



**FORMULARIO DE POSTULACIÓN
ESTUDIOS Y PROYECTOS DE INNOVACIÓN EN AGRICULTURA
SUSTENTABLE
2015-2016**

CONTENIDO

SECCIÓN I: ANTECEDENTES GENERALES DE LA PROPUESTA.....	5
1. NOMBRE DE LA PROPUESTA	5
2. SECTOR, SUBSECTOR Y RUBRO EN QUE SE ENMARCA LA PROPUESTA	5
3. PERÍODO DE EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA.....	5
4. LUGAR DEL PAÍS EN QUE SE LLEVARÁ A CABO LA PROPUESTA	5
5. ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO DE LA PROPUESTA	5
6. CUADRO DE COSTOS TOTALES CONSOLIDADO	6
SECCIÓN II: COMPROMISO DE EJECUCIÓN DE PARTICIPANTES.....	7
7. ENTIDAD POSTULANTE.....	7
8. ASOCIADO (S)	8
SECCIÓN III: ANTECEDENTES GENERALES DE LA ENTIDAD POSTULANTE, ASOCIADO(S) Y COORDINADOR DE LA PROPUESTA.....	10
9. IDENTIFICACION DE LA ENTIDAD POSTULANTE	10
9.1. Antecedentes generales de la entidad postulante	10
9.2. Representante legal de la entidad postulante	10
9.3. Realice una breve reseña de la entidad postulante	11
9.4. Indique si la entidad postulante ha obtenido cofinanciamiento de FIA u otras agencias del Estado relacionados con la temática de la propuesta.	12
9.5. Si la respuesta anterior fue SI, entregue la siguiente información para un máximo de cinco adjudicaciones (inicie con la más reciente).....	12
10. IDENTIFICACIÓN DEL(OS) ASOCIADO(S)	12
10.1. Asociado 1	12
10.2. Representante legal del(os) asociado(s)	13
10.3. Realice una breve reseña del(os) asociado(s)	13
11. IDENTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DE LA PROPUESTA.....	14
11.1. Marque con una X si el coordinador de la propuesta pertenece o no a la entidad postulante ...	16
11.2. Reseña del coordinador de la propuesta	16
11.3 Indique la vinculación del coordinador con la entidad postulante en el marco de la propuesta..	16
12. RESUMEN EJECUTIVO DE LA PROPUESTA	17

13. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA	18
13.1 Objetivo general.....	18
13.2 Objetivos específicos.....	18
14. JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA PROPUESTA.....	19
14.1. Identifique y describa claramente el problema y/u oportunidad que dan origen a la propuesta. ..	
14.2 Justifique la relevancia del problema y/u oportunidad identificada para el sector económico (agrario, agroalimentario y forestal) en el cual se enmarca la propuesta.	19
14.3. Justifique la relevancia del problema y/u oportunidad identificada para la pequeña y mediana agricultura, pequeña y mediana empresa.	20
15. NIVEL DE INNOVACIÓN	20
15.1 Describa la innovación que se pretende desarrollar y/o incorporar en la propuesta para abordar el problema y/u oportunidad identificado, señalando adicionalmente el grado de novedad de la solución innovadora en relación a productos, procesos productivos, comerciales y/o de gestión, de acuerdo al desarrollo nacional e internacional.....	20
15.2 Indique el estado del arte de la innovación propuesta a nivel internacional, indicando las fuentes de información que lo respaldan.	21
15.3. Indique el estado del arte de la innovación propuesta a nivel nacional, indicando las fuentes de información que lo respaldan.	22
16. MÉTODOS.....	23
16.1 Identifique y describa detalladamente los procedimientos, técnicas de trabajo y tecnologías que se utilizarán para alcanzar cada uno de los objetivos específicos definidos en la propuesta.	23
16.2 Describa las metodologías y actividades propuestas para difundir los resultados (intermedios y finales) del proyecto a los actores vinculados a la temática de la propuesta, identificando el perfil, tipo de actividad, lugares y fechas.	49
16.3 Indique si existe alguna restricción legal o condiciones normativas que puedan afectar el desarrollo y/o implementación de la innovación. En caso de existir alguna restricción o condición normativa describa los procedimientos o técnicas de trabajo que se proponen para abordarla.....	51
17. MODELO DE TRANSFERENCIA Y PROPIEDAD INTELECTUAL.....	52
17.1 Modelo de transferencia.....	52
17.2. Protección de los resultados	52
18. CARTA GANTT.....	¡Error! Marcador no definido.
19. RESULTADOS ESPERADOS: INDICADORES.....	63

20. INDICAR LOS HITOS CRÍTICOS PARA LA PROPUESTA.....	65
21. POTENCIAL IMPACTO	67
21.1. Identifique los beneficiarios actuales y potenciales de la ejecución de la propuesta.	67
21.2 Replicabilidad	68
21.3. Desarrollo de nuevas capacidades y fortalecimiento de potencialidades locales.	69
21.4. En función de los puntos señalados anteriormente describa:	70
21.5 Indicadores de impacto	72
22. ORGANIZACIÓN	75
22.1 Organigrama de la propuesta	75
22.2. Describir las responsabilidades y competencias del equipo técnico en la ejecución de la propuesta, utilizando el siguiente cuadro como referencia.	76
22.3. Indique si la propuesta tiene previsto establecer alianzas con otras personas o entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras.....	77
ANEXOS	79

CÓDIGO
(uso interno)

5

SECCIÓN I: ANTECEDENTES GENERALES DE LA PROPUESTA

1. NOMBRE DE LA PROPUESTA

Estimación del rendimiento y calidad de los huertos de arándanos basados en herramientas de agricultura de precisión e IoT (Internet of Things) para la optimización de las variables de producción.

2. SECTOR, SUBSECTOR Y RUBRO EN QUE SE ENMARCA LA PROPUESTA

(Vea como referencia Anexo 10. Identificación sector, subsector y rubro)

Sector	Agrícola
Subsector	Frutales menores
Rubro	Frutícola
Especie (si aplica)	Arándano (<i>Vaccinium corymbosum</i>)

3. PERÍODO DE EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA

Inicio:	2016
Término:	2018
Duración (meses):	36

4. LUGAR DEL PAÍS EN QUE SE LLEVARÁ A CABO LA PROPUESTA

Región	VIII
Provincia(s)	Ñuble- Bio Bio
Comuna(s)	Chillan- Los Ángeles

5. ESTRUCTURA DE FINANCIAMIENTO DE LA PROPUESTA

Los valores del cuadro deben corresponder a los valores indicados en el Excel "Memoria de cálculo de aportes 2015-2016".

Aporte	
FIA	
CONTRAPARTE	Pecuniario
	No pecuniario
	Subtotal
TOTAL (FIA + CONTRAPARTE)	

SECCIÓN II: COMPROMISO DE EJECUCIÓN DE PARTICIPANTES

La entidad postulante y asociados manifiestan su compromiso con la ejecución de la propuesta y a entregar los aportes comprometidos en las condiciones establecidas en este documento.

7. ENTIDAD POSTULANTE

Nombre Representante Legal	Ramiro Soffia Moller/ Alberto Nicolás Moller Opazo	
RUT		

7

Nicolás Moller Opazo
Firma

Ramiro Soffia Moller
Firma



Fundación para la
Innovación Agraria

8. ASOCIADO 1 : INIA

Nombre Representante Legal	Julio Kalazich Barassi
-----------------------------------	------------------------

RUT	
------------	--

8

Firma



Fundación para la
Innovación Agraria

8. ASOCIADO 2: Agroid

Nombre Representante Legal

Diego Cortés Sanchez

RUT

SECCIÓN III: ANTECEDENTES GENERALES DE LA ENTIDAD POSTULANTE, ASOCIADO(S) Y COORDINADOR DE LA PROPUESTA

9. IDENTIFICACION DE LA ENTIDAD POSTULANTE

Complete cada uno de los datos solicitados a continuación. Adicionalmente, se debe adjuntar como anexos los siguientes documentos:

- Ficha de antecedentes legales de la entidad postulante en Anexo 1.
- Certificado de vigencia en Anexo 2.
- Antecedentes comerciales de la entidad postulante en Anexo 3.

10

9.1. Antecedentes generales de la entidad postulante

Nombre: Hortifrut S.A.

Giro/Actividad: Explotación de predios agrícolas

RUT:

Tipo de entidad, organización, empresa o productor (mediano o pequeño): Empresa

Ventas anuales de los últimos 12 meses (en UF) (si corresponde):

Identificación cuenta bancaria de la entidad postulante (banco, tipo de cuenta y número):

Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región) / domicilio postal:

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

9.2. Representante legal de la entidad postulante

Nombre completo: Ramiro Soffia Moller

Cargo que desarrolla el representante legal en la entidad: Gerente Agrícola

RUT:

Nacionalidad: Chileno

Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

Profesión: Ing. Comercial

Género (Masculino o Femenino): Masculino

Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia): N/A

9.3. Realice una breve reseña de la entidad postulante

Indique brevemente la historia de la entidad postulante, cuál es su actividad, cuál es su relación y fortalezas con los ámbitos y temática de la propuesta, su capacidad de gestionar y conducir ésta, y su vinculación con otras personas o entidades que permitan contar con los apoyos necesarios (si los requiere).

Hortifrut SA. agrupa a una serie de empresas involucradas en la producción y exportación de berries, sin embargo, las dos áreas que son la base de la misión como empresa, son el área agrícola y la exportadora. La primera es la responsable de buscar los más altos estándares de tecnologías con el objetivo de aumentar la competitividad y productividad en los huertos de arándanos, e industrializar la producción a frutos homogéneos y de alta calidad-condición. Además es la plataforma de ensayos y desarrollos para entregarles un servicio integral y de calidad a los productores que trabajan con la exportadora.

Hortifrut junto a sus asociados es n°1 en ventas de arándanos a nivel mundial y tiene presencia comercial en 37 países con más de 400 clientes en todo el mundo y más de 280 productores de arándanos distribuidos a lo largo de todo Chile. Las plantaciones de Hortifrut están localizadas en Chile, México, España, Perú y Brasil, llegando a 1.303 ha, dispersión geográfica que en conjunto con las asociaciones que posee en el hemisferio norte, le permite disponer de una oferta continua de los berries durante las 52 semanas del año.

Una de nuestras falencias como empresa tanto en el área exportación como en el área agrícola, es la falta de entrega de informes certeros y oportunos de la estimación de la producción de arándanos al área comercial, debido al gran volumen de fruta que se comercializa, lo que limita una planificación real de esta área y por lo tanto, no es posible acceder a mercados que presentan mejores oportunidades de precios. Asimismo en el área agrícola, al no tener la información de estimación certera de producción, genera un desconocimiento en la necesidad de la mano de obra específica que se requiere para la cosecha, generando déficit, excesos de costos de la misma debido a una mala utilización de ésta, y por lo tanto, problemas de gestión del campo.

Por otra parte, los problemas que ha generado el cambio climático, han provocado diferentes grados de estrés abiótico en las plantas, llevando a pérdidas de producción, fruta de mala calidad y condición, generando aumento en los costos de cosecha y sumando al incumplimientos de ventas en mercados estratégicos, con la consecuencia lamentable en la disminuciones en los precios de venta, afectando directamente a todos los productores.

Es por esta razón que Hortifrut se siente responsable, como empresa líder en la producción y exportación de arándanos, en buscar diferentes herramientas orientadas a solucionar esta y otras problemáticas, que limitan la rentabilidad de la inversión de todos los productores de arándanos de la industria. De esta manera Hortifrut pone a disposición sus campos para realizar pruebas y desarrollos tecnológicos, siendo la plataforma para difundir los resultados y experiencias a todos los lugares del mundo donde se produzcan arándanos.



9.4. Indique si la entidad postulante ha obtenido cofinanciamiento de FIA u otras agencias del Estado relacionados con la temática de la propuesta.

(Marque con una X).

SI		NO	X
----	--	----	---

9.5. Si la respuesta anterior fue SI, entregue la siguiente información para un máximo de cinco adjudicaciones (inicie con la más reciente).

Nombre agencia:	
Nombre proyecto:	
Monto adjudicado (\$):	
Monto total (\$):	
Año adjudicación:	
Fecha de término:	
Principales resultados:	

12

10. IDENTIFICACIÓN DEL(OS) ASOCIADO(S)

Complete cada uno de los datos solicitados a continuación

10.1. Asociado INIA

Nombre: : Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Giro/Actividad: : Investigación

RUT:

Tipo de entidad, organización, empresa o productor (mediano o pequeño): Investigación Agropecuaria

Ventas anuales de los últimos 12 meses (en UF) (si corresponde):

Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región) / domicilio postal:

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

10.2. Representante legal del(os) asociado(s)

Nombre completo: Julio César Kalazich Barassi

Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la entidad: Director Nacional

RUT:

Nacionalidad: Chilena

Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región): Teléfono: Celular: Correo electrónico:

Profesión: Ingeniero Agrónomo

Género (Masculino o Femenino): Masculino

Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia): NO

Si corresponde contestar lo siguiente:

Tipo de productor (pequeño, mediano, grande): No aplica

Rubros a los que se dedica: Investigaciones Agrícolas

10.3. Realice una breve reseña del(os) asociado(s)

Para cada uno de los asociados descritos anteriormente, indique brevemente su historia y actividades principales, cuál es su relación con las diferentes áreas o ámbitos de la propuesta, la forma de vinculación con la entidad postulante y su aporte para el desarrollo de ésta.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, es la principal institución de investigación agropecuaria de Chile. Es una corporación de derecho privado, sin fines de lucro, dependiente del Ministerio de Agricultura. Fue creado en 1964, por el Instituto de Desarrollo Agropecuario, la Corporación de Fomento de la producción, la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Concepción. Su domicilio legal se encuentra emplazado en la ciudad de Santiago, teniendo una cobertura geográfica nacional, la que está compuesta por 10 Centros Regionales de Investigación, ubicados en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, del Libertador Bernardo O'Higgins, del Maule, del Bio Bío, de La Araucanía, de Los Lagos, Aysén y de Magallanes. INIA cuenta con 1.013 trabajadores. Dispone de más de 17.500 hectáreas para el desarrollo de sus trabajadores de investigación, transferencia y extensión, y cuenta con laboratorios, bibliotecas y dependencias adecuadas para su quehacer. Su Financiamiento es a través de fondos públicos y privados, proyectos de investigación y venta de insumos tecnológicos. Su misión es generar y transferir conocimientos y tecnologías estratégicas a escala global, para producir innovación y mejorar la competitividad del sector. Este proyecto es presentado por el Programa de Agricultura de Precisión – PROGAP del INIA. El cual es una iniciativa que busca transferir prácticas tecnológicas a los procesos productivos, investigando y aplicando soluciones a las necesidades actuales y futuras de las empresas, para 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.

Sobre las Líneas de Investigación del PROGAP, actualmente con la introducción en la agricultura de tecnologías como el sensoramiento remoto (Teledetección Aérea y Satelital) para la obtención de

imágenes multiespectrales, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la administración de la información territorial, la Telemetría, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y Softwares Integrados Especializados, han hecho que los diagnósticos y actividades propias de la agricultura, sean manejadas con eficiencia. Así nace la nueva concepción denominada “Agricultura de Precisión” y “Manejo de Sitio Específico”.

10.4. Asociado 2: Servicios de Ingeniería Diego Eduardo Cortés Sánchez EIRL.- (Agroid)

Nombre: Servicios de Ingeniería Diego Eduardo Cortés Sánchez EIRL.- (Agroid)

Giro/Actividad: Servicios Integrales de Informática

RUT:

Tipo de entidad, organización, empresa o productor (mediano o pequeño): Empresa Pequeña

Ventas anuales de los últimos 12 meses (en UF) (si corresponde): 0 UF (Sin Movimiento)

Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región) / domicilio postal:

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

10.5. Representante legal del(os) asociado(s)

Nombre completo: Diego Eduardo Cortés Sánchez

Cargo o actividad que desarrolla el representante legal en la entidad: Director Ejecutivo.

RUT:

Nacionalidad: Chilena

Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

Profesión: Ingeniero en Informática

Género (Masculino o Femenino): Masculino

Etnia (indicar si pertenece a alguna etnia): NO

Si corresponde contestar lo siguiente:

Tipo de productor (pequeño, mediano, grande):

Rubros a los que se dedica:

10.6. Realice una breve reseña del(os) asociado(s)

Para cada uno de los asociados descritos anteriormente, indique brevemente su historia y actividades principales, cuál es su relación con las diferentes áreas o ámbitos de la propuesta, la forma de vinculación con la entidad postulante y su aporte para el desarrollo de ésta.

Diego Cortés postuló a un proyecto FIA en el año 2013, como persona natural, con el objetivo crear un sistema de gestión para el control en tiempo real de procesos de cosecha de frutos frescos por recolección manual mediante el uso de identificación por código QR y tecnología móvil inalámbrica de bajo costo, "Agroid". Bajo este proyecto comienza un laborioso trabajo para desarrollar el sistema y ser validado en huerto por los mismos cosecheros y agricultores.

Durante el año 2015, logró posicionar su empresa como "Agroid" (nombre de fantasía), entregando servicios de cosecha en diferentes productores de Chile, llegando a generar la información necesaria de trazabilidad y contabilización de cosecha para más de 35.000 mil remuneraciones. Adicionalmente se está instalando esta tecnología en Perú, México, Colombia y Argentina.

En la actualidad, Diego Cortés se está constituyendo como empresa, Servicios de Ingeniería Diego Eduardo Cortés Sánchez EIRL (Agroid), debido al impacto que consiguió durante la temporada anterior basado sólo en el sistema de trazabilidad, utilizando celulares económicos, balanza bluetooth, código QR y transmisión inalámbrica y por ser un sistema económico que incrementa la eficacia en la gestión administrativa.

Este sistema permite tener la trazabilidad de la producción, de cosecheros, rendimiento del sector, incluso entrega informes de gestión, pero no contiene ningún sistema predictivo que permita anticiparse a la información de kilos posibles a cosechar y de qué tipo de calidad será la fruta disponible, por lo tanto, no permite anticipar las decisiones gestión para maximizar los recursos. Estos ajustes y perfeccionamientos de los sistemas son los que fundamentan este proyecto y la participación de Agroid

11. IDENTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DE LA PROPUESTA

Complete cada uno de los datos solicitados a continuación. Adicionalmente, se debe adjuntar:

- Carta de compromiso en Anexo 4
- Currículum vitae (CV) en Anexo 5.

Nombre completo: Denise Catherine Donnay Ávila

RUT:

Profesión: Ingeniero Agrónomo

Pertenece a la entidad postulante (Marque con una X). ☒ X

Dirección (calle, comuna, ciudad, provincia, región):

Teléfono:

Celular:

Correo electrónico:

11.1. Marque con una X si el coordinador de la propuesta pertenece o no a la entidad postulante

SI	X	Si la respuesta anterior fue SI, indique su cargo en la entidad postulante	X
NO		Si la respuesta anterior fue NO, indique la institución a la que pertenece:	

11.2. Reseña del coordinador de la propuesta

Indicar brevemente la formación profesional del coordinador, experiencia laboral y competencias que justifican su rol de coordinador de la propuesta.

El coordinador de la propuesta es agrónoma de profesión, lleva 12 años trabajando en temas relacionados con fisiología frutal y especializándose en berries durante los últimos 10 años de experiencia laboral. Realizó sus estudios de Magister en la Pontificia Universidad Católica de Chile en el cultivo de arándanos, específicamente en los aspectos fisiológicos involucrados en la emisión de brotes anticipados en diferentes variedades.

Durante los 8 años que ha trabajado en Hortifrut a desempeñado diferentes funciones en el área de producción e Investigación Agrícola, siendo colaboradora del equipo técnico y responsable de ejecutar proyectos desarrollados en países como Chile, Argentina, Brasil, México y España en cultivos como arándanos, frambuesa, frutillas y moras.

11.3 Indique la vinculación del coordinador con la entidad postulante en el marco de la propuesta.

La coordinadora es una trabajadora de planta del equipo técnico de Hortifrut Agrícola desde hace 8 años, fue la responsable de Coordinar el proyecto FIA PYT-2011-0064 "Desarrollo de una Herramienta en el Ámbito nutricional, para la toma de decisiones en la producción orgánica de arándanos para la exportación", además fue parte de la mesa técnica del proyecto FONDEF D10I1208 "DESARROLLO DE FEROMONAS PARA EL MANEJO DE CHANCHITOS BLANCOS (PSEUDOCOCCIDAE) EN FRUTALES" y actualmente participa como presidenta del comité técnico del proyecto 12IDL2-13646 INNOVA CORFO, Línea 2, Proyectos de I+D Aplicada "Formulaciones comerciales de Entomopatógenos para el cabrito A. Nodipennis en huertos de arándanos convencionales y orgánicos. Además ha trabajado durante la última temporada en promover el servicio de Agroid entre los productores de Hortifrut debido a la cuantificación que realizaron en la disminución de los costos de cosecha producto del apoyo en la gestión agrícola. Por lo tanto, conoce la metodología de trabajo de las instituciones estatales financiadoras y tiene el conocimiento técnico y la experiencia para trabajar con el equipo multidisciplinario propuesto como equipo de trabajo para este proyecto.

SECCIÓN IV: CONFIGURACIÓN TÉCNICA DE LA PROPUESTA

12. RESUMEN EJECUTIVO DE LA PROPUESTA

Sintetizar con claridad el problema y/u oportunidad, la solución innovadora propuesta, los objetivos, resultados esperados, beneficiarios e impactos que se alcanzarán en el sector productivo y territorio donde se llevará a cabo el proyecto.

17

La fruticultura actual, debe buscar mejorar la competitividad bajo el concepto de tecnología de información y comunicación (TIC) aplicado en la agricultura precisión. Esto permite segregar mediante el uso de mapas geoespacial la estimación del rendimiento del cultivo, ya que analiza in situ el suelo con el comportamiento morfológico y fisiológico de las plantas, permitiendo un manejo eficiente de los recursos naturales y principalmente hídricos, como también agroquímicos, y su consecuente rentabilización de la inversión en un equilibrio ambiental. En Chile, la producción de arándanos ha tomado mayor fuerza en los últimos años, presentando un incremento del 6% en la superficie cultivada a nivel nacional, es así como esta especie se caracteriza por ser uno de los cultivos más competitivo y atractivo para los productores nacionales e internacionales. Sin embargo, los problemas que ha generado el cambio climático, han provocado diferentes grados de estrés abiótico en las plantas, provocando pérdidas de producción, fruta de mala calidad y condición, generando disminución de los retornos percibidos por el productor. En el área agrícola, no tener la información de estimación certera de producción, genera un desconocimiento en la necesidad de la mano de obra específica que se requiere para la cosecha, generando déficit, excesos de costos de la misma debido a una mala utilización de ésta, y por lo tanto, problemas de gestión del campo.

Para solucionar esta limitante se desarrolló este proyecto, cuyo objetivo es desarrollar un sistema (hardware-software) para la estimación de rendimiento y calidad de espacio-temporal en arándanos, que permita identificar las áreas deficientes para mejorar la producción a través de los manejos agronómicos, y a la vez mejorar la logística de cosecha.

La tecnología a desarrollar en este proyecto se basa en un sistema que permita estimar y planificar la cosecha, segregando por calidad de fruta mediante el manejo de la variabilidad espacio-temporal a nivel de sub-parcela, cuyo resultado sea una producción más homogénea mediante una mayor eficiencia de los recursos disponibles y con la finalidad de manejarla de acuerdo a los objetivos productivos. El prototipo integrará tecnologías de informática y electrónica de punta, que permitan una convergencia tecnológica en un dispositivo de muy bajo costo, de fácil uso, lo que asegura la utilización del sistema en todos los tamaños de productores de arándanos. Además al incorporarse al sistema que ofrece Agroid en conjunto con el IoT (Internet of things) se acelera el traspaso de datos desde el campo hacia la base de datos virtual, obteniendo resultados oportunos sobre el seguimiento de la producción, desde el manejo técnico en campo hasta clasificación de los cosecheros según su rendimiento, lo cual beneficiará la rentabilidad económica de las empresas agrícolas (Productores).

La validación de las tecnologías en terreno será en la VIII región del Biobío, en huertos ubicados en la comuna de Chillán y Los Ángeles, en las variedades Legacy y Brigitta, mediante análisis destructivos y de laboratorio desde yema floral hasta fruto maduro, para correlacionar las imágenes obtenidas con el prototipo en terreno. Inicialmente este sistema se enfocaría a la producción de arándano dado el potencial de difusión de la empresa ejecutora, sin embargo la tecnología también es aplicable a otros rubros agrícolas, tanto en Chile como de otros países.

13. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

Los objetivos propuestos deben estar alineados con el problema y/u oportunidad planteado. A continuación indique cuál es el objetivo general y los objetivos específicos de la propuesta.

13.1 Objetivo general 1

Desarrollar un sistema (hardware-software) para la estimación de rendimiento y calidad de espacio-temporal en arándanos, que permita identificar las áreas deficientes para mejorar la producción a través de los manejos agronómicos, y a la vez mejorar la logística de cosecha.

13.2 Objetivos específicos 2

Nº	Objetivos Específicos (OE)
1	Desarrollar un prototipo (hardware) para captura óptica, almacenamiento, transformación y comunicación de información digital obtenida en campo.
2	Desarrollar plataforma que integre los algoritmos (software) de estimación de rendimiento y calidad y visualización de resultados, a través de internet of things (IoT) de forma amigable para los usuarios.
3	Determinar los potenciales impactos de las variables de producción (clima-agua-nutrientes) y su relación con los rendimientos y calidad obtenidos en asociación con requerimiento de logísticas de cosecha.
4	Generar un modelo de cuantificación del impacto económico de la variabilidad espacial del rendimiento y calidad que permita justificar el uso de la tecnología desarrollada.
5	Difundir los resultados del proyecto al menos a 150 productores y asesores de arándanos que serán los usuarios potenciales

¹ El objetivo general debe dar respuesta a lo que se quiere lograr con el proyecto. Se expresa con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

² Los objetivos específicos constituyen los distintos aspectos que se deben abordar conjuntamente para alcanzar el objetivo general del proyecto. Cada objetivo específico debe conducir a un resultado. Se expresan con un verbo que da cuenta de lo que se va a realizar.

14. JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DE LA PROPUESTA

A continuación identifique y describa cuál es el problema y oportunidad que dan origen a la propuesta y cuál es su relevancia para el sector agroalimentario y para la pequeña y mediana agricultura, pequeña y mediana empresa.

14.1. Identifique y describa claramente el problema y/u oportunidad que dan origen a la propuesta.

La expansión de plantaciones de arándanos, por su atractivo comercial, ha generado nuevos competidores como Uruguay, Argentina, Perú y México, esto genera una constante presión hacia los productores a intervenir de forma rápida e innovadora en sus sistemas productivos, para mantener el liderazgo como país exportador y rentabilizar su inversión y claramente el uso de tecnología de información y comunicación (TIC) son las herramientas en la que debe trabajar para abordar los problemas.

Además de lo exigente que se encuentra el mercado, los cambios climáticos han causado alteraciones en el crecimiento y desarrollo de los cultivos influenciados por diferentes factores ambientales. Como por ejemplo, las altas temperaturas afectan a la fotosíntesis, la composición fenológica y los sólidos solubles, además de condicionar el calibre, peso y condición de los frutos, esto asociado a la variabilidad de los suelos presentes en un mismo huerto, son las causales de limitar el potencial del cultivo y aumentando los costos de producción.

En este contexto, este proyecto aborda la necesidad cuantificar el rendimiento del cultivo de acuerdo a la variabilidad espacial y el desarrollo de un prototipo óptico de captura, para monitorear la cantidad y calidad de los frutos y que está se integre a la tecnología de trazabilidad de cosecha (QR) Agroid, en conjunto a la plataforma (IoT). Se espera ofrecer un potente servicio para maximizar la eficiencia de la gestión agrícola de los productores de arándanos.

14.2 Justifique la relevancia del problema y/u oportunidad identificada para el sector económico (agrario, agroalimentario y forestal) en el cual se enmarca la propuesta.

Los cultivos frutícolas y en este caso los arándano, se ven enfrentado a recomendaciones agronómicas ineficientes, ya que los asesores no logran identificar visualmente la heterogeneidad de los sectores, en un agroecosistema multifactorial, siendo está la principal ineficiencia en la utilización de los recursos y generando un sistema poco sustentable y desequilibrado. Dada la variabilidad espacial inherente de cada sistema productivo y su consecuente efecto sobre la calidad de la fruta, dificulta cuantificar el potencial cuantitativo y cualitativo de la producción.

Como Hortifrut es una empresa comprometida con la producción en arándanos, al tener como vinculado al departamento de agricultura de precisión PROGAP, y con la plataforma de Agroid, se cuenta con un equipo multidisciplinario, lo que permitirá de manera integrada, abarcar las distintas aristas de esta problemática y lograr concretar una solución, que permita desarrollar una herramienta de gestión sustentable de los recursos naturales y el medio ambiente. A partir de esto se logrará obtener información relevante para el manejo de la variabilidad espacio-temporal dentro de un predio quedando abierta para replicar este desarrollo a otros rubros frutícolas.

14.3. Justifique la relevancia del problema y/u oportunidad identificada para la pequeña y mediana agricultura, pequeña y mediana empresa.

La motivación de este proyecto es ser un aporte para los pequeños y medianos productores en la optimización de los recursos naturales y humanos a través del desarrollo de un prototipo sencillo y al alcance de todo productor. Debido a que en la actualidad la tecnología y los honorarios de los asesores en manejo de la producción son poco accesibles por sus altos costos. Se obtendrá un servicio multivariado basado en la variabilidad de los parámetros de rendimiento, estado de madurez y calidad de fruta. De esta manera podrán obtener información útil y oportuna para definir estrategias que contribuyan a tener una mejor calidad de la producción sin implicar en mayores costos. Además le permitirá a los productores trabajar de una manera más amigable con el medio ambiente, realizando ajustes en los programas de fertilización y fitosanitarios, con el objetivo de adaptarse al constante cambio climático que conlleva a pérdidas por estrés abiótico en las plantas.

Esta herramienta permitirá segregar la fruta antes de ser cosechada según su calidad y cantidad y con esto tomar decisiones como por ejemplo destino de su cosecha (fresco o IQF) y eficientar sus recursos. Además la segregación ofrecerá seleccionar sectores tipo terroir para abastecer mercados y así rentabilizar su inversión.

20

15. NIVEL DE INNOVACIÓN

Describe la alternativa o solución innovadora que se pretende desarrollar en la propuesta, indicando el estado del arte a nivel internacional y nacional relacionado con ésta.

Incluya información cualitativa y cuantitativa e **identifique las fuentes de información utilizadas**. Considere además, en el caso de proyectos, información respecto de la prefactibilidad técnica de la implementación de la solución innovadora.

15.1 Describa la innovación que se pretende desarrollar y/o incorporar en la propuesta para abordar el problema y/u oportunidad identificado, señalando adicionalmente el grado de novedad de la solución innovadora en relación a productos, procesos productivos, comerciales y/o de gestión, de acuerdo al desarrollo nacional e internacional.

Los métodos utilizados en Chile para realizar estimaciones de rendimiento en arándanos son erráticos, llegando a tener una alta variabilidad ($\pm 50\%$). La forma tradicional es mediante conteo periódicos de los parámetros de rendimiento, sin embargo, este método, por un tema de tiempo y disponibilidad de recursos no logra ser un "n" muestral que permita considerar la variabilidad espacial existente en el huerto, englobando todos los factores que afectan la relación suelo-planta-agua-clima, dando como resultado una cantidad de fruta incierta y de calidad desconocida.

Es por ello que para solucionar esta problemática, se debe trabajar en métodos de optimización aplicados a sistemas de estimación de cosechas asociados a los factores de cantidad, calidad y madurez de los frutos que promuevan un trabajo integrado y proactivo de los huertos y den sustentividad al productor. Siendo necesario incorporar nuevas herramientas que permitan: reducción de costos producción, por aumento de la eficiencia del uso de agua, reducción de los insumos agrícolas, mejoramiento de los sistemas de control y monitoreo de calidad de los frutos y

determinación de la mano de obra.

La estimación de rendimiento, se logrará a partir de imágenes digitales, en los puntos de control definidos a partir de mapas de similitud que muestran las variabilidades espaciales del predio (creados a partir de mapas de NDVI, de conductividad eléctrica y textura suelo). Estos puntos de control representarán la variabilidad del predio, se extrapolarán a toda el área de estudio. La estimación de rendimiento se pretende realizar desde post poda hasta fruto maduro a partir del sistema de visión artificial y se ajustará a los posibles cambios medio ambientales.

La estimación de la calidad de los frutos se cuantificará en precosecha y en terreno y posteriormente se clasificará en laboratorio, esto permitirá cosechar los arándanos en el momento óptimo (madurez fisiológica) y validar los resultados obtenidos por el prototipo.

La Integración de los resultados a IoT permite tener respuestas rápidas y eficientes de los resultados de rendimiento y calidad, además de comparar la situación de real cada productor y ver posibilidades de mejora en función de las estrategias del benchmarking.

El sistema a desarrollar al ser estimativo y de segregación de la cantidad y calidad de los frutos de arándanos previos a cosecha, es bastante innovador y pretende ser una herramienta básica para maximizar la rentabilidad de los sistemas productivos de arándanos bajo un manejo sustentable y equilibrado.

15.2 Indique el estado del arte de la innovación propuesta a nivel internacional, indicando las fuentes de información que lo respaldan.

Se debe anexar las fuentes bibliográficas que respaldan la información en Anexo 13.

El gran desarrollo de los computadores ha permitido encontrar nuevas aplicaciones para el procesamiento y análisis digital de imágenes y la segmentación de éstas es una parte importante para tareas en el análisis y procesamiento digital que se ha utilizado en diversos ámbitos en la agricultura, donde la mayoría se basa principalmente en la identificación por el color y forma del objeto que se desea aislar; por ejemplo para la medición de características externas tales como: tamaño, forma, color, defectos y enfermedades, en tomates, de pepinos, pimiento, papas (Nimesh, 1993; Saber and Tosinia, 2011) y manzanas (Puchalski, 2008).

La primera referencia de la detección automática de frutas data de 1968, en este artículo Shertz y Brown (1968) sugieren que la ubicación de las frutas puede ser determinada por la información fotométrica, específicamente utilizando las diferencias de reflectividad de la luz entre las hojas y frutos en la porción visible o infrarroja del espectro electromagnético. Estos autores indican además, algunos problemas que deben ser considerados en la detección automática de la fruta: 1) falta de uniformidad de iluminación, que podía ser superado con la sombra de los árboles o utilizando sensores independientes del nivel de iluminación, y 2) la concentración del follaje que limita la visibilidad de los frutos. Las ideas de Shertz y Brown (1968) se han aplicado y refinado con propósitos de investigación por Gaffney (1969), determinando que la naranja “Valencia” podría ser clasificada por color utilizando una única banda de longitud de onda de luz reflejada a 660 nm. Esta técnica fue capaz de clasificar las naranjas por colores entre naranja, naranja claro y verde.

A nivel internacional se han desarrollado metodologías de estimación de rendimiento en arándanos, pero estas metodologías no corresponden a estimación temprana, sino que detectan la cantidad de fruta, a partir de visión artificial, pero justo antes de cosecha, contando la cantidad de píxeles

correspondientes a fruta madura (Computer vision system for wild blueberry fruit yield mapping. [Kishore C. Swain](#). Biosystems Engineering, Volume 106, Issue 4, August 2010, Pages 389–394) así como también: Zaman, Q. U., D. C. Percival, R. J. Gordon, and A. W. Schumann. 2009. "Estimation of Wild Blueberry Fruit Yield Using Digital Color Photography." International Symposium on Application of Precision Agriculture for Fruits and Vegetables 824: 57-65.

Si bien es cierto, se ha realizado aproximación de estimación de rendimiento a partir de visión artificial, pero todas ellas se han realizado justo antes del momento de cosecha, lo cual no significaría una estimación de rendimiento útil para el productor, ya que esta información para que tenga un efecto sobre la gestión de cosecha, requiere que sea certera y temprano en la estación de crecimiento. Además ninguno de los métodos de detección de calidad de arándanos ha tenido una buena correlación con la madurez fenológica de los frutos.

15.3. Indique el estado del arte de la innovación propuesta a nivel nacional, indicando las fuentes de información que lo respaldan.

Se debe anexar las fuentes bibliográficas que respaldan la información en Anexo 13.

Se requiere de sistemas de cuantificación de la cantidad y calidad de la fruta en forma rápida y certera de bajo costo. En Chile se han desarrollado proyectos de I+D, pero no abordan el tema de predicción de cosechas en frutas en general. En el caso de los berries, existe un trabajo de la Universidad Católica de Temuco donde a través de parámetros fisiológicos y de variables climáticas buscan predecir el potencial máximo de cantidad de cosecha de arándanos. Sin embargo, este sistema no utiliza los principios tecnológicos abordados en esta propuesta y es sólo una mejora del sistema manual actual. Además está el proyecto "Pronofrut, desarrollo de una tecnología y servicio para el pronóstico de cosecha de fruta a nivel predial" (dayenú consultores) y "Servicio de pronóstico de cosecha en frutales de exportación" (CIREN), sin embargo, los dos últimos no se han llevado a la práctica.

Progap de INIA-Quilamapu ya ha trabajado en una propuestas similares para el área vitivinícola "**El desarrollo y uso de tecnologías emergentes en la construcción y manejo de "Terroir Digital" para el incremento de la producción de vinos de alta calidad**" mediante la utilización de metodologías que integran la información de distintas herramientas para la caracterización de los viñedos y que dieran origen a una plataforma que pueda desarrollar discriminación de los terroir a nivel de planta (relaciones hídricas mediante termografía, además de medición de características químicas, asociada al empleo de equipamiento VIS/NIR; determinación de características de racimo, asociadas a equipamiento mediante fotografía RGB; evolución del viñedo mediante la evaluación de información satelital), información base de suelo (conductividad electromagnética, topografía; humedad de suelo), información climática a través de una red meteorológica al interior del viñedo, para incorporar la variable microclimática al proceso de segmentación.

Respecto a las publicaciones científicas no existe un paper que cumpla los mismos objetivos. Sólo hay desarrollos desde otro punto de vista en el rubro berries. "An estimate of potential blueberry yield using regression models that relate the number of fruits to the number of flower buds and to climatic variables (Sonia Salvo, Et al)", es el sistema referido.

Por último se realizó una búsqueda de patentes utilizando el software IPCLAIM y no existe una solución tecnológica como la propuesta por esta iniciativa. Existen usos de los principios básicos de la estimación de cosecha en frutales y del uso de la visión artificial en procesos industriales.

16. MÉTODOS

A continuación describa los procedimientos, técnicas de trabajo y tecnologías que se utilizarán para alcanzar cada uno de los objetivos específicos definidos en la propuesta. Adicionalmente, debe describir las metodologías y actividades propuestas para difundir los resultados a los actores vinculados a la temática de la propuesta

16.1 Identifique y describa detalladamente los procedimientos, técnicas de trabajo y tecnologías que se utilizarán para alcanzar cada uno de los objetivos específicos definidos en la propuesta.

Método objetivo 1: Desarrollar un prototipo (hardware) para captura óptica, almacenamiento, transformación y comunicación de información digital obtenida en campo.

1.1.- Georreferenciación del Predio en estudio

El área donde se establecerá la fase experimental de este proyecto, tendrá lugar en 2 predios ubicados en la Región del Biobío, específicamente en Chillán y en Los Ángeles que es la zona donde se concentra la mayor producción de arándanos de Chile. Las variedades a trabajarán serán Legacy, Brigitta y Liberty, las dos primeras son las variedades de media estación más plantadas. Cada unidad de trabajo serán georreferenciadas, generando la cartografía base necesaria para avanzar en el proyecto. La adquisición de Equipos y construcción de primer prototipo de captura de información en terreno.

Como este proyecto se basa en la captura óptica de los arbustos con sus yemas florales y luego sus frutos, uno de los puntos claves es el desarrollo de un equipo que permita estandarizar este tipo de captura sobre el cual se estructurará. Dado que el Progap-INIA tiene una vasta experiencia en este tipo de tecnologías y al trabajo previo que hemos seguros en la definición de las necesidades básicas del primer prototipo a desarrollar.

1.2.- Desarrollo de cartografía base (SIG)

La zonificación se realizará mediante una caracterización espacial del suelo a partir de la medición de la conductividad eléctrica (CE) con el equipo electromagnético EM38-MK2, con un GPS geodésico (RTK). Los datos georreferenciados de la CE del suelo, serán obtenidos a alta densidad sobre la totalidad de las áreas en estudio y además de topografía (RTK) para evaluar su efecto en los patrones del cultivo.



Figura 1. Equipo de medición EM38 – MK2 para medición de Conductividad Eléctrica.

Sobre la base de ambos mapas obtenidos, se realizará un análisis de similaridad que permite integrar estadísticamente los patrones espaciales existentes y sobre esto se desarrollará el sistema de monitoreo del predio.

Dichos puntos se pueden instalar con equipos siguiendo la dirección de plantas e hileras (en frutales mayores donde existe una disposición de los GPS por la canopia) o con equipos smartphone con gps,

en arándanos que son arbustos no tan altos, la distorsión del gps es menor. Para uso de este sistema el INIA ya ha desarrollado una aplicación móvil que permite el uso de mapas construidos por Icas y la localización de puntos. Ejemplo de este sistema se presenta al final de esta metodología.

Para el desarrollo de los modelos y calibraciones de los prototipos que se generaran durante este proyecto, se utilizaran puntos de muestreos ubicados según planos integrales de vigor y suelo. Esta integración de mapas permitiría ubicar en forma espacial las plantas para análisis destructivos y temporales para realizar seguimientos en forma simultánea y dar seguimiento a la planta desde yema dormida hasta la cosecha, de esta forma se podrá obtener los modelos de estimaciones de rendimiento y calidad.

Ejemplo de ello en viñas, se realizó un mapa integral de suelo y vigor, para la obtención de puntos muestrales.

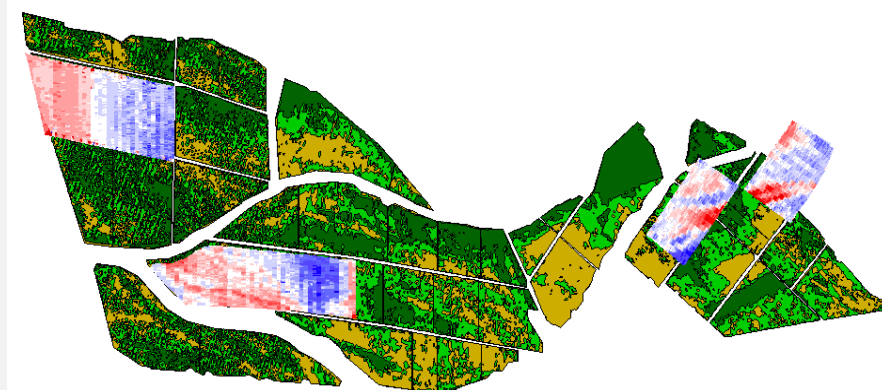
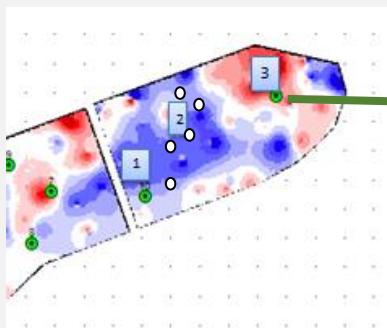


Figura 2 Plano de Variabilidad Integrado de NDVI y de Suelo



Ejemplo de Puntos de Monitoreos.

- Punto central representativo a cada zona
- Selección de Puntos circundantes a cada Zona.

Figura 3 Sistema de Medición por punto muestral.

La identificación de las plantas a través de lo descrito, permitirá en los futuros conteos asociar el resultado de la muestra con el número de ramilletes y de frutos cuajados finales de la planta, así como del calibre, con el fin de afinar la predicción de calibre y cuaja final. A su vez permite repetir el análisis en la misma hilera al año siguiente para generar un historial certero de fertilidad.

1.3-. Evaluación de espacio-temporal de variabilidad en zonas de estudio y selección de áreas de monitoreo

La calidad de la detección de la variabilidad espacial está determinada por la cantidad de datos geo-localizados que es posible obtener y la cantidad de variables que es posible medir, donde, al integrarlas no entrega una certera información de lo que sucede en el huerto. Para generar la evaluación espacial es necesario determinar un área de estudio, que permita definir los límites, estos pueden ser macro-zonas o micro-zonas. La primera se refiere a observar y monitorear a escala continental, país, regional, provincial y comunal, en cambio las micro-zonas esta determinadas a escala predial, huerto y cuartel dentro de una zona agrícola (campo).

Para evaluar a nivel micro-zona es necesario utilizar diversos sensores que nos permitan reunir la información geo-localizada. El EM38, comúnmente llamado al sensor de conductividad eléctrica, reúne información en alta densidad de las características eléctricas del suelo, que se relaciona con la estructura del suelo, este sistema permite detectar el cambio en la morfología detectando la variabilidad (Figura 1).



Figura 4. Equipo y Mapa de conductividad eléctrica.

Otra de las evaluaciones más comunes es la extracción de datos a partir de la vegetación, el método utilizado es la relación de bandas en imágenes Multiespectral, que relacionan los niveles digitales de la imagen con el comportamiento interno de la planta, se realiza mediante el uso del índice NDVI (Normalized difference vegetation index). La extracción de la información es realizada mediante el software ICAS (Inia Canopy Analyze System, software realizado en INIA Quilamapu), que mediante parámetros relacionados al cultivo (distancia entre hilera, distancia sobre hilera y delimitador del cuartel) en la imagen, es capaz mediante análisis supervisado, de detectar los árboles en el huerto, a lo que llamamos “copas” (Figura 4), donde mediante el índice NDVI genera las diferencias de vegetación con las diferentes bandas de la imagen.

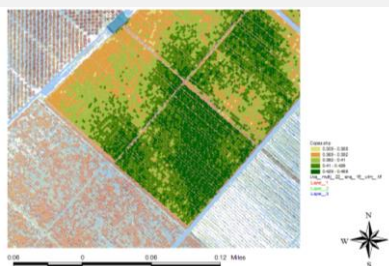


Figura 5. Mapa de copas de datos espaciales de NDVI.

ICAS genera un archivo de grillas estandarizadas con la información del cultivo. Además, estas grillas nos permiten incorporar otro tipo de información del huerto al mismo formato. Estas grillas cumplen la función de generar una estandarización de la información que se genere o que se proporcione durante la temporada de monitoreo. Cada información estará catalogada en formato de base de datos para que pueda ser localizable para el sistema en el procesamiento de datos y para el usuario en la visualización.

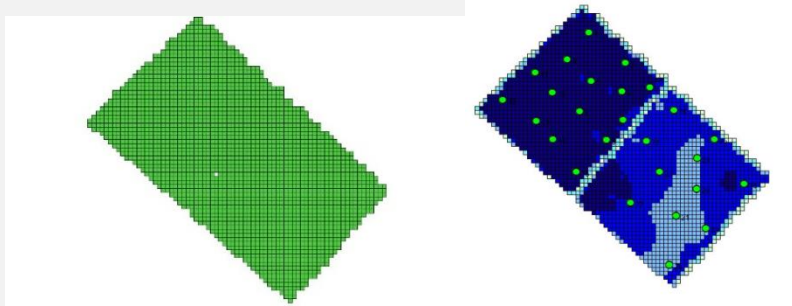
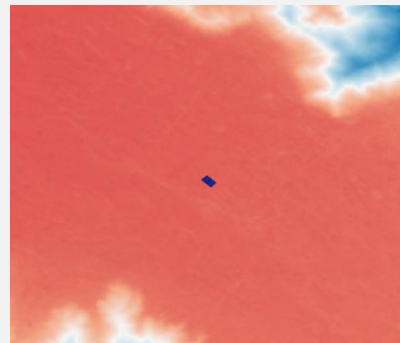
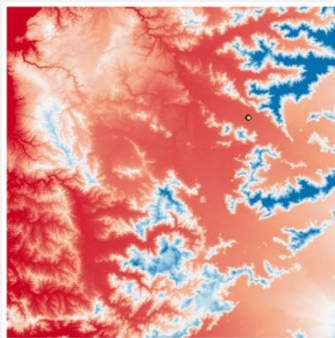


Figura 6. Muestra de estandarización de datos espaciales mediante grillas.

La localización de cada variable ejecuta un rol importante en el modelo, por lo tanto la dependencia espacial de la información es importante en la estimación y clasificación de las zonas que serán estudiadas. Es importante reconocer el sitio de estudio y la influencia que este tiene en cada zona del lugar. Uno de las formas de reconocer el comportamiento de una zona, es tener información de la geografía del lugar, comúnmente se utiliza los mapas topográficos de las zonas obtenidos a partir de los datos de elevación de terreno obtenidos con satélite, que nos permiten conocer como es la geomorfología de la zona. En la figura 6, podemos observar como es el proceso de obtención de una zona específica, los datos de elevación de terreno, que permiten generar la topografía, curvas de nivel y pendientes de terreno. Además, esta información permitirá en conjunto con los datos de temperatura superficial en una perspectiva de macro-zonas, a obtener el comportamiento de la cada zona en estudio.



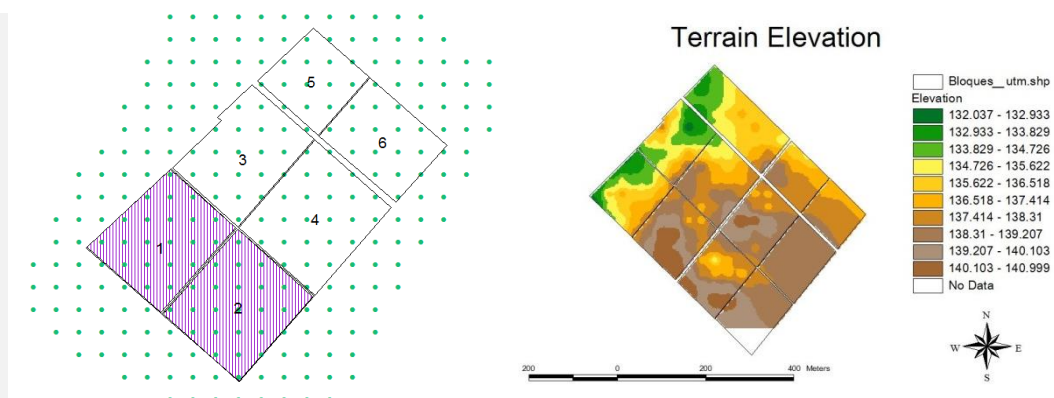


Figura 7. Obtención de la topografía del terreno a partir de los datos de elevación.

1.4-. Selección de áreas de monitoreo

Mediante el software ICAS es posible obtener la información de la vegetación de cada árbol en el huerto, además mediante la rastra electromagnética (EM38) es posible obtener los datos de variación morfológica del suelo y del satélite es posible obtener los datos de topografía del terreno. En conjunto nos proporcionan información de la variabilidad de las micro-zonas de estudio, para ello es importante utilizar sistemas digitales de clasificación o análisis discriminante. Una forma de sintetizar la información contenida en una tabla multidimensional (por ejemplo una tabla que cada columna es una variable), es mediante la conformación y caracterización de grupos. Los grupos o clases se conforman de manera que los elementos dentro de cada grupo sean lo más homogéneos posibles y que, en cambio, los elementos de diferentes grupos sean lo más diferentes posibles.

Los métodos de clasificación se pueden dividir en jerárquicos y no jerárquicos. En los no jerárquicos el número de clases se establece previamente y el algoritmo de clasificación asigna los individuos a las clases. En la clasificación jerárquica se construye un dendrograma, cuyas ramas terminales representan a cada uno de los individuos y el tronco es la clase conformada por todos los individuos.

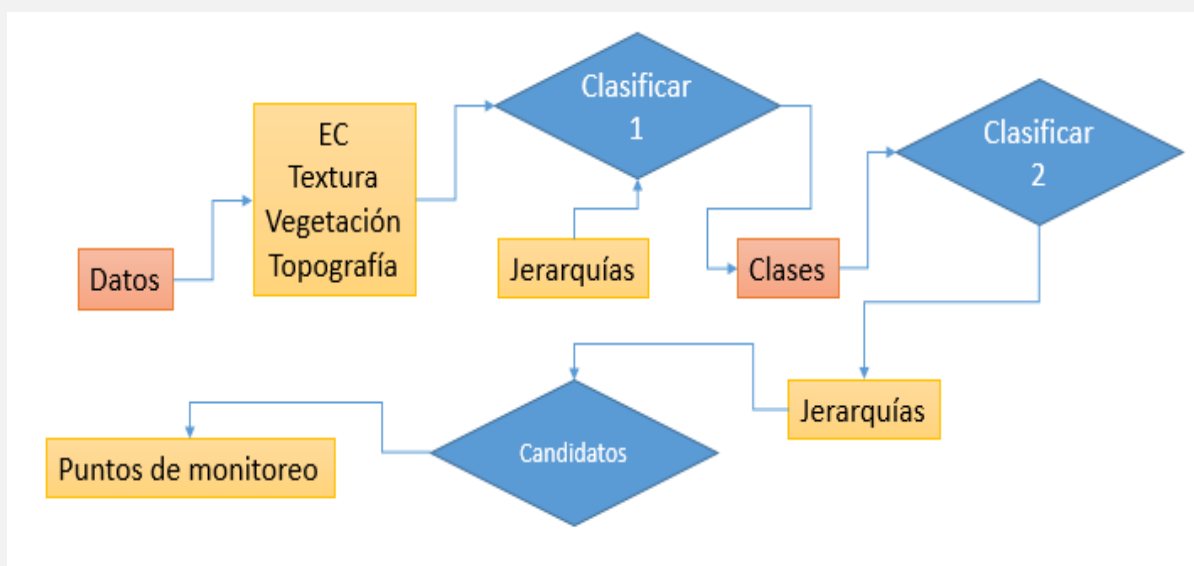


Figura 8. Esquematzación de la clasificación por jerarquías.

1.5-. Análisis de laboratorio

Análisis Químico de maderas productivas y frutas en Laboratorio

Submuestras Analizadas en Laboratorio (Grados Brix, pH, % de Materia Seca, Antocianas Totales, Relación carbono/nitrógeno).

Se enviarán muestras al laboratorio para evaluar composición química asociados a atributos de calidad (Grados Brix, pH, % de Materia Seca, Antocianas Totales) y estructuras productivas (relación carbono/nitrógenos) los cuales servirán para evaluar características de calidad y rendimiento para la obtención de bandas espectrales a ser utilizadas.

1.6-. Definir rangos espectrales

Para el desarrollo de los modelos de calibración (y posteriormente de predicción), se deben desarrollar distintos procedimientos matemáticos (dentro del campo de análisis llamado “quimiometría”), en donde, se procedió a desarrollar diversos análisis de, empleando un software especializado en quimiometría. En este procedimiento, un algoritmo genera una regresión multivariada del set de datos, mediante la técnica de análisis “partial least squares” (PLS). Permitirán obtener los filtros para el prototipo.

1.7-. Identificación de filtros

En la actualidad, una de las aplicaciones de mayor interés en el uso de la tecnología NIR corresponde a la eficiente extracción de regiones de interés en el rango espectral de la mano de nuevas metodologías de análisis (Leardi y Nørgaard, 2004; Nørgaard et al., 2000) y que ha abierto amplias posibilidades de comprensión de los procesos en estudio y de nuevas metodologías tales como de filtros espectrales, materia que es abordada en el presente proyecto.

Desarrollo de Prototipo óptico de captura.

1.8-. Adquisición de equipos y materiales para la construcción del prototipo inicial

Adquisición de Equipos y construcción de primer prototipo de captura de información en terreno.

Como este proyecto se basa en la captura óptica de los árboles con sus yemas y luego frutos, uno de los puntos claves es el desarrollo de un equipo que permita estandarizar este tipo de captura sobre el cual se estructurará todos los desarrollos del actual proyecto y que se detallarán en adelante en esta metodología. Dado que el Progap-INIA tiene vasta experiencia en este tipo de tecnologías hemos podido definir las necesidades del primer prototipo a desarrollar.

1.9-. Desarrollo del primer prototipo de captura

Debido a lo antes expuesto, uno de los primeros pasos para ejecutar este proyecto es desarrollar un prototipo de captura óptico (Herramienta de captura y proceso), para la captura de imágenes en terreno (Figura 9). Este prototipo contará con una cámara RGB y RGB+NIR de una alta resolución que facilite el posterior procesamiento de las imágenes en el mismo sistema de captura. Esta cámara deberá contar con ciertas características: alta resolución (aproximadamente 5 MP o más) así, mientras mayor sea la resolución de la cámara, se tendrá menor error en el tamaño real de los píxeles. El prototipo también deberá contar con un sistema ultrasónico para medir la distancia entre la cámara y la fruta, para poder determinar así el tamaño real de las bayas. Además, del procesador raspberry que permitirá el proceso gps para localización de la muestra y pantalla táctil para manejo de aplicación que se desarrollará, también presentará dos cámaras tanto RGB y RGB+NIR sobre la cual se incorporarán los filtros generados del análisis espectral.

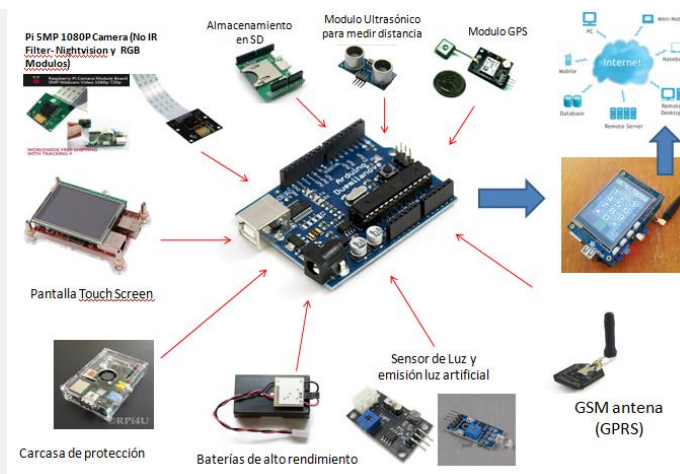


Figura 9. Prototipo de Captura y Procesamiento de imágenes.

Iluminación: Uno de los problemas que se presenta en la detección visual de las frutas, es la falta de contraste de color respecto a los objetos que se quieren eliminar, estos colores son muy similares, ejemplo: bayas verdes con hojas, bayas maduras con sombras, entre otros; además de las oclusiones, donde no todos los frutos se pueden visualizar en la fotografía. Otro inconveniente que se presenta a la hora de realizar la captura de imágenes es, la iluminación del sistema, lo cual afecta la apariencia del color de la imagen. Todos estos problemas afectan el proceso posterior de la imagen, ya que ellas deberían ser procesadas de forma individual; es por ello que se debe implementar un sistema de iluminación que permita eliminar las sombras que provocan errores en la segmentación y permita homogenizar el sistema para todas las imágenes. El sistema de iluminación es necesario, debido a que la imagen se forma a partir de la luz que reflejan los objetos y la única posibilidad de obtener una imagen con características constantes en la que se resalten los aspectos de interés y se atenúen los intrascendentes permitiendo o facilitando la resolución del problema, es controlando las condiciones de iluminación.

Al incorporar un sistema de iluminación adecuado, el sistema no es dependiente la de luz solar, por consiguiente podríamos generar fotografías a cualquier hora del día, incluso en la noche, factor muy relevante en la utilización de sistemas de campo, ya que no interfiere con las labores del agricultor. Este proceso es válido y relevante para la identificación de frutos, en cambio en el caso del análisis de yema y de madera no es relevante ya que las estructuras que se formaron durante la última temporada son notablemente distintas en comparación con las de tres años hacia delante.

El sistema de captura debe estar equipado con GPS para la adquisición de los datos. Este GPS debe ser preciso y exacto para entregar las señales.

Conexión electrónica: Se desarrollará un sistema de conexión electrónica (GPRS) que permitirá envío de la información a un servidor central el cual desarrollará los mapas espaciales de estimaciones que serán utilizados para la estimación de acciones de cosecha.

1.10-. Evaluación de captura y normalización imágenes bajo condiciones de campo

Evaluación de fertilidad de la madera

La producción de cualquier frutal depende de innumerables factores tanto naturales como agronómicos, encontrándose estrechas relaciones entre cantidad de yemas y flores producidas por cada árbol y la cosecha. Sin embargo esto no dependerá solo de la cantidad de yemas y flores sino de su calidad de ser productoras. Estudios realizados por Heincke (1971), indican que la capacidad

productiva de las yemas florales depende del vigor de los dardos y el brote que dará origen a ella. Es por ello que se hace necesario realizar los estudios pertinentes a través de nuevas tecnologías para establecer el potencial de cada estructura formada en la planta, que en este proyecto se abordara para ser usado en las decisiones de poda como también asociarlas en la evolución de producción. A continuación se presenta un resumen de la metodología de análisis hiperespectral para analizar las yemas seleccionadas

Muestreo de capturas digitales (hiperespectrales y RGB con el prototipo en puntos de control definidos en mapas de similitud.

Obtención de la imagen RGB según prototipo propuesto.

Las imágenes se capturaran temporalmente antes de poda, ya que de esta forma se tiene el material disponible para dar respuesta como herramienta de decisión de poda. La forma en la cual se abordara esta etapa es en forma conjunta con el análisis de madera y yemas, ya que ambos se asocian.

Toma de muestras en terreno. Como se señaló anteriormente en base a los puntos de monitoreos se ubicaran puntos anexos para realizar el seguimiento temporal de aquellas plantas seleccionadas para la obtención de los modelos y calibración del prototipo, para ello se ubicara el encuadre del tamaño de la planta que se requiere medir. Todo ello apunta a estandarizar los procedimientos de capturas, tanto en distancia, enfoque e iluminación. Ejemplo de ello se detalla en esta gráfica. Figura 10

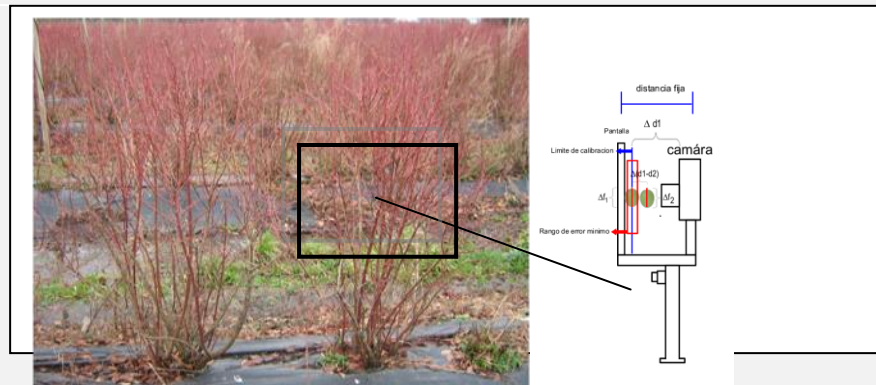


Figura 10. Sistema automatizado adquisición de información de biomasa.

Se generaran protocolos de capturas para obtener imágenes de alta calidad y estandarizada planta a planta para generar los modelos adecuados de segmentación de imágenes, en este caso se utilizaran las mismas técnicas de segmentación de fruta, en la cual se detallan en el capítulo de estimación de rendimiento en fruta.

Lo primero es encontrar la distancia optima en la cual se fotografiaran las plantas, para obtener el mejor detalle de las estructuras de cada planta. Una vez obtenido aquello se extraerán toda aquella estructura encontrada en el espacio o recuadro de la imagen, en la cual se identificarán la cantidad de madera por metro cuadrado, yemas y la fertilidad de ellas. Ejemplo de ello es lo que realiza a través del Sistema automatizado adquisición de información de biomasa (número de sarmiento, el diámetro promedio de la madera y la biomasa de madera en gramos por m²) generado por la empresa A-FORCE en el cultivo de la vid. Figura 10



Figura 11. Sistema automatizado de biomasa de madera en gramos por m²

Selección del material y reconocimiento de las estructuras:

Como fue explicado anteriormente las plantas que se extraerán las maderas es poder calibrar la imagen vista en terreno con el volumen del recuadro.

El concepto de categorización de las estructuras se realizara bajo el concepto de edad de la rama y vigor de cada una de ellas (largo y grosor) ya que cada una de ellas posee potenciales distintos, si bien es complejo realizar identificación del largo y grosor de las estructuras, para este caso se segmentara en base a color de ramas, ya que en éste caso las ramas de menor edad (menos de dos años) son de color más claro que las estructuras de mayor de dos años. Así con ello se generara un resultado en base a los metros cuadrado de madera según la antigüedad de ésta. Figura 12

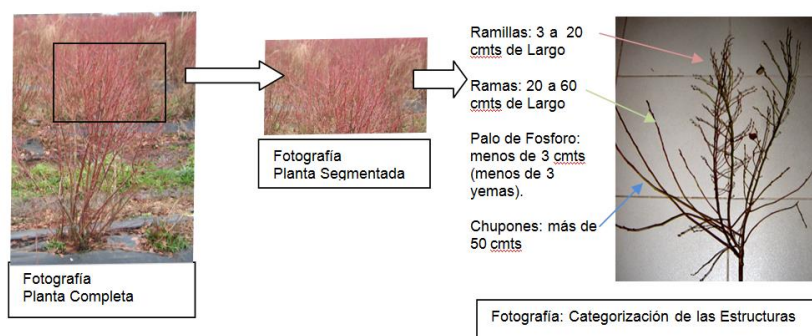


Figura: 12. Esquema de selección de las estructuras de cada planta fotografiada.

Luego de esta esquematización de selección de masa de madera frutal, se generara los planos de madera frutal para entregar información de decisión de poda.

Recolección de material vegetativo.

Las estructuras son extraídas de los distintos vigores determinados dentro del predio para un análisis exitoso, la representatividad de la muestra es primordial. Debe expresar el estado sanitario y vigor del huerto. Una muestra inadecuada provoca decisiones erróneas en la cantidad de fruta dejada en la poda (cuánto podar) y la calidad de madera donde esta se producirá (cómo podar).

Análisis de correlación entre información digital vs fertilidad de madera.

El conjunto de curvas espectrales contenido en cada cubo hiperespectral serán llevadas a matrices únicas (X), en donde cada columna corresponderá a una longitud de onda y cada fila a un píxel de la imagen. Dichas matrices de curvas espectrales serán luego pre-procesadas según lo señalado por Kemp et al., (2010), desarrollándose un procedimiento de suavizado y posteriormente normalizado mediante el algoritmo de "multiple scattering correction" (MSC).

Las matrices espectrales anteriormente mencionadas (X), serán confrontadas con los respectivos análisis fertilidad de madera (Y), conteniendo el resultado numérico ya sea "1" si la yema es fértil o "0" en el caso que esta sea infértil. sometidos a un análisis discriminante de Mínimos cuadrados parciales por intervalos (i-PLS), mediante el algoritmo desarrollado por Nørgaard et al., (2000). Este algoritmo permite la selección de las longitudes de onda más relevantes para poder realizar la clasificación entre las dos clases de yemas. La evaluación de la capacidad de discriminación para los distintos intervalos seleccionados será llevada a cabo mediante test de sensibilidad y especificidad. Los rangos seleccionados serán finalmente confrontados con los catálogos de "bandpass filters" para todos los distribuidores asociados a la cámara multiespectral de prueba considerada en el proyecto. Finalmente, serán adquiridos aquellos "bandpass filter" cuyo rango espectral de captura sea igual o menor al ancho de los rangos espectrales seleccionados mediante el modelamiento mencionado previamente.

Adicionalmente, se generará un modelo estadístico a ser empleado funcionalmente en el prototipo propuesto para la segunda etapa del presente proyecto (prototipo optimizado) en donde se emplearán los filtros ya seleccionados y en donde además se contará con información de entrada del tamaño de yemas.

Para llegar a este modelo se integrará la información capturada en condiciones de laboratorio tan solo para las bandas espectrales de interés, con información del tamaño de las yemas. Ambos datos finalmente serán confrontados a la información de fertilidad de yemas, con lo cual se tendrá el modelo discriminante a ser evaluado con el prototipo optimizado.

Escaneo de Muestras (en frutos).

Captura de imágenes del cultivo en diferentes etapas fenológicas mediante sistema hiperespectral y según prototipo, para definición de bandas de interés para evaluación de calidad y algoritmos de segmentación de frutos.

Captura de imágenes: La captura de las imágenes en terreno, utilizando el prototipo desarrollado y los puntos de monitoreo definidos, se realizará desde el periodo de cuajado de las bayas hasta la cosecha. Dentro de los puntos seleccionados en el predio, se marcarán plantas tanto para monitoreo digital como otras para monitoreo digital y obtención de muestras (destrutivas), con el fin de ver la evolución del tamaño de las bayas y así obtener las curvas de crecimiento para realizar la estimación de rendimiento. La cámara capturará las imágenes laterales en los arándanos; el seguimiento de los puntos marcados se realizará en forma estática es decir se posicionará el equipo al lado del punto marcado y se realizará la captura fotográfica siempre de la misma forma.

Poste para mediciones

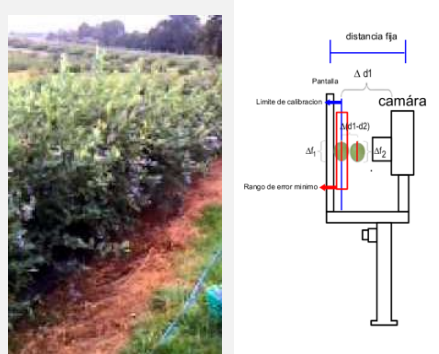


Figura 13. Captura lateral de imágenes en Olivos

Adquisición de datos de terreno:

El muestreo será dividido en uno de tipo destructivo y otro no destructivo a través de las fechas de muestreo durante las distintas etapas fenológicas del cultivo. Así en cada punto se marcará un encuadre en el cual se realizarán las mediciones con los sensores (hiperespectral + prototipo + tamaño de frutos + conteo) de las plantas fecha a fecha mientras que en una posición adyacente se realizará una medición con los mismos sensores pero en donde las muestras serán cosechadas y trasladadas a laboratorio para desarrollar un muestreo de tipo destructivo. Esto último a partir del estado fenológico de envero.

Un aspecto importante a considerar es que la oclusión de los frutos genera el problema de que no todos ellos se puedan visualizar y por lo tanto no se pueden contabilizar. Para poder contabilizar los frutos y para validar las estimaciones que se realizan a partir del modelo que se generará, se realizarán las respectivas capturas de las imágenes en ambos puntos descritos anteriormente (monitoreo de evolución sin sacar fruta), y en paralelo en los puntos destructivos, para la contabilización y peso) de los frutos que son visibles en la imagen obtenidas en estos puntos (proceso de calibración).

Por lo tanto los datos que se deben tomar en terreno son:

- Captura de imágenes por variabilidad del cuartel y variedades (diferentes puntos de captura asociados a puntos de zonificación del huerto).
- Distancia desde cámara a un punto específico dentro de la imagen, con equipo ultrasónico del prototipo.
- Número de frutos visibles en la imagen y total de frutos de la planta monitoreada.
- Diámetro de bayas en la imagen.
- En algunos adyacentes se realizarán muestras destructivas con el fin de evaluar y validar el modelo de estimación.
- Peso total de bayas y peso promedio de bayas presentes en la imagen.
- Diámetro de bayas total de la planta monitoreada (distribución poblacional de calibres en la planta).

1.11-. Capturas ópticas con diferentes filtros seleccionados en el prototipo desarrollado.

El modelo propuesto para arándanos se basará en los mismos principios expuestos anteriormente, con lecturas de campo digitales y obtención de fruta asociada. Sobre esta información se generarán los modelos de estimación de rendimiento.

Es claro que lo expuesto hasta el momento nos permite evaluar los rendimientos del cultivo, pero este sin su evaluación de calidad deja una deficiencia clara en el producto final necesario por la

industria.

La solución propuesta para poder diferenciar atributos de calidad de la fruta se basará en la definición de filtros espectrales, los que actuarán en un sistema multispectral de captura, y que servirá como información de base para los modelos de discriminación.

Para determinar la calidad de los frutos, en este caso de arándanos se extraen muestras desde el predio en estudio y son transportadas a laboratorio para realizar los respectivos análisis. Los arándanos cosechados se extraen de diferentes partes del huerto para incorporar variabilidad en las muestras. Los frutos cosechados se clasifican según el grado de madurez de los frutos, en primera instancia se separan en 4 clases (Maduras, medias maduras, pintonas y verdes).

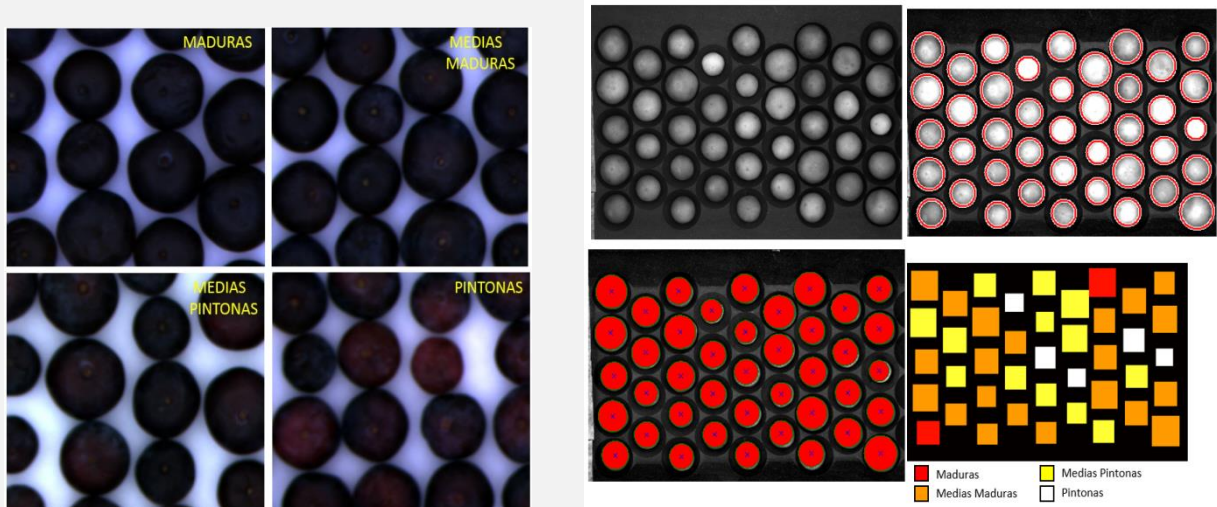


Figura 14. Grados de madurez del arándano.

A través de una cámara multispectral se capturarán imágenes de las diferentes clases de arándanos que se seleccionarán. Las imágenes serán capturadas, en primera instancia, en un sistema con iluminación controlada para así no afectar la apariencia del color y a su vez no afectar el proceso posterior de la imagen. En terreno se deberá incorporar un sistema de luz adecuado para que sea independiente de la luz solar y/o incorporar algoritmos de segmentación de imágenes en que no influya la luz.

Una vez obtenidas estas imágenes con diferentes filtros (longitudes del espectro electromagnético), se realizará el preprocesado de las imágenes para realizar las primeras correcciones. Para identificar el valor de cada píxel perteneciente a arándanos, se debe realizar una segmentación de las imágenes y extraer dicho valor, para su posterior relación con los datos de calidad obtenidos en laboratorio.

Se han desarrollado diversas técnicas de segmentación de imágenes, la mayoría se basa principalmente en la identificación por el color y la forma del objeto que se desea aislar. Como primera aproximación, se analizarán diferentes espacios de colores en donde se puedan diferenciar con mayor exactitud los diferentes estratos que se puedan obtener en una imagen en arándanos, como son: frutos, hojas, tallos y suelo, es decir, realizar la segmentación de la imagen. Los espacios de color que se analizarán serán: RGB, Cmyk, HSV y CieLab, seleccionando el que entregue los mejores resultados de segmentación y optimice el tiempo de procesamiento.

Una vez realizada la segmentación se evaluarán diferentes alternativas de segmentación por forma, entre ellas se puede mencionar la transformada de Hough, la cual es una técnica utilizada para aislar características de forma particular dentro de una imagen; ésta transformada corresponde a un algoritmo de reconocimiento de patrones.

Además se utilizará análisis de componentes principales (PCA), tanto para la segmentación de las imágenes como para la búsqueda de las correlaciones entre las diferentes medidas de parámetros de calidad.

En la siguiente figura se muestra un avance sobre la clasificación de los arándanos a partir de una cámara multiespectral, a partir de la cual se clasifican los arándanos según su estado de madurez, mediante un software implementado en matlab.

1.12-. Asociar información digital y real de campo para definir replanteamiento de prototipo

Correlación de Resultados de Muestras escaneadas vs Análisis de Laboratorio, Obtención de Modelos de Calidad y Rendimiento.

El análisis de correlación entre las muestras escaneadas en condiciones de luz variable (terreno) se desarrollará de manera análoga a la antes detallada para el caso del análisis de yemas.

Las principales diferencias metodológicas en relación a la analítica de estructuras productivas estarán en la captura de los cubos hiperespectrales, las que se desarrollarán en exteriores, con lo que se adiciona una fuente de variación importante, pero que de igual forma posibilita el trabajar sobre las condiciones en las que el sistema funcionará definitivamente. De esta forma, la información contenida en los cubos hiperespectrales será correlacionada tanto con la información química de las muestras ingresadas a laboratorio para la determinación de (Grados Brix, pH, % de Materia Seca, Antocianinas Totales). Los modelos de regresión serán aquellos de mínimos cuadrados parciales por intervalos (iPLS), en función de los cuales se seleccionará las longitudes de onda más relevantes para cada uno de los atributos arriba señalados. Cabe señalar que una de las mayores ventajas del sistema hiperespectral definido para el presente proyecto corresponde a que es un sistema portátil, posibilitando las capturas en forma manual a lo largo de la temporada en condiciones de terreno.

Mayores Desafíos técnicos a ser enfrentados:

Es necesario que dentro de la actividad experimental anteriormente descrita haya distintos puntos críticos a ser abordados para el funcionamiento del sistema a nivel comercial.

- Captura y modelamiento en condiciones de luz variable de imágenes hiper y multiespectrales.
- Selección de filtros espectrales específicos por estado fenológico cercano a cosecha (Madurez diferencial).
- Incorporación del sistema de captura de cálculo asociado a sensores multiespectrales en condiciones de terreno.

Como resultado esperado, se considera un sistema multiespectral de captura que considere de distintas combinaciones de longitudes de onda (filtros) para la discriminación de calidades de frutos y evolución de maderas productivas. Que determinaran filtro de clasificación óptimo para incorporar al prototipo optimizado.

1.13-. Ajustes del prototipo

Implementación de filtros espectrales en el “Prototipo Optimizado”.

De los resultados obtenidos en el proceso de selección de filtros espectrales se procederá a la compra de estos e instalación en el prototipo sobre la cámara IR que posee un CDD capaz de capturas intensidades de luz de hasta 1000 nm. Este nuevo prototipo se denominará “prototipo óptico de captura”. Además, se procederá a corregir cualquier deficiencia que se haya encontrado en el prototipo de captura de tal manera de robustecer este.

Captura de Imágenes con filtros espectrales para maderas y frutos.

Incorporados todas las modificaciones en el prototipo se procederá a generar las nuevas capturas que incluirán las imágenes en los rangos espectrales definidos además de continuar con las capturas normales en RGB que permitan avanzar en los desarrollos.

Generado el primer prototipo, se generarán capturas para dejar el equipo totalmente funcional tanto en la parte electrónica como el desarrollo informático a ser desarrollado para su uso. Este equipo se programará en C++ para la correcta integración de las piezas electrónicas del equipo opere y almacene las imágenes adecuadamente en la obtención espacio (dado en puntos de control) – temporal (durante los distintos periodos fenológicos del frutal) que se utilizará y son explicados a continuación.

Método objetivo 2: Desarrollar plataforma que integre los algoritmos (software) de estimación de rendimiento y calidad y visualización de resultados, a través de internet of things (IoT) de forma amigable para los usuarios.

El segundo objetivo del proyecto considera la etapa de validaciones de los modelos obtenidos: se corroboraran durante la última etapa del proyecto, en la cual el prototipo optimizado se utilizara, como vía para estimar rendimientos antes de poda (análisis de yema) y al momento de cosecha (rendimiento y calidad). Por lo cual se generaran planos de poda, rendimientos y calidad. Los cuáles serán comparados con la metodología de estimación tradicionalmente utilizada y además serán cuantificados con el sistema de trazabilidad de cosecha de Agroid por ser un sistema bastante preciso en la cuantificación masiva de datos del rendimiento por hilera o sector.

Toda información generada en esta etapa permitirá ser integrado al sistema web (IoT) de decisión de acciones de manejo agronómico, con el propósito de tomar acciones precisas y oportunas para realizar las operaciones pertinentes en las acciones de poda hasta cosecha, con ello los equipos humanos dentro de todo sistema agrícola ya sea pequeños y medianos agricultores de arándanos podrán manejar eficientemente la mano de obra en toda la cadena productiva. Todas las actividades que se enmarcan en el Objetivo 1, serán agrupadas en esta plataforma y permitirá desarrollar el modelo de estimación de rendimiento a partir frutos cuajados a cosecha considerando la distribución espacial del rendimiento y calidad de cada uno de los sitios de experimentación.

2.1.- Muestreo de capturas digitales con el prototipo en puntos de control definidos en OE1.

Muestras de frutos Identificables y Trazables Obtenidas.

En cada punto de muestreo seleccionado se capturará una imagen hiperespectral bajo condiciones de luz variable para cada fecha de muestreo a través de las distintas etapas fenológicas del cultivo. La posición de la cámara en para la captura en cada encuadre será asegurada mediante una estructura metálica de soporte, de tal manera que las tomas sean comparables entre fechas de muestreo. Por otra parte, cada inflorescencia en cada encuadre será debidamente rotulada con una identificación específica que corresponde a la posición de la planta y el número de inflorescencia.

2.2.- Desarrollar modelo de Segmentación de Madera y Fruta bajo condiciones de terreno (hoja, tallo, postes, suelo, cielo, fruta)

Caracterización física de las muestras (tamaño y peso), según su definición poblacional en planta.

Dentro de los trabajos desarrollados por el Progap-inia se han desarrollado diversas técnicas de segmentación de imágenes. La mayoría se basa principalmente en la identificación por el color y la forma del objeto que se desea aislar. En este proyecto se diseñará un software que permita localizar y contar las bayas a partir de las imágenes obtenidas por el prototipo desarrollado. Como primera

aproximación, se analizarán diferentes espacios de colores en donde se puedan diferenciar con mayor exactitud las bayas, tanto cuando estén verdes, como cuando estén ya pintadas o maduras.

Por otro lado, también se trabajará con cada una de las bandas por separado, y se buscará la banda en la cual se diferencien mejor los clúster bayas, mediante umbralización. Una vez realizada la segmentación preliminar se filtrarán los píxeles que no correspondan a uvas, mediante técnicas de segmentación por formas, generando las primeras máscaras de uvas y hojas. Los espacios de color que se analizarán serán: RGB, Cmyk, HSV y Cielab, seleccionando el que entregue los mejores resultados de segmentación y optimice el tiempo de procesamiento. Sin embargo, esta metodología requiere bastante tiempo de procesamiento, por lo cual se seguirán estudiando técnicas más eficientes, por ejemplo normalización de la imagen, a partir de algoritmos generados con las diversas bandas que se obtendrán en la captura fotográfica. A la vez, se desarrollarán capturas en diferentes bandas espectrales que permitan ser utilizadas para una mejor umbralización de las diferencias entre bayas y dentro de estas diferencias en madurez tal como fue explicado anteriormente.

Por otro lado, también se trabajará con cada una de las bandas por separado, y se buscará la banda en la cual se diferencien mejor los clúster bayas, mediante umbralización. Una vez realizada la segmentación preliminar se filtrarán los píxeles que no correspondan a uvas, mediante técnicas de segmentación por formas, generando las primeras máscaras de uvas y hojas.



Figura 15(a) Histograma de canales “a” y “b” sobre el espacio de color Cielab. (b) Segmentación de imagen a partir del espacio de color Cielab

Segmentación de imágenes:

2.3.- Análisis de correlación entre información digital v/s porcentaje de estructuras de producción (modelo de estimación temprana de rendimiento en poda)

2.4.- Desarrollar modelo de estimación de rendimiento a partir frutos cuajados a cosecha

Una vez realizada la segmentación, se evaluarán diferentes alternativas de segmentación por forma, entre ellas se puede mencionar la transformada de Hough, la cual es una técnica utilizada para aislar características de forma particular dentro de una imagen; ésta transformada corresponde a un algoritmo de reconocimiento de patrones.

Esta transformada circular identifica el centro y el radio de las probables bayas. Al aplicar esta transformada aún existe la posibilidad de realizar falsas detecciones provocadas por sombras y bordes

de las hojas que se asemejan a círculos. Para eliminar este ruido en la imagen segmentada, provocados por las falsas detecciones, se definirá un número de objetos mínimo que debe formar una agrupación (racimos) y se medirán distancias mínimas entre los centros de las posibles bayas; así las posibles bayas que no cumplan estas condiciones serán eliminadas.



Figura 16. Izquierda: imagen original; derecha: Transformada de Hough aplicada en imagen anteriormente segmentada.

Por otro lado Nuske et al., 2011, han utilizado algoritmos de detección de bayas en donde presentan tres etapas bien diferenciadas.

Detección de las potenciales ubicaciones de los frutos, a partir de una transformada de simetría radial. Aplicación de la transformada de Loy and Zelinsky (2003), el cual es un algoritmo robusto frente a los problemas de iluminación y bajo contraste de color. Identificación de las potenciales ubicaciones que presentan similar apariencia a los frutos. Clasificar los puntos detectados que aparecen como frutos, generar una máscara sobre los frutos y extraer las características en las diferentes bandas del espacio de color RGB u otro espacio de color.

Grupo de vecinos más cercano, definiendo los clúster de frutos. Después de la clasificación de los puntos de interés, un pequeño número de falsos positivos todavía permanecen en la imagen. La mayoría de estos falsos positivos se deberían encontrar aislados, mientras que los frutos se encuentran en grupos, así se determina que debe haber un número mínimo de píxeles por clúster y se buscan los vecinos más cercanos. La estimación en baya, se deberá hacer desde que esta está verde en adelante, a partir de la posible generación de curvas de crecimiento de las bayas, por lo que es necesario tener especial cuidado en la toma de datos, especialmente del diámetro de las bayas en las diferentes etapas de crecimiento de estas. Estas curvas de crecimiento se generarán durante la temporada y permitirán ir generando un sistema de evaluación en cuanto a proyección del peso, factor que será más asertivo (más efectiva en estimar), en la medida que se tengan más años de evaluación.

2.5.- Evaluación de la distribución espacial del rendimiento y calidad

Estas clasificaciones nos proporcionan los diferentes rangos de variabilidad existentes en una zona, donde, nos proporcionan los patrones que se están implícitos en el área. Los grupos a partir de diferentes variables están conformados con conductas propias de cada grupo, donde, nos permite interferir y evaluar para obtener estas características, por ejemplo: las variaciones en la calidad de fruta, ya sea en tamaño, rendimiento y en características organolépticas.

El algoritmo puede diferenciar entre todas las variable cada grupo o clase y asignar una etiqueta para diferenciarlos, paralelamente estas etiquetas poseen información geo-referenciada que nos proporcionan la localización de las clases o grupos en el logar de estudio

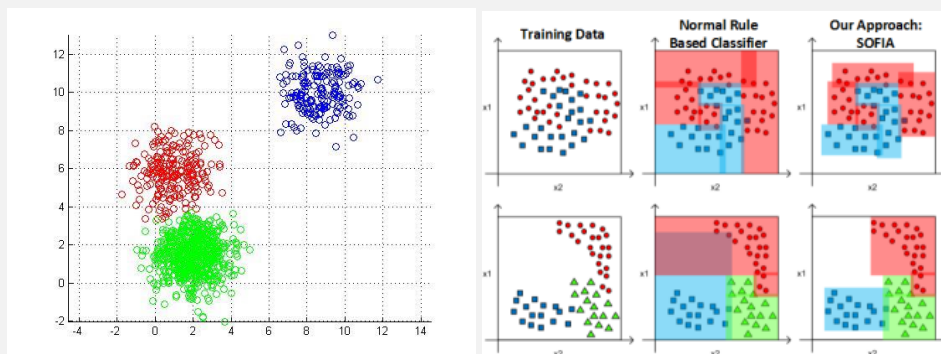


Figura 17. Ejemplos de clasificación mediante algoritmos de jerarquías en datos (University of Osnabrück).

Una vez realizada la clasificación y descrito los patrones en el huerto, se detectan y se caracterizan las zonas, determinadas por las clases o grupos esquematizados en la figura 6, luego los candidatos en cada jerarquización son posicionados mediante la geolocalización, además una nueva jerarquización darán la posibilidad de encontrar los candidatos más probables que representen a cada zona, que darán la posibilidad de monitorear y estimar al resto de los individuos en cada clase. En la figura 7, podemos identificar cada clase o grupo, pero también se puede determinar por cada individuo en el sistema, además, podemos identificar cada candidato probable en cada una de las zonas y finalmente identificamos los candidatos que representan cada una de los grupos y son denominados, puntos de monitoreo.

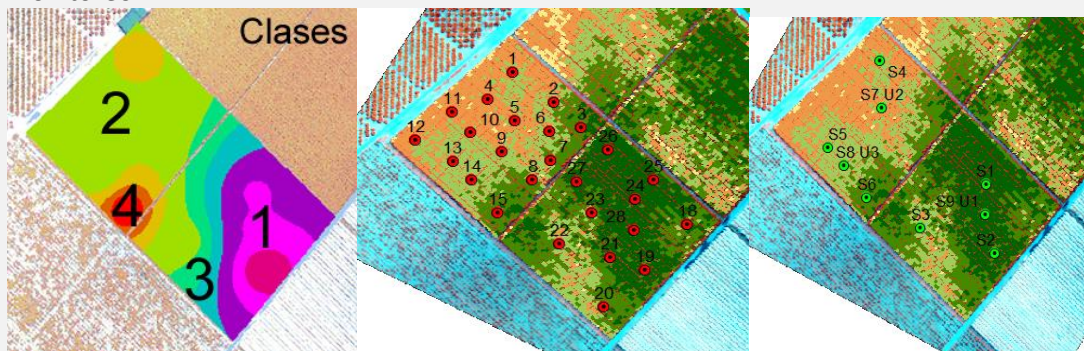


Figura 18. Obtención de los puntos de monitoreo en micro-zonas de estudio.

2.6.- Integrar algoritmos de estimación de rendimiento y calidad desarrollado en servidor web

Validación del Desarrollo de Algoritmos de Estimación.

Las validaciones de los modelos obtenidos serán corroboradas en la última etapa del proyecto, en la cual el prototipo optimizado se utilizara, como vía para estimar rendimientos antes de poda (análisis de yema) y al momento de cosecha (rendimiento y calidad). Por lo cual se generaran planos de poda, rendimientos y calidad.

Toda información generada en esta etapa permitirá ser integrado al sistema web de decisión de acciones de manejo agronómico, con el propósito de tomar acciones precisas y oportunas para realizar las operaciones pertinentes en las acciones de poda hasta cosecha, con ello los equipos humanos dentro de todo sistema agrícola ya sea pequeños y medianos agricultores de arándanos podrán maneja eficientemente la mano de obra en toda la cadena productiva.

Integración de modelos obtenidos, dentro del servidor web.

En la medida que se vayan generando y perfeccionando los diferentes modelos descritos anteriormente, de igual forma se irán integrando en el prototipo de captura, el cual pasará a ser un servidor web (IoT) y análisis de información in situ.

Luego de realizar la calibración de la información, se deberá validar el modelo de estimación de rendimiento primario en predio de estudio, realizando un muestreo cuando las bayas están verdes y así realizar la proyección con la información de cosecha. Esto se desarrollará durante los primeros dos años dejando el tercer año la validación final del modelo. Además, a partir de las capturas obtenidas con los filtros espectrales se podrá definir la calidad de los rendimientos estimados

Este punto es muy importante ya que este prototipo no solo podrá evaluar en campo los rendimientos y calidades (en puntos de control definidos), sino que también esta información será enviada a un servidor central (algoritmo de comunicación con uso del GPRS del equipo) para proyectar los rendimientos espaciales a muy bajo costo de operación (información muy baja en kilobytes).

Sobre la base de los mapas de estimación de rendimiento y calidad desarrollados (utilizar los más cercanos a cosecha), se trabajará en conjunto con el personal de Hortifrut para definir estándares tanto de poda y calidad que permitan generar segmentaciones en ambos tipos de mapa para la guiar al usuario en la necesidad de operarios que gestan dichas funciones como también en posterior seguimiento en campo de estos. Dicha información será tanto presentada en el servidor web como también accesible desde un Smartphone para facilitar el acercamiento de esta tecnología al usuario.

2.7.- Desarrollo de plataforma de visualización de resultados

Una plataforma con un nuevo dominio tecnología emergente que se utilizara para conectar todos los objetos a través de una tecnología más eficaz para proporcionar en tiempo real y ver la información del mundo real a los usuarios, donde se espera que los avances en Smart Devices para desencadenar varios nuevos servicios. Desarrollando una plataforma de ingreso de la información a través de un servicio web, el que almacenará los datos asociados a la captura en una base de datos preestablecida, y la imagen será enviada a una carpeta FTP.

Internet of things

Los productores de arándanos obtendrán información real y de rápido acceso sobre el rendimiento y calidad de su cultivo en la temporada a través de los equipos móviles conectados a un servidor de datos. Este proyecto está siendo dirigido almacenar datos actuales y de los últimos años, permitiendo a los agricultores visualizar sus proyecciones de los próximos años, siendo capaces de medir la susceptibilidad del cultivo en distintos parámetros agroclimáticos. Reúne la información en red de los mapas de rendimiento y calidad asociados a la detección de puntos evaluados con el prototipo óptico de captura a través del huerto, y en conjunto serán capaces de determinar las logísticas de cosecha y producción.

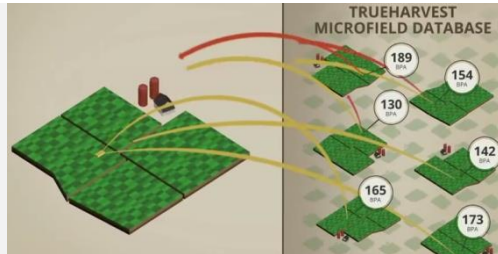


Figura 19. Plataforma de internet of things (IoT)

2.8.- Evaluar eficiencia de plataforma

Se evaluarán aspectos como seguridad y eficiencia en la transferencia de la información desde y hacia el servidor. Gestionando aspectos técnicos como la vulnerabilidad, tiempos de respuesta, seguridad, disponibilidad del servicio, entre otros.

Método objetivo 3: Evaluar los potenciales impactos de las variables de producción (clima-agua-nutrientes) y su relación con los rendimientos y calidad obtenidos en asociación con requerimiento de logísticas de cosecha.

Mediante el software ICAS es posible obtener la información de la vegetación de cada árbol en el huerto, además mediante la rastra electromagnética (EM38) es posible obtener los datos de variación morfológica del suelo y del satélite es posible obtener los datos de topografía del terreno. En conjunto nos proporcionan información de la variabilidad de las micro-zonas de estudio, para ello es importante utilizar sistemas digitales de clasificación o análisis discriminante. Una forma de sintetizar la información contenida en una tabla multidimensional (por ejemplo una tabla que cada columna es una variable), es mediante la conformación y caracterización de grupos. Los grupos o clases se conforman de manera que los elementos dentro de cada grupo sean lo más homogéneos posibles y que, en cambio, los elementos de diferentes grupos sean lo más diferentes posibles.

Los métodos de clasificación se pueden dividir en jerárquicos y no jerárquicos. En los no jerárquicos el número de clases se establece previamente y el algoritmo de clasificación asigna los individuos a las clases. En la clasificación jerárquica se construye un dendrograma, cuyas ramas terminales representan a cada uno de los individuos y el tronco es la clase conformada por todos los individuos. Sobre la base de ambos mapas obtenidos, se realizará un análisis de similitud que permite integrar estadísticamente los patrones espaciales existentes y sobre esto se desarrollará el sistema de monitoreo del predio, considerando seguimiento de biomasa, riego y fertilidad sobre las áreas zonificadas en estudio. Además

Se analizará una correlación multivariadas sobre las tres variables de seguimientos y rendimiento y calidad asociado y el resultado comparativo de las variables de significancia en estudio y su zonificación permitirá generar la estimación del rendimiento de la zona definida. Todos los resultados obtenidos serán comparados con los resultados de cuantificación real de la cantidad de fruta cosechada medida con el sistema de trazabilidad AGROID.

3.1 Seguimiento de biomasa, riego y fertilidad sobre las áreas zonificadas en estudio.

Medición de Variables Agronómicas.

Captura aérea de imágenes de vigor – biomasa para la segmentación de huertos.

Los antecedentes que se disponen con respecto a la utilización de los índices de vegetación, indican que efectivamente se puede determinar variaciones de vigor de las plantas utilizando el índice de vegetación normalizado (NDVI), donde los valores de dispersión van desde -1 a 1, este algoritmo fue

probado en un predio de Arándano de la VIII Región, sobre una superficie de 13 has, logrando una separabilidad efectiva de vigor en los cuarteles analizados (Figura 1). Por otra parte, se estudiará en detalle la calibración de dicho índice y su asociación en términos de desarrollo de biomasa, productividad y calidad de frutos.

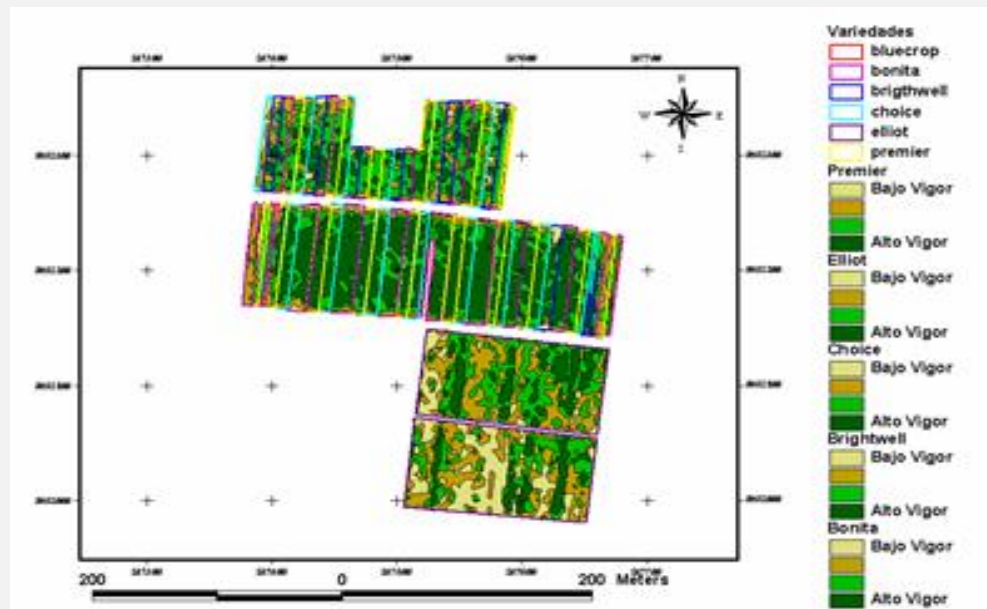


Figura 20. Visualización de la clasificación del NDVI en tres clases de vigor.

Cabe destacar, que en este tipo de captura existen problemas de malezas entre pasillos que producen distorsiones importantes y deben ser filtrados para poder segmentar solo la biomasa del cultivo. Por lo tanto se deberá volar una altura menor (píxeles en imagen menores a 25 cm uso de UAV para captura multiespectral) a lo tradiciones de tal forma de poder segmentar el desarrollo del índice a las hileras de plantación (Figura 2, Imagen A). Para lograr realizar esta labor, se debe trabajar con las poblaciones de datos de NDVI por individuos o planta (Figura 2, Imagen B y C).

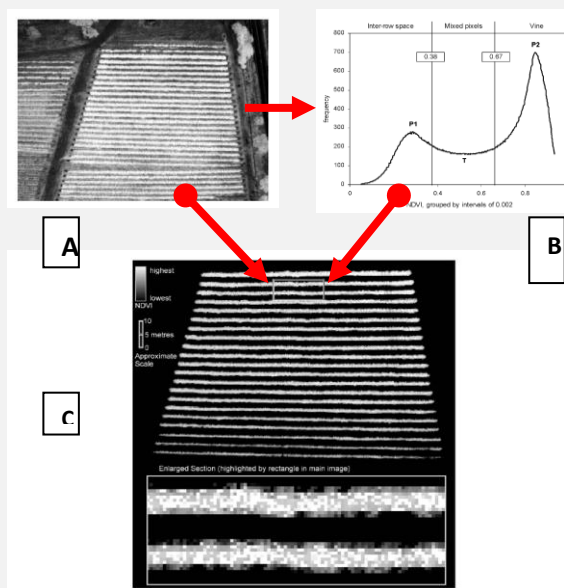


Figura 21. Esquema de segmentación de hileras de un huerto de arándanos.

Por otra parte, lograr una adecuada zonificación de los huertos, es importante para un buen plan de monitoreo que permita proyectar adecuadamente los rendimientos de las diferentes zonas encontradas. Para realizar dicha actividad, es necesario localizar los puntos de monitoreo en un formato estadístico representativo, el cual será abordado por el PROGAP INIA mediante el software ICAS (INIA Canopy Analyze System), desarrollado por PROGAP, para generar los puntos de monitoreo con un diseño estadístico sobre la base de información de captura multiespectrales aéreas.

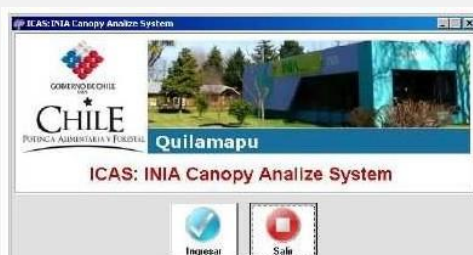


Figura 22. Pantalla de Entrada ICAS.

El software desarrollado permite desarrollar una clasificación de detalle de las hileras y árboles del predio (Figura 4), permitiendo así una clara definición de la población objetivo (árbol/NDVI).

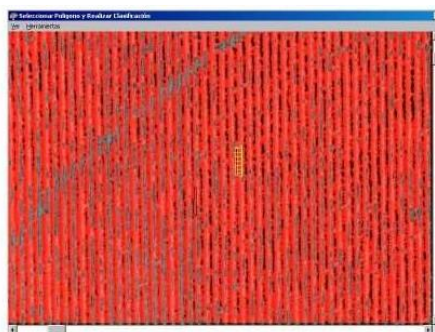


Figura 23. Pantalla de Clasificación de hileras y árboles del predio.

Luego de seleccionado el nivel de agrupamiento de copas, se debe seleccionar qué ejemplares serán los que finalmente se muestrearán. Para hacerlo se utiliza un procedimiento estadístico estereológico en base a la variabilidad del bloque con el cual se decide el número de muestras necesarias para representar la variabilidad y su localización espacial (Figura 5)

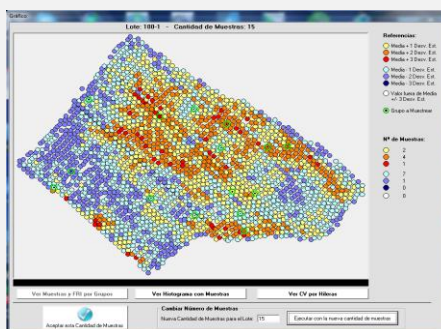


Figura 24. Cantidad de muestras y ubicación de las mismas en los árboles a muestrear.

Sin embargo, se debe también integrar la información de suelo a la de plantas para generar puntos de control más precisos.

3.2 Análisis de correlación multivariadas sobre variables de seguimientos y rendimiento y calidad asociado.

En cada uno de los patrones detectados (clases), posee una condición distinta en función de la variabilidad que existe. Las diferentes condiciones son expresadas en diversas dimensiones, y son esquematizadas bajo la variabilidad espacio-temporal. La evolución de estas características son medidas en terreno en cada uno de los puntos de monitoreo y son condicionadas a cada individuo de los grupos mediante algoritmos de entrenamiento. Los algoritmos de entrenamiento son estructuras de árboles de decisión que son entrenados a partir de datos clasificados y etiquetados, y sirven para poder estimar al resto de los datos de cada clase. El algoritmo de clasificación y estimación tiene dos fases: (1) fase de entrenamiento, es donde las variables medidas en terreno entrenan los patrones detectados a través de los candidatos (puntos de monitoreo), (2) fase de test, es donde se realiza la validación del modelo para la certera estimación de las variables. El sistema es basado en la probabilidad de estimar una variable a partir de patrones descritos (Figura 23).

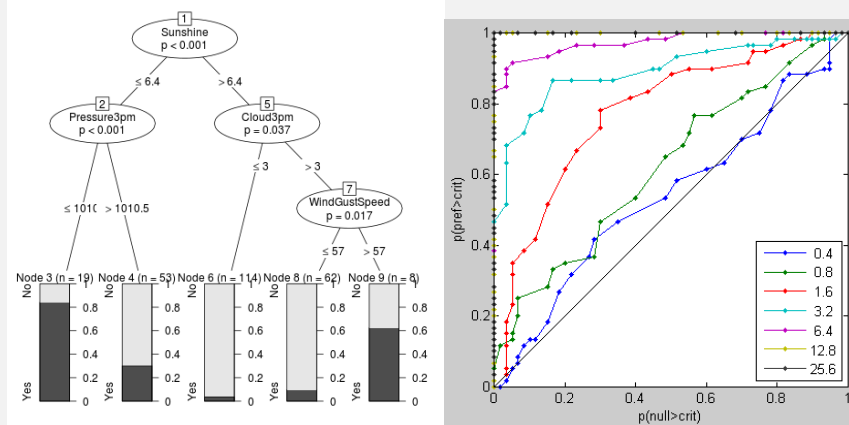


Figura 25. Esquematzación del algoritmo de entrenamiento y clasificación, validación mediante ROC.

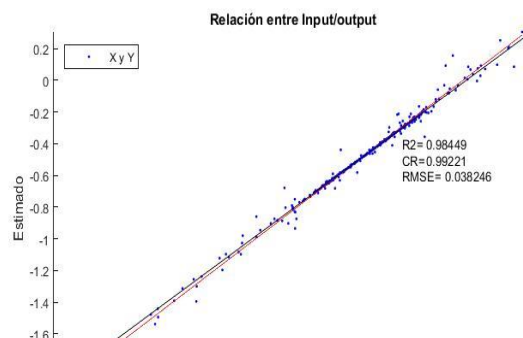
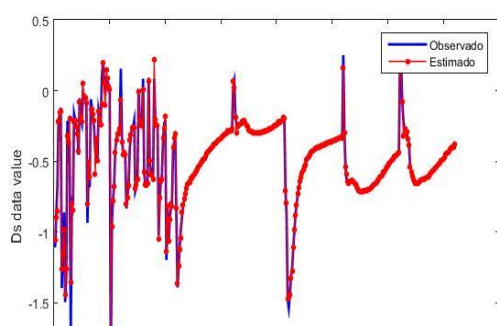


Figura 26. Diferentes parámetros de calidad medida en las diferentes clases.

En la figura 26, podemos observar las diferentes características de calidad medidas en uva de mesa, donde podemos distinguir las diferencias en cada una de las clases generadas. Esta información proporciona los estándares para la fase de entrenamiento que dará la estimación al resto de los individuos de cada clase. Así, determinando puntos de muestreo y puntos de validación, podemos validar el sistema en el espacio y tiempo mediante el análisis de los falsos positivos.

3.3 Análisis comparativo de variables de significancia de las variables en estudio y su zonificación.

En cada una de las validaciones que se realicen, es importante saber los parámetros de cada algoritmo para una óptima estimación. Las curvas ROC, nos permiten determinar los falsos positivos de cada ensamblaje del algoritmo y certera probabilidad de la información. En un ejemplo realizado en uva de mesa, se dispuso a estimar los valores de humedad a partir de los patrones de conductas de los sensores de humedad instalados en arbustos bajo diferentes condiciones, se estandarizo cada dato y se incorporó al sistema de entrenamiento. La validación del modelo género en un 99% de probabilidad de acertar al valor real, así proporcionó una correcta estimación.



Método objetivo 4: Generar un modelo de cuantificación del impacto económico de la variabilidad espacial del rendimiento y calidad que permita justificar el uso de la tecnología desarrollada.

El proyecto busca entregar una herramienta de fácil utilización e interpretación para un técnico en terreno ayudando a la toma de decisiones de los productores de arándanos, asociado a la estimación del rendimiento de la planta, a la calidad de los frutos y tiempo de durabilidad en postcosecha que son factores determinantes para el comercio y lugar de destino de la producción.

La información que entrega el modelo bajo las variables que se le proporcionó, es la probabilidad de una o varias variables influyeran en la estimación, para este ejemplo se muestra en la figura 11, los predictores de más importancia, y nos proporciona información valiosa para futuras estimaciones. Es importante determinar que variables son las que influyen por cada clase y también jerarquizar cuáles son.

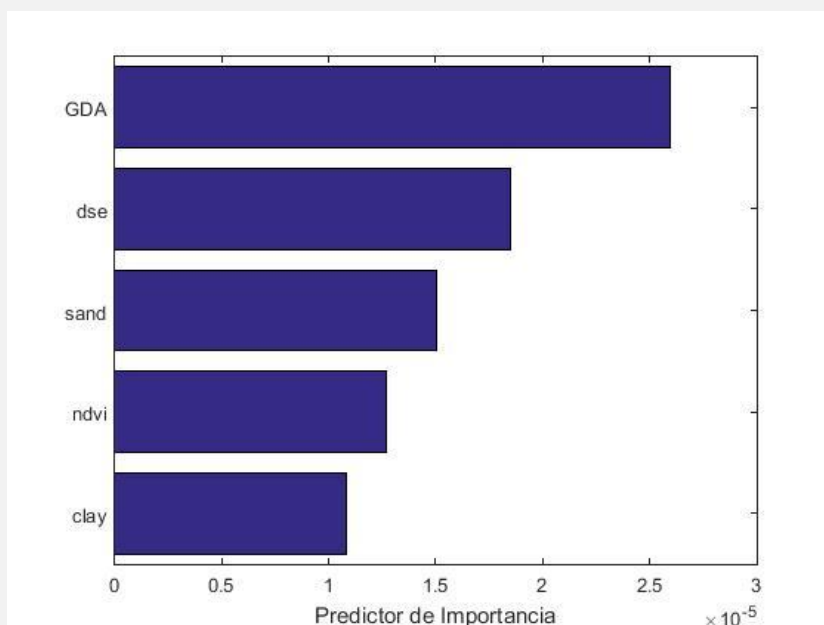


Figura 28. Variables de importancia o significancia en el modelo de estimación.

Se puede considerar que Chile es un potencial de mercado para proyectos de innovación asociados a la producción del cultivo de arándanos debido al aumento de la superficie plantada en los últimos años, las condiciones agroclimáticas presentes en el país favorecen aclimatación de este cultivo, las diferencias de temperaturas registradas desde norte a sur permiten tener una producción desde principios octubre a mediados de marzo, por otra parte los volúmenes de exportación van progresivamente en aumento, por estas razones este proyecto es de suma importancia para los productores ya que dará respuesta producción y calidad que se tiene en los huertos, adicional a esta información podrán determinar el mercado destino de sus arándanos, esta información es no es solo relevante para pequeños y grandes productores de arándanos tanto a nivel nacional como internacional, esto da como resultado la existencia de numerosos mercados distintos o sub mercados para este proyecto. Esta existencia de sub mercados permite sostener que siempre habrá un nicho en el cual se pueda incursionar.

Este mercado está en constante evolución es competitivo, abierto y con gran oferta de bienes y servicios, resultado tanto de su producción interna como la afluencia de productos importados. Por ello para un nuevo impacto tecnológico es necesario desarrollar e invertir fuertemente en una estrategia de comercialización que permita destacar los atributos del producto sino también diferenciarse de los demás.

Se efectuará un Estudio Tecnológico que consiste en un análisis comparativo de la situación actual versus los cambios que la tecnología permitirá, ello se medirá en las variables de Rendimientos y de Calidad y sus variaciones por mayor o menor rendimiento y por acceso a precios en función de la producción total. Se medirá las variaciones obtenidas sobre los mapas de rendimiento y su relación con la distribución de los costos de producción asignados a los cuarteles, determinados el % de participación y cuanto significa corregir estas brechas de rendimiento económicamente, en función de variaciones, además de evaluar la carga por operario en cosecha.

Por otra parte se aplicarán metodologías de evaluación de proyectos tecnológicos, para poder determinar la rentabilidad de la tecnología (VAN y TIR), el período de recuperación de la inversión y la relación de Costo/Beneficio de la utilización de las nuevas tecnologías con datos de predios representativos de los productores asociados a Hortifrut.

Se aplicará el Método CANVAS de Modelos de Negocios, el que permitirá definir la mejor manera de lograr la adopción de la tecnología por parte de los productores. En este método, se basa en el análisis de nueve (9) bloques que se interrelacionan entre sí, ellos son: Segmento de Clientes, Propuesta de Valor, Canales de Comunicación y Distribución, Relaciones con los Clientes, Flujos de Ingresos, Recursos Clave, Actividades Clave, Partners Clave y Estructura de Costos.

4.1.- Evaluación del impacto económico espacial del manejo de las variables sobre el rendimiento y calidad final.

Sobre las variables de rendimiento de calidad se identificarán las zonas y sus costos asociados para identificar el peso económico que tiene sobre los manejos de producción determinados, lo que generará un % de peso de cada variable determinado en costo y cuanto me mejoraría los retornos del huerto al aplicar las medidas correctivas.

Estas variables individuales reflejan las categorías perfil físicas de cada campo, tales como el tipo de suelo, pendiente, frecuencia de riegos y las condiciones de crecimiento actuales, incluyendo las precipitaciones y crecientes grados-día. Como resultado, se espera que se muestre el verdadero potencial de rendimiento único para cada cuartel del campo.

Evaluar:

- Ver el potencial de rendimiento de sus campos y la oportunidad de mejora.
- Calcular oportunidad de mejora de ingresos de cada campo.

4.2.- Evaluación la logística de cosecha utilizando los planos desarrollados y el sistemas QR desarrollado por Agroid.

Se medirá las variaciones de costos asociados a aspectos logísticos de producción, en función de variaciones determinadas sobre la variabilidad espacial y la eficiencia de implementación los códigos QR desarrollados por Agroid, se va medir el impacto económico que tiene esta adopción de software completo.

4.3.- Cuantificar la relación de costo beneficio que permita orientar el plan de negocio del costo de servicio.

Entender el rango de potencial de rendimiento para cada zona

- Determinar qué áreas de sus campos tienen más o menos potencial
- Tomar decisiones de asignación de recursos de entrada y mejor informadas
- Determinar las oportunidades de mejora de ingresos
- Hacer los cambios de temporada y las decisiones de planificación para la cosecha del próximo año.
- Medir los años-sobre-año resultados de los cambios de prácticas agrícolas, incluyendo opciones de semillas y fertilizantes, sin importar las condiciones climáticas.

4.4.- Ajuste y sustentación del plan de negocio del servicio aprestar.

Se efectuará un Estudio Tecnológico que consiste en un análisis comparativo de la situación actual versus los cambios que la tecnología permitirá, ello se medirá en las variables de Rendimientos y de Calidad y sus variaciones por mayor o menor rendimiento y por acceso a precios en función de la calidad.

Se aplicarán metodologías de evaluación de proyectos tecnológicos, para poder determinar la rentabilidad de la tecnología (VAN y TIR), el período de recuperación de la inversión y la relación de Costo/Beneficio de la utilización de las nuevas tecnologías con datos de predios representativos de los productores asociados a Hortifrut.

Se aplicará el Método CANVAS de Modelos de Negocios, el que permitirá definir la mejor manera de lograr la adopción de la tecnología por parte de los productores. En este método, se basa en el análisis de nueve (9) bloques que se interrelacionan entre sí, ellos son: Segmento de Clientes, Propuesta de Valor, Canales de Comunicación y Distribución, Relaciones con los Clientes, Flujos de Ingresos, Recursos Clave, Actividades Clave, Partners Clave y Estructura de Costos.

Método objetivo 5: Difusión de los Resultados del Proyecto al menos en 50 productores de la región.

Este objetivo, será abordado durante toda la ejecución del proyecto, con énfasis en la demostración de los avances y los resultados técnicos finales del mismo.

Se realizarán capacitaciones a usuarios (Beneficiario), Incluyendo a las personas que serán los usuarios dentro de Hortifrut y a los operadores del sistema en Agroid e INIA. Además se organizarán seminarios parciales y de cierre del proyecto, donde se presentarán los principales avances y resultados del mismo.

Se desarrollarán talleres de trabajo con usuarios, tanto para validar los desarrollos tecnológicos, como para demostrar su funcionalidad, con la ayuda de un sitio web divulgativo que exponga los resultados y avances del proyecto, siguiendo los instructivos de divulgación del FIA.

Elaboración de material divulgativo mediante publicaciones sobre la tecnología, su uso y los beneficios esperados de su implementación. Además se participará en la 2da Feria de Innovación y Tecnología de Hortifrut que se realiza cada dos años y agrupa a todos los productores de Hortifrut.

16.2 Describa las metodologías y actividades propuestas para difundir los resultados (intermedios y finales) del proyecto a los actores vinculados a la temática de la propuesta, identificando el perfil, tipo de actividad, lugares y fechas.

(Incluir las actividades a realizar en la carta GANTT de la propuesta).

Este objetivo, será abordado durante toda la ejecución del proyecto, con énfasis en la demostración de los avances y los resultados técnicos finales del mismo.

Dentro de las actividades de este objetivo, se cuentan las siguientes:

5.1.- Capacitación de usuarios (Beneficiario): Incluye a las personas que serán los usuarios dentro de Hortifrut y a los operadores del sistema en Agroid e INIA. Esta actividad está programada durante los meses 34 al 36 en dependencias de INIA.

5.2.- Organización de Seminario: Seminario de Cierre del Proyecto y seminarios parciales, donde se presentarán los principales avances y resultados del proyecto. Se invitará a los productores asociados a Hortifrut y también a otros productores de berries. Estas actividades están programadas para los meses 21 y 35 en sectores de fácil acceso para los productores de hortifrut.

5.3.- Organización de Talleres: Se desarrollarán talleres de trabajo con usuarios, tanto para validar los desarrollos tecnológicos, como para demostrar su funcionalidad. Estas actividades están programadas para los meses 9, 21 y 33 en dependencias de INIA y de Hortifrut.

5.4.- Actividades Demostrativas: Se incluye a todo tipo de público, incluyendo estudiantes de educación superior y técnica, se realizan en terreno, Estas actividades están programadas para los meses 9, 21 y 33.

5.5.- Desarrollo de Sitio Web Divulgativo: web con los resultados y avances del proyecto, siguiendo los instructivos de divulgación del FIA. El sitio estará operativo desde el mes 31.

5.6.- Desarrollo de Boletín: Publicación sobre la tecnología, su uso y los beneficios esperados de su

FIA
Fondo para la
Inversión Agraria

implementación. Esta publicación, estará disponible para los productores, profesionales y estudiantes del sector, ello desde el mes 31 en adelante.

16.3 Indique si existe alguna restricción legal o condiciones normativas que puedan afectar el desarrollo y/o implementación de la innovación. En caso de existir alguna restricción o condición normativa describa los procedimientos o técnicas de trabajo que se proponen para abordarla.

El proyecto No tiene restricciones legales, ello considerando todo el desarrollo del proyecto e incluso la aplicación posterior de los resultados del mismo.

51

17. MODELO DE TRANSFERENCIA Y PROPIEDAD INTELECTUAL

Describa el modelo que permitirá transferir los resultados a los beneficiarios y la sostenibilidad de la propuesta en el tiempo.

17.1 Modelo de transferencia

Describa la forma en que los resultados se transferirán a los beneficiarios. Para ello responda las siguientes preguntas orientadoras: ¿quiénes son los clientes, beneficiarios?, ¿quiénes la realizarán?, ¿cómo evalúa su efectividad?, ¿cómo se asegurará que los resultados esperados se transformen en beneficios concretos para los beneficiarios identificados?, ¿cómo se financiará en el largo plazo la innovación?, ¿con qué mecanismos se financiará el costo de mantenimiento del bien/servicio público una vez finalizado el proyecto?

La tecnología desarrollada se ofrecerá tanto en Chile como en otros países, a través de la participación en ferias, seminarios, días de campo, entre otros.

Además en el caso chileno, es importante difundir los resultados a través del “Comité de Arándanos de Chile” principal asociación gremial que vela por el sector y en revistas especializadas.

El principal canal de distribución de esta tecnología es Hortifrut, donde trabajamos con más de 300 productores, lo que significa alrededor de 1.248 Hectáreas de arándanos. En este contexto será presentada en la 2° feria de Innovación y Tecnología realizada por Hortifrut en Agosto del 2016 y 2018.

Adicionalmente se realizarán seminarios de difusión en Chillán y en Santiago, con el objetivo de comunicar de los avances y alcances de este proyecto a los productores de arándanos tanto de la zona central como de la zona centro-sur y sur.

En relación a la difusión por medios escritos, se publicará en la revista Redagícola, además del portal frutícola y en la web tanto de Hortifrut como del Inia.

Por otro lado, a través de una unidad especializada en la empresa postulante de este proyecto en colaboración con el programa de agricultura de precisión – PROGAP del INIA y AGROID, se espera:

- Sensibilizar a los clientes sobre la tecnología y el servicio de estimación de cosechas a prestar, además de completar el servicio de trazabilidad que distribuye Agroid.
- Ayudar a los clientes o usuarios de la metodología a evaluar los beneficios (comerciales, logísticos y de gestión) de contar con estimaciones de cosecha y mapas de optimización de la mano de obra.
- Permitir a los clientes comprar y acceder a la tecnología (hardware y software para el caso de las exportadoras) y/o el servicio para el caso de los productores.
- Proveer soporte de post venta en función del tipo de cliente. Para esto Agroid, posee un sistema de soporte 24/7 que opera durante el periodo de cosecha y que puede ser fácilmente utilizado por el modelo

17.2. Protección de los resultados

Tiene previsto proteger los resultados derivados de la propuesta (patentes, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, marca registrada, marcas colectivas o de certificación, denominación de origen, indicación geográfica, derecho de autor o registro de variedad vegetal).

(Marque con una X)

SI	X	NO
----	---	----

De ser factible, señale el o los mecanismos que tienen previstos y su justificación.

El Hardware puede ser protegido a través de los “Modelos de Utilidad” y el Software por “derechos de Autor”. En el caso del Modelo de Utilidad, se debe a su facilidad de obtención en el caso de adaptación de tecnologías, adaptación de aparatos o herramientas. En el caso de los Derechos de Autor, se busca dejar establecido quienes son los autores y diferenciarlos de los dueños de la información del proyecto. En este caso los dueños de los derechos son compartidos entre Hortifrut- INIA y AGROID

17.2.1 Conocimiento, experiencia y “acuerdo marco” para la protección y gestión de resultados.

a) La entidad postulante y/o asociados cuentan con conocimientos y experiencia en protección a través de derechos de propiedad intelectual.

(Marque con una X)

SI	X	NO
----	---	----

Detalle conocimiento y experiencia.

El equipo de trabajo compuesto por INIA, Hortifrut y Agroid posee gran capacidad técnica y profesional para desarrollar cada uno de las actividades que se definieron en este proyecto.

Las tres entidades han realizado procesos de derechos de propiedad intelectual y patentes. Además Hortifrut e INIA poseen departamentos legales especializados en estos temas.

b) La entidad postulante y sus asociados han definido un “acuerdo marco preliminar” sobre la titularidad de los derechos de propiedad intelectual y la explotación comercial de los resultados protegibles.

(Marque con una X)

SI	X	NO
----	---	----

Detalle elementos del acuerdo marco, referidos a titularidad de los resultados y la explotación comercial de éstos.

En cuanto al resultado final del proyecto (producto), pretende generar un servicio que lo gestione Agroid, como vinculador con los productores, a través de servicio tecnológico. Lo antes expuesto, se debe a que Hortifrut, por la naturaleza de su negocio, no pretende incurrir en este negocio sino actuar como articuladores, ya que ellos buscan potenciar el desarrollo de calidad del producto, factor que le atañe directamente pero, entienden que deben ayudar en este logro, dado por que los productores por se no lo realizarán y empresas como Agroid necesitan una ayuda para proyectar el negocio. Por otra parte, el INIA, requiere que sus desarrollos terminen en un claro uso a nivel privado, más allá de una visión científica de publicaciones, factor que por su estructura no lo puede hacer directamente, debiendo buscar socios estratégicos para lograr este objetivo altamente necesario. Así, en este proyecto se genera una integración sinérgica de actores para lograr un producto que principalmente beneficie económicamente a los productores. En este caso la titularidad de los derechos son divididos en tres partes iguales.

17.2.2. Mecanismos de transferencia tecnológica de los resultados al sector agroalimentario

Indicar los mecanismos que permitirán que los resultados de la propuesta lleguen al sector productivo: venta de licencia, asociación con terceros para desarrollar y comercializar, emprendimiento propio u otro.

Incorporar adicionalmente los aspectos críticos que determinarán el éxito de la transferencia según el mecanismo que tienen inicialmente previsto.

El principal canal de distribución es Agroid cual se encargará de distribuir la tecnología desarrollada a los productores, y así atraer nuevos clientes. Se espera un traspaso de información más articulado a través de la plataforma (IoT), donde la ventaja de dicho software son los datos de total confiabilidad, beneficiando a productores y exportadoras. Además de lo mencionado anteriormente se incluirán seminarios, talleres, actividades demostrativas, entre otras, para dar a conocer las tecnologías que se desarrollen en este proyecto. Los beneficiarios serán productores de arándanos y agrónomos a cargo de estos huertos. Se creará un sitio web divulgativo, en donde se expondrán los mapas y sistemas de predicción de rendimiento y calidad de los arándanos, así como también los avances y noticias sobre el proyecto.

Además Hortifrut por ser una empresa con oficinas en diferentes partes del mundo es una muy buena plataforma de distribución de nuevas tecnologías.

18. CARTA GANTT

Indicar la secuencia cronológica para el desarrollo de las actividades señaladas anteriormente de acuerdo a la siguiente tabla:

Nº O E	Nº R E	Actividades	Año 2016				Año 2017				Año 2018				Año 2019
			Trimestre				Trimestre				Trimestre				Trimest re
			Ene- Mar	Abr-Jun	Jul-Sept	Oct- Dic	Ene - Mar	Abr- Jun	Jul-Sept	Oct- Dic	Ene - Mar	Abr- Jun	Jul- Sept	Oct- Dic	Ene- Mar
1	R1:	1.1.- Obte nció n de la													
	zonif	1.2.- Desarrollo de icaci cartografía base ón (SIG)													
	base para el estu dio de esti maci ón	1.3.- evaluación de espacio-temporal de variabilidad en zonas de estudio y selección de áreas de monitoreo													

[illegible]



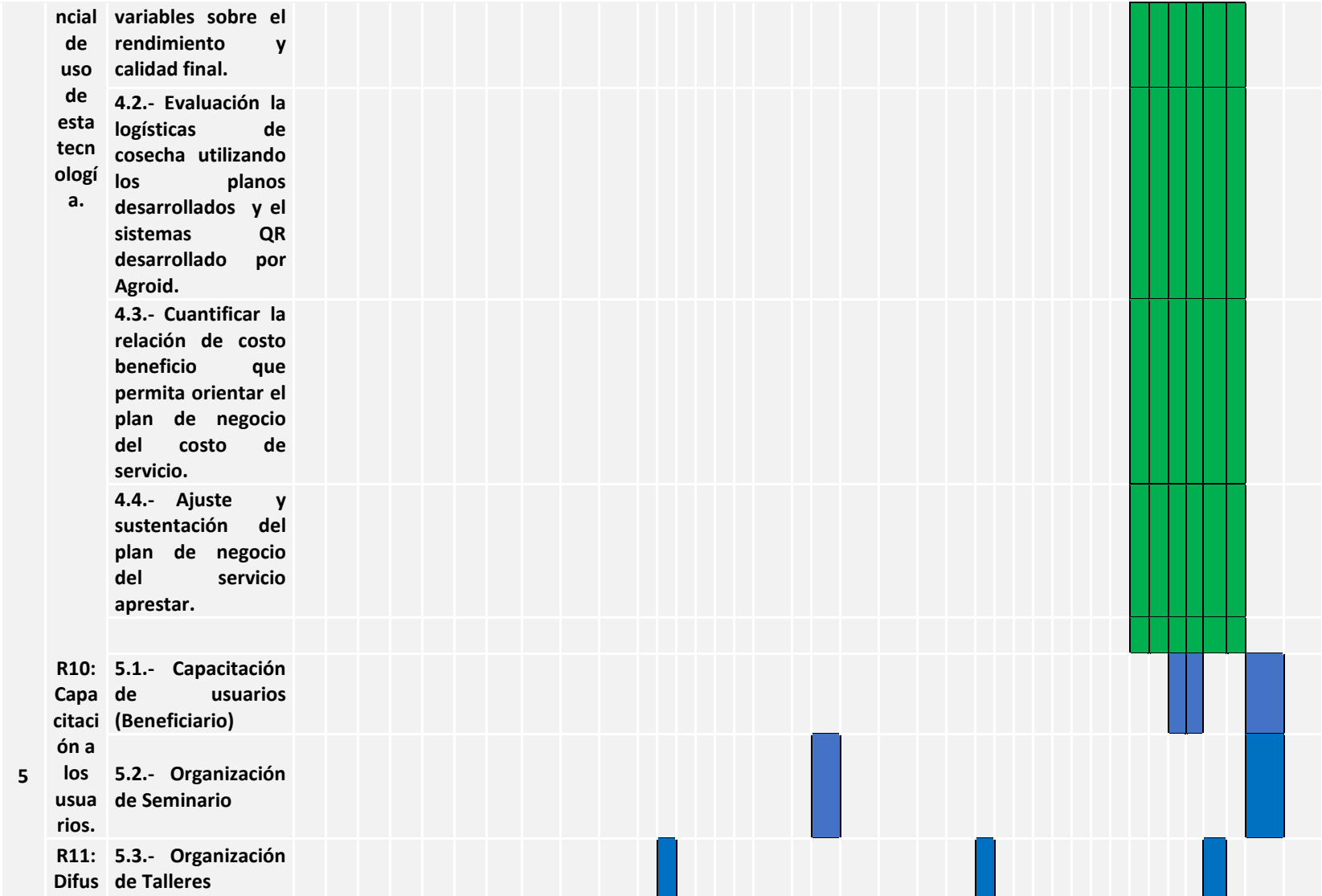
Fundación para la
Innovación Agraria[illegible]

[illegible]





Fundación para la
Innovación Agraria



19. RESULTADOS ESPERADOS: INDICADORES

Indique los resultados esperados y sus indicadores para cada objetivo específico de acuerdo a la siguiente tabla.

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado ³ (RE)	Indicador de Resultados (IR) ⁴				
			Nombre del indicador ⁵	Fórmula de cálculo ⁶	Línea base del indicador ⁷ (situación actual)	Meta del indicador ⁸ (situación intermedia y final)	Fecha alcance meta ⁹
1	R1	Obtención de la zonificación base para el estudio de estimación	Nº de Mapas de Zonificación obtenidos	Similaridad y cluster análisis	No hay	Tres zonas bien diferenciadas	Abril- Mayo 2016
1	R2	Filtros espectrales	Nº de Tipos de Filtros espectrales útiles.	PLS de curvas espectrales	No hay	Un filtro con rango espectral óptimo	Abril- Mayo 2017
1	R3	Equipo óptico de captura y comunicación	Nº de Prototipos Validados	Tiempo requerido para estimación/ por el tiempo de captura y evaluación de prototipo	No hay	3 prototipos terminados	Agosto 2018
2	R4	Algoritmos de integración a la plataforma.	Nº de Algoritmos de integración validados	Producción real-producción estimada)x 100/ producción real= % de error	Conteo manual alto % de error	Aplicación de estimación de rendimiento y calidad por metro lineal de hilera	Septiembre 2018

³ Considerar que el conjunto de resultados esperados debe dar cuenta del logro del objetivo general de la propuesta.

⁴ Los indicadores son una medida de control y demuestran que efectivamente se obtuvieron los resultados. Pueden ser tangibles o intangibles. Siempre deben ser: cuantificables, verificables, relevantes, concretos y asociados a un plazo.

⁵ Indicar el nombre del indicador en forma sintética.

⁶ Expresar el indicador con una fórmula matemática.

⁷ Completar con el valor que tiene el indicador al inicio de la propuesta, el cual debe ser coherente con la línea base

⁸ Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar en la propuesta.

⁹ Indicar la fecha en la cual se alcanzará la meta del indicador de resultado.

2	R5	Mapas de rendimiento y calidad.	N° de Mapas de Rendimiento	evolución real- evolución espacial)x 100/ evolución real= % de error	Proyección del coteo manual a totalidad de cuartel sin base estadística	Proyección de espacial del rendimiento estadísticamente ajustada	Octubre 2018
			N° de Mapas de Calidad	(evolución real- evolución espacial)x 100/ evolución real= % de error	Estimación visual genérica del cuartel	Proyección espacial de distribución de la calidad del rendimiento	Marzo 2018
2	R6	Plataforma basada en IoT (Internet of thing)	N° de Plataformas desarrolladas bajo IoT.	1	No hay	Plataforma web de visualización integrada con los resultados de rendimiento proyectados a partir de prototipo	Diciembre 2018
2	R7	Evaluación de la logística de cosecha.	N° de Procesos de logística de cosecha evaluados.	(Costo de cosecha normal- Costo de cosecha dirigida por zona)X100/ Costo de cosecha normal	Evaluación del rendimiento de cosecha subjetiva	Identificación de zonas de cosechas optimas que minimicen los costos de mano de obra de cosecha	Noviembre 2018
3	R8	Cuantificación de impacto relativo de las variables en estudio sobre rendimiento y calidad espacial.	% de Impacto en Rendimiento	(Rendimiento promedio Nuevo – Rendimiento promedio Base)/Valor Base x100 %	No hay	Mapa de porcentaje de mermas de rendimiento por variables	Octubre 2018
			% de Impacto en Calidad	(Valor de Calidad Nuevo – Valor Base)/Valor Base x100 %	No hay	Mapas de porcentaje de reducción de calidad por variables	Octubre 2018
4	R9	Rentabilidad potencial de uso de esta tecnología.	VAN y TIR	VAN y TIR en un horizonte de 5 años	No hay		Enero 2019
5	R10	Capacitación a los usuarios.	N° de Actividades de Capacitación a Usuarios	30	No hay	Usuarios capacitados para realizar las estimaciones de rendimiento y calidad	Enero 2019
5	R11	Difusión al Medio	N° de Actividades y Publicaciones de Difusión	30	No hay	Usuarios capacitados	Febrero 2019

20. INDICAR LOS HITOS CRÍTICOS PARA LA PROPUESTA

Logro o resultado importante en la evaluación del cumplimiento de distintas etapas y fases del proyecto, que son determinantes para la continuidad de éste y el aseguramiento de la obtención de resultados esperados.

Hitos críticos ¹⁰	Resultado Esperado ¹¹ (RE)	Fecha de cumplimiento (mes y año)
Hito 1 Georreferenciación del Predio en estudio	Montaje de ensayo	Abril- Mayo, 2016
Hito 2 Desarrollo de cartografía base (SIG)		
Hito 3 Evaluación de espacio-temporal de variabilidad en zonas de estudio y selección de áreas de monitoreo		
Hito 4 Recolección de muestras en campo	Filtros espectrales y materiales para desarrollo de prototipo de captura	Abril- Mayo, 2017
Hito 5 Análisis de laboratorio		
Hito 6 Definir rango espectrales		
Hito 7 Identificación de filtros		
Hito 8 Adquisición de equipos y materiales para la construcción del prototipo inicial	Equipo óptico de captura y	Octubre, 2018
Hito 8 Desarrollo del primer prototipo de captura		
Hito 9 Evaluación de captura y normalización imágenes bajo		

65

¹⁰ Un hito representa haber conseguido un logro importante en la propuesta, por lo que deben estar asociados a los resultados de éste. El hecho de que el hito suceda, permite que otras tareas puedan llevarse a cabo.

¹¹ Un hito puede estar asociado a uno o más resultados esperados y/o a resultados intermedios.

condiciones de campo	comunicación.	
Hito 10 Capturas ópticas con diferentes filtros seleccionados en el prototipo desarrollado		
Hito 11 Asociar información digital y real de campo para definir replanteamiento de prototipo		
Hito 12 Ajustes del prototipo		
Hito 13 Ajustar sistema de comunicación del prototipo con plataforma de proceso y visualización		
Hito 14 Muestreo de capturas digitales con el prototipo en puntos de control definidos en la OE1)		
Hito 15 Evaluación de la distribución espacial del rendimiento y calidad		
Hito 16 Integrar algoritmos de estimación de rendimiento y calidad desarrollado en servidor web	Mapas de rendimiento y calidad.	Septiembre, 2018
Hito 17 Desarrollo de plataforma de visualización de resultados		
Hito 18 Seguimiento de biomasa, riego y fertilidad sobre las áreas zonificadas en estudio.	Evaluación de la logística de cosecha.	Diciembre, 2018
Hito 19 Análisis de correlación multivariadas sobre variables de seguimientos y rendimiento y calidad asociados.		
Hito 20 Análisis comparativo de pesos de incidencias de las variables en estudio y su zonificación.	Cuantificación de impacto relativo de las variables en estudio sobre rendimiento y calidad espacial.	Diciembre, 2018
Hito 21 Evaluación del impacto económico espacial del manejo de las variables sobre el rendimiento y		

calidad final.		
Hito 22 Evaluación de las logísticas de cosecha utilizando los planos desarrollados y el sistema QR desarrollado por Agroid. Hito 23 Cuantificar la relación de costo beneficio que permita orientar el plan de negocio del costo de servicio. Hito 24 Ajuste y sustentación del plan de negocio del servicio aprestar. Hito 25 Capacitación de usuarios (Beneficiario)	Rentabilidad potencial de uso de esta tecnología.	Febrero, 2019
Hito 26 Organización de Seminario. Hito 27 Organización de Talleres. Hito 28 Actividades Demostrativas. Hito 29 Desarrollo de Sitio Web Divulgativo. Hito 30 Desarrollo de Boletín.	Capacitación a los usuarios y difusión al Medio	Febrero, 2019

21. POTENCIAL IMPACTO

A continuación describa los potenciales impactos y/o beneficios productivos, económicos, comerciales, sociales y medio ambientales que se generarían con la realización de la propuesta y/o sus resultados posteriores.

21.1. Identifique los beneficiarios actuales y potenciales de la ejecución de la propuesta.

La reciente temporada de exportaciones de arándanos frescos, 2014-2015, terminó con más de 91 mil toneladas enviadas a los diferentes mercados de destino, cifra que representa un incremento de 22% con respecto a lo registrado durante la temporada 2013-2014 (Norte América 67%, Europa 23% y Asia 10%). Durante la temporada recién pasada, las exportaciones crecieron para Asia en un 40% y a Europa 27%, mientras que para Estados Unidos y Canadá crecieron un 20%. El crecimiento hacia mercados más lejanos ha llevado a la industria chilena a desarrollar tecnologías de postcosecha que permitan llegar con fruta en buena condición y calidad, pero esto aún no ha sido suficiente y continúan llegando fruta blanda y de mala calidad a los mercados de destino.

Las exportadoras han desarrollado alianzas con cadenas de distribución en diferentes mercados, pero ellos solicitan cumplir con los volúmenes programados y si estos no se cumplen inciden directamente sobre el precio de venta de la fruta. Por otra parte el productor no tiene herramientas certeras que le permitan estimar el rendimiento de su huerto ni segregar su fruta por calidad antes de la cosecha.

Estimar el rendimiento, estado de madurez y calidad del huerto, ayudará a los productores a determinar la cantidad de mano de obra requerida para el periodo de cosecha, planificando una mejor búsqueda de mano de obra ya que es un recurso cada vez más limitante y caro. Por otro lado, se disminuirá el porcentaje de incertidumbre en el rechazo de exportación, incrementando alrededor de un 10% las exportaciones, lo cual es muy significativo en los retornos del huerto. La misión es aumentar la utilidad de los pequeños agricultores, mediante la determinación del momento óptimo de cosecha en cuanto a calidad, para asegurar su máxima calidad en el destino final, lo que conlleva además determinar el país de destino según los parámetros de calidad y tiempos de viaje de la fruta.

El impacto real que se busca es optimizar la gestión agrícola de los productores de arándanos logrando disminuir sus costos variables (principalmente de mano de obra para cosecha), ajustando su necesidad incluyendo la variable calidad (fresco o IQF) y su distribución espacial dentro del cuartel. Esta herramienta, también pretende tener un impacto en reducción de los costos fijos de producción debido a la posibilidad de realizar manejos de los agroquímicos e hídricos de acuerdo a la variabilidad espacial del huerto o sector, por lo tanto el impacto tecnológico y económico es en toda la cadena de producción pero principalmente enfocada en la rentabilidad del productor.

21.2 Replicabilidad

Señale la posibilidad de que se realicen experiencias similares en el mismo territorio u otras zonas del país, a partir de los resultados e información que se genere en la propuesta.

Este proyecto queda abierto a replicación de desarrollo para otros rubros frutícolas, debido a que todos los cultivos están siendo afectados por las alteraciones climáticas. En un mediano plazo poder replicar un prototipo de estimación de rendimientos y calidad, para mejorar la eficiencia del uso de la mano de obra en la producción sobre la base de un sistema óptico y técnicas de visión artificial.

La estimación del rendimiento y calidad espacial de huertos, es un servicio de fácil acceso económico incluso para el pequeño productor. Lo anterior favorece la aplicación del proyecto en diferentes tipos de huertos agrícolas a lo largo del país, independiente de la variabilidad del suelo y el clima, debido a que el estudio otorga información para identificar zonas deficientes con el fin corregir errores detectados.

Los mapas de rendimiento pueden ser utilizados en diferentes áreas de la agricultura, ya sea en cereales, frutas o verduras. Resultando su amplia posibilidad de aplicación un beneficio para productores de los diversos rubros que en general no poseen conocimientos acerca de la

productividad de sus huertos, y además tienen la necesidad de producir alimentos de calidad de una forma sustentable, sin dañar el medio ambiente.

La determinación de la calidad del fruto mediante el sistema de captura óptico también puede ser aplicado en huertos que cultiven frutas o verduras, determinando de forma precisa el momento adecuado de cosecha, en relación a los parámetros de calidad que corresponda en cada caso.

Por lo tanto, la agricultura de precisión puede ser aplicada a lo largo del país en diversos suelos. Logrando una mayor producción a un menor costo, lo que resulta a partir de la correcta utilización de los recursos naturales, fertilizantes, pesticidas y abonos, al largo plazo estos factores influyen en mejorar la calidad del medio ambiente.

El sistema a desarrollar es 100% replicable en cualquier zona del mundo donde se produzcan arándanos.

21.3. Desarrollo de nuevas capacidades y fortalecimiento de potencialidades locales.

Describe cómo el desarrollo de la propuesta potenciará el capital humano, infraestructura, equipamiento y actividad económica local.

El rendimiento, estado de madurez y calidad del huerto, ayudará a los productores a determinar la cantidad de mano de obra requerida para el periodo de precosecha y cosecha, planificando una mejor distribución de los trabajadores, recurso que en la actualidad es cada vez más limitado. El conocimiento del estado actual del huerto, favorece además la detección de la madurez ideal del fruto, la utilización de los recursos hídricos y una mayor efectividad de las dosis de fertilización. Por lo tanto, a nivel económico se evitan altos porcentajes en pérdidas por la ineficiencia de los recursos utilizados, logrando un correcto manejo de los costos asociado a la producción.

La rentabilidad que busca este proyecto está en los datos obtenidos sobre la producción y el manejo agronómico de precisión que se podrá generar y estarán abierto para los productores en nube (IoT) para monitorear año a año sus resultados y comparar con los demás productores, si bien es cierto en algunos casos no se logrará incrementar los retornos neto en la producción, pero si se logrará la estabilidad de la producción y por ende reducción de la inestabilidad de los retornos.

La combinación del hardware y software será innovador para ofrecer un nuevo estilo de vida de la inteligencia operativa, permitiendo optimizar los insumos asociados a producción, ya que cada campo tiene características únicas y debe ser tratado individualmente para lograr la máxima eficiencia. La aplicación uniforme de agroquímicos que provocan una sobre aplicación en algunas áreas y sub aplicación en otras, resultando en pérdidas de rendimiento y calidad de los cultivos y un aumento de los costos de producción y el potencial de contaminación. El enfoque del proyecto busca maximizar el uso de los recursos no renovables, evita las aplicaciones de residuos innecesarios y mantiene la viabilidad económica generando un negocio más sustentable.

La adopción de este tipo de sistemas de monitores requiere de nuevas habilidades en los recursos humanos especializados, principalmente en el manejo de computadores y software, esto genera nuevas oportunidades para el empleo agrícola. El uso de computadores en los predios necesita el soporte de infraestructura de telecomunicaciones, lo cual ofrece mejores oportunidades de desarrollo rural.

Además se tendrá un efecto sobre la estructura del sector, en términos de favorecer la integración vertical, automatizar la toma de decisiones, mejorar la supervisión de la mano de obra y facilitar la

interacción entre agricultores, clientes y proveedores.

Otro de los fines perseguidos por medio de la ejecución del presente proyecto son: fomentar y contribuir a la integración de nuevas herramientas de estimación, detección y control asociados a la producción y calidad de los huertos en conjunto con los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES- SSOP), pues por medio de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), se busca conseguir el reconocimiento a nivel mundial por la inocuidad y calidad de los arándanos exportados, además en conjunto aportan a un menor impacto medio ambiental.

70

21.4. En función de los puntos señalados anteriormente describa:

Potenciales impactos y/o beneficios productivos, económicos y comerciales que se generarían con la realización de la propuesta

Crear un sistema de estimación de rendimiento en arándanos basado en visión artificial, permitiría reducir ostensiblemente los niveles de error y disminuir los costos de una determinación espacial de dichas variables aumentando la exactitud espacial de las mismas y dando paso a la posibilidad de un monitoreo en etapas críticas del cultivo. Un sistema de estas características formaría además la base de análisis para una predicción temprana de rendimiento final al considerar otras variables asociadas a cultivo tales como las variables de suelo y expresión vegetativa. La constante necesidad de este tipo de estimación por parte de la industria involucra una clara oportunidad de mercado para la comercialización del producto a ser desarrollado.

Los principales beneficiario serán los productores de arándanos, ya que se espera una reducción de costos por medio de la gestión y optimación de los recursos tanto hídricos y suelo, reducción de aplicaciones de insumos (agroquímicos) y la disminución del uso de energía, permitiendo que el productor reconozca el impacto que se genera al incorporar mapas de rendimiento y el sistema óptico de captura sobre su predio, donde pueda observar los beneficios logrados a través de la aplicación de las mismas (mayor eficiencia de las logísticas de cosecha, reducción del impacto medio ambiental, y reducción de costos). Esto facilita la utilización de otros servicios de la agricultura de precisión y la apertura para nuevos trabajos agrícolas en función de mejorar la eficiencia en la producción y estos a su vez incrementen los retornos netos de producción.

Esta información no sólo son importantes para la toma de decisiones del huerto, también son relevantes para proveedores de suministro, exportadores y para comparar los resultados dentro de los demás productores, como estrategia de benchmarking permitiendo a los agricultores medir el éxito o fracaso de sus prácticas con sus pares, también se espera que demuestre al mundo sus avances hacia una producción sostenible.

Estimar el rendimiento, estado de madurez y calidad del huerto, ayudará a los productores a determinar la cantidad de mano de obra requerida para el periodo de cosecha, planificando una mejor búsqueda de mano de obra. Se espera disminuir el porcentaje de descarte y incertidumbre en el rechazo de lo cual es muy significativo en los retornos del huerto. La misión es aumentar la utilidad de los productores, mediante la determinación de la estimación del rendimiento y asegurar la óptima utilización de los recursos.

Por otro parte la agricultura de precisión está tomando cada vez más relevancia para disminuir las mermas económicas sobre la producción agrícola por medio de la nueva era digital (TIC), al incorporar

los mapas de rendimientos, siendo la tendencia del mercado la adopción herramientas de monitoreo que aumenten la eficiencia del cultivo.

Potenciales impactos y/o beneficios sociales que se generarían con la realización de la propuesta

La aparición de nuevos competidores, en este lado del hemisferio, provoca seria incertidumbre sobre el éxito de este rubro, principalmente porque pueden ocupar el nicho productivo de Chile. Sin embargo, la oportunidad que tiene la industria chilena de diferenciarse de la producción peruana o argentina es mediante la cuantificación del rendimiento y segregación de la calidad, ya que esto permitirá abastecer mercados de lit con mejores retornos y generar una demanda creciente de un producto homogéneo.

Chile cuenta con una superficie 15.690 Ha plantadas de arándanos pero los retornos de los últimos han provocado disminución de las hectáreas plantadas en la zona sur (Osorno) y un incremento en la zona norte y central, pese a esto la superficie plantada nacional se incrementó en un 10%, esto sugiere que la industria es muy sensible al tema precio versus costos, por lo que cualquier sistema que permita optimizar los recursos y aumentar la rentabilidad del negocio, generará un impacto beneficio en el área social que rodea a esta superficie.

Los mapas geoespaciales, permiten lograr la predicción de los rendimientos de la cosecha, el cual debe realizarse inmediatamente después de la poda de las plantas. Con tal predicción, se espera que los agricultores puedan disponer de una estimación de la producción, por lo menos, con un par de meses de antelación, todo esto sirve para la correcta toma de decisiones en el huerto y además demostrar que un servicio de bajo costo mejoraría la brecha entre las distintas escalas de producción, donde el productor, será un actor fundamental para evaluar los beneficios del servicio planteado en el proyecto.

Actualmente no hay desarrollos aplicados a la necesidad planteada, ni tampoco ajustados a la situación local o apuntando a la solución final, es por ello necesario entregar un formato fácil de adoptar por los agricultores y empresas exportadoras.

Potenciales impactos y/o beneficios medio ambientales que se generarían con la realización de la propuesta

Existe una creciente preocupación por el tema medioambiental y la producción de alimentos de calidad de manera sostenible y respetuosa con el entorno, lo que ubica al sector agroalimentario en el punto de mira de la sociedad. Siendo importante garantizar a la sociedad el suministro de alimentos saludables e inocuos a través de buenas prácticas agrícolas y de sustentabilidad del medio ambiente tales como, la conservación del agua y la reducción de agroquímicos.

Los mapas de rendimiento se ajustan para permitir ampliar de manera considerable el nivel de conocimiento que se tiene de los recursos naturales. Esta aplicación mejora considerablemente la agricultura, revolucionará la forma de manejar los cultivos, aportando un mayor volumen de información para la toma de decisiones, sobre la variabilidad de los suelos, la humedad y los nutrientes, entre otros. Esto permite entender el crecimiento de los cultivos en un contexto global de

medio ambiente.

Los mapas de rendimiento proporcionan potentes soluciones para automatizar el manejo sitio-específico incluye todas las prácticas de producción agrícola para ajustar el uso de insumos y la eficiencia de los riegos sobre eficiencia del cultivos a través de los monitores. El manejo preciso de los agroquímicos y riegos hacen posible que los agricultores adquieran información detallada de las características espaciales de sus campos, lo que permitiría un manejo de estos recursos de acuerdo a la variación de las necesidades del cultivo.

En concreto lo que se espera al crear mapas de rendimientos basados en la variabilidad espacial de los sectores es que ayude a los encargados de huerto a corregir las aplicaciones de agroquímicos y determinen eficientemente el uso de los recursos.

72

21.5 Indicadores de impacto

De acuerdo a lo señalado en la sección anterior, describa el o los indicadores a medir en la propuesta y señale para el indicador seleccionado, lo que específicamente se medirá en la propuesta.

(Vea como referencia el Anexo 11. Indicadores de impacto de proyectos FIA)

Clasificación del indicador	Descripción del indicador	Fórmula del indicador	Línea base del indicador ¹²	Meta del indicador al término de la propuesta ¹³	Meta del indicador a los 2 años de finalizado la propuesta ¹⁴
Productivos económicos y	% de Aumento de la	$((\text{Rentabilidad nueva} - \text{Rentabilidad Actual}) /$	0%	15%	25%

¹² La línea base consiste en la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad, en forma previa a su ejecución. Completar con el valor que tiene el indicador al inicio de la propuesta.

¹³ Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar, al final de la propuesta.

¹⁴ Completar con el valor del indicador, al cual se espera llegar, al cabo de 2 años de finalizado la propuesta.



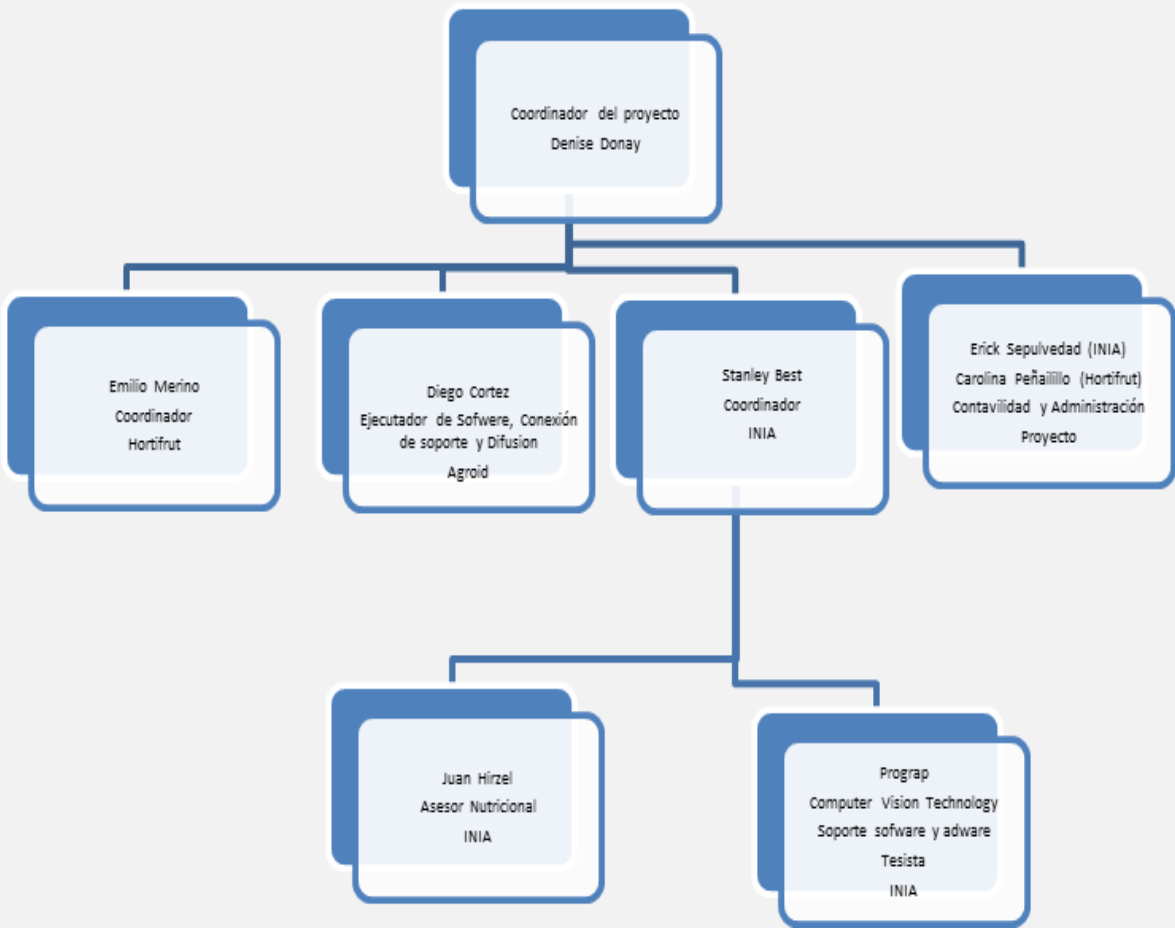
<i>comerciales</i>	<i>Rentabilidad para los productores</i>	<i>Rentabilidad Actual) *100</i>			
	% de Fruta Exportable en Fresco	%	60%	70%	80%
	% de Aumento de la Superficie Plantada de Arándanos.	$((\text{Superficie nueva} - \text{Superficie Actual}) / \text{Superficie Actual}) * 100$	0%	10%	20%
<i>Sociales en la organización</i>	% Aumento del Salario de los Cosecheros	$((\text{Salario nuevo} - \text{Salario Actual}) / \text{Salario Actual}) * 100$	0%	10%	15%

22. ORGANIZACIÓN

22.1 Organigrama de la propuesta

Describe estructura, cargo y nombre de todas las personas claves que se requieren para el adecuado desarrollo de la propuesta, especificando la estructura con el agente asociado si lo hubiese.

75



22.2. Describir las responsabilidades y competencias del equipo técnico en la ejecución de la propuesta, utilizando el siguiente cuadro como referencia.

Adicionalmente, se debe adjuntar:

- Carta de compromiso de cada integrante del equipo técnico Anexo 4
- Currículum vitae (CV) de los integrantes del equipo técnico Anexo 5.

1	Coordinador principal	4	Profesional de apoyo y técnico
2	Coordinador alterno		
3	Profesional		

Nº Cargo	Nombre persona	Formación/ Profesión	Describir claramente la función en la propuesta	Competencias del profesional	Horas de dedicación ¹⁵
1	Denise Donnay	Ingeniero Agrónomo	Coordinadora de proyecto y encargada de dirigir y establecer	M.s Fisiología	202.5
2	Stanley Best	Ingeniero agrónomo, Agricultural and Bioresources Eng., MSc., PhD.	Coordinar de la investigación en INIA y desarrollo de gestión	Agricultural and Bioresources Eng., MSc., PhD.	360
3	Emilio Merino	Técnico Agrícola	Gestión de proyecto y conexión con mas Agroid, soporte en terreno.	TÉCNICO AGRÍCOLA DIPLOMADO EN AGRICULTURA ORGANICA	324
4	Diego Cortes	Ingeniero Informático	Soporte web y desarrollo de software integración del proyecto a códigos QR	Soporte y plataforma web	324
5	Juan Hirzel	Ingeniero Agrónomo, PhD	Investigador asociado a estudios nutricionales	Master en Ciencias en Fertilidad de Suelos y Nutrición de Plantas	360
6	Erik Sepúlveda	Contador Auditor	Apoyo Administrativo y Contabilidad de costo de INIA	Contabilidad	360

¹⁵ Se considera que un profesional de planta no debiera dedicar más de un 50% de su tiempo en una propuesta cuando su contrato es de 180 horas/mes

7	Carolina Peñailillo	Secretaria de Administración	Apoyo Administrativo y Contabilidad de Costos Hortifrut	Administración de recursos	364.5
8	Personal de Agroid	Técnico electrónico	Soporte de Plataforma y códigos QR		720
9	Fabiola Flores Pacheco	Ingeniero Civil Agrícola	Computer Vision Technology	Doctora en Ingeniería Agrícola con Mención en Recursos Hídricos en la Agricultura.	6480
10	Tesista	Estudiante de Agronomía	Trabajo terreno y en laboratorio	Apoyo	2160

77

22.3. Indique si la propuesta tiene previsto establecer alianzas con otras personas o entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras.

SI	X	NO	
----	---	----	--

22.3.1. Si corresponde, indique las actividades de la propuesta que serán realizadas por terceros¹⁶.

Actividad	Nombre de la persona o empresa a contratar	Competencias de las personas o empresas a contratar para abordar los requerimientos de la propuesta.
4.1; 4.2 y 4.4	CreaPro Consultores	Empresa de Consultoría, Especializada en el Sector Agrícola y Agroindustrial.
1.9 y 1.13	Javier Contreras	Soporte de Adware y Software.
2.6;2.7;2.8 y 2.9	Pablo Thomas	Soporte de Software e integración.
1.5	Laboratorio de suelo INIA	Laboratorios de análisis de suelo y vegetal

¹⁶ Para la ejecución del servicio de tercero se solicitará los términos de referencia de dicho servicio

24.3.2 Si la entidad postulante tiene previsto establecer convenios generales de colaboración con otras entidades públicas o privadas, nacionales o extranjeras, identifique cuál será la entidad con la que se establecerá el convenio, cuál será el objetivo de su participación en la propuesta, cómo ésta se materializará y los términos que regirán su vinculación con la entidad postulante.

Adicionalmente, se debe adjuntar:

- Carta de compromisos involucrados en la propuesta para establecer convenios generales de colaboración, Anexo 6.

En los últimos años Hortifrut y sus asociados ha estado trabajando para encontrar los problemas que afectan el rendimiento y la calidad del cultivo de arándanos, en una primera instancia han detectado que existe una marcada deferencia de los rendimientos potenciales asociados a la variabilidad espacial dentro del huerto y que como resultado se expresaría en la calidad de las frutas, lo cual es muy significativo en durabilidad en postcosecha, determinan el rendimiento dentro del predio es una necesidad primordial para mejorar las eficiencias de los huertos, no solo ayudaría a las logísticas comerciales, sino que a corregir y mejorar la producción por medio de la eficiencia del manejo agronómico. Al ir asociados a Progap de INIA- Quilamapu, quien posee profesionales competentes con vasta experiencia en conocimientos teóricos aplicados a la agricultura de precisión que en conjunto serán un gran aporte para el desarrollo del proyecto y podrán cumplir con cada uno de los objetivos planteados. Además los profesionales de Progap han desarrollado varios proyectos relacionados con computer vision technology y mapas geoespaciales, lo cual está ligado directamente con la ejecución de este proyecto. El segundo asociado Agroid se encargará de asociar los resultados con el sistema de trazabilidad de cosecha (código QR), para generar una potente herramienta para las logísticas de producción y finalmente distribuirla a los productores arandanedos del país.

ANEXOS

ANEXO 1. Ficha de antecedentes legales de la entidad postulante

1. Identificación

Nombre o razón social	HORTIFRUT S.A.
Nombre fantasía	HORTIFRUT
RUT	
Objeto	Sociedades de inversión y rentistas de capitales mobiliarios en general
Domicilio social	
Duración	Indefinida

79

2. Administración (composición de directorios, consejos, juntas de administración, socios, etc.)

Nombre	Cargo
VICTOR MOLLER SCHIAVETTI	Presidente
ANDRÉS SOLARI URQUIETA	Vicepresidente
FRANCISCO CESAR CONDON SCHIAVETTI	Director
GERMAN NOVION VERDUGO	Director
IGNACIO DEL SAGRADO CORAZÓN DEL RIO GOUDIE	Director
MARÍA VERÓNICA MORALES MENA	Director
ALFONSO ANDRÉS SWETT OPAZO	Director
MARCO COMPARINI FONTECILLA	Director
VICTOR MOLLER OPAZO	Director

3. Apoderados o representantes con facultades de administración (incluye suscripción de contratos y suscripción de pagarés)

Nombre	RUT
Ramiro Sebastián Soffia Moller	

4. Socios o accionistas (Sociedades de Responsabilidad Limitada, Sociedades Anónimas, SPA, etc.)

Nombre	Porcentaje de participación
Inversiones IMG Ltda.	28,10
Inversiones Antares SpA	7,82
Inmobiliaria Alianza S.A.	7,23
Costanera SACI	6,91
San José Farms S.A.	5,35

5. Personería del (los) representante(s) legal(es) constan en

Indicar escritura de constitución entidad, modificación social, acta de directorio, acta de elección, etc.	Acta de Sesión Ordinaria de Directorio de Hortifrut S.A. número 11 de 2014, celebrada el 25 de noviembre de 2014.
Fecha	Reducida a escritura pública con fecha 8 de enero de 2015
Notaría	36ª Notaría de Santiago de Sergio Carmona Barrales

80

6. Antecedentes de constitución legal

a) Estatutos constan en:

Fecha escritura pública	28 de Junio de 1999
Notaría	Notaría de Santiago de don Patricio Raby Benavente
Fecha publicación extracto en el Diario Oficial	3 de Julio de 1999
Inscripción Registro de Comercio	14.913
Fojas	11.912
Nº	1999
Año	Santiago
Conservador de Comercio de la ciudad de	28 de Junio de 1999

b) Modificaciones estatutos constan en (si las hubiere)

Fecha escritura pública	22 de marzo del 2012
Notaría	Notaría de Santiago de don Patricio Raby Benavente
Fecha publicación extracto en el Diario Oficial	11 de abril del año 2012
Inscripción Registro de Comercio	22.699
Fojas	15.912
Nº	2012
Año	2012
Conservador de Comercio de la ciudad de	Santiago

c) Decreto que otorga personería jurídica **(No Corresponde)**

Nº
Fecha
Publicado en el Diario Oficial de fecha
Decretos modificatorios

Nº
Fecha
Publicación en el Diario Oficial

d) Otros (caso de asociaciones gremiales, cooperativas, organizaciones comunitarias, etc.) **(No Corresponde)**

Inscripción Nº
Registro de
Año

ANEXO 2. Certificado de vigencia de la entidad postulante, con una antigüedad máxima de 60 días anteriores a la fecha de presentación de la propuesta

ANEXO 3. Antecedentes comerciales de la entidad postulante.
Entrega informe DICOM (Platinum).

ANEXO 5. Currículum Vitae (CV) de todos los integrantes del equipo técnico

Presentar un currículum breve, de **no más de 3 hojas**, de cada profesional integrante del equipo técnico que no cumpla una función de apoyo. La información contenida en cada currículum, deberá poner énfasis en los temas relacionados a la propuesta y/o a las responsabilidades que tendrá en la ejecución del mismo. De preferencia **el CV deberá rescatar la experiencia profesional de los últimos 10 años.**

ANEXO 6. Carta de compromisos involucrados en la propuesta para establecer convenios generales de colaboración.

ANEXO 7. Certificado emitido por el Servicio de Impuestos Internos que acredita la tramitación del RUT e iniciación de actividades de la entidad postulante

ANEXO 8. Certificado emitido por la entidad bancaria que acredita la tramitación de la cuenta bancaria de la entidad postulante.

ANEXO 10. Identificación sector, subsector y rubro.

Sector	Subsector	Rubro
AGRICOLA	Cultivos y Cereales	Cereales
	Cultivos y Cereales	Cultivos Industriales
	Cultivos y Cereales	Leguminosas
	Cultivos y Cereales	Otros Cultivos y Cereales
	Cultivos y Cereales	General para Subsector Cultivos y Cereales
	Flores y Follajes	Flores de Corte
	Flores y Follajes	Flores de Bulbo
	Flores y Follajes	Follajes
	Flores y Follajes	Plantas Ornamentales
	Flores y Follajes	Otras Flores y Follajes
	Flores y Follajes	General para Subsector Flores y Follajes
	Frutales Hoja Caduca	Viñas y Vides
	Frutales Hoja Caduca	Pomáceas
	Frutales Hoja Caduca	Carozos
	Frutales Hoja Caduca	Otros Frutales Hoja Caduca
	Frutales Hoja Caduca	General para Subsector Frutales Hoja Caduca
	Frutales Hoja Persistente	Cítricos
	Frutales Hoja Persistente	Olivos
	Frutales Hoja Persistente	Otros Frutales Hoja Persistente
	Frutales Hoja Persistente	General para Subsector Frutales Hoja Persistente
	Frutales de Nuez	Frutales de Nuez
	Frutales de Nuez	General para Subsector Frutales de Nuez
	Frutales Menores	Berries
	Frutales Menores	Otros Frutales Menores
	Frutales Menores	General para Subsector Frutales Menores
	Frutales Tropicales y Subtropicales	Frutales tropicales y subtropicales
	Frutales Tropicales y Subtropicales	General para Subsector Frutales Tropicales y Subtropicales
	Otros Frutales	Otros Frutales
	Otros Frutales	General para Subsector Otros Frutales
	Hongos	Hongos comestibles
	Hongos	Otros Rubros
	Hongos	General para Subsector Hongos
	Hortalizas y Tubérculos	Hortalizas de Hoja
	Hortalizas y Tubérculos	Hortalizas de Frutos
	Hortalizas y Tubérculos	Bulbos
	Hortalizas y Tubérculos	Tubérculos
	Hortalizas y Tubérculos	Otras Hortalizas y Tubérculos
	Hortalizas y Tubérculos	General para Subsector Hortalizas y Tubérculos
	Plantas Medicinales, aromáticas y especias	Plantas medicinales, aromáticas y especias
	Plantas Medicinales, aromáticas y especias	General para Subsector Plantas Medicinales, aromáticas y especias
	Otros Agrícolas	Otros Rubros Agrícolas
	Otros Agrícolas	General para Subsector Otros Agrícolas

Sector	Subsector	Rubro
PECUARIO	General para Sector Agrícola	General para Subsector Agrícola
	Praderas y Forrajes	Praderas artificiales
	Praderas y Forrajes	Praderas naturales
	Praderas y Forrajes	Cultivos Forrajeros
	Praderas y Forrajes	Arbustos Forrajeros
	Praderas y Forrajes	Otras Praderas y Forrajes
	Praderas y Forrajes	General para Subsector Praderas y Forrajes
	Aves	Aves tradicionales
	Aves	Otras Aves
	Aves	General para Subsector Aves
	Bovinos	Bovinos de carne
	Bovinos	Bovinos de leche
	Bovinos	Otros Bovinos
	Bovinos	General para Subsector Bovinos
	Caprinos	Caprinos de leche
	Caprinos	Caprinos de carne
	Caprinos	Caprinos de fibra
	Caprinos	Otros Caprinos
	Caprinos	General para Subsector Caprinos
	Ovinos	Ovinos de leche
	Ovinos	Ovinos de carne
	Ovinos	Ovinos de lana
	Ovinos	Otros Ovinos
	Ovinos	General para Subsector Ovinos
	Camélidos	Camélidos domésticos
	Camélidos	Camélidos silvestres
	Camélidos	Otros Camélidos
	Camélidos	General para Subsector Camélidos
	Cunicultura	Conejos de Carne
	Cunicultura	Conejos de Pelo
	Cunicultura	Otros Conejos
	Cunicultura	General para Subsector Cunicultura
	Equinos	Equinos Trabajo
	Equinos	Equinos Carne
	Equinos	Otros Equinos
	Equinos	General para Subsector Equinos
	Porcinos	Porcinos Tradicionales
	Porcinos	Porcinos no Tradicionales
	Porcinos	Otros Porcinos
	Porcinos	General para Subsector Porcinos
	Cérvidos	Cérvidos
	Cérvidos	General para Subsector Cérvidos
	Ratites	Ratites
	Ratites	General para Subsector Ratites
	Insectos	Apicultura
	Insectos	Crianza de otros insectos
	Insectos	Insectos
	Insectos	General para Subsector Insectos

Sector	Subsector	Rubro
FORESTAL	Otros Pecuarios	Otros Pecuarios
	Otros Pecuarios	General para Subsector Otros Pecuarios
	General para Sector Pecuario	General para Subsector Pecuario
	Gusanos	Lombricultura (gusanos segmentados o Anélidos)
	Gusanos	Gusanos segmentados (Anélidos)
	Gusanos	Nemátodos (Nematelmintos)
	Gusanos	Gusanos planos (Platelmintos)
	Gusanos	General para Subsector Gusanos
	Bosque Nativo	Bosque Nativo
	Bosque Nativo	General para Subsector Bosque Nativo
	Plantaciones Forestales Tradicionales	Plantaciones Forestales Tradicionales
	Plantaciones Forestales Tradicionales	General para Subsector Plantaciones Forestales Tradicionales
	Plantaciones Forestales no Tradicionales	Plantaciones Forestales no Tradicionales
	Plantaciones Forestales no Tradicionales	General para Subsector Plantaciones Forestales no Tradicionales
	Otros Forestales	Otros Rubros Forestales
	Otros Forestales	General para Subsector Otros Forestales
	General para Sector Forestal	General para Subsector Forestal
GESTION	Gestión	Gestión
	Gestión	General para Subsector Gestión
	Agroturismo	Agroturismo
	Agroturismo	General para Subsector Agroturismo
GENERAL	General para Sector Gestión	General para General Subsector Gestión
	General para Sector General	General para Subsector General

ANEXO 11. Indicadores de impactos de proyectos FIA.

A continuación se detallan ejemplos de indicadores de impactos productivos, económicos, comerciales, sociales y medio ambientales como referencia para medir el logro de las propuestas en el corto y largo plazo.

Impactos	Indicadores	
Productivos, económicos y comerciales	Ingreso bruto promedio de ventas de los últimos dos años del producto/servicio a los cuales la innovación se aplica (pesos \$)	
	Costo total de producción promedio de los últimos dos años asociado a los productos/servicios a los cuales la innovación se aplica (pesos \$)	
	Precio de venta promedio de los últimos dos años, asociado a los productos/servicios a los cuales la innovación se aplica (pesos \$)	
	Porcentaje de exportación promedio en el ingreso bruto de ventas de los últimos dos años asociado a los productos/servicios a los cuales la innovación se aplica (%)	
	Indique la producción promedio de los últimos dos años del producto/servicio a los cuales la innovación se aplica (cuanto se produce por unidad de área por ejemplo kg/ha)	
Sociales en la organización	Número promedio de trabajadores en los dos últimos años en la organización	
	Salario promedio del trabajo en los dos últimos dos años en la organización (pesos \$)	
	Número promedio de trabajadores según el nivel de enseñanza en los últimos dos años en la organización	Enseñanza básica
		Enseñanza media (técnica/profesional)
		Enseñanza superior técnica
		Enseñanza superior universitaria
		Diplomados
		Magíster
		Doctorado
	Número promedio de trabajadores según tipo de contrato en los últimos dos años en la organización	Contratos de trabajo indefinidos
		Contratos de trabajo definidos
		Contratos de trabajo por acuerdo, sin formalidad de contrato
		Contratos por temporada
		Contratos por día de trabajo
Medio ambientales	Volumen promedio de agua utilizado en los dos últimos años en la organización (metro cubico por ha/producto)	
	Nivel de contribución de la energía renovable no convencional en el consumo eléctrico y/o térmico en su sistema productivo en los dos últimos años en la organización (kW / h)	



Impactos	Indicadores
	Nivel de contribución de fuentes fósiles en el consumo eléctrico y/o térmico en su sistema productivo en los dos últimos años en la organización (kW / h)
	Nivel promedio de valorización de residuos agrícola generado en su producción en los dos últimos años en la organización (utilización purines) (%)

ANEXO 12. Literatura citada

Bañados, M. (2006). *La producción de arándanos en América del Sur*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Bañados, P. (2007). Poda del arándano. *Revista Frutícola*, 28(3), 116-124.

Best, S. & León, L. (2006). *Elementos de vitivinicultura de precisión*. Chillán, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Blueberries (2013). En Demchak, K. (Ed.). *The Mid-Atlantic Berry Guide for Commercial Growers 2013-2014* (pp. 115-170). Pennsylvania: The Pennsylvania State University. Obtenido de: <http://extension.psu.edu/publications/agrs-097>

Borlando, P. (2012). Comportamiento de las principales variedades de arándanos plantadas en Chile. *Revista Frutícola*, 3, 8-13.

Bravo, J. (2012). Mercado de arándanos: Sin nubarrones en el horizonte. Chile, Santiago: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Obtenido de: <http://www.odepa.cl/odepaweb/publicaciones/doc/7886.pdf>

Calderón, E. (1983). *La poda de los árboles frutales*. (3ª ed.). Ciudad de México: Editorial Limusa.

Cano-Medrano, R. & Darnell, R. (1997). Cell number and cell size in parthenocarpic vs. pollinated blueberry (*Vaccinium ashei*) fruits. *Annals of Botany*, 80. 419-425. Obtenido de: <http://aob.oxfordjournals.org/content/80/4/419.full.pdf>

Centro de Información de Recursos Naturales. (1989). *Requerimientos de clima y suelo: Frutales menores y de hoja persistente*. Santiago, Chile: CIREN. 15 p.

Cline, B. & Fernández, G. (1998, 30 de noviembre). Principles of pruning the high bush blueberry [pág. web]. North Carolina State University. Obtenido de: <http://content.ces.ncsu.edu/principles-of-pruning-the-highbush-blueberry/>

Domanski, R. & Kozlowski, T. (1968). Variations in kinetin-like activity buds of *Betula* and *Populus* during release from dormancy. *Canadian Journal of Botany*, 46(4), 397- 403. Obtenido de: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/b68-061#.VUENLZNcBRc>

Eck, P. (1988). *Blueberry science*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press 43-47.

Espinoza, P. (2012). *Receso invernal y su efecto en la nutrición radicular*. Romeral: Stoller. 43, Obtenido de: http://www.stoller.cl/pub/PUB_STOLLER_RA52.pdf

Fundación para la Innovación Agraria (2008). *Resultados y lecciones en cultivo de arándanos VIII Región: Proyectos de innovación en secano costero de Arauco y Ñuble*. Santiago: FIA.

Fuqua, B.; Byers, P.; Kaps, M.; Kovacs, L. & Waldstein, D. (2005). Growing blueberries in Missouri. *Bulletin* 44. Missouri: Department of Agriculture, 27-30. Obtenido de: <http://mtngv.missouristate.edu/assets/publications/B44GrowingBlueberries.pdf>

Gaffney J.J. 1969. Reflectance properties of citrus fruit. *Transactions of the ASAE*, 16(2):310-314.

Gal, Y.; Naor, A. & Bravdo, B. (1996, febrero). Effect of shoot density, crop level and crop load on fruit and wine quality of Sauvignon blanc grapes. *Acta Horticulturae*, 427, 151-159.

Giavelli, I. (2010). *Análisis de yemas como herramienta de poda*. Talca, Chile: Universidad de Talca.

Gil, G. (2000). *Fruticultura: El potencial productivo: crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos*. (3ª ed). Santiago: Universidad Católica de Chile.

Gil, G. (2006). *Fruticultura: la producción de fruta: fruta de climas templado y subtropical y uva de vino*. (2ª ed.). Santiago: Universidad Católica de Chile.

González, C. (2013). Alternativas para el cultivo de arándanos. Santiago, Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Obtenido de: <http://www.odepa.cl/odepaweb/publicaciones/doc/10015.pdf>

Gordó, M. (2008). Guía práctica para el cultivo de arándanos en la zona norte de la provincia de Buenos Aires [pág. web]. Argentina: INTA. Obtenido de: http://inta.gob.ar/documentos/guia-practica-para-el-cultivo-de-arandanos-en-la-zona-norte-de-la-provincia-de-buenos-aires/at_multi_download/file/mg_0801.pdf

Gough, R. (1994). *The highbush blueberry and its management*. Binghamton, NY: Food Products Press.

Guerra, A. & Guerra, M. (2009). *Evolución de la fruticultura y poda de los árboles frutales*. Valladolid, España: Dirección General de Industrialización y Modernización Agraria.

Hirzel, J. (2005). *Acidificación de suelos para plantación de arándanos*. Chillán: Publicaciones INIA Quilamapu.

Instituto de Desarrollo Agropecuario. (2005). *Estrategias regionales de competitividad por rubro: Producción y mercado del arándano*. Santiago, Chile: INDAP. Obtenido de: <http://www.indap.gob.cl/extras/estrategias-por-rubros-2005/5region/3Arandanos-Produccion.Mercado.pdf>

Kodad, O. & Socías, R. (2008). Densidad floral, cuajado y características de los frutos del almendro en relación al tipo de ramificación. *Información Técnica Económica Agraria*, 104(4), 433-447. Obtenido de: http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2008/104-4/433 ITEA_104-4.pdf

Lobos, W. (1989). *El Arándano*. Purranque: INIA Remehue.

Marini, R. (2009). Physiology of pruning fruit trees. *Virginia Cooperative Extension*, 422-025. Obtenido de: https://pubs.ext.vt.edu/422/422-025/422-025_pdf.pdf

Martínez de Toda, F. (1991). *Biología de la vid: Fundamentos biológicos de la viticultura*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.

Maust, B.; Williamson, J. & Darnell, R. (1999). Flower bud density affects vegetative and fruit development in field-grown southern highbush blueberry. *HortScience*. 34(4): 607-610. Obtenido de: <http://hortsci.ashspublications.org/content/34/4/607.full.pdf>

Moggio, C. & Retamales, J. (2013). *Maximización de la productividad de arándanos frescos en la Región del Maule: Manejo e integración de factores de precosecha, cosecha y postcosecha*. Talca, Chile: Universidad de Talca.

Navarrete, J.; Soto, R.; Jorquera, R. & Guerra, E. (2010). *Informe centro de competitividad del Maule: Arándanos*. Talca, Chile: Universidad de Talca. Obtenido de: <http://www.ccmaule.cl/wp-content/uploads/2014/02/Cluster-Arandanos.pdf>

Nimesh, S., M. Delwiche and R. Johnson. 1993. Image analysis methods for real-time color grading of stonefruit. *Computers and Electronic in Agriculture*. 9(1):71-84.

Pinto, M.; Lira, W.; Ugalde, H. & Pérez, F. (2002). Fisiología de la latencia de las yemas de vid: Hipótesis actuales. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Obtenido de: <http://www.gie.uchile.cl/pdf/Alvaro%20Pe%F1a/Fisiolog%EDa%20del%20receso%20de%20las%20yemas%20de%20vid.pdf>

Puchalski, C., J. Gorzelany, G. Zagula and G. Brusewitz. 2008. Image analysis for apple defect detection. *TEKA Kom. Mot. Energ. Roln.* 8:197-205.

Ray, M. (1999). *Essential plant nutrients: Their presence in North Carolina soils and role in plant nutrition*. North Carolina: Department of Agriculture and Consumer Services. Obtenido de: <http://www.ncagr.gov/agronomi/pdf/essnutr.pdf>

Reich, L. (1997). *The pruning book*. Newtown, CT: Editorial Taunton Press.

Rodríguez, J. (2004). *Poda: Cátedra de viticultura*. Mendoza, Argentina. 3-5. Universidad Nacional de Cuyo. Obtenido de:

http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/19572/mod_resource/content/1/Poda%20de%20la%20vid.pdf

Universidad de la Frontera (2012, 7 de agosto). *Investigadores UFRO y UCTemuco formulan modelos predictivos para huertos de arándanos*. UFRO. [pág. web]. Obtenido de: <http://www.ufro.cl/index.php/mas-noticias/554-investigadores-ufro-y-uctemuco-formulan-modelos-predictivos-para-huertos-de-arandanos>

San Martín, J. (2009, septiembre). *Manejo de poda en arándanos*. (Folleto N° 40). Villa Alegre: Autor.

San Martín, J. (2012). Manejo de poda en arándanos. *Revista Frutícola*, 3, 27.

Spann, T.; Williamson, J. & Darnell, R. (2004). Photoperiod and temperature: Effects on growth and carbohydrate storage in southern highbush blueberry interspecific hybrids. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 129(3), 294-298. Obtenido de: <http://www.crec.ifas.ufl.edu/academics/faculty/spann/PDF/4.pdf>

Saber, M. and A. Tosinia. 2011. Classification tomatoes on machine vision with fuzzy the Mamdani inference adaptive neuro fuzzy inference system based (anfis-sugeno). *Australuan Journal of Basic and Applied Sciences*. 5(11):846-853.

Swain, K.; Zaman, Q.; Schumann, A.; Percival, D. & Bochtis, D. (2010). Computer vision system for wild blueberry fruit yield mapping. *Biosystem Engineering*, 106: 389-394.

Schertz C.E. and G.K. Brown. 1968. Basic considerations in mechanizing citrus harvest. *Transactions of the ASAE*, pages 343-346.

Taiz, L. & Zeiger, E. (2006). *Fisiología vegetal*. Publicacions de la Universitat Jaume I, Castellón de la Plana, vol. 2, 669.

Towers, P. (2009). *Mapeo de variabilidad de vid con NDVI: Agricultura satelital*. Córdoba, Argentina: La Cumbre. Obtenido de: <http://www.agrisat-sa.com.ar/espanol/descargas/mapeo-ndvi-vid-web.pdf>

Usón, A.; Boixadera, J.; Bosch, A. & Martin, A. (2010). *Tecnología de suelos: Estudio de casos*. Zaragoza, España: Universidad de Lleida.

Vuarant, C. (Ed.) (2010). *Arándanos: Avances científicos-tecnológicos en la región de Salto Grande*. Concordia, Entre Ríos, Argentina: Universidad Nacional de Entre Ríos.

Ward, N. & Kaiser, C. (2010). Blueberry growth and development. En N. Ward y C. Kaiser (Eds.). *Midwest blueberry production guide* (4 p.). Kentucky, KC: ID-210.

Yáñez, J. (2002). Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales. *Tecnología. Comercio y Servicios Agrícolas Mundiales*. Saltillo, Coahuila, México, 6-8.

Yuri, J.; Lobos, G. & Lepe, V. (2002). *Inducción floral: Boletín Técnico*, 2(5), 1-3. Obtenido de:
http://pomaceas.utalca.cl/html/Docs/pdf/2002_02_05.pdf