FRUTALES MENORES	117	728,73	1.759,54	1.543,49	611,35	3,43
FRUTOS SECOS		35,32	85,28	74,81	29,63	0,17
						106



01. REGIÓN DE TARAPACA	235	1.498,65	3.618,53	3.174,22	1.257,26	7,05
FRUTA FRESCA	157	1.014,54	2.449,65	2.148,86	851,13	4,78
FRUTALES MENORES	78	484,10	1.168,88	1.025,36	406,13	2,28
03. REGIÓN DE ATACAMA	10.796	70.695,36	170.696,05	149.736,69	59.308,57	332,75
FRUTA FRESCA	10.375	68.079,69	164.380,45	144.196,57	57.114,21	320,44
FRUTALES MENORES	415	2.576,57	6.221,22	5.457,33	2.161,57	12,13
FRUTOS SECOS	6	39,09	94,38	82,79	32,79	0,18
04. REGIÓN DE COQUIMBO	27.776	359.830,37	868.821,18	762.140,71	301.873,07	1.693,65
FRUTA FRESCA	22.867	298.164,03	719.925,97	631.527,98	250.139,23	1.403,40
FRUTALES MENORES	1.246	15.384,52	37.146,39	32.585,27	12.906,56	72,41
FRUTOS SECOS	3.664	46.281,81	111.748,82	98.027,45	38.827,28	217,84
05. REGIÓN DE VALPARAÍSO	47.053	913.752,11	2.206.281,80	1.935.377,73	766.575,54	4.300,84
FRUTA FRESCA	39.576	772.531,91	1.865.301,42	1.636.265,51	648.101,45	3.636,15
FRUTALES MENORES	781	14.442,37	34.871,54	30.589,75	12.116,16	67,98
FRUTOS SECOS	6.695	126.777,82	306.108,84	268.522,47	106.357,92	596,72
06. REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	77.303	1.499.060,80	3.619.527,14	3.175.094,05	1.257.609,51	7.055,76
FRUTA FRESCA	68.152	1.326.487,94	3.202.844,82	2.809.575,16	1.112.832,69	6.243,50
FRUTALES MENORES	1.170	21.360,33	51.575,16	45.242,37	17.919,86	100,54
FRUTOS SECOS	7.981	151.212,52	365.107,16	320.276,52	126.856,97	711,73
07. REGIÓN DEL MAULE	66.596	1.068.274,14	2.579.379,87	2.262.663,98	896.208,96	5.028,14
FRUTA FRESCA	48.246	782.532,76	1.889.448,75	1.657.447,86	656.491,48	3.683,22
FRUTALES MENORES	7.290	111.376,77	268.922,53	235.902,18	93.437,49	524,23
FRUTOS SECOS	11.060	174.364,62	421.008,59	369.313,95	146.279,99	820,70
08. REGIÓN DEL BO-BO	14.973	112.245,48	271.020,08	237.742,17	94.166,28	528,32
FRUTA FRESCA	4.035	31.242,29	75.435,45	66.172,91	26.210,15	147,05
FRUTALES MENORES	7.181	52.574,46	126.942,60	111.355,62	44.106,38	247,46
FRUTOS SECOS	3.757	28.428,73	68.642,02	60.213,63	23.849,76	133,81
09. REGIÓN DE LA ARAUCANA	10.536	79.962,50	193.071,85	169.365,02	67.083,07	376,37
FRUTA FRESCA	3.550	27.700,29	66.883,18	58.670,76	23.238,65	130,38
FRUTALES MENORES	2.235	16.319,12	39.403,01	34.564,81	13.690,63	76,81



Informe I, Licitación ID 606-25-LQ16

FRUTOS SECOS	4.750	35.943,09	86.785,66	76.129,45	30.153,79	169,18
10. REGIÓN DE LOS LAGOS	1.524	11.238,31	27.135,24	23.803,37	9.428,17	52,90
FRUTA FRESCA	44	334,76	808,28	709,04	280,84	1,58
FRUTALES MENORES	1.169	8.547,10	20.637,24	18.103,24	7.170,44	40,23
FRUTOS SECOS	311	2.356,45	5.689,71	4.991,09	1.976,90	11,09
14. REGIÓN DE LOS RIOS	2.703	16.643,14	40.185,35	35.251,09	13.962,45	78,34
FRUTA FRESCA	58	371,29	896,48	786,41	311,48	1,75
FRUTALES MENORES	2.047	12.498,96	30.179,12	26.473,49	10.485,77	58,83
FRUTOS SECOS	598	3.772,89	9.109,75	7.991,19	3.165,20	17,76
RM. REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	48.824	942.145,80	2.274.839,21	1.995.517,14	790.395,90	4.434,48
FRUTA FRESCA	33.452	651.350,01	1.572.704,08	1.379.595,50	546.438,12	3.065,77
FRUTALES MENORES	968	17.951,17	43.343,63	38.021,57	15.059,80	84,49
FRUTOS SECOS	14.404	272.844,62	658.791,50	577.900,07	228.897,98	1.284,22
Total general	309.314	5.081.827,15	12.270.223,68	10.763.592,23	4.263.305,50	23.919,09

Tabla 37: Demanda prospectiva a 20 años
Fuente: Elaboración Propia, 2016

Capítulo 4. Extrapolación de resultados al resto de los productos agrícolas.

Para poder prospectar al resto de los productos agrícolas se extrapola usando los criterios expuestos en 2.3., una prospección extrapolada a 20 años y considerando el escenario 1 (optimista) con 50% de adopción para el resto de los cultivos, teniendo entonces los resultados en la Tabla 38

	Cantidad Sensores	Accesos / Hora	Tráfico / hora (Mbyte)	Tráfico Mensual GB	Banda Ancha Promedio (Mbps)
IOT					
CULTIVOS ANUALES	303.807	733.551	659	474	1,46
HORTALIZAS	65.409	157.933	142	102	0,32
VITIVINICOLA	1.141.908	2.757.170	2.477	1.783	5,50
	1.511.124	3.648.654	3.277	2.360	7,28
TS					
CULTIVOS ANUALES	23.370	31.376	1.511	1.088	3,36
HORTALIZAS	5.031	6.755	325	234	0,72
VITIVINICOLA	87.839	117.932	5.680	4.090	12,62
	116.240	156.063	7.517	5.412	16,70
STR					
CULTIVOS ANUALES	32.458	19.475	12.464	8.974	27,70
HORTALIZAS	6.988	4.193	2.683	1.932	5,96
VITIVINICOLA	121.999	73.199	46.847	33.730	104,11
	161.445	96.867	61.995	44.636	137,77

Tabla 38: Extrapolación nacional de requerimientos de Internet para el resto de la agricultura
Fuente: Elaboración propia, 2016

De la Tabla 38 se tienen que sumar los 1,5 millones de sensores de IoT más 116.240 de TS y 161.445 de STR, lo que equivale en un total 137,77 Mbps de banda ancha promedio. Es interesante observar que los sensores IoT adicionales son principalmente utilizados en la industria vitivinícola que como criterio experto de extrapolación utiliza aproximadamente un 60% de la sensorización IoT de una unidad agrícola productiva frutícola.

La Tabla 39 se visualiza el aporte total de todo el sector agrícola (fruticultura más otros rubros) en Mbyte/hora por región para cada una de los tipos de tecnología.

	IoT Tráfico / hora (Mbyte)	TS Tráfico / hora (Mbyte)	STR Tráfico / hora (Mbyte)	TOTAL MB/hora
0015. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	13,73	32,23	265,87	311,83

Informe I, Licitación ID 606-25-LQ16

01. REGIÓN DE TARAPACA	3,17	7,45	61,48	72,11
03. REGIÓN DE ATACAMA	149,74	351,65	2.900,32	3.401,71
04. REGIÓN DE COQUIMBO	762,14	1.789,84	14.762,27	17.314,26
05. REGIÓN DE VALPARAÍSO	1.935,38	4.545,12	37.487,27	43.967,77
06. REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	3.175,09	7.456,52	61.499,93	72.131,55
07. REGIÓN DEL MAULE	2.262,66	5.313,74	43.826,63	51.403,03
08. REGIÓN DEL BO-BO	237,74	558,32	4.604,94	5.401,01
09. REGIÓN DE LA ARAUCANA	169,37	397,74	3.280,51	3.847,62
10. REGIÓN DE LOS LAGOS	23,80	55,90	461,06	540,76
14. REGIÓN DE LOS RIOS	35,25	82,79	682,80	800,83
RM. REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	1.995,52	4.686,36	38.652,14	45.334,01
SUB TOTAL FRUTICOLA	10.763,59	25.277,67	208.485,22	244.526,48
	lot Tráfico / hora (Mbyte)	TS Tráfico / hora (Mbyte)	STR Tráfico / hora (Mbyte)	TOTAL MB/Hora
0015. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	2,25	5,29	43,65	51,19
01. REGIÓN DE TARAPACA	1,27	2,98	24,61	28,86
02. REGIÓN DE ANTOFAGASTA	0,33	0,76	6,30	7,38
03. REGIÓN DE ATACAMA	6,81	16,00	131,97	154,78
04. REGIÓN DE COQUIMBO	203,58	478,09	3.943,18	4.624,85
05. REGIÓN DE VALPARAÍSO	194,34	456,40	3.764,27	4.415,00
06. REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS	944,89	2.219,01	18.301,99	21.465,90
07. REGIÓN DEL MAULE	1.022,44	2.401,14	19.804,11	23.227,69
08. REGIÓN DEL BO-BO	256,59	602,58	4.969,93	5.829,09
09. REGIÓN DE LA ARAUCANA	160,77	377,56	3.114,01	3.652,33
10. REGIÓN DE LOS LAGOS	26,18	61,49	507,16	594,84
11. REGIÓN DEL GENERAL CARLOS IBAÑEZ DEL CAMPO	0,43	1,00	8,27	9,69
12. REGIÓN DE MAGALLENES Y ANTARTICA CHILENA	0,06	0,14	1,14	1,34
14. REGIÓN DE LOS RIOS	18,34	43,06	355,16	416,55
RM. REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	362,38	851,03	7.019,09	8.232,49
SUB TOTAL RESTO AGRICULTURA	3.200,64	7.516,53	61.994,82	72.711,99
TOTAL AGRICOLA	13.964,23	58.032,19	478.637,90	561.381,02

Tabla 39: Extrapolación nacional de requerimientos de Internet para toda la agricultura desagregada a nivel nacional.

Fuente: Elaboración propia, 2016

La Tabla 39 resume que el aporte nacional agrícola para un escenario optimista a 20 años, será aproximadamente de **561 GB/hora** para toda la agricultura.

La metodología propuesta puede ser sensibilizada y ajustada en la planilla de distintas formas, primero estableciendo el escenario y luego la prospección a utilizar como se muestra en el recuadro de la hoja "Adopción" en la Tabla 40.

Parámetros de sensibilización	
Escenario	1
Prospección	20 años

Tabla 40: Parámetros de sensibilización
Fuente: Elaboración propia, 2016

De forma análoga es posible cambiar los criterios de extrapolación como se muestra en la Tabla 41.

INDICADOR EXTRAPOLACIÓN Y PESOS ASOCIADOS A TECNOLOGÍA			
INDICADOR	IOT	TS	VS
CULTIVOS ANUALES	5,00%	5,00%	2,00%
HORTALIZAS	5,00%	5,00%	2,00%
VITIVINICOLA	60,00%	25,00%	10,00%

Tabla 41: Sensibilización con indicadores de Extrapolación
Fuente: Elaboración propia, 2016

Finalmente, si se quiere sensibilizar y plantear extrapolaciones en la dimensión relacionada con la cantidad de sensores y número de accesos por hora, es posible cambiar parámetros en la hoja TUnidadProductiva.



Anexos N °1

Encuesta

Diagnóstico Utilización Tecnología en Agricultura

Datos Generales

Dirección de email *

Dirección de correo electrónico válida

Este formulario está recopilando direcciones de correo electrónico. [Cambiar la configuración](#)

Razón Social

Texto de respuesta breve

RUT *

Texto de respuesta breve

Comuna *

Texto de respuesta breve

Región *

Texto de respuesta breve

Especies cultivadas y Superficie (ha) *

Texto de respuesta largo



Manejo de Información y Tecnología

Descripción (opcional)

Recomendaciones de manejo de huerto realizadas por *

- Asesor externo
- Exportadora
- Administrador
- Otros

Grado de capacitación del administrador del predio *

- Técnico
- Profesional
- Educación Media Completa
- Educación Básica completa
- Ninguna de las anteriores



¿Que instrumentos utiliza para gestión de riego? *

- Evaluación de Calicatas
- Lectura Tensiómetros
- Reposición de bandeja
- Dendrómetros
- Estación meteorológica
- Ninguna de las anteriores
- Sensores de Humedad
- Otra...

Cuenta con buena conectividad de Internet en su predio *

- Si
- No

Tiene algún tipo de sensor (humedad de suelo, clima, nivel de tranque) conectados y monitoreado a través de Internet. *

- Si
- No

% de superficie (ha) monitoreado mediante sensores conectados a Internet *

Texto de respuesta breve

¿Tiene monitoreo de su predio con cámaras? *

- Si
- No



¿Instalaría sondas de monitoreo de humedad? *

- Si
- No

¿Cree que la implementación de Tecnologías para la Agricultura de precisión lo ayudarían a mejorar la productividad de su huerto? *

- Si
- No

¿Cree que la implementación de Tecnologías para la Agricultura de precisión lo ayudarían a disminuir los costos de operación de su predio?

- Si
- No
- Otra...

Si existiera el servicio de monitoreo de su huerto por Dron, ¿implementaría el

Si

No

Tal vez

Agregar una opción o [AGREGAR "OTROS"](#)

... Opción múltiple

Obligatoria

Teledetección de plagas y enfermedades, ¿sería de su interés un servicio de este tipo? *

- Si
- No
- Tal vez

Anexo N° 2

Herramienta GIS

Para este proyecto se utilizó QGIS, Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre para plataformas GNU/Linux, Unix, Mac OS, Microsoft Windows y Android.

- Soporte para la extensión espacial de PostgreSQL, PostGIS.
- Manejo de archivos vectoriales Shapefile, ArcInfo coverages, Mapinfo, GRASS GIS, etc.
- Soporte para un importante número de tipos de archivos Raster (GRASS GIS, GeoTIFF, TIFF, JPG, etc.)
- Una de sus mayores ventajas es que permite la integración de “plugins” desarrollados tanto en C++ como Python para análisis de propósito específico.

La Ilustración 43 muestra la versión de software utilizado.

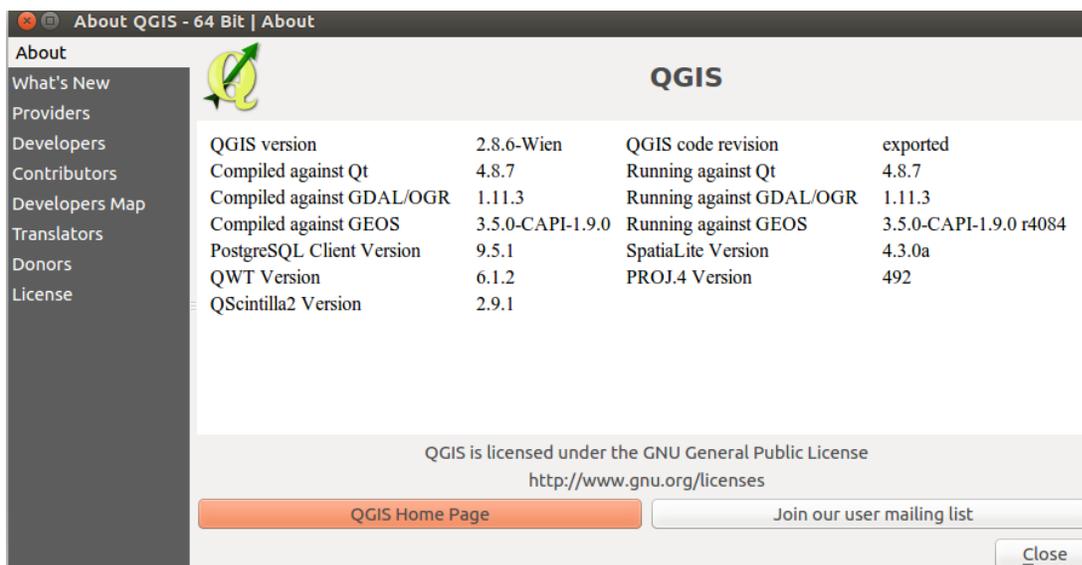


Ilustración 32: Software GIS

Entregables y Capas GIS

La carpeta de respaldo digital workspace/iotagro/ tiene todos los archivos necesarios de este proyecto que se denominan “entregables”.

Agrupación de Capas

- a. Agricultura:
 - Levantamiento de las UAP agrícolas clasificadas por variedad y especie, se incluyen también las viñas, cultivos anuales y hortalizas.
 - Capa de UMA, y cobertura de telecomunicaciones para cada una
- b. Comunicaciones: Información levantada desde Subtel que contiene capas de estaciones base y cobertura.
- c. Google: Capas de para visualización cartográfica
- d. País: Capas de apoyo con división regional, comunal y distrital.

Listado de Shapefile Generados

El listado a continuación de los archivos shape generados para el proyecto.

./data/agricultura/fruticultura/tfruticultura.shp
 Coordinadas de Referencia: EPSG: 4326, WGS 84

Campo	Descripción
LONGITUDE	Longitud en formato decimal
LATITUDE	Latitud en formato decimal
ESPECIE	Especie de fruta
VARIEDAD	Variedad de la fruta
ANO_PLANTA	Año de Plantación
ASOCIACION	Campo de Asociación no utilizado
REINJERTO	Si es reinjertado o no
SIST_PLANT	Sistema de Plantación
SIST_CONDU	Sistema de Conducción
POLINIZA	Datos de polinización
DIST_ENTRE	Distancia entre arboles
DIST_SOBRE	Distancia sobre arboles
NUM_ARBOL	Numero de Arboles
SUP_BLOQUE	Superficie en Hectáreas
MET_RIEGO	Método de Riego
MET_CONDUC	Método de Conducción de Riego
REGION	Región
NUM_BLOQUE	Numero de Bloque
NUM_HILERA	Número de Hilera

INDEXUMA	Indicador
TIPO_VARIEDAD	Tipo de Variedad (Fruta Fresca, Fruta Seca, Furtales Menores)
SUBTIPO_VARIEDAD	Sub Tipo de Variedad (Almendro, Arandano, Avellano y Castaño, Berries y Especies Menores, Cerezos, Ciruelas, Cítricos, Duraznos y Nectarines, Kiwi, Nuez, Olivo, Paltas, Pomáceas, Uva de Mesa)
NOMBRE_REGION	Nombre de la región
UMA	Unidad Minina de Análisis a la que corresponde
TIPO_RIEGO	Tipo de Riego (SIN TECNIFICAR, TECNIFICADO)
B2G	Banda 2G (1 Con Cobertura, 0 Sin Cobertura)
B3G	Banda 3G (1 Con Cobertura, 0 Sin Cobertura)
B4G	Banda 4G (1 Con Cobertura, 0 Sin Cobertura)

Filtros por variedad:

En la aplicación cartográfica que se utilice se pueden aplicar filtros para ver puntos característicos como sub tipos de variedad de acuerdo a la tabla siguiente:

VARIEDAD	FILTRO
ALMENDRO	"SUBTIPO_VA"="ALMENDRO"
ARANDANO	"SUBTIPO_VA"="ARANDANO"
AVELLANO Y CASTAÑO	"SUBTIPO_VA"="AVELLANO Y CASTAÑO"
BERRIES Y ESPECIES MENORES	"SUBTIPO_VA"="BERRIES Y ESPECIES MENORES"
CEREZO	"SUBTIPO_VA"="CEREZO"
CIRUELAS	"SUBTIPO_VA"="CIRUELAS"
CÍTRICOS	"SUBTIPO_VA"="CÍTRICOS"
DURAZNOS Y NECTARINAS	"SUBTIPO_VA"="DURAZNOS Y NECTARINAS"
KIWI	"SUBTIPO_VA"="KIWI"
NUEZ	"SUBTIPO_VA"="NUEZ"
OLIVO	"SUBTIPO_VA"="OLIVO"
PALTAS	"SUBTIPO_VA"="PALTAS"
POMÁCEAS	"SUBTIPO_VA"="POMÁCEAS"
UVA DE MESA	"SUBTIPO_VA"="UVA DE MESA"

Filtros Especiales

Se pueden aplicar filtros especiales, por ejemplo,.

- Arándanos sin cobertura: "SUBTIPO_VA"="ARANDANO" AND ("B2G"=0 AND "B3G"=0 AND "B4G"=0)
- Arándanos con cobertura 4G "SUBTIPO_VA"="ARANDANO" AND "B4G"=1



data/agricultura/uma/tuma.shp
Coordenadas de Referencia: EPSG: 4326, WGS 84

Campo	Descripción
UMA	Unidad Minina de Análisis
REGION	Región
LONGITUDE	Longitud en formato decimal
LATITUDE	Latitud en formato decimal
B2G	Banda 2G (1 Tiene Cobertura, 0 Sin Cobertura)
B3G	Banda 3G (1 Tiene Cobertura, 0 Sin Cobertura)
B4G	Banda 4G (1 Tiene Cobertura, 0 Sin Cobertura)
DISTSITIO	Distancia la sitio de la troncal TNIT en KM
SITIO	Nombre del Sitio de la troncal TNIT
HA	Numero de Hectareas
IOTNSLB	Numero de Sensores IoT Linea Base
IOTAHLB	Numero de Accesos Hora lot Linea Base
IOTMBLB	Mega Bytes / Mes IoT Linea Base
IOTNS5A	Numero de Sensores IoT 5 años
IOTAH5A	Numero de Accesos Hora lot 5 Años
IOTMB5A	Mega Bytes / Mes IoT 5 Años
IOTNS10A	Numero de Sensores IoT 10 años
IOTAH10A	Numero de Accesos Hora IoT 10 Años
IOTMB10A	Mega Bytes / Mes IoT 10 Años
IOTNS20A	Numero de Sensores IoT 20 años
IOTAH20A	Numero de Accesos Hora IoT 20 Años
IOTMB20A	Mega Bytes / Mes IoT 20 Años
TSNSLB	Numero de Sensores Transaccionales Linea Base
TSAHLB	Numero de Accesos Hora Transaccional Linea Base
TSGBLB	Giga Bytes / Mes Transaccional Linea Base
TSNS5A	Numero de Sensores Transaccional 5 años
TSAH5A	Numero de Accesos Hora Transaccional 5 Años
TSGB5A	Giga Bytes / Mes Transaccional 5 Años
TSNS10A	Numero de Sensores Transaccional 10 años
TSAH10A	Numero de Accesos Hora Transaccional 10 Años
TSGB10A	Giga Bytes / Mes Transaccional 10 Años
TSNS20A	Numero de Sensores Transaccional 20 años
TSAH20A	Numero de Accesos Hora Transaccional 20 Años
TSGB20A	Giga Bytes / Mes Transaccional 20 Años
STRNSLB	Numero de Sensores Streaming Linea Base
STRAHLB	Numero de Accesos Hora Streaming Linea Base
STRGBLB	Giga Bytes / Mes Streaming Linea Base
STRNS5A	Numero de Sensores Streaming 5 años



STRAH5A	Numero de Accesos Hora Streaming 5 Años
STRGB5A	Giga Bytes / Mes Streaming 5 Años
STRNS10A	Numero de Sensores Streaming 10 años
STRAH10A	Numero de Accesos Hora Streaming 10 Años
STRGB10A	Giga Bytes / Mes Transaccional 10 Años
STRNS20A	Numero de Sensores Transaccional 20 años
STRAH20A	Numero de Accesos Hora Transaccional 20 Años
STRGB20A	Giga Bytes / Mes Transaccional 20 Años

Filtros Especiales

Se pueden aplicar filtros especiales, por ejemplo,.

- UMA sin Cobertura: ("B2G"=0 AND "B3G"=0 AND "B4G"=0)
- UMA con Cobertura 4G: "B4G"=1

Listado de Shapefile de trabajo y apoyo

./data/comunicaciones/estacionesbase/ (Formato: EPSG: 4326, WGS 84)

EstacionesVTR.shp
 EstacionesWOM.shp
 subteleestacionesbasefija2016.shp
 EstacionesEntel.shp
 EstacionesMovistar.shp
 EstacionesClaro.shp

./data/comunicaciones/areacobertura/wom/4G/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

WOM_LTE_Region I.shp
 WOM_LTE_Region II.shp
 WOM_LTE_Region III.shp
 WOM_LTE_Region IV.shp
 WOM_LTE_Region IX.shp
 WOM_LTE_Region V.shp
 WOM_LTE_Region VI.shp
 WOM_LTE_Region VII.shp
 WOM_LTE_Region VIII.shp
 WOM_LTE_Region VIII_1.shp
 WOM_LTE_Region X.shp
 WOM_LTE_Region XI.shp
 WOM_LTE_Region XII.shp
 WOM_LTE_Region XIII.shp
 WOM_LTE_Region XIV.shp
 WOM_LTE_Region XV.shp

./data/comunicaciones/areacobertura/wom/3G/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

WOM_UMTS_Region XV.shp
 WOM_UMTS_Region I.shp
 WOM_UMTS_Region II.shp
 WOM_UMTS_Region III.shp
 WOM_UMTS_Region IV.shp
 WOM_UMTS_Region IX.shp
 WOM_UMTS_Region V.shp
 WOM_UMTS_Region VI.shp
 WOM_UMTS_Region VII.shp
 WOM_UMTS_Region VIII.shp
 WOM_UMTS_Region X.shp
 WOM_UMTS_Region XI.shp



WOM_UMTS_Region XII.shp
WOM_UMTS_Region XIII.shp
WOM_UMTS_Region XIV.shp

./data/comunicaciones/areacobertura/wom/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

WOM_TEST_LINE.shp

./data/comunicaciones/areacobertura/movistar/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

GSM_850_CHILE.shp
GSM_1900_CHILE.shp
LTE2600_CHILE.shp
UMTS_850_CHILE.shp
UMTS_1900_CHILE.shp

./data/comunicaciones/areacobertura/claro/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

Chile_4G_2600_region.shp
Chile_2G.shp
Chile_4G_700_region.shp
Chile_3G_1900_region.shp
Chile_3G_850_region.shp
Chile_2G_1900_region.shp
Chile_2G_850_region.shp

./data/comunicaciones/areacobertura/entel/3G/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

Cob_3G_1900_trim_IX_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_I_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_IX_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_XIV_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_III_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_III_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_VIII_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_VIII_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_VI_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_XII_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_XI_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_VI_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_XIII_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_I_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_XIII_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_XII_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_IV_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_IV_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_VII_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_VII_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_V_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_V_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_XV_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_II_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_II_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_X_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_X_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_XV_contour_region.shp
Cob_3G_1900_trim_XI_contour_region.shp
Cob_3G_900_trim_XIV_contour_region.shp
./data/comunicaciones/areacobertura/entel/4G/
LTE700_I_contour_region.shp



LTE2600_XV_contour_region.shp
LTE700_II_contour_region.shp
LTE2600_XII_contour_region.shp
LTE2600_XI_contour_region.shp
LTE2600_I_contour_region.shp
LTE2600_IX_contour_region.shp
LTE2600_XIV_contour_region.shp
LTE2600_III_contour_region.shp
LTE2600_VIII_contour_region.shp
LTE700_VIII_contour_region.shp
LTE2600_VI_contour_region.shp
LTE700_VI_contour_region.shp
LTE700_RM_contour_region.shp
LTE2600_RM_contour_region.shp
LTE2600_IV_contour_region.shp
LTE2600_VII_contour_region.shp
LTE700_V_contour_region.shp
LTE2600_V_contour_region.shp
LTE2600_II_contour_region.shp
LTE2600_X_contour_region.shp

./data/comunicaciones/areacobertura/entel/2G/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

Cob_2G_1900_trim_XV_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_I_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_II_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_IX_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_XIV_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_III_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_VIII_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_VI_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_XIII_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_IV_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_XII_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_VII_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_XI_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_V_contour_region.shp
Cob_2G_1900_trim_X_contour_region.shp

./data/comunicaciones/areacobertura/entel/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

entel_chile_2g.shp
entel_chile_3g.shp
entel_chile_4g.shp

./data/comunicaciones/areacobertura/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

cobertura2g.shp
cobertura4g.shp
cobertura3g.shp
cobertura3g_chile.shp

./data/pais/division_regional/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

division_regional_chile.shp
division_regional.shp

./data/pais/division_comunal/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

division_comunal.shp
division_comunal_chile.shp



./data/pais/división_político_administrativa__distritos/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

división_político_administrativa__distritos.shp
./data/agricultura/hortalizas/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

hortalizas.shp
./data/agricultura/fruticultura/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

fruticultura.shp
./data/agricultura/vinasyparronales/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

viñas_y_parronales/viñas_y_parronales.shp
./data/agricultura/cultivos/cultivos_anuales__leguminosas_y_tubérculos/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

cultivos_anuales__leguminosas_y_tubérculos.shp
./data/agricultura/cultivos/cultivos_anuales__cereales/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

cultivos_anuales__cereales.shp
./data/agricultura/cultivos/cultivos_anuales__industriales/ (Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

cultivos_anuales__industriales.shp
./data/agricultura/uma/ (Formato: EPSG: 4326, WGS 84)
tuma.shp

(DVD Entregado Por SUBTEL: Formato EPSG: 32179, WGS 83 / UTM zone 195)

./data/data.subtel/TNIT Shp v7/Fibra Submarina/
Sitios_Fibra_Submarina.shp
Trazado_Fibra_Submarina.shp
./data/data.subtel/TNIT Shp v7/Enlaces MMOO/
Trazados_MMOO.shp
Sitios_MMOO.shp
./data/data.subtel/TNIT Shp v7/Fibra Terrestre/Sitios/
Sitios_Adicionales_de_Repeticion.shp
Capitales_Comunales.shp
Sitios_Santiago.shp
Sitios_Sobre_5000_Habitantes.shp
Pasos_Fronterizos.shp
Mineras.shp
Observatorios_Astronomicos.shp
./data/data.subtel/TNIT Shp v7/Fibra Terrestre/Trazados/
Tendido_Aereo.shp
Soterrado_Ciudades.shp
Soterrado_Areas_Protegidas.shp
Soterrado_Bosques.shp
Trazados_Completos.shp
Soterrado_Limite_30k.shp
./data/data.subtel/TNIT Shp v7/Fibra Terrestre/
Sitios.shp
Sitios_4326.shp
./data/data.subtel/



Adjuntos

Se adjunta un “Pendrive” que contiene:

Informes

Informe-I/InformeI-ID-606-25-LQ16

Planillas de Cálculo

Calculos/CalculosUMAFruticula
Calculos/CalculosUMARestoAgro
Calculos/CoberturaComunicaciones
Calculos/Savtec-TablaResultadosFinalEtapa1y3

Proyecto GIS (gissubtel)

lotagro/iotagro.qgs

Datos GIS

lotagro/data/

Programas

scripts/umacheckcobertura.py
scripts/umacheck.py
scripts/umagroup.py

Bibliografía

1. FAO (1997). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Capítulo III. La Agroindustria y el desarrollo económico.
2. ONU (2009), Departamento de asuntos económicos y sociales división de estadística (2005). Informes Estadísticos Serie M, N° 4 Rev. 3.1 Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas.
3. Ema Budinich (2015). Proyecciones económicas 2016 para la Agricultura.
4. ODEPA Oficina de estudios y políticas públicas (2012). Comercialización de productos hortofrutícolas en la pequeña agricultura.
5. ODEPA Oficina de estudios y políticas públicas (2009). Oficina de estudios y políticas agrarias. Agricultura en Cifras: Análisis del VII Censo Agropecuario y Forestal.
6. ODEPA Oficina de estudios y políticas públicas (2016) Evolución de las exportaciones silvoagropecuarias en acuerdos: Período 2006-2005.
7. ODEPA, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2015). Panorama de la agricultura chilena
8. MINAGRI, FAO, Consejo de Decanos de Facultades de Agronomía Informe. (2011). Informe Técnico Final: “Valorización Económica de la Actividad Silvoagropecuaria y sus Encadenamientos Productivos (TCP/CHI/3302)”, Santiago, Chile.
9. ODEPA, Oficina de estudios y políticas públicas (2016). Ficha Nacional, septiembre 2016.
10. Qualitas Agroconsultores (2009). Estudio de caracterización de la pequeña agricultura a partir del VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.
11. ODEPA-INDAP (2005). Documento de trabajo N°9. Agricultura chilena: Características sociales de los productores según tipología, sexo y localización geográfica.
12. ODEPA Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2014) Agricultura Chilena 2014: una perspectiva de mediano plazo.
13. Banco Mundial, Gobierno de Chile (2011). Sistema de Innovación de la Agricultura Chilena, “Un Plan de Acción hacia el 2030”
14. CORFO (2016). Proyecto Smart AGro. Digitalización de cadenas Agroalimentarias.
15. INAPI (2010). Boletín patentamiento en el clúster de la fruticultura primaria. Análisis de presentaciones realizadas.
16. ODEPA (2016), Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Boletín regional de exportaciones silvoagropecuarias. Avance mensual enero a julio.
17. ODEPA, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2016). La eficiencia Técnica y una aproximación a sus determinantes: una medida para mejorar la productividad en la fruticultura nacional.
18. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2014. Manual de agricultura de precisión por IICA
19. FIA (2008) Tecnologías aplicables en Agricultura de Precisión. Uso de tecnología de precisión en evaluación, diagnóstico y solución de problemas productivos. Primera edición, Chile.

20. Katsuhiko Ogata (1974), Ingeniería de control moderna. 2003
21. Rogers E. M. (1962) Diffusion of innovations. New York.
22. FIA (2008) "Tecnologías de Información y Comunicación aplicadas en el mundo rural", Fundación para la Innovación Agraria Santiago, Primera Edición.
23. CONICYT (2013). El sector Frutícola, Capacidades de Investigación y áreas de desarrollo científico.

Bibliografía Complementaria

24. ODEPA (2015) Boletín Frutícola 2015.
25. ODEPA Departamento de Política Agraria (2014). Evolución del consumo aparente de los principales alimentos en Chile
26. Fundación Sol (2008). Cuadernos de investigación N°8: Caracterización del Sector Agroexportador Chileno: Una mirada general.
27. FIA Serie Estudios para la Innovación (2015), La fruticultura chilena al 2030. Principales desafíos tecnológicos para mejorar su competitividad. Primera edición.
28. IICA, PROCISUR (2014) Manual de agricultura de precisión. Montevideo.
29. Odepa Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2012). Panorama de la Agricultura Chilena.
30. OCDE-FAO (2013), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2013-2022, Texcoco, Estado de México, Universidad Autónoma Chapingo.
31. FAO (1997) El estado mundial de la agricultura y la alimentación, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma, Italia.
32. Carmona A, Nahuelhual L. (2009) Tipificación y caracterización de sistemas prediales: caso de estudio en Ancud, Isla de Chiloé. Agrosur 37(3) 189-199.
33. Ciren - ODEPA (2016) Catastro Frutícola Nacional 2016

Enlaces Externos Complementarios

1. R1 <http://www.odepa.cl/rubro/frutas-frescas/>
2. R2 <http://h.ladiscusion.cl/index.php/agro/47342-los-numeros-tras-los-cultivos-mas-rentables-de-la-zona>
3. R3 <http://www.nosmagazine.cl/zona-agro/zona-agro-nuble-159/>
4. R4 <http://www.cca.org.mx/apoyos/ap084/modulo2/Anexo%201%20El%20ciclo%20de%20la%20encuesta.pdf>
5. R5 https://docs.google.com/a/savtec.cl/forms/d/1ONXU0a3_xNoWwmmSx7KxInVsrth2ZHBnhU3Qj0SZ8/edit?ts=582b637f#responses
6. R5 <http://unstats.un.org/unsd/cr/registry/regcst.asp?Cl=2&Lg=3>