



Gobierno Regional  
Región de Valparaíso



ceres  
Centro Regional de Innovación  
Hortofrutícola de Valparaíso

## Proyecto FIC-R 2015 Creación de un Programa de Transferencia de Innovaciones.

Aplicación al Sistema de Restauración Biológica de Suelos  
Desarrollado por el Centro Regional de Innovación Hortofrutícola Ceres



*"Esta iniciativa ha sido financiada con aportes del  
Fondo de Innovación para la Competitividad del  
Gobierno Regional de Valparaíso año 2015"*





## PROYECTO FIC-R 2015

# Creación de un Programa Participativo de Metodologías para la Disminución del Uso de Agroquímicos en la Producción Hortofrutícola de la Región de Valparaíso: Aplicación al Sistema de Restauración Biológica de Suelos Desarrollado por el Centro Regional de Innovación Hortofrutícola Ceres.

Esta memoria presenta la experiencia piloto del Programa de Transferencia de Innovaciones (PTI) del Centro de Innovación Hortofrutícola – Ceres, cuyo principal objetivo es difundir las innovaciones desarrolladas por los investigadores, para acompañar a los productores agrícolas de la zona central de Chile en la transición hacia métodos de producción más sustentables.

Durante su primer año de funcionamiento, el PTI transfirió el trabajo del equipo del Programa de

Restauración Biológica de Suelo a un grupo de seis productores de la Región de Valparaíso, que pusieron a disposición del proyecto un total de doce unidades de manejo agrícolas para realizar actividades demostrativas durante un año.

Este proyecto fue posible gracias al apoyo del Gobierno Regional de Valparaíso, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-R) y sus objetivos se alinean con la Estrategia Regional de Innovación (ERi).



Gobierno Regional  
Región de Valparaíso



PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATOLICA  
DE VALPARAISO



ceres

Centro Regional de Innovación  
Hortofrutícola de Valparaíso

## PROGRAMA DE TRANSFERENCIA DE INNOVACIONES (PTI)

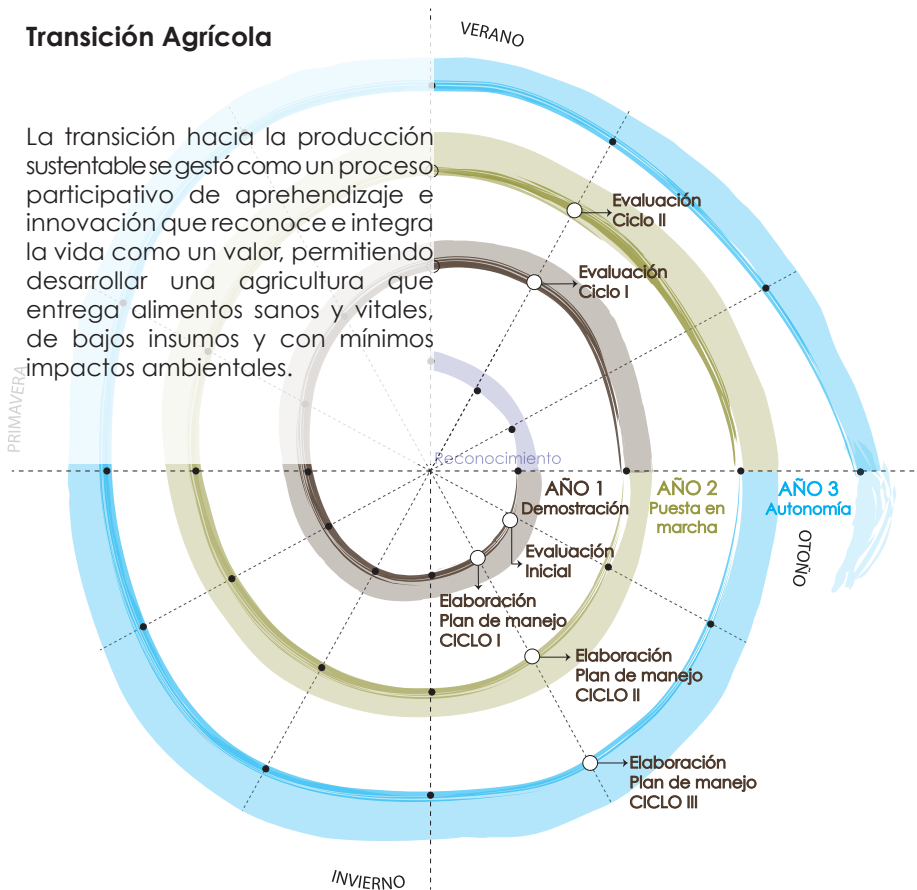
El PTI plantea estrategias de escalabilidad para la difusión y divulgación de las innovaciones desarrolladas por el Centro Ceres, con el objetivo de llevar al mundo real las soluciones que ayudan a mejorar la calidad de vida de los productores agrícolas y los demás habitantes de la Región. Reconoce que para que las innovaciones sean incorporadas en el quehacer diario y en su cultura, se requiere de la relación directa con los productores.



**Imagen 1** Observación participativa de un sistema en Restauración Biológica de suelo al mes 18. La Palma, Quillota.

## Transición Agrícola

La transición hacia la producción sustentable se gestó como un proceso participativo de aprehendizaje e innovación que reconoce e integra la vida como un valor, permitiendo desarrollar una agricultura que entrega alimentos sanos y vitales, de bajos insumos y con mínimos impactos ambientales.



## Etapas que se plantean para la Transición Agrícola



**Figura 1** Esquema del proceso de transición llevado a través del Programa de Transferencia de Innovaciones. (PM: Plan de manejo).

## Herramientas desarrolladas

### 1. ACOMPAÑAMIENTO

Para la implementación de estrategias que permitan la transición agrícola, se requería de un trabajo directo entre un equipo de transferencia y los centros productivos. Este trabajo se dio principalmente en las etapas de Demostración y Puesta en Marcha, durante las cuales se requiere capacitar a los profesionales y técnicos de los sistemas agrícolas

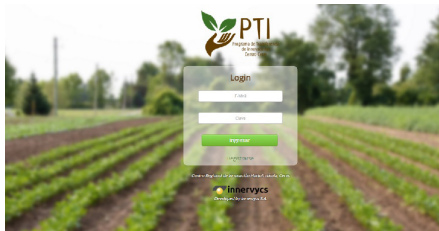
involucrados, a través de la compañía de profesionales que permiten asegurar el éxito de las primeras experiencias.

El equipo de transferencias (Imagen 2) visitó a cada uno de los agricultores en un ritmo bimensual donde se implementaron diferentes prácticas de restauración.



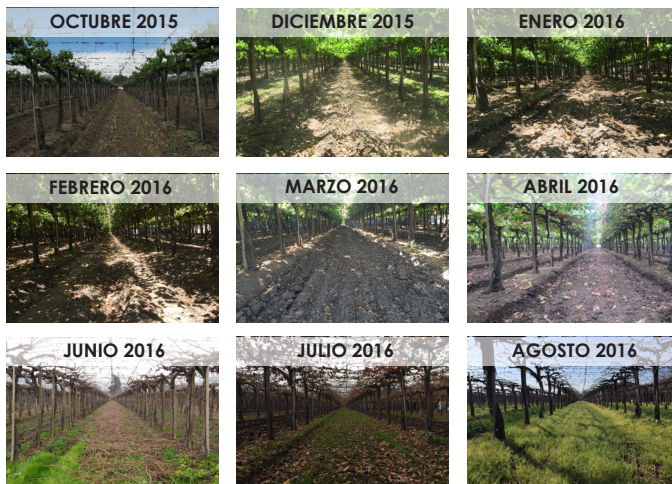
**Imagen 2** Equipo de transferencia del Programa de Transferencia, el cual da soporte técnico en la etapa de demostración y Puesta en marcha del proceso de transición.

**Imagen 4** Plataforma web de registro y seguimiento de las actividades realizadas en cada Centro Productivo.



## 2. SEGUIMIENTO Y COLABORACIÓN

El seguimiento se realizó por medio de una Plataforma en línea, donde de manera periódica el equipo registró el estado de cada sistema agrícola, así como de las técnicas y manejos realizados en las etapas de Demostración y Puesta en Marcha (Imagen 3) En la etapa final de Autonomía, serán los mismos productores quienes puedan acceder a registrar la información y obtener reportes de su estado, evolución y comparación con grupos de referencia.



**Imagen 3**  
*Fotografías registradas por los agricultores para reportar la condición biológica de los suelos.*

La Plataforma de registro creada (Imagen 4), permite la administración de los usuarios que trabajarán con la innovación a transferir. La sistematización de la información permite acompañar a un gran número de productores en la transición agrícola, pudiendo acceder a los antecedentes de cada uno de los sistemas agrícolas, o bien a informes consolidados periódicos para evaluar el avance de éstos. Este sistema ayuda a que los mismos productores en etapas finales, puedan colaborar con quienes estén en la etapa inicial de **Reconocimiento**.

### 3. DIFUSIÓN

La difusión es de gran importancia ya que permite contar con la información pública acerca de los sistemas alternativos a la agricultura convencional. Para esto se realizaron eventos como talleres, tertulias de conversación y seminarios abiertos para los productores involucrados. Además de manera periódica en el sitio web del Centro Ceres, se

publicó información técnica, ejemplos de casos exitosos a nivel local e internacional y noticias relacionadas. El objetivo principal de esta herramienta es el Reconocimiento y masificación de la información, y el establecimiento de una red de actores interesados en iniciar una transición a la sustentabilidad.



**Imagen 5** Demostración abierta a la comunidad.  
Tertulia desarrollada el 31 de marzo del 2015.

## EXPERIENCIA PILOTO: RESTAURACIÓN BIOLÓGICA DE SUELOS (RBS)

La metodología RBS, busca generar una mayor conexión de los agricultores y actores agrícolas con la condición biológica de los suelos. A través de la recopilación de antecedentes de cada Centro productivo y de herramientas de aprehendizaje colectivo, podemos observar a la vista y en el lugar el efecto de las prácticas que se realizan.

Luego del proceso de evaluación, los agricultores, actores agrícolas (asesores o jefes técnicos) y los miembros del equipo de transferencia, realizaron la construcción del Plan de Manejo. La puesta en marcha de las prácticas, técnicas, tecnologías y criterios de aplicación es acompañada de la capacitación de los agricultores y su personal técnico, siendo seguida por un equipo de transferencias, que permitirá el acompañamiento durante una primera etapa, dando apoyo en el proceso de transición.



**Imagen 6**  
*Prueba de estructura y consistencia para la determinación de la condición biológica de la agregatósfera. Las Cruces, Limache.*



**Imagen 7**  
*Observación de poros, para la determinación de la condición biológica de la porósfera. La Palma, Quillota.*

## Evaluación inicial

Al comenzar el trabajo con un sistema agrícola, se recopila la información necesaria para actuar pertinentemente, en post de la consecución de la sustentabilidad del proceso productivo. A la vez nos permite diseñar estrategias de Restauración Biológica de Suelo adaptadas a las características específicas del centro productivo.

### 1. ANTECEDENTES DEL CENTRO PRODUCTIVO

- I. Identificación del centro productivo
- II. Características Biogeográficas
- III. Diseño del centro productivo
- IV. Diseño agronómico de las unidades

### 2. HERRAMIENTAS DE APREHENDIZAJE COLECTIVO

- I. Determinación de la Condición Biológica del Suelo, in visu in situ
- II. Cromatografía de papel circular

3. CUADERNO DE CAMPO: *Registro de las labores productivas realizadas y los productos aplicados. Se registran según las siguientes ítems:*

- I. Nutrición/mineralización
- II. Bioestimulantes/bioles
- III. Manejos fitosanitarios/estabilidad
- IV. Control de maleza/ gestión de cobertura
- V. Manejos dirigidos a restauración biológica de suelo

4. CENTRO DE COSTOS: *Registro de los costos asociados a la producción agrícola, para analizar y poder tomar decisiones. Este además sirve a la administración para tener un mejor control presupuestario.*

**Figura 2** Información Base para diseñar las estrategias de intervención en Restauración Biológica de Suelo.

## Elaboración Participativa del Plan de Manejo

La confección del Plan de Manejo se realizó para cada sistema agrícola, con la participación de los agricultores, administrador, los técnicos y/o los trabajadores, y el equipo del Programa de Restauración Biológica de Suelos del Centro Ceres.

Esta jornada busca reconocer y valorar el estado inicial del sistema agrícola y establecer, gracias a los criterios de los participantes, la estrategia que seguiremos para la restauración de la condición biológica de los suelos.

### LOS PLANES DE MANEJO TIENEN COMO OBJETIVOS:

- La disminución en el uso de agroquímicos al incorporar métodos y prácticas de producción más sustentables, al transitar desde los manejos tradicionales de:

- “**Fertilización y nutrición**” a la mineralización y humificación. De forma de favorecer la dinámica de la materia orgánica y con ello el ciclado y quelatización de los nutrientes minerales.

- “**Fitosanitarios**” a la estabilidad de las poblaciones de insectos, bacterias y hongos. Especialmente desde la diversidad y complejidad de la flora y al restablecer las cadenas tróficas en la superficie y en profundidad de los suelos.

- “**Controles químicos de malezas**” a la gestión de coberturas.

Promoviendo de esta forma un activo crecimiento de raíces todo el año, y la

incorporación de materia seca, para mantener los suelos cubiertos en toda la superficie.

- “**Regulador de crecimiento**” a la preparación de bioestimulante. Bioles y reproducción de microorganismos del bosque en los campos.

- Disminuir las “**Pasadas de tractor**” y el uso de rastras, de forma de evitar la compactación y perturbación de los suelos.

- Incorporar prácticas de restauración biológica de suelos en el proceso de transición que se encaminan a la independencia de insumos externos a partir de la disminución de fertilizantes y pesticidas.

## Prácticas de restauración implementadas

En general y mayoritariamente los planes de manejo del proyecto contemplaron prácticas e intervenciones que lograron un significativo aumento de la biodiversidad y disminuyeron la necesidad de compra de insumos extraprediales. A continuación se presentan algunas prácticas implementadas:

### 1. AUMENTO DE LA DIVERSIDAD VEGETAL

La biodiversidad incide en su resiliencia frente a las presiones externas, ya que al reducir la homogeneidad se producen más interrelaciones entre los elementos del sistema agrícola. La diversidad vegetal, ayuda a evitar la proliferación de plagas que podrían convertirse en un problema sanitario, permite utilizar de mejor manera los nutrientes del suelo, y además es un beneficio para las personas que trabajan en el lugar, al reducir la exposición a agroquímicos.

La diversidad vegetal de un sistema agrícola puede aumentar a través de parches o corredores como los descritos a continuación:

#### Núcleo de biodiversidad

Los núcleos de diversidad son similares a los corredores, pero en forma de parches al interior del predio. Se escogieron plantas según las necesidades de cada sitio. Por ejemplo un grupo de plantas con raíces, tanto profundizadoras como superficiales, para recuperar un espacio donde hubo pérdida de un árbol frutal. Esto con el fin de habilitar el espacio biológicamente con el ingreso de raíces al suelo y aportando materia orgánica, y permitir el replante exitoso (Imagen 8).



## Coberturas vegetales

Corresponden a praderas anuales, bianuales o perennes, establecidas durante la explotación de rubros de rotación larga en toda la superficie. A lo largo del proyecto se establecieron coberturas vegetales en la entre hilera de huertos frutales, con el fin de proteger el suelo de la compactación y erosión, aumentar la cantidad de especies presentes (reduciendo la proliferación de unas pocas), aportar materia orgánica y ser un lugar de reserva y dispersión de insectos, hongos y otras especies que ayudan a la estabilidad del sistema (Imagen 9).



**Imagen 9** Cultivo de uva de mesa con coberturas vegetales implementadas en la temporada invernal.



**Imagen 10** Cultivo de tomate en invernadero donde se estableció una cobertura vegetal.

## Descanso en cultivo de tomate

Similar al establecimiento de cobertura vegetal, pero su fin es intercalar los ciclos productivos con un ciclo de especies diversas que ayudan por una parte a aumentar la diversidad dentro del sistema, y por otra a preparar el suelo para el cultivo siguiente. Las raíces de las especies utilizadas aportan materia orgánica, mejoran la porosidad y estructura del suelo, mejorando la infiltración de agua y habilitándolo para un próximo cultivo (Imagen 10).

## 2. BIOFÁBRICA

Durante el proyecto se establecieron diferentes manejos de intervención con el objetivo de mejorar la actividad microbiológica de los suelos. Estas comprendieron la reproducción y activación de microorganismos eficientes, la realización de bokashi y la aplicación de biopreparados.

### Microorganismos nativos del bosque

Los microorganismos nativos son aquellos que habitan predominantemente en el mantillo del bosque y que mantienen una estabilidad en el sistema suelo-planta facilitando la disponibilidad de minerales a las plantas en el proceso denominado "mineralización" (Imagen 11)



**Imagen 11** (a) microorganismos nativos del bosque. (b) Reproducción de microorganismos para la posterior activación y aplicación al suelo del sistemas productivos. Comuna de Calle Larga.



**Imagen 12** Elaboración de Bokashi. Las Cruces, Limache.

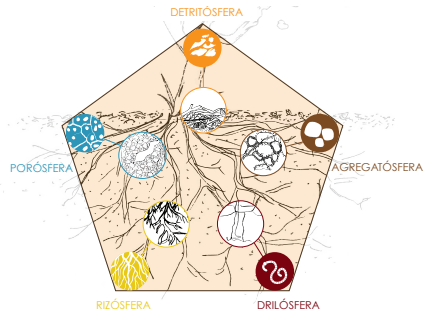
### Bokashi

El bokashi, es un abono orgánico producto de la fermentación aeróbica de diferentes materiales animales, vegetales y minerales. Esta tecnología en su esencia nos permite comprender los ciclos de materia y energía dentro de cada unidad, innovando en la utilización de diferentes materiales según los recursos disponibles. Aporta materia orgánica, diversifica y enriquece la microbiología y los minerales.

# RESULTADOS

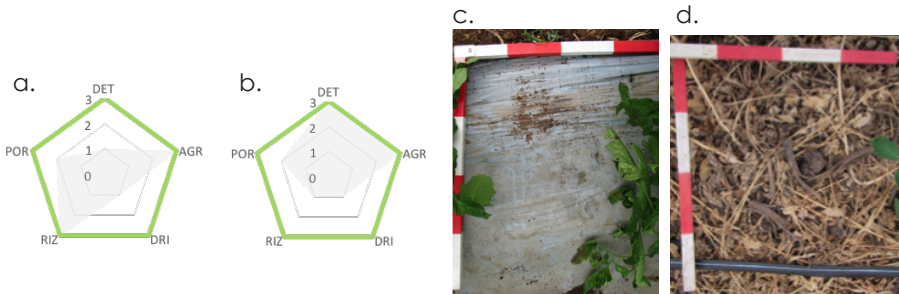
## Condición Biológica de Suelo

A continuación se presentan algunos de las principales visualizaciones del proceso de restauración a través de la Condición Biológica de Suelo in visu in situ (CBS), en algunas de las Unidades de manejo involucradas en el proyecto:



### 1. UNIDAD DE MANEJO "EL TRANQUE" QUINTIL:

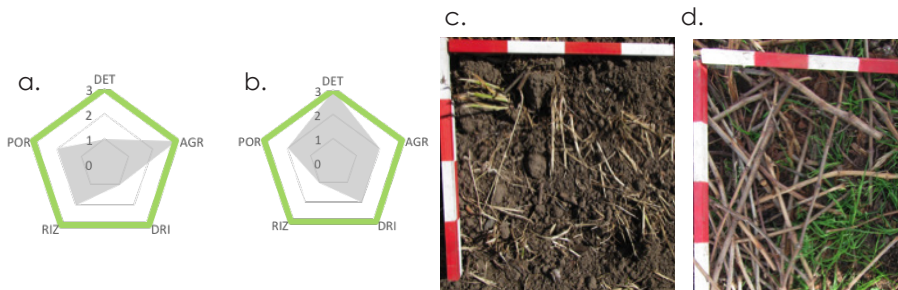
Se observó el mejoramiento de la CBS a partir del desarrollo de la Detritósfera, en una cama de cultivo de tomate (Figura 1. a y Figura 1b.) Lo anterior se generó mediante el establecimiento de cobertura vegetal con multi especies en esta zona, la cual reemplazó la cobertura plástica presente en el ciclo anterior (Figura 1. c y Figura 1d.), constituyendo la principal fuente de materia orgánica y minerales para el sistema, permitiendo disminuir el uso de fertilizantes de síntesis.



**Figura 3** Resultados de evacuación en cama de cultivo de tomates, unidad de manejo El tranque, centro productivo Inversiones Quintil. (a y b: gráfico de brechas; c y d: registro de detritósfera) en las fechas de 6 de octubre 2015 y 3 de agosto 2016).

## 2. UNIDAD DE MANEJO "THOMPSON":

Se evidenció un mejoramiento de la CBS a partir de la Detritosfera y drilósfera en la zona de entre hilera del cultivo de uva de mesa var. Thompson Seddles (Figura 2a y figura 2.b). Estas esferas se estimularon a través de la incorporación de materia orgánica en el sistema, debido principalmente a la eliminación del uso de herbicida y la incorporación de restos de poda (Figura 2.c y Figura 2.d).



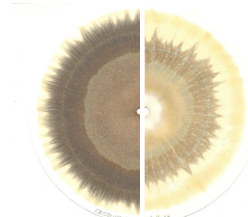
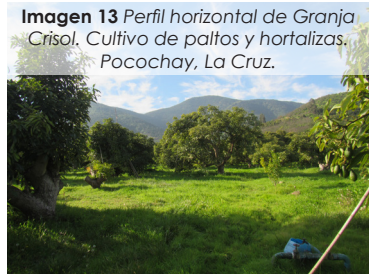
**Figura 4** Resultados de evaluación en la entre hilera, unidad de manejo Thomson, centro productivo Rinconada (a y b: gráfico de brecha; c y d: registro de detritósfera) en las fechas de 2 de octubre 2015 y 3 de agosto 2016.

## Cromatografía en papel circular

A continuación se complementa el análisis de la CBS con un análisis cromatográfico de cada sistema agrícola. De forma general en todos los sistemas agrícolas se observó que la actividad y diversidad biológica ha aumentado, generando procesos de estructuración y aireación del suelo. Se expresa aún una brecha para alcanzar el potencial, principalmente en procesos de humificación, y descomposición de la materia orgánica. Para la disponibilidad de minerales presentes, mejora de las condiciones físicas y aumento de la formación de humus.

### Granja Crisol Ltda.

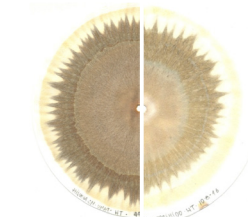
La estructura y aireación de suelo ha mejorado notablemente, lo que se manifiesta como producto del aumento de la actividad y diversidad biológica.



**Sector 2 Sobrehilera**  
(iz.): muestreo 10 / 2015;  
(der.): muestreo 08 / 2016

### Fernando Tafra

Se observa una mejora en la aireación de suelo. Existe un alto contenido de materia orgánica que alberga una alta diversidad biológica principalmente en procesos de humificación.



**Unidad de manejo 9  
Huella de tractor**  
(iz.): muestreo 09 / 2015;  
(der.): muestreo 07 / 2016

### **Agrícola La Capilla Ltda.**

Se expresa un gran aumento de la actividad y diversidad biológica y una mejora en la aireación de suelo.

**Imagen 15** Perfil horizontal Agrícola La Capilla. Cultivo de uva de mesa. Calle larga, Los Andes.

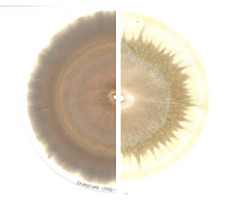


**Sector 2 Sobrehilera**  
(iz.): muestreo 10 / 2015;  
(der.): muestreo 7 / 2016

### **Agrícola La Fortuna Ltda.**

La estructura y aireación de suelo ha mejorado, lo que se manifiesta como producto del aumento de la actividad biológica.

**Imagen 16** Perfil horizontal Agrícola La Fortuna. cultivo de palto en ladera. Pochochay, La Cruz.

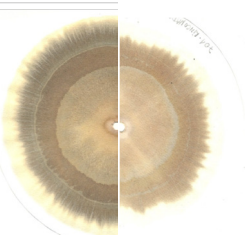


**Uma 2 Sobrehilera**  
(iz.): muestreo 10 / 2015;  
(der.): muestreo 7 / 2016

### **Rodrigo Echeverría**

Se observa un leve cambio en la tendencia biológica del suelo. Se expresa una coloración más clara, a lo que se suma una mejora en la estructura y aireación de suelo, sin alcanzar aún el potencial.

**Imagen 17** Perfil horizontal agrícola de Rodrigo Echeverría. Cultivo de durazno y uva de mesa. Calle larga, Los Andes.



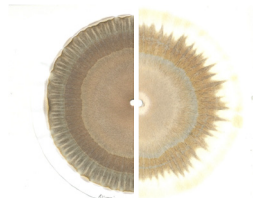
**Dr. Davis Huella de tractor**  
(iz.): muestreo 10 / 2015;  
(der.): muestreo 8 / 2016

## **Inversiones Quintil S.A.**

Existe una mayor diversidad biológica que comienza a generar procesos de descomposición de la materia orgánica



**Imagen 18** Perfil horizontal Inversiones Quintil S.A. Cultivo de tomate bajo invernadero. La Palma, Quillota.



**Uma 1 Sobrehilera**  
(iz.): muestreo 10 / 2015;  
(der.): muestreo 6 / 2016



**Imagen 19**  
*Unidad en proceso de Restauración Biológica de Suelo ( RBS). La Palma, Quillota.*

## Análisis cuantitativo de los agroquímicos utilizados

Como resultado de los planes de manejo establecidos en los centros productivos del proyecto, se pudo destacar la disminución de las aplicaciones de agroquímicos en el ítem de "Control de malezas", mediante la eliminación del 100% del uso herbicidas (Tabla 1). Este ítem se sustituyó por el aumento de prácticas para la "Gestión de coberturas".

En el centro Rodrigo Echeverría se establecieron siembras de cobertura vegetal multiespecie en la zona de la entre hilera, y en Fernando Tafra se implementó la técnica de núcleos de replantes en la zona de la sobre hilera, ya

que el sistema productivo presentaba el 2% de espacios a restaurar.

Se destaca el centro productivo Inversiones Quintil Ltda logró dar un descanso productivo a la unidad de manejo con cultivo de tomate y preparar biológicamente el suelo con la acción de las raíces de especies anuales. Esta acción permitió evitar el uso de tractor en la temporada siguiente, además fue sustituido el mulch plástico por mulch generado por la cobertura vegetal.

CENTROS PRODUCTIVOS	CONTROL DE MALEZA (IA)	GESTIÓN DE COBERTURA (Nº DE PRÁCTICAS)
Agrícola La Capilla	0%	0%
Rodrigo Echeverría	100%	100%
Fernando Tafra	-100%	100%
Granja Crisol	0%	33%
Inversiones Quintil	-100%	100%
Agrícola La Fortuna	75%	100%

En Agrícola La Fortuna se implementaron técnicas de gestión de cobertura, principalmente dirigidas a la contención de suelo. Estas prácticas se establecen para el decaimiento prematuro de los huertos de paltos en ladera.

\*IA: Ingredientes activos de síntesis

**Tabla 1:** Comparación en % entre temporada 2014-2015 y 2015-2016 para el ítem control de maleza y gestión de cobertura.

CENTROS PRODUCTIVOS	Nutrición			Mineralización		
	N	P	K	N	P	K
Agrícola La Capilla	0	100%	0%	-100%	0-	100%
Rodrigo Echeverría	83%	-20%	122%	50%	0	50%
Fernando Tafra-	36%	36%	13%	100%	00	
Granja Crisol	0	0	0	50%	50%	50%
Inversiones Quintil	142%	28%	66%	100%	100%	100%
Agrícola La Fortuna	0	0	0	0	0	0

**Tabla 2:** Comparación en % entre temporada 2014-2015 y 2015-2016 para el ítem nutrición y mineralización.

Se destaca en cuanto a ítem nutrición y mineralización, a las agrícolas de Rodrigo Echeverría, Fernando Tafra y Granja el Crisol con un aumento en la mineralización de los suelos mediante prácticas ricas en compuestos orgánicos. Un fuerte aumento en la nutrición de síntesis se observó en Inversión Quintil, y un aumento en la mineralización mediante el establecimiento de "mulch" vegetal y bokashi.

CENTROS PRODUCTIVOS	FITOSANITARIO	ESTABILIDAD
	(IA)	(IA)
Agrícola La Capilla	50%	0%
Rodrigo Echeverría	38%	100%
Fernando Tafra	50%	0%
Granja Crisol	0%	0%
Inversiones Quintil	-114%	100%
Agrícola La Fortuna	0%	0%

**Tabla 3:** Comparación en % entre temporada 2014-2015 y 2015-2016 para el ítem fitosanitario y estabilidad.

Las aplicaciones fitosanitarias aumentaron, debido a eventos climáticos inesperados, en el centro la Capilla, Rodrigo Echeverría y Fernando Tafra, disminuyendo en Inversiones Quintil por efecto de estacionalidad del cultivo (Tabla 3). Se destacó el aumento de insumos de origen natural destinados a la estabilidad del sistema agrícola, de los centros Rodrigo Echeverría e Inversiones Quintil.

## CONCLUSIONES

La experiencia nos mostró que la incorporación de prácticas sustentables, más que desde un punto de vista tecnológico, son posible desde una transformación personal y grupal que surge de nuestra conexión con el suelo vivo.

- La percepción por parte de los agricultores, de la fertilidad y salud que entrega un suelo biológicamente activo, se logró mejorar a través de la metodología de transferencia aplicada. Si bien, la mayor parte de los involucrados tienen una mayor conexión con sus sistemas agrícolas, el periodo para llegar a todos de una manera más profunda debe ser por más de una temporada agrícola.
- La plataforma web de registro es una herramienta necesaria para dar seguimiento a los procesos de puesta en marcha, pudiendo documentar de manera participativa los éxitos y fracasos del proceso.
- El equipo de transferencia y la red de agricultores son los actores claves en los cuales se basan los sistemas de innovación.
- Existe un gran interés en los agricultores locales por nuevas tecnologías, observado en la concurrencia y participación de los talleres, tertulias y seminarios. El respeto a la vida ha hecho brotar el cuidado amoroso y el compromiso de mejorar la condición biológica de suelo y la fertilidad y salud de los sistemas agrícolas.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece especialmente a los productores, quienes no solo nos abrieron las puertas de sus sistemas productivos, si no que también aportaron con su tiempo y experiencia al desarrollo de este proyecto. A la red de profesionales y agricultores quienes forman una red en acción para la transición hacia una agricultura sustentable en la región.







OCTUBRE 2016