



INFORME FINAL

Implementación de Mejoras Tecnológicas y Estrategias de Producción Limpia en Cultivos Hidropónicos de la Región de Antofagasta

PYT-2010-01841

Período comprendido desde el 20 Marzo 2011 hasta Mayo 2014

OFICINA DE PARTES 2 FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	170 JUN 2014
Hora	10:07
Nº Ingreso	13928

Contenido

- I. ANTECEDENTES..... 3
 - 1.1. Antecedentes Generales: 3
 - 1.2. Costos 3
- II. RESUMEN EJECUTIVO 4
- III. INFORME TÉCNICO (TEXTO PRINCIPAL) 5
 - 3.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO: 5
 - 3.2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO: 7
 - 3.3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO: 12
 - 3.4. RESULTADOS DEL PROYECTO..... 20
 - 3.5. FICHAS TÉCNICAS Y ANÁLISIS ECONÓMICO: 40
 - 3.6. IMPACTOS Y LOGROS DEL PROYECTO: 41
 - 3.7. PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE EL PROYECTO: 44
 - 3.8. OTROS ASPECTOS DE INTERÉS 46
 - 3.9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: 46
- IV. INFORME DE DIFUSIÓN 49
- V. ANEXOS 55
- VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 57

I. ANTECEDENTES

1.1. Antecedentes Generales:

Nombre Ejecutor:	Universidad católica del Norte
Nombre(s) Asociado(s):	CICITEM, ASGRALPA, Universidad de Talca, Universidad de Antofagasta, CEAZA
Coordinador del Proyecto:	Leonardo Romero
Regiones de ejecución:	Región de Antofagasta
Fecha de inicio iniciativa:	01/03/2011
Fecha término Iniciativa:	28/02/2014
Tipo Convenio FIA:	FIC regional
Objetivo General:	Diseñar e implementar mejoras tecnológicas y estrategias de producción limpia en cultivos hidropónicos de la región de la región de Antofagasta.

1.2 Costos

Costo general:

Costo total de la Iniciativa		
Aporte FIA		
Aporte Contraparte	Pecuniario	
	No Pecuniario	
	Total Contraparte	

Ejecución presupuestaria a la fecha:

Acumulados a la Fecha		Monto (\$)
Aportes FIA	Suma cuotas programadas	
	Suma cuotas pagadas	
	Suma gasto programado	
	Suma gasto real	
Aportes Contraparte	Gasto programado	
	Gasto real	
	Gasto pecuniario programado	
	Gasto pecuniario real	

II. RESUMEN EJECUTIVO

Proyecto de tres años financiado con fondos regionales a través del instrumento FIA cod: PYT2010-0184, ejecutado por la Universidad católica del Norte a través de su centro CEITSAZA, y como co-ejecutor el centro CICITEM.

Durante los tres años de ejecución del proyecto se desarrollaron numerosas actividades focalizadas a incorporar mejoras en los procesos de cultivo y post cosecha de hortalizas hidropónicas, a través de la integración de tecnologías para mejorar la calidad y hacer más eficiente el uso del agua; optimizar la dosificación de nutrientes, la identificación y caracterización de nuevos sustratos alternativos de bajo costo y fácil acceso; y por otra parte se diseñó un Plan estratégico, con la finalidad de orientar los esfuerzos de la Asociación en tres objetivos estratégicos, los cuales corresponden a la integración de medidas de Producción Limpia, la Asociatividad y la Vinculación y generación de alianzas estratégicas con el sector público-privado-académico, estos dos últimos se orientan en generar condiciones para la implementación de mejoras

Los objetivos planteados se cumplieron en su totalidad con la excepción de los objetivos 5 que fueron cumplidos parcialmente, debido a imponderables administrativos que obstaculizaron el cumplimiento en su cabalidad.

Los logros principales del proyecto son:

- Apoyo permanente a los agricultores, mediante asesorías grupales e individuales en técnicas de cultivos de raíz flotante, NFT y en sustrato.
- Capacitación en: calidad, tratamiento y monitoreo de agua, Producción Limpia, compostaje y lombricultura, uso de sustratos y diversidad de cultivos. Estos se desarrolló a través de cursos, talleres y charlas.
- Práctica periódica de monitoreo en: calidad de agua, dosis de nutrientes, y calidad agronómica de las hortalizas.
- Prototipo de Planta de Filtro para el abatimiento de: sólidos en suspensión, materia orgánica y patógenos presentes en las aguas de proceso de cultivos de hortalizas.
- Plan Estratégico, que permite orientar líneas de acción para el desarrollo de la asociación.
- La confección de Manuales y Fichas para consulta, lo que permitirá a los agricultores contar con información escrita y sistematizada.
- Inversiones en equipamiento de: proceso, computacional, monitoreo y un vehículo de carga (camioneta), las que serán transferido definitivamente a la asociación gremial.

Las recomendaciones que se hacen son:

- Monitorear y controlar periódicamente la calidad de agua y poner especial cuidado en el contenido de boro y cloruro en las aguas de alimentación a los procesos productivos.
- Realizar ensayos de dosificación nutricional, respecto de la calidad del agua y al tipo de hortaliza a cultivar.
- Adquirir una Planta de remoción de elementos contaminantes en el agua.
- Construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas colectiva.
- Plan de inversiones en instrumental para monitoreo y control de variables.
- Construcción de un packing colectivo.
- Plan de capacitación práctico en packing.
- Alcanzar como ASGRALPA un acuerdo de Producción Limpia de cultivos hidropónicos sustentables.
- Plan de capacitación en costo de producción y comercialización.

III. INFORME TÉCNICO (TEXTO PRINCIPAL)

3.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO:

Nº O E	Descripción OE	Descripción del cumplimiento alcanzado	% Cumplimiento
1	Mejorar y optimizar el proceso productivo y generar soluciones técnica y económicamente factibles para la implementación de estrategias de PL, competitivas y rentables en cultivos hidropónicos.	<p>Se realizaron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacitaciones en temas relacionados con Producción Limpia (PL), uso de agroquímicos y alternativas para recuperación o disposición de residuos generados en el proceso realizadas por especialistas participantes e invitados al proyecto. La implementación de estos procesos depende de cada agricultor. • Levantamiento de información respecto a producción limpia. 	100
2	Validar el uso de equipamiento que permita optimizar el monitoreo, control, tratamiento y uso de agua en cultivos hidropónicos de la región de Antofagasta.	<p>Se realizaron:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cultivos de lechugas y albahaca en raíz flotante; tomate cherry, zapallo y otros frutos en sustrato; acelga y mix de lechuga en sistema NFT, en módulo piloto para validar la práctica de monitoreo de parámetros físicos y químicos. • Prácticas de monitoreo de la calidad del agua registrando: pH, conductividad, temperatura, OD, ORP, y salinidad; midiendo además nutrientes. • Pruebas de efectividad de las soluciones nutritivas FAO y Cooper en especies de hojas. • Puesta en marcha de la Planta piloto de filtración y desinfección del agua de producción hidropónica. Dicha planta extrae sólidos en suspensión, reduce la materia orgánica y desinfecta al agua por bacterias y patógenos. 	100
3	Desarrollar sustratos alternativos eficientes y económicos para cultivos hidropónicos en la región de Antofagasta.	<ul style="list-style-type: none"> • La viabilidad de 5 tipos de suelos (identificados como UCN1 UCN 2, Chimba y Carboncillo y perlita) fueron seleccionados para evaluar la viabilidad de ellos como sustratos. Para ello, los suelos se caracterizaron física y químicamente, se lavaron con agua destilada para reducir su salinidad. Posteriormente, se realizaron pruebas de germinación para determinar la toxicidad de las sales presente en los sustratos. De los resultados, se concluyó que los suelos tipo UCN1 y UCN2 y Chimba presentan una viabilidad alta de ser usado como sustrato, ya que sus pruebas de germinación resultaron por sobre 90%. 	100%

Nº OE	Descripción OE	Descripción del cumplimiento alcanzado	% Cumplimiento
4	Contar con una guía metodológica que permita el adecuado manejo agronómico postcosecha y embalaje y la producción limpia de hortalizas hidropónicas de la región de Antofagasta.	Se confeccionaron manuales en: <ul style="list-style-type: none"> • Manejos de PL en packing y post cosecha. • Manejo agronómico y embalaje postcosecha por hortaliza, explicitando las recomendaciones que se obtuvieron de pruebas de embalaje en especies de hortalizas, en donde se monitoreó color, turgencia, humedad, aspectos visuales y parámetros organolépticos de lechuga, albahaca, berros y tomate cherry. 	100
5	Implementar y validar prácticas de producción limpia en cultivos hidropónicos respaldado por un programa de seguimiento y control, útil y eficiente.	La implementación y validación de prácticas de PL, no se llevaron a cabo en terreno por motivos explicitados en sección III-3.5. Ante esto, se optó por entregar herramientas teórica y un programa de seguimiento y control, mediante la realización de asesorías técnicas por profesionales expertos en área, entre ellos el Dr. Pedro Furlani, Dra. Pilar Mazuela, Ms. Sara Contreras, entre otros.	60
6	Formar monitores en el control y tratamiento de agua, uso de sustratos, buenas prácticas postcosecha y embalaje y producción limpia en cultivos hidropónicos en la región de Antofagasta	Se han realizado: <ul style="list-style-type: none"> • Curso de preparación de monitores a estudiantes de la Universidad de Antofagasta en prácticas de producción limpia. • Talleres en el uso de instrumento de medición, preparación de fórmulas nutritivas (FAO y Cooper) y operación - mantención de la planta de filtro y desinfección de agua de producción hidropónica, por especialistas de la UCN. • Charlas de control de plagas y enfermedades. • Workshops en Hidroponía, Producción Limpia, Biopesticidas, Sustratos, Especies de frutos, y Soluciones Nutritivas, con la participación de especialistas nacionales de la UCN, UA, Universidad de Talca, y Universidad de Tarapacá, y extranjeros de Universidades del Perú y Bélgica. 	100

3.2. METODOLOGÍA DEL PROYECTO:

Para el desarrollo de este proyecto se dividieron las actividades en 7 etapas distribuidas en 36 meses las cuales se describen a continuación:

ETAPA 1: Diagnóstico de problemas en el proceso productivo. La implementación de estrategias de producción limpia en cultivos hidropónicos se realizaron aplicando herramientas de análisis de ciclo de vida (LCA).

Para la realización del diagnóstico del funcionamiento actual del sistema productivo de cultivos hidropónicos desarrollados en la planta piloto de la Chimba, se hizo necesario el desarrollo de cursos de inducción, para los agricultores involucrados en técnicas de producción limpia, inspecciones visuales y reuniones en terreno con los involucrados (agricultores, estudiantes, técnicos, asesores), recopilando la información necesaria sobre el actual proceso de cultivo de hortalizas hidropónicas. Se identificaron las fortalezas y debilidades del sistema. En estas rondas de reuniones, charlas y visitas a terreno, se aplicaron encuestas, se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos tanto a las materias primas como a las hortalizas producidas. Finalmente se firmaron acuerdos de colaboración, donde se presentaron los resultados del diagnóstico, definiendo las responsabilidades y roles de cada entidad participante. Las actividades realizadas fueron:

- Actividad 1.1. Definición de las etapas del diagnóstico: Se elaboró un documento donde se describen las etapas de la fase de diagnóstico del funcionamiento del sistema productivo de cultivos hidropónicos desarrollados en la planta piloto de la Chimba.
- Actividad 1.2. Charlas introductorias sobre conceptos generales de producción limpia dirigidas a los diversos actores involucrados en el proyecto: Se realizaron charlas introductorias sobre términos generales de la aplicación de producción limpia a los distintos agricultores, estudiantes, académicos, técnicos y profesionales participantes, las que fueron dictadas por profesionales expertos en la aplicación de producción limpia.
- Actividad 1.3. Evaluación de efectividad de charlas: El indicador de cumplimiento consistió en contabilizar la asistencia a cada evento, para ello se registró el nombre de cada participante al inicio de la actividad. No se pudo aplicar el indicador original, que era una evaluación, debido a la gran diferencia en su nivel de educación.
- Actividad 1.4. Cursos de inducción técnica a estudiantes de Biotecnología, Química, Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Industrial de la Universidad de Antofagasta como monitores en producción limpia, formación de monitores: A través de cursos sobre temas técnicos de producción limpia se capacitaron a estudiantes de Biotecnología, Química, Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Industrial de la Universidad de Antofagasta, para formarlos como monitores en producción limpia.
- Actividad 1.5. Evaluar los conocimientos adquiridos por los estudiantes: Para asegurar que los estudiantes se encuentran capacitados para ser monitores, una vez realizado el curso de inducción se evaluaron los conocimientos adquiridos.
- Actividad 1.6. Levantamiento de información del proceso productivo actual de ASGRALPA: Para la recopilación de la información, se fotografiaron las inspecciones en terreno y se realizaron grabaciones. Cada visita se registró en el libro de anotaciones, que incluía fecha, hora, y persona que realizó la visita con sus respectivos comentarios. Como segunda metodología se aplicaron encuestas a los agricultores que participaron en el proceso productivo utilizado en la planta piloto ubicado en la Chimba.
- Actividad 1.7. Caracterización de los materiales utilizados para los cultivos (infraestructura): Se realizaron inspecciones visuales para evaluar la calidad de los materiales utilizados en el proceso de cultivos hidropónicos y su grado de bio-degradabilidad.

- Actividad 1.8. Caracterización de materias primas: agua, nutrientes y sustratos: En cuanto a la materia prima utilizadas en el proceso, agua y sustratos utilizados en las distintas hortalizas cultivadas, se aplicaron análisis físicos químicos y biológicos, y de análisis de metales.
 - Actividad 1.9. Determinación de parámetros de campo: Los monitores registraron pH, salinidad, oxígeno, temperatura, cantidad de desechos producidos, que intervienen en el proceso de cultivo realizando una evaluación sistemática in situ.
 - Actividad 1.10. Caracterización de la calidad de las hortalizas obtenidas con el procedimiento actual: Se evaluó la productividad, la tasa de crecimiento, los parámetros fisiológicos, fitosanitarios y el valor nutritivo de las hortalizas, realizando análisis fisiológicos, físico químicos, biológicos y fitosanitarios. Se evaluó el costo de producción y su precio de venta con respecto a la calidad del producto.
 - Actividad 1.11. Consensuar información obtenida en actividades anteriores: Informe de línea base: Se redactó un informe de línea base con la información del proceso productivo, antes de la implementación de la estrategia de gestión de producción limpia, detectando los problemas e identificando los solucionables por medio de la aplicación de producción limpia.
 - Actividad 1.12. Acuerdo de colaboración entre los distintos agentes participantes en el proyecto: Una vez que se obtiene el informe de la situación actual de la planta piloto validado por la Asociación de Agricultores, se redactó un informe en el que los agricultores manifiesten su disposición y acuerdo para colaborar en la ejecución del proyecto.
- Los protocolos y métodos utilizados están en el Anexo 1A: TecnoLimpia; 1B: Línea Base.

ETAPA 2 Evaluación de soluciones técnica y económicamente factibles para la implementación de estrategias de producción limpia en cultivos hidropónicos.

- Actividad 2.1. Investigación sobre alternativas de solución a los problemas detectados en el diagnóstico: Una vez obtenido el informe de la situación actual de la planta piloto validado por la Asociación de Agricultores, se investigó sobre las distintas alternativas de solución a los problemas detectados en la etapa anterior.
- Actividad 2.2. Asociaciones con organismos que apoyen el proceso: Basados en la información obtenida en la actividad anterior, se realizaron alianzas con organismos especializados (privados y gubernamentales) que permitieron resolver los problemas detectados. Además se realizaron rondas de reuniones y convenios de colaboración.
- Actividad 2.3. Evaluación técnica sobre posibles soluciones: Se investigaron experiencias nacionales e internacionales relacionadas con los problemas detectados en el diagnóstico. Se estudiaron sus experiencias y sus soluciones planteadas, además de las propuestas establecidas por el equipo de expertos participantes. Todo esto se tradujo en un documento con propuestas de soluciones a aplicar.
- Actividad 2.4. Estudio de factibilidad de las propuestas: Se realizó una evaluación técnica y económica de cada propuesta planteada como solución, para entregar una solución factible y viable a implementar.
- Actividad 2.5. Informe: Estrategia de producción limpia aplicable en la planta piloto de La Chimba: Se redactó un informe que indicando el número de problemas que pueden ser abordados y solucionados por dicha estrategia, incorporando cada procedimiento para ser implementado a través de producción limpia.

Los protocolos y métodos utilizados están en el Anexo 2 (2A: Levantamiento información general; 2B: Análisis químico lechuga; 2C: Seguimiento crecimiento lechuga).

ETAPA 3. Evaluar e implementar prácticas de producción limpia en cultivos hidropónicos. La implementación y validación de prácticas de PL, no se llevaron a cabo en terreno, sólo se entregaron las herramientas teórica, y una estrategia para el seguimiento, control, y necesidades de ASGRALPA. Para la evaluación de prácticas de PL se realizaron asesorías técnicas por profesionales expertos en área, entre ellos la Ms Sara Contreras, y la Profesional Alejandra Arancibia. Esta etapa tuvo un desarrolló de un 85%.

Anexos: 3A: Evaluación de Conformidad; 3B: Presentación Ms. Sara Contreras.

ETAPA 4. Implementar sistemas de tratamientos, monitoreo y control de parámetros de calidad agua y dosificación de nutrientes en cultivos hidropónicos de la región de Antofagasta.

Se instalaron sistemas de cultivos piloto de hortalizas, utilizando NFT, SRF y Sustrato sólido en un módulo de cultivos piloto experimental en la Chimba.

Información más detallada sobre la instalación del módulo en anexo UCN 1 informe de instalaciones de módulos de cultivos, UCN 2 plano de sistemas de cultivo piloto. ANEXO UCN 3 informes de cultivos módulos piloto.

Para el monitoreo y evaluación de las soluciones nutritivas se utilizaron diversos instrumentos como peachímetro, conductivímetros, oxímetros, turbidímetros, para el monitoreo, control y tratamiento de agua para estudiar la reutilización de soluciones nutritivas y maximizar el uso del recurso hídrico.

Además de un sistema piloto de tratamiento de agua. Para ver el detalle del diseño de la planta piloto de tratamiento de agua ver anexo UCN 7 Informe laboratorio filtrado Raíz flotante, NFT y sustratos sólido. Sobre la implementación de la planta piloto ver anexo UCN 8. Informe de implementación y operación planta piloto. Y sobre operación ver anexo UCN 9. Manual de diseño e implementación de planta de tratamiento de agua piloto.

Se realizaron pruebas de dosificación de nutrientes en cultivos de hojas albahaca, lechuga escarola y nativa se probaron soluciones FAO y Cooper. Se probaron soluciones nutritivas para cultivos de frutos como zapallito italiano, pepino pimentón y tomate cherry.

Los detalles de protocolos y metodología sobre de instalación de la planta piloto ver Anexo UCN 10 Manuales/ Manual de diseño e implementación de planta de tratamiento de agua piloto.

Los detalles de protocolos y metodología de los ensayos de dosificaciones de nutrientes y manejos y monitoreo de calidad de agua se encuentran en los anexos UCN 10 manuales/ cultivos/Albahaca/tomate/lechuga escarola/lechuga ecotipo local/pepino/pimentón/zapallito italiano.

ETAPA 5. Estudio de factibilidad del uso de sustratos alternativos en cultivos hidropónicos. Se realizó una selección de sustratos disponibles en la región de Antofagasta ya sean de origen natural o residual para su uso en hidroponía. Se trabajó en laboratorio y en terreno. Se identificaron dos suelos de UCN 1 y UCN2, un suelo Ch3 del módulo la Chimba, uno de carboncillo y uno de perlita. Se realizó la caracterización físico-química-biológica de los sustratos, se evaluó la interacción con los nutrientes. Posteriormente se trataron los suelos se lavaron sales, se tamizaron en 4 clasificaciones se ajustó el pH y se realizaron pruebas de

fitotoxicidad a través de test de germinación e índice de germinación de semillas de lechugas para más detalle de protocolos y metodología utilizada ver Anexo UCN 11 Informe de sustratos.

ETAPA 6. Manejo de post cosecha y embalaje. Se realizaron pruebas de envasado y almacenaje en los laboratorios de la UCN con equipos del proyecto ya que el packing de ASGRALPA no estaba operativo. Se realizaron ensayos de almacenaje en hortalizas modelos de albahacas, berros, lechugas y tomate Cherry. Se probaron cuatro tipos de embalajes y se evaluó la calidad del producto en cuanto a color, turgencia, peso, humedad y aspecto visual. De los resultados de estos ensayos se obtuvieron recomendaciones que se presentan en los manuales de post-cosecha por hortaliza (Ver Anexo UCN 10 manuales/post-cosecha/manual de post-cosecha de berro, manual de post cosecha albahaca, manual de post-cosecha lechuga, manual de BPA (buenas prácticas agrícolas) FIA, planillas BPA cosecha y post-cosecha.

ETAPA 7. Seguimiento, Control y Evaluación. Debido al cambio de lugar original de la Asociación, desde La Chimba a Alto La Portada, y al retraso en la entrega de las cuotas (más de 1 año), el Seguimiento, Control y Evaluación, no se llevaron a cabo en terreno, sólo se entregaron las herramientas teórica en forma general, con seminarios y charlas, referidas a Producción Limpia, dictadas por Ms. Sara Contreras. Las presentaciones de la profesional mencionada están en el Anexo 3B.

ETAPA 8. Actividades de difusión, capacitación y transferencia tecnológica para asegurar la aplicabilidad y la sustentabilidad de los procesos y procedimientos obtenidos en el proyecto.

- Actividad 8.1. Difusión. Consistió en la realización de seminarios, talleres, días de campo en los siguientes temas: 1) uso y tratamiento de agua y soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos, 2) calidad de sustratos en sistemas hidropónicos; 3) manejo postcosecha y embalaje; y 4) Buenas prácticas agrícolas y 5) producción limpia. Se presentaron los resultados en:
 - Presentación dirigida a estudiantes de enseñanza media y público en general, título de presentación: Análisis químico de la solución de nutrientes para cultivo hidropónico de *Lactuca sativa*, en Julio del 2012 en la Universidad de Antofagasta.
 - ExpoBiotech, Feria Biotecnológica ZICOSUR, título de la presentación: Diseño e Implementación de mejoras tecnológicas y estrategias de producción limpia en cultivos hidropónicos de la región de Antofagasta, en Octubre del 2012, en el Ferrocarril de Antofagasta
 - XI Encuentro de Química Analítica y Ambiental, título de la presentación: Variación en la Concentración de Iones en Soluciones Nutritivas para Cultivo Hidropónico de *Lactuca sativa*” en Noviembre del 2012, Hotel Enjoy Antofagasta.
 - Se realizaron charlas y workshops con especialistas en hidroponía de universidades asociadas al proyecto como la Universidad de Talca, profesora Gilda Carrasco y Claudio Sandoval quienes apoyaron técnicamente a los agricultores y las actividades del proyecto, también expertos de la Universidad de Tarapacá, experto centro de investigación CEAZA y experto internacionales de Bélgica, Perú y Brasil.
 - Se realizaron y entregaron invitaciones con anticipación, además de recodar periódicamente por correo electrónico, publicaciones en afiches informativos y carteles en terreno, informar en reuniones de asambleas. La participación de los asociados fue clave en el éxito de estas actividades, la que se logró a través de una directa relación con la directiva de ASGRALPA.
- Actividad 8.2. Capacitación: Se capacitaron a los agricultores y monitores de la Universidad, respecto al monitoreo y control de parámetros de calidad del agua,

dosificación de nutrientes, la operación del sistema de tratamiento de aguas, el manejo de sustratos, practicas postcosecha y embalaje, buenas prácticas agrícolas y producción limpia como compromiso proyecto. Esta actividad contempló actividades teóricas y prácticas que se realizaron en terreno. 10 Agricultores fueron a la feria Expolluta 2014, y tuvieron una capacitación en la Universidad de Tarapacá-Arica. Se seleccionaron integrantes de ASGRALPA para que colaboren como monitores directos. La selección de éstos se basó en su grado de compromiso con el proyecto, disponibilidad para aprender conocimientos nuevos y disponibilidad de tiempo. El indicador de cumplimiento consistió en contabilizar la asistencia a cada evento, para ello se registró el nombre de cada participante al inicio de la actividad. No se pudo aplicar el indicador original, que era una evaluación, debido a las grandes diferencias en su nivel de educación. Si se aplicó una evaluación a los monitores de la Universidad.

Actividades de difusión en el Anexo 8 (A-G).

ETAPA 9. Elaboración del informe final para FIA. Se realizó la recopilación de la completa información generada en las etapas y actividades del proyecto para elaboración del informe final técnico y financiero.

Principales problemas metodológicos enfrentados.

No se presentaron problemas metodológicos.

Adaptaciones o modificaciones introducidas durante la ejecución del proyecto, y razones que explican las discrepancias con la metodología originalmente propuesta.

No se realizaron adaptaciones o modificaciones introducidas durante la ejecución del proyecto.

3.3. ACTIVIDADES DEL PROYECTO:

Actividades	Programado		Real		OE	N° RE	% Cumplimiento
	Inicio	Término	Inicio	Término			
1.1 Diagnóstico del sistema productivo actual.	03/01/2011	06/01/2011	03/01/2011	06/01/2012	1	1	100
Preparación y ejecución de charlas introductoras sobre conceptos en PL	10/02/2011	17/03/2011	10/02/2011	17/01/2012		2	100
Evaluación de la efectividad de las charlas	21/02/2011	24/02/2011	21/02/2011	22/01/2012		2	100
Cursos de inducción técnica a estudiantes como monitores en PL	28/02/2011	14/03/2011	28/02/2011	14/08/2011		2	100
Evaluar los conocimientos adquiridos por los estudiantes	14/04/2011	18/05/2011	14/04/2011	18/09/2011		2	100
Levantamiento de información del proceso productivo actual de ASGRALPA	21/03/2011	23/05/2011	21/03/2011	16/02/2012		1	100
Caracterización de los materiales utilizados para los cultivos	24/05/2011	30/05/2011	24/05/2011	16/02/2012		1	100
Caracterización de materias primas: agua, nutrientes y sustratos	24/05/2011	15/07/2011	24/05/2011	16/02/2012		1	100
Determinación de parámetros de campo: humedad, intensidad	24/05/2011	18/07/2011	24/05/2011	16/02/2012		1	100

lumínica y Temperatura						
Caracterización de la calidad de los productos obtenidos	24/05/2011	18/07/2011	24/05/2011	16/02/2012		1 100
Consensuar información obtenida en actividades anteriores	18/07/2011	29/07/2011	18/07/2011	16/02/2012		1 100
Acuerdo de colaboración entre los distintos agentes participantes en el proyecto	01/08/2011	05/08/2011	01/08/2011	1/10/2011		2 100

Actividades	Programado		Real		OE	N° RE	% Avance
	Inicio	Termino	Inicio	Termino			
2.1 Investigación sobre alternativas de solución a los problemas detectados en el diagnóstico.	10/10/2011	05/01/2012	10/10/2011	01/03/2012	2	2	100
2.2 Realizar asociaciones con organismos técnicos especializados privados o gubernamentales	13/10/2011	07/12/2011	13/10/2011	01/02/2012			100
2.3 Realizar evaluación técnica de las soluciones a implementar.	08/12/2011	01/02/2012	08/12/2011	01/04/2012			100
2.4 Realizar evaluación económica de las soluciones a implementa.	03/02/2012	29/03/2012	-	01/05/2012			100
2.5 Realizar informe con la	15/03/2012	15/04/2012	-	01/06/2012			100

selección de las soluciones a aplicar: Propuesta Implementación							
3.1 Presentación de la propuesta de implementación de prácticas de PL en ASGRALPA ubicada en La Chimba.	02/05/2012	15/05/2012	02/05/2012	01/08/2012	5	8	100
3.2 Curso de inducción para ASGRALPA en prácticas de PL que se implementarán.	16/05/2012	12/06/2012	1/6/2012	01/08/2012		8	100
3.3 Curso de inducción a estudiantes en prácticas de PL que se implementarán.	16/05/2012	12/06/2012	16/05/2012	01/08/2012		8	100
3.4 Preparación para la implementación de prácticas de PL.	13/06/2012	14/08/2012	13/06/2012			8	(*ver justificación al final de la tabla)
3.5 Ejecución de la implementación de prácticas de PL.	16/08/2012	30/01/2013	-	-		8	
3.6 Control de la correcta implementación de la Estrategia de PL.	01/02/2013	28/02/2013	-	-		8	

Actividades	Programado		Real		OE	N° RE	% Avance
	Inicio	Termino	Inicio	Termino			
4.1 Instalación de sistemas de cultivo hidropónico piloto con instrumentos de medición de parámetros de calidad de agua y solución nutritiva.	03/01/2011	30/03/2011	03/01/2011	30/09/2011	2	4	100
4.2 Monitoreo de parámetros de calidad de agua y medición de nutrientes en los sistemas de cultivo hidropónico utilizando hortalizas modelo	30/03/2011	23/08/2011	30/09/2011	30/12/12	2	4	100
4.3 Instalación de sistemas de tratamiento de agua a escala piloto anexa al sistema de cultivo hidropónico piloto instalado en el terreno que posee ASGRALPA.	23/08/2011	19/10/2011	23/08/2011	20/6/13	2	4	100
4.4 Pruebas de mejoramiento de calidad de agua y optimización del uso de nutrientes en sistemas de cultivo hidropónico y planta de tratamiento de agua a escala piloto.	03/11/2011	18/04/2012	03/11/2011	20/4/12	2	4	100
4.5 Elaboración de un manual técnico sobre monitoreo, control y tratamiento de agua, y dosificación de soluciones nutritivas en cultivos hidropónicos.	23/04/2012	21/06/2013	23/04/2012	1/6/2013	2	4	100

Actividades	Programado		Real		OE	N° RE	% Avance
	Inicio	Termino	Inicio	Termino			
5.1 Selección de sustratos disponibles en la región	23/09/2011	21/11/2011	23/09/2011	21/03/2012	3	5	100
5.2 Caracterización fisicoquímica y biológica de los sustratos seleccionados.	21/11/2011	17/01/2012	21/11/2011	17/04/2012			100
5.3 Pruebas de equilibrio para el estudio de la interacción nutriente-sustrato- agua.	17/01/2012	10/07/2012	17/01/2012	10/09/2012			100
5.4 Estudio del efecto de sustratos alternativos sobre el desarrollo de hortalizas mediante bioensayos (fitotoxicidad)	27/04/2012	14/01/2013	27/04/2012	14/01/2013			100
5.5 Elaboración de un manual técnico sobre el uso y manejo de sustratos alternativos en cultivos hidropónicos.	14/01/2013	01/11/2013	14/11/13	1/11/2013			100
6.1 Revisión de normativa sanitaria para el funcionamiento de un packing.	02/09/2011	23/01/2012	02/09/2011	23/08/2012	4	6	100
6.2 Pruebas de embalaje y de conservación de hortalizas en packing.	23/01/2012	17/09/2012	23/01/2012	17/12/2012			100
6.3 Diseño de un packing acorde a las normativas y a los requerimientos de BP postcosecha y prácticas de PL.	23/01/2012	18/04/2012	23/01/2012	18/04/2012			50
6.4 Implementación de prácticas de manejo postcosecha y PL en el packing. Elaboración manual técnico.	17/09/2012	23/12/2013	17/09/2012	23/12/2013			80 (*ver justificación al final de la tabla)

Actividades	Programado		Real		OE	N° RE	% de Cumplimiento
	Inicio	Termino	Inicio	Termino			
7.1 Diseñar un sistema de seguimiento, control y evaluación de las prácticas de Producción Limpia implementadas	12/03/2013	06/05/2013	-	-	5	10	100
7.2 Curso de inducción para la comunidad ASGRALPA en el sistema de seguimiento, control y evaluación	07/05/2013	01/07/2013	-	-			100
7.3 Curso de inducción para monitores en el sistema de seguimiento, control y evaluación.	07/05/2013	01/07/2013	-	-			100
7.4 Preparación para la implementación del Programa de Seguimiento, Control y Evaluación	04/07/2013	05/08/2013	-	-			(*ver justificación al final de la tabla)
7.5 Implementación de Programa de Seguimiento, Control y Evaluación	18/07/2013	04/09/2013	-	-			100
7.6 Caracterización de la calidad de los productos obtenidos en el proceso (productividad, tasa de crecimiento, parámetros fisiológicos, fitosanidad y valor nutritivo)	18/07/2013	04/09/2013	-	-			100
7.7 Evaluar los resultados de la implementación de prácticas de Producción Limpia en la Chimba	18/07/2013	25/09/2013	-	-			100
8.1 Difusión	08/11/2011	30/12/2013	08/11/2011	30/12/2013	6	11	100
8.2 Capacitación	10/07/2013	30/12/2013	10/07/2013	30/12/2013	6	12	100
9.1 Elaboración de informes.	02/09/2013	31/12/2013	02/09/2013	31/12/2013	Todos	Todos	100

() OE 5 Actividad 3.4, 3.5, 3.6, 6.4, 7.4 y 7.5*

Las actividades relacionadas con el OE 5 no se realizaron en su totalidad debido al cambio de lugar original de la Asociación, no considerado en la formulación del proyecto, desde La Chimba hasta Altos La Portada, no encontrándose en este último lugar las condiciones necesarias (luz, agua y alcantarillado), para el desarrollo de todas las actividades de implementación de prácticas en producción limpia. Por lo que, los temas considerados en las actividades de dicho objetivo, se abordaron en forma teórica y práctica, entregando las herramientas, a través de seminarios, charlas, workshop y trabajo en módulo hidropónico, entre otros, referidas a Producción Limpia. Debido a esta situación no se logró llevar a cabo la implementación y seguimiento de la Estrategia de Producción Limpia. Por lo anterior se levantó un Plan Estratégico general que la asociación debe considerar para la implementación de las medidas de producción limpia, abordando temas de soporte como la Asociatividad y el fortalecimiento de la vinculación y articulación con el sector público, privado y académico. (*)

() OE 4-actividad 6.4*

En la formulación del proyecto FIA (año 2009), se indicaba realizar el diseño de un packing, de acuerdo a las necesidades presentadas por este grupo de agricultores, posteriormente al comenzar a ejecutar el proyecto y por tiempos, la Asociación de agricultores de Altos La Portada ya estaba construyendo el packing con aportes del Municipio de Antofagasta. Entonces, dentro del proyecto para no duplicar las actividades se realizaron charlas de capacitación de manejo de buenas prácticas agrícolas en el packing y se realizaron recomendaciones de mejora en el proceso.

3.4. RESULTADOS DEL PROYECTO

Resultado 1: Línea base del sistema productivo de hortalizas en planta piloto.

El estudio de línea base del sistema productivo de hortalizas en la planta piloto se realizó a través del diagnóstico de los predios de la Chimba a través de visitas a los terrenos, muestreos de aguas, encuestas a los agricultores y las asistencias técnicas de expertos. Posteriormente se identificaron los puntos críticos y se propusieron soluciones para mejorar el proceso productivo. Las soluciones propuestas fueron: separación bodegas de almacenamiento de pesticidas y fertilizantes, reducción y reutilización de residuos orgánico e inorgánico, medidas seguridad adecuadas para la aplicación de pesticidas, separación y disposición segura de residuos sólidos peligrosos como envases de pesticidas.

(Anexos CICITEM: 1A, 1B, 2A, 2B)

Resultado 2. Estrategia de PL aplicable a la planta piloto.

Se invitó a Tecnolimpia, dependiente del Consejo Nacional de Producción Limpia, a visitar las instalaciones de la Chimba, con la finalidad de levantar propuestas para abordar el tema de producción limpia por los asociados.

Se realizó un ensayo de seguimiento del crecimiento del cultivo de lechuga, para evaluar producción limpia versus producción standard, donde se contaron y pesaron los insumos utilizados en el sistema, se evaluó el porcentaje de germinación, plantas trasplantadas y lechugas cosechadas.

Finalmente se realizó un Levantamiento de Estrategia de producción limpia con validación de la directiva de ASGRALPA para orientar los esfuerzos e iniciativas.

(Anexo CICITEM: 1A, 1B, 2A, 2B)

Resultados 3. Mantener la calidad del agua de recirculación durante el cultivo hidropónico y Dosificación óptima de nutrientes en soluciones nutritivas.

Para cumplir con el resultado esperado se implementó el sistema de cultivo hidropónico piloto del proyecto en el sector de la Chimba con tres sistemas de cultivos hidropónicos distintos: Sistema raíz flotante, Sistema NFT (Nutrient Film Technique) y Sistema sustrato sólido. Este módulo de cultivo experimental estuvo en funcionamiento permanente desde noviembre del año 2011 hasta marzo de 2013. Se cultivaron especies de hortalizas tipo y se utilizó equipamiento de monitoreo de parámetros físico químicos de las soluciones nutritivas a través de mediciones. En el módulo de cultivo experimental, se implementaron:

- 4 mesas de cultivos de 1 metro de ancho por 4 metros largo para sistema raíz flotante.

- 6 tubos de cultivos del NFT de 15 cm ancho por 15 cm de alto y 4 metros de largo.
- Sistema sustrato sólido con instalación para 100 plantas simultáneamente.

Se realizaron una serie ensayos con los cultivos de hortalizas tipo, en terreno, en los sistemas hidropónicos instalados. Se llevó registro periódico de los parámetros físico-químicos de calidad de agua y del ambiente durante todas las etapas de los cultivos, los parámetros medidos fueron: pH, conductividad, concentración de oxígeno disuelto y sales totales, temperatura, y concentración de nutrientes, todos ellos medidos en la solución de nutrientes utilizada. También se midieron otros parámetros ambientales como temperatura ambiental de máxima y mínima, conductividad del agua potable, ph, entre otros. Todo lo anterior fue documentado en el libro de registro, en las fichas y manuales de cultivo. Se presenta un cuadro resumen (Tabla 1) de los cultivos realizados en el módulo piloto. (Anexo UCN 1, 2 y 10).

Tabla1. Cuadro resumen de cultivos desarrollados en el módulo piloto.

Sistema de cultivos	Hortalizas cultivadas	observaciones
NFT	Plantas medicinales como hierba luisa, menta y hierba buena, cultivo de distintas variedades de lechugas.	Buenos resultados: Se obtuvo un alto desarrollo de la parte aérea y radicular en comparación al cultivo en esa raíz flotante. Se llevaron registros de manejos de pesticidas, cantidad de agua y electricidad utilizada, control permanente de los parámetros de calidad de aguas.
Raíz Flotante	Lechuga: escarola, nativa y roja; y cultivo de albahaca.	Se realizaron manejos de buenas prácticas agrícolas de cultivos, manejo integrado de plagas para reducir aplicaciones de pesticidas y buenas prácticas de cosecha.
Sustrato sólido	Tomate cherry, en arena, turba-perlita y perlita. Se ensayó con cultivos de pimentón zapallito y pepino de ensalada con un sustrato mezcla entre perlita, turba y piedra pómez.	Algunas de estas experiencias se planificaron en base a recomendaciones de la Sra. Gilda Carrasco especialista en hidroponía de la Universidad de Talca asociada al proyecto.

Se elaboraron fichas técnicas de construcción esquemática del módulo de cultivo hidropónico para un sistema de: raíz flotante, NFT y sustrato sólido. La finalidad de estas fichas fue que la construcción del módulo pueda ser replicado por aquellos agricultores que se inician en esta actividad. (Anexo UCN. 4, 5 y 6)

Adicionalmente, se presentaron los registros gráficos y tablas de datos de los monitoreos periódicos de calidad de agua en el tiempo y por especie en los diferentes manuales. Los registros fueron entregados y explicados a los agricultores a través de charlas y manuales por cultivos. (Anexo UCN 10)

A continuación se presenta un ejemplo de los resultados obtenidos en lechuga escarola, gráficos 1 y 2. Estos ensayos se repitieron en lechuga de ecotipo local, albahaca, tomate cherry, zapallo, pimentón, pepino, entre otros, y se encuentran en los manuales respectivos.

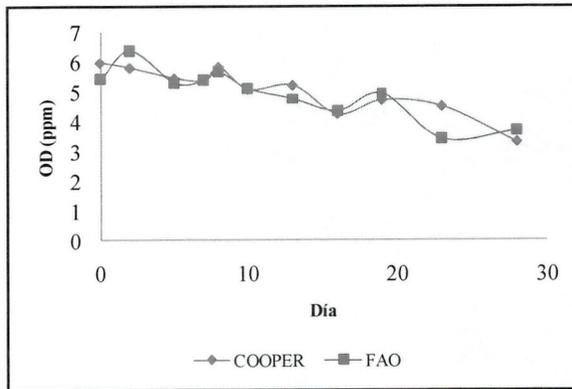


Gráfico 1. Resultados de monitoreo de parámetro de calidad de agua, Oxígeno disuelto en lechuga escarola en ensayo de dos soluciones nutritivas FAO y Cooper, en condiciones de primavera 2012, módulo de cultivo hidropónico la Chimba.

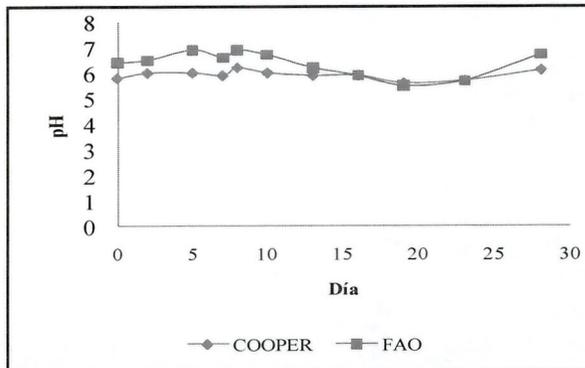


Gráfico 2. Resultados de monitoreo de parámetro de calidad de agua pH en lechuga escarola en ensayo de dos soluciones nutritivas FAO y Cooper, condiciones de primavera 2012, módulo de cultivo hidropónico la Chimba.

Se caracterizó físico y químicamente la calidad de agua potable. Se realizaron análisis de la concentración de nutrientes y sales en las aguas potables, utilizadas por los agricultores tanto de la Chimba como de alto la Portada. A continuación se presentan algunos de los resultados de los análisis de agua potable (Tabla 2).

Tabla 2. Concentración de sales en aguas potables de la Chimba y Cachimba, utilizadas por agricultores de Altos La Portada.

PARÁMETRO	Agua potable chimba 14/9/12	Agua potable cachimba 26/9/12
Ce mS/cm a	0.52	1.41
pH	7.22	7.74
Calcio mg/L	65,00	125,00
Magnesio mg/L	6,25	16,25
Potasio mg/L	4,25	16,00
Sodio mg/L	53,50	122,00
Cloruros mg/L	130,00	342,93
Sulfatos mg/L	45,20	72,55
Nitratos mg/L	0,00	0,00
Bicarbonatos mg/L	85,00	85,00
Boro mg/L	0.78	5.27
Cobre mg/L	ND	ND
Hierro mg/L	ND	ND
Manganeso mg/L	ND	ND
Zinc mg/L	ND	ND

Se observa que las concentraciones de Boro, Sulfatos y Cloruros se encuentran altas según normativa, esto puede afectar al desarrollo de las plantas, si no se toman las medidas adecuadas para alcanzar los niveles de tolerados por las plantas, por ejemplo: altas concentraciones de boro en las aguas interfieren en la absorción del calcio, ya que forman compuestos.

Estos resultados fueron puestos a disposición de los agricultores a través de charlas de los profesionales del proyecto y de los expertos en hidroponía Pedro Furlani de Brasil y Carlos

Hidalgo de Perú. Estos especialistas, plantearon posibles soluciones a los agricultores en sus capacitaciones, como eliminación del boro en las formulaciones nutricionales y aplicación del calcio foliar para evitar formar compuestos insolubles en el agua.

Por otro lado se caracterizaron las soluciones nutritivas al inicio y al final de cada cultivo ensayado en el módulo piloto. A continuación se presenta un ejemplo de las caracterizaciones de lechuga escarola, ver Tabla 3.. Otras especies se encuentran en los anexos. (Anexo UCN 10)

Tabla 3. Resultados de análisis de soluciones nutritivas al inicio y 30 días del cultivo de lechuga escarola con cosecha a los 40 días, con dos soluciones nutritivas Fao y Cooper. En condiciones de primavera 2012, la Chimba.

Parámetro	Unidad	Solución nutritiva Cooper		Solución nutritiva FAO	
		Al trasplante	A los 30 días.	Al trasplante	A los 30 días.
CE	mS cm ⁻¹	2.80	2.85	1.33	1.33
pH		5.82	6.61	6.28	6.79
Nitrógeno (N)	mg L ⁻¹	360,00	384,00	122,88	199,68
Calcio (Ca ²⁺)	mg L ⁻¹	27,50	13,75	25,25	28,75
Magnesio (Mg ²⁺)	mg L ⁻¹	194,00	80,75	64,25	55,75
Potasio (K ⁺)	mg L ⁻¹	53,50	103,75	48,75	53,50
Sodio (Na ⁺)	mg L ⁻¹	120,02	377,22	120,02	140,00
Cloruros (CL ⁻)	mg L ⁻¹	45,20	72,55	45,00	60,00
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg L ⁻¹	1300,00	700,00	400,00	650,00
Boro (B)	mg L ⁻¹	85,00	85,00	85,00	85,00
Fosforo (H ₂ PO ₄ ⁻)	mg L ⁻¹	1.03	1.80	0.77	1.23
Hierro (Fe ³⁺)	mg L ⁻¹	0.18	0.11	0.13	0.09
Cobre (Cu ²⁺)	mg L ⁻¹	0.28	0.25	0.27	0.20
Mn (Mn ²⁺)	mg L ⁻¹	<0.1	ND	<0.10	ND
Zinc (Zn ²⁺)	mg L ⁻¹	<0.1	ND	<0.10	ND

Elaboración de manuales sobre el monitoreo y tratamiento de agua y dosificación de nutrientes.

Se han confeccionado manuales en base al trabajo realizado en el módulo piloto de cultivo hidropónico, a datos obtenidos en terreno, al trabajo en conjunto con los agricultores y también considerando documentos de buenas prácticas agrícolas y producción limpia disponibles. El trabajo fue realizado por los profesionales del proyecto y con apoyo de alumnos en práctica de la carrera de ingeniería ambiental de la Universidad Católica del Norte, ver Tabla 4.

Tabla 4. Listado de material elaborado durante el proyecto. Más información ver anexo UCN 10. Manuales de cultivo hidropónico.

Manuales	Posters	Protocolos asociados
<ul style="list-style-type: none">▪ Manual de Lechuga Escarola▪ Manual de Lechuga ecotipo local▪ Manual de Albahaca▪ Manual de Tomate▪ Manual de Pepino▪ Manual de Pimentón▪ Manual zapallito italiano	Lechuga escarola, lechuga nativa, albahaca, Pepino, Pimentón y Zapallo.	<ul style="list-style-type: none">▪ Preparación de Soluciones Nutritivas▪ Siembra de Almacigos Preparación y aplicación de pesticidas y fungicidas▪ Construcción de Mesa de cultivo▪ Construcción de sistema NFT▪ Construcción de sistema sustrato sólido

Implementación de sistema piloto de tratamiento de aguas

Diseño

En base a la caracterización previa de los contaminantes de las aguas de recirculación de lechugas tipos, se ha diseñado e implementado un sistema de tratamiento de aguas piloto. De acuerdo a los ensayos desarrollados en el módulo piloto en sistema raíz flotante se ha podido establecer que los principales contaminantes del agua detectados al final del ciclo de cultivo de hortalizas de hoja (lechuga), incluyen partículas sólidas que aumentan los sólidos totales y sólidos suspendidos incrementando la turbidez de la disolución nutritiva. Dentro de los sólidos totales aparecen como contaminantes los sólidos disueltos y suspendidos que consisten en las partículas que pueden ser removidas mediante un proceso de filtración. Los sólidos contaminantes encontrados en la disolución nutritiva son de origen orgánico e inorgánico. Los sólidos orgánicos corresponden a restos vegetales del cultivo (raicillas y hojas) que no fueron retirados del sistema, además de pequeños insectos que caen a los estanques y mesas. Los sólidos inorgánicos corresponden a partículas de arena que son arrastradas por el viento e ingresan a los estanques de almacenamiento o se depositan sobre los materiales de sujeción e ingresan a la mesas raíz flotante durante la recirculación. También se han observado restos de materiales de sujeción, como trozos de poliestireno, esponjas, plástico, otros.

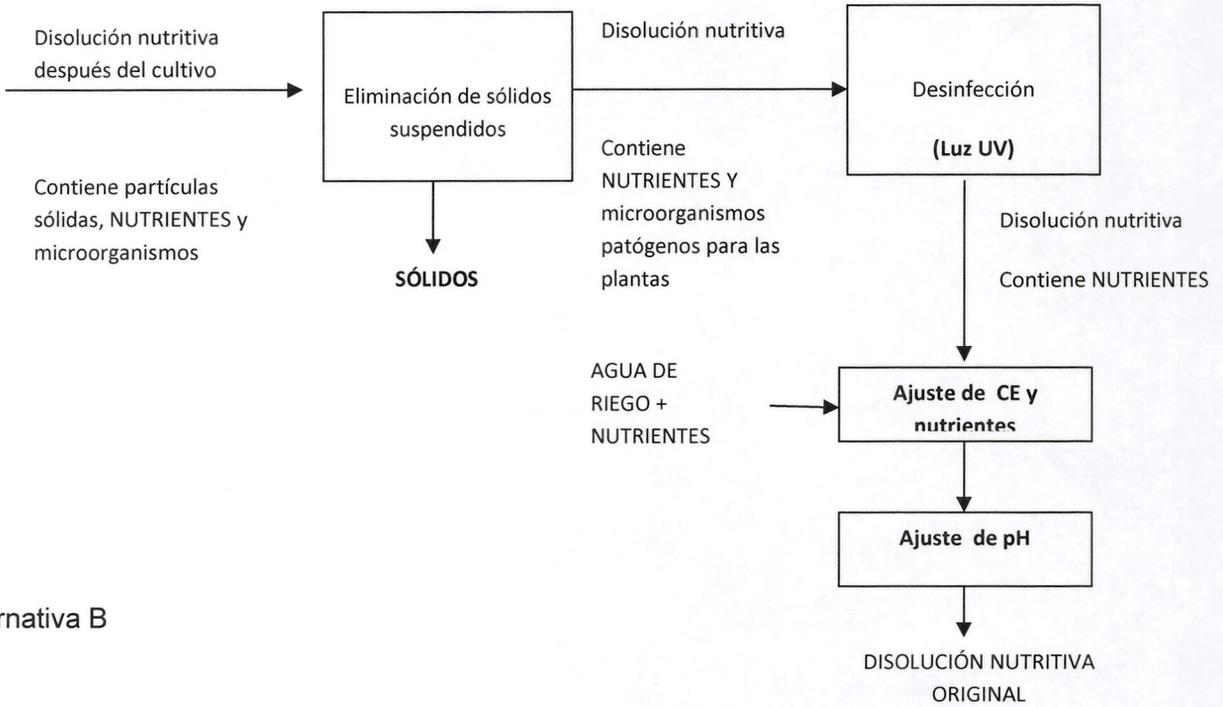
Otro contaminante importante en el agua, es la presencia de microorganismos patógenos para las plantas, los cultivos presentan enfermedades que se pueden diseminar mediante la reutilización de la disolución nutritiva, así la presencia de hongos, bacterias y virus persisten en la disolución y pueden infectar a otros cultivos. Durante el cultivo de lechuga se observó la presencia de hongos, nemátodos y gusano cortador, los cuales depositan sus esporas y huevos o simplemente permanecen en la disolución nutritiva.

En base a las caracterizaciones de las aguas provenientes de los cultivos y de las recirculaciones se deben tener las siguientes consideraciones para el sistema de tratamiento propuesto:

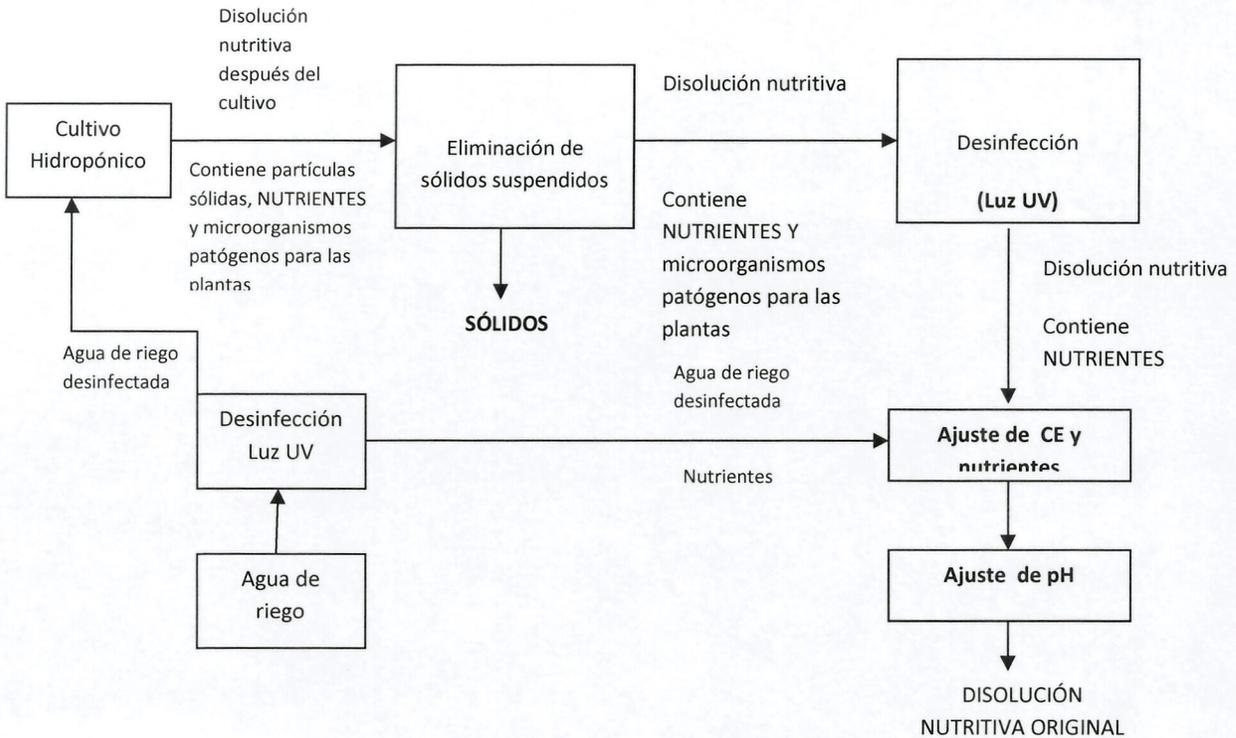
1. Se requiere remover los sólidos suspendidos totales (SST) y disminuir la turbidez, para lo cual se propone un sistema de filtración.
2. La existencia de material orgánico disuelto requiere incluir una unidad para la eliminación de material orgánico. Sin embargo si se aplican rigurosamente prácticas de producción limpia que eviten la acumulación de tejido vegetal durante el cultivo, se podría evitar incluir una unidad de tratamiento de materia orgánica.
3. Se requiere incluir una unidad de desinfección para eliminar todo tipo de microorganismos patógenos para las plantas y para los seres vivos. De acuerdo a un análisis realizado al agua de riego del predio la Chimba, los coliformes fecales fueron <2 NMP/100 ml, lo cual es menor que el máximo permitido de 1000 NMP/100 ml según la NCh 1.333. Sin embargo dada la variabilidad de la calidad el agua de alimentación, es un parámetro a considerar.
4. Las alternativas para desinfección incluyen tratamiento con luz UV y tratamiento con ozono. El ozono presenta la desventaja que puede degradar los quelatos de Fe (EDTA o EDDHA) y oxidar el Fe, lo cual bajo ciertas condiciones de pH, precipitará el Fe con iones como fosfato, nitrato y/o sulfatos o como hidróxidos de Fe, lo cual disminuiría la concentración de nutrientes en la disolución. La luz UV eliminaría los microorganismos patógenos sin influir mayormente sobre las moléculas orgánicas.

Diagrama de flujo de sistema de tratamiento propuesto

Alternativa A



Alternativa B



Se realizaron pruebas de filtrado tomando en consideración aguas provenientes de diversos cultivos hidropónicos (lechuga escarola, albahaca, pimentón y pepino).

Las aguas provenientes de cultivos de lechuga, pimentón, tagete y mix de lechuga, se sometieron a proceso de filtración a escala de laboratorio, donde las aguas fueron caracterizadas por SST, MO y DQO previo y posterior al proceso de filtración, con la finalidad de evaluar su efecto sobre calidad del agua residual. Los resultados demostraron que la operación de filtración remueve los sólidos suspendidos, parte de la DQO y además no afecta la composición de la solución nutritiva. Sin embargo si se requiere remover materia orgánica y DQO se hace necesario incluir otras operaciones. (Anexo UCN 7)

Implementación

De las pruebas de laboratorio se concluyó que la configuración del prototipo de planta, además de la filtración (filtro de bolsa) se debería adicionar un sistema de eliminación de materia orgánica (filtro cartucho de carbón activado) y un sistema de desinfección UV para la eliminación de patógenos. La factibilidad técnica de esta configuración de planta fue evaluada con aguas provenientes del proceso de postcosecha de diferentes agricultores de ASGRALPA, con buenos resultados. Se han realizado una serie de capacitaciones a los agricultores en el tema de calidad de agua, diseño e implementación de la planta piloto de tratamiento de agua, factores de calidad, monitoreo y manejos de equipos, dosificación de nutrientes y formulación de nutrientes. (Anexo UCN 7, 8 y 9)

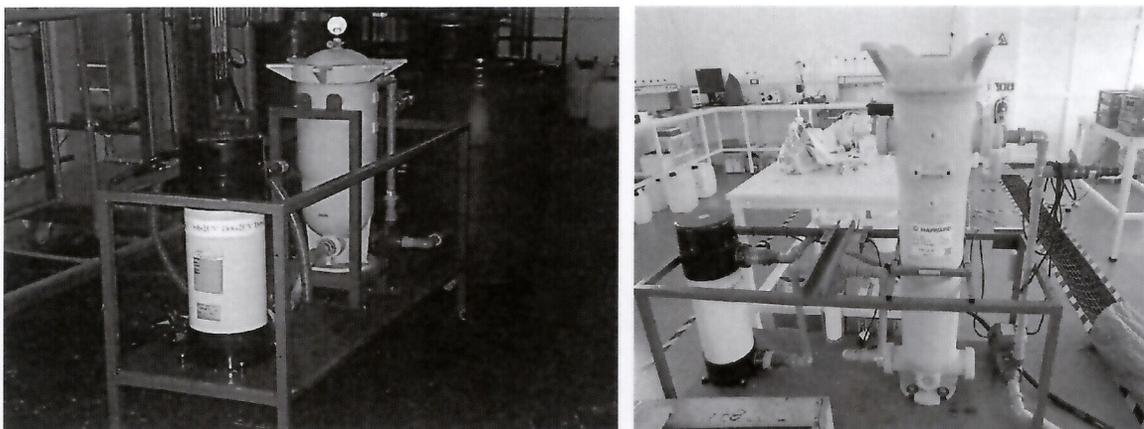


Figura 1. Configuración inicial y final de la planta piloto. Manual de operación y descripción de la Planta Anexo UCN 9.

Resultado 4. Sustratos alternativos.

Se seleccionaron sustratos y suelos de la región, de los alrededores de UCN A1 y A2 y la Chimba Ch3, carboncillo y perlita. Se analizaron sus características de tamaño de partícula, pH, conductividad eléctrica, densidad aparente, densidad real, y porosidad, características requeridas según bibliografía para el desarrollo de los cultivos hidropónicos.

Según la caracterización y de acuerdo al bajo costo de transporte y facilidad de obtención se seleccionaron tres nuevos potenciales tipos de sustratos alternativos: suelos arenosos y minerales de la ciudad de Antofagasta y la Chimba y carboncillo de una empresa termoeléctrica local.

Se puede concluir que las **partículas más pequeñas de los suelos menores a 0,35 mm aportan una mayor cantidad de sales** al tener un valor mayor de CE. Por lo que el tamizado y selección de partículas mayores a 1,4 mm mejoraría la calidad de los suelos bajando su nivel de sales.

Los sustratos estudiados no presentaron concentraciones de metales pesados que impidieran su uso como sustratos para la agricultura, por lo que no se justificó un ensayo de lixiviación de elementos tóxicos.

Para estudiar la potencial fitotoxicidad de los sustratos se realizaron bioensayos. Estos bioensayos consistieron en pruebas de germinación con semillas de lechuga, por sustrato y por las distintas fracciones de sustratos. Se procedió a lavar tres veces con agua destilada las fracciones de suelo y ajustar pH para determinar si aumentaba o no el porcentaje de germinación con el tratamiento.

Para estas pruebas se utilizaron los siguientes materiales: Suelo Antofagasta A1 y A2 (Sector UCN); Suelo Ch A3 (Sector La Chimba). Las muestras de suelo fueron tamizadas para obtener fracciones de suelo con distinto tamaño de partícula >1,4 mm, 1,4-0,71 mm, 0,71 -0,35 mm y <0,35 mm. Adicionalmente se utilizó carboncillo de una empresa termoeléctrica presente en la región y otros sustratos como perlita.

Como resultados se observó que la germinación de semillas de lechugas fue mayor tanto en el suelo A 1(UCN) como en las fracciones de este suelo, en el suelo A2 (UCN) y sus fracciones registraron un aumento del índice de germinación sobre 90%, en suelo Ch muestra de la Chimba y sus fracciones, el comportamiento fue también mayor al 90%. En tanto que en carboncillo el porcentaje de germinación sufrió un ligero decrecimiento.

Se puede concluir que los suelos de muestras A1 A2 (de UCN) y Ch (la Chimba) tienen potencial como sustratos alternativos para cultivos hidropónicos.

(Anexo UCN 11)

Por otra parte, se realizaron ensayos de campo en el módulo de cultivo experimental en hidroponía, en sistemas sustrato sólido con sustrato arena para el cultivo de tomate cherry comparada con turba y perlita.

Se cultivaron plantas de tomate cherry en sustratos: arena 100%, de turba 90% con perlita 10% y perlita 100%. Se evaluaron parámetros de crecimiento de planta: altura de planta, número de hojas, peso, además de parámetros de rendimiento como número de flores por planta y frutos cosechados. Se llevaron registros periódicos de manejos de plagas, aplicaciones de nutrientes y drenajes, entre otros.

Como resultados se determinó que el sustrato de arena local posee potencial para ser utilizado como sustrato en el cultivo de tomate cherry, al ser comparado con sustrato turba o perlita, pero requiere una mayor frecuencia de riego 4 veces al día y un lavado con agua una vez por semana, para eliminar las sales del sistema, sobre todo en la etapa de llenado de frutos para aumentar calibres. Se recomienda también el uso de fracciones de calibres mayores de arena tamaños entre 0.2 a 2 mm, ya que tienen una menor proporción de sales.

Se ensayó en pruebas de campo en mezcla de sustrato de Piedra Pomez, Perlita y Turba en tres cultivos distintos para evaluar el desarrollo de especies como Pepino, Zapallo Italiano y Pimentón. Esta mezcla resultó ser un sustrato de alta capacidad de retención de agua (120% de su peso en gramos), lo que se traduce en una mayor retención de agua, con un consecuente ahorro en el uso del recurso hídrico, lo que significa riegos menos frecuentes.

En el caso del pimentón y tomate cherry, fueron requeridos manejos de riego adicionales para el tratamiento de las sales en los sustratos alternativos. Día por medio fueron regados con agua sin solución nutritiva y con solución la siguiente vez, para evitar acumulaciones de sales. Además una vez por semana se realizó un riego largo con 45% de drenaje que fue eliminado del sistema para lavar las sales acumuladas por los sustratos y así favorecer el desarrollo de los frutos.

Los resultados de estos ensayos fueron presentados a los agricultores en charlas en las dependencias de Alto la Portada, con gran interés sobre el tema, además de quedar registro de estos ensayos en manuales que fueron entregados a los agricultores. (Anexo UCN10)

Resultado 5. Condiciones óptimas de almacenamiento de hortalizas.

Se realizó una revisión completa de la normativa aplicada al packing y al proceso de producción limpia en temas como: pesticidas, alcantarillado, condiciones sanitarias del lugar de trabajo, manejo de residuos peligrosos, protección personal, higiene y seguridad, descarga de Riles, requisitos calidad del agua, medio ambiente, sistema de evaluación de Impacto ambiental. (Anexo UCN12)

Para estudiar las condiciones óptimas de almacenamiento de hortalizas se realizaron ensayos de post-cosecha en hortalizas, con diferentes tipos de embalaje se evaluó la vida de post-cosecha en cuanto a calidad del producto en atributos de color, turgencia, aspecto físico, humedad de 3 a 14 días en refrigeración a temperaturas de 7 grados Celcius, en laboratorios de Universidad Católica del Norte con equipamiento del proyecto.

A partir de los ensayos de post cosecha se puede recomendar en forma general:

- Se recomienda máxima higiene en el momento de la cosecha: cajas cosecheras, baldes de lavado, romanas y herramientas de trabajo como tijeras cosecheras o medidores de calibre, los cuales deben ser lavados con suficiente jabón hasta que haga espuma o con cloro (diluido al 5%- Sandoval, 2013). Manos y uñas, deben ser lavadas con jabón y desinfectadas con alcohol. Se debe evitar contaminaciones, en caso de manipulación de plantas enfermas, usando guantes quirúrgicos y con el lavado y desinfectado de manos y de todos los utensilios de cosecha, cajas cosechadoras, romanas, tijeras, con jabón y cloro. La higiene es fundamental en el proceso de cosecha, para evitar pudriciones posteriores en post cosecha, lo que provocaría disminución de la calidad del producto final.(Anexo UCN 10)
- Se recomienda mantener la cadena de frío, evitar manejar el producto cosechado a pleno sol. Cosechar a horas más frescas, temprano en la mañana (7 o 8 Am), o tarde aproximadamente (6 a 7 PM), para evitar alzas en las tasa de respiración del producto (por altas temperaturas), lo que provocaría mayor deshidratación y mayor respiración del producto con la consecuente pérdida de calidad en post cosecha. (Anexo UCN10).
- Se recomienda que el tiempo entre cosecha y enfriado sea mínimo en lo posible menos de una hora, para bajar la tasa respiratoria del producto y la consecuente producción de etileno. La producción de etileno depende del tiempo de exposición a altas temperaturas y de los grados ($\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$). A altas tasa de producción de etileno se produce pérdidas por envejecimiento de producto de hojas de color verde volviéndose amarillas, pudriciones de hojas, ablandamientos de frutos y otros, lo que provoca a la larga productos de menor vida y calidad de post cosecha (Cantwell y Suslow, 2012).
- Se recomienda evitar daños mecánicos de los productos, al momento de la cosecha y máximo cuidado en la manipulación del producto en post cosecha. Los daños o heridas

son foco de entradas de patógenos: bacterias, hongos y virus a los productos o frutos, que afectan negativamente la calidad del producto (Fornalis, 2012, Carrasco, 2013). Además, estos los daños producen etileno lo que aumenta su velocidad respiratoria y el envejecimiento del producto.

- Se recomienda disminuir al máximo el agua libre, dentro de los envases porque provoca pudriciones y pérdidas de calidad del producto. Para ello el producto debe de estar seco antes de ser envasado en bolsas plásticas (Carrasco, 2013).
- Cabe destacar que los productos de hojas como lechugas, berros y albahacas en condiciones no refrigeradas pierden su calidad en aspecto visual, hidratación y turgencia a los pocos días de post cosecha. Por esta razón es importante promover en los agricultores el concepto de refrigeración del producto, para aumentar la vida de post cosecha y la calidad final durante el período de comercialización.
- Se confeccionaron tres manuales de post cosecha de berro, albahaca y lechuga, donde se presentaron los resultados de los ensayos de post cosecha que se realizaron con 4 tipos de embalajes diferentes: bolsa herméticas y con perforaciones, se evaluaron los aspectos de calidad, peso, humedad, color y turgencia (Anexo UCN 10)
- Se desarrolló un Manual de Buenas Prácticas agrícolas de Post Cosecha para cultivos hidropónicos y producción limpia que contiene las recomendaciones de los ensayos de post cosecha y las recomendaciones de manipulación, limpieza en cosecha y post cosecha, junto con cartillas y fichas para llevar registros de aplicaciones de pesticidas, de manejos de cosecha y post cosecha. (Anexo UCN 10)

Resultado 6: Buenas prácticas agrícolas (BPA) y producción Limpia (PL) durante el proceso post cosecha.

Se identificaron los puntos críticos en el proceso productivo: bodegas de almacenamiento de pesticidas, reutilización de material orgánicos e inorgánico, aplicación de pesticidas sin las medidas de seguridad adecuadas, aplicación de soluciones nutritivas independiente de la calidad del agua y disposición segura de materiales de residuos sólidos peligrosos.

Las buenas prácticas agrícolas se explicitaron a través de manuales de BPA de post cosecha y producción, estas se socializaron con la directiva de la asociación y se presentó una estrategia de producción limpia para coordinar acciones de apoyo al desarrollo de ASGRALPA. (Anexo UCN 13)

Resultado 6: Set de indicadores de calidad.

Se realizaron ensayos de seguimiento en la Chimba para comparar el efecto de la Producción Limpia versus la producción standard. Los indicadores de calidad que se identificaron en Productividad fueron: N° de semillas germinadas, N° de plantas trasplantadas y N° de lechugas cosechadas. Como resultados se obtuvo que el sistema de producción limpia obtuvo un 92% de rendimiento en número de plantas, versus 86% en rendimiento sin producción limpia, otros

indicadores fueron: masa del desecho producido en el proceso productivo, nivel de toxicidad a través del etiquetado de productos químicos y calidad sanitaria del producto.

Resultado 7: Difusión y capacitación de resultados a los agricultores hidropónico de la región de Antofagasta.

Durante el proyecto se realizaron una serie de reuniones con la directiva de ASGRALPA, para presentar el proyecto, los objetivos y resultados de este. Se organizó el lanzamiento, capacitaciones y talleres prácticos sobre los temas de proyecto, además de workshops con expertos en hidroponía tanto nacionales como extranjeros.

El apoyo de la directiva ha sido clave para la participación de los agricultores en charlas y talleres y workshops.

a) Reuniones de coordinación con la directiva de Asgralpa

- Durante el proyecto se realizaron una serie de reunión con la directiva de Asgralpa para la coordinación de actividades de capacitación y difusión del proyecto. Además periódicamente se realizaron reuniones con la asociación para informar sobre los avances de proyecto.

b) Talleres y charlas prácticas

Talleres y charlas de capacitación se realizaron periódicamente en los temas de desarrollo de proyecto específicos de monitoreo y tratamiento de agua, manejo de equipos de calidad de agua, producción limpia durante el proceso y post cosecha, sustratos alternativos, ensayos de post cosecha, cultivos de frutos, manejos y aplicaciones de productos fitosanitarios. Estos talleres estuvieron a cargo los profesionales del Proyecto. (Anexo UCN 14)

c) Workshop y seminarios

Por otra parte fueron organizados una serie de Workshops, con la participación de investigadores de todas las instituciones asociadas: UTAL, CEAZA, UTA, UA, y de los coordinadores del proyecto: UCN, CICITEM. Además fueron invitados expertos internacionales especialistas en el tema de cultivos hidropónicos, que realizaron cursos intensivos (15 horas cada uno) sobre sustratos alternativos, manejos y formulaciones de soluciones nutritivas, manejos de especies de frutos, biopesticidas para una agricultura más limpia. Especialistas como Pedro Furlani de Brasil, PhillippeThonart de Bélgica, Carlos Hidalgo de Perú, entre otros.

Durante los workshops se realizaron charlas de capacitación directamente a los agricultores en las dependencias de Alto la Portada, y posteriormente se realizaron visitas a terreno, para que los expertos pudieran apreciar la realidad de los agricultores de esta zona, y con ello poder dar sugerencias y recomendaciones a los problemáticas en terreno.

Posteriormente se realizaron charlas de difusión del proyecto donde se invitó a la comunidad universitaria de las respectivas universidades.

d) Difusión: a través artículos en revistas y diarios.

Periódicamente se realizaron publicaciones de artículos y entrevistas en medios de comunicación difundiendo el proyecto y sus resultados. A continuación se presenta un resumen de las principales actividades realizadas en difusión durante el proyecto. (Anexo UCN 14)

Las capacitaciones, talleres y workshops han sido una buena instancia de difusión y transferencia de conocimiento de las tecnologías adquiridas durante el proyecto. (Anexo UCN 13)

RESULTADOS ESPERADOS	RESULTADOS OBTENIDOS	RAZONES DISCREPANCIA
Línea base del sistema productivo de hortalizas en planta piloto.	Desarrollo de diagnóstico en los predios de agricultores (La Chimba). Caracterización físico – química de las aguas utilizadas (La Chimba y Altos La Portada)	No existió discrepancia entre los resultados esperados con los obtenidos. Solo un retraso en su obtención.
Estrategia de PL aplicable a la planta piloto.	Diagnóstico de Producción Limpia – Tecnolimpia Seguimiento del crecimiento del cultivo de lechuga, para evaluar producción limpia (cuantificación de insumos y desechos) Levantamiento de estrategia de producción limpia para orientar los esfuerzos e iniciativas.	No existió discrepancia entre los resultados esperados con los obtenidos. Solo un retraso en su obtención.
Mantener la calidad del agua de recirculación durante el cultivo hidropónico y Dosificación óptima de nutrientes en soluciones nutritivas	Se realizaron monitores de la calidad de agua. Se realizaron prueba en las dosificaciones de nutrientes para cultivos: Lechuga, albahaca, pepino, zapallito italiano, pimentón, acelga y hierbas medicinales. Se cultivaron especies en raíz flotante, NFT y sustratos sólido, en modulo piloto de cultivos hidropónicos.	No existió discrepancia entre los resultados esperados con los obtenidos. Solo un retraso en su obtención.
Sustratos alternativos que permitan incrementar o mantener la producción vegetal y la calidad nutricional de las hortalizas.	Se seleccionaron 4 suelos de la zona para evaluar su viabilidad como sustratos alternativos. Se Caracterizaron físico químicamente, se realizaron ensayos de granulometría y extracción de sales y se realizaron pruebas de germinación con lechuga. 3 sustratos alternativos presentan potencial	No existió discrepancia entre los resultados esperados con los obtenidos.
Condiciones óptimas de almacenamiento de hortalizas	Revisión de la normativa aplicada al packing. Ensayos de postcosecha en hortalizas tipo, con diferentes tipos de embalaje. Desarrollo de un Manual Post Cosecha que contiene las recomendaciones de los ensayos realizados.	No existió discrepancia entre los resultados esperados con los obtenidos.
Buenas prácticas agrícolas (BPA) y producción limpia (PL) durante el proceso y postcosecha.	Identificación de los puntos críticos en el proceso productivo: bodegas de almacenamiento de pesticidas, reutilización de material orgánicos e inorgánico, aplicación de pesticidas sin las medidas de seguridad adecuadas, aplicación de soluciones nutritivas independiente de la calidad del agua, disposición de materiales de residuos sólidos peligrosos.	Debido al cambio de lugar original de la Asociación, desde La Chimba a Alto La Portada, las BPA, y PL durante el proceso y postcosecha, no se llevaron a cabo en terreno, sólo se entregaron las herramientas teórica prácticas.

<p>Set de indicadores de calidad.</p>	<p>Productividad: N° de semillas germinadas, N° de plantas trasplantadas, N° de lechugas cosechadas. (Resultado 92% V/S 86%), peso del desecho producido en el proceso productivo, nivel de toxicidad a través del etiquetado de productos químicos y calidad del producto (sanidad)</p>	<p>Estos resultados fueron obtenidos en el sitio original (La Chimba), los cuales no fueron replicables en el nuevo sitio, Alto La Portada, debido a la prioridad de instalarse, que significó la construcción de sus parcelas. Sumado además, que todavía no cuentan con los servicios básicos, y el agua de para sus cultivos que compran varía mucho de un proveedor a otro.</p>
<p>Difusión y Capacitación de los agricultores hidropónicos de la región de Antofagasta.</p>	<p>Durante el proyecto se realizaron talleres teóricos prácticos, seminarios y workshop, orientados en: producción limpia, monitoreo y tratamiento de agua, sustratos alternativos, diversidad de cultivos y manejo de sistemas hidropónicos en general. Cantidad de presentaciones: 25 capacitaciones con expertos y profesionales del proyecto N° de participantes: 30 – 60 personas por actividad Se realizó el levantamiento de documentos y manuales de apoyo para consulta.</p>	<p>No existió discrepancia entre los resultados esperados con los obtenidos.</p>

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)	Línea base	Meta proyecto	Valor Actual	% Cumplimiento
1	1	Línea base del sistema productivo de hortalizas en planta piloto	# de problemas solucionables por PL/ # de problemas detectados	0/0	25/30	25/30	100
	2	Estrategia de PL aplicable a la planta piloto	# de estrategias para solucionar problemas de PL	0	6	6	100
	3	Implementación de prácticas de producción limpia.	Porcentaje de implementación de PL propuesta	0%	100%	10%	60
2	4	Mantener la calidad del agua de recirculación durante el cultivo hidropónico	Consumo agua fresca, m ³ / módulo productivo	2	1,5	1,5	100
	5	Dosificación óptima de nutrientes en soluciones nutritivas recirculadas en cultivos hidropónicos	Consumo nutriente por 25 m ³ de agua	10,4 kg Ca(NO ₃) ₂ 5,5 kg KNO ₃ 1,7 kg NH ₄ H ₂ PO ₄ 2,4 kg MgSO ₄	7,8 kg Ca(NO ₃) ₂ 4,1 kg KNO ₃ 1,3 kg NH ₄ H ₂ PO ₄ 1,8 kg MgSO ₄	10,4kg Ca(NO ₃) ₂ 5,5 kg KNO ₃ 1,7 kg NH ₄ H ₂ PO ₄ 2,4 kg MgSO ₄	100
3	6	Identificar sustratos que permitan incrementar o mantener la producción vegetal y la calidad nutricional de las hortalizas	Numero de sustratos alternativos	2	4	4	100
4	7	Condiciones óptimas de almacenamiento de hortalizas (selección, embalaje y cámara de frio)	Pérdidas post cosecha (% pérdida producto almacenado)	50%	5%	5%	100
	8	Buenas prácticas agrícolas (BPA) y producción limpia (PL) postcosecha	Pérdidas producto post cosecha en %	10%	0%	0%	100

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)	Línea base	Meta proyecto	Valor Actual	% Cumplimiento
5	9	Set de indicadores de calidad	<p>Productividad: Diferencia de número de hortalizas por invernadero antes y después de aplicar PL.</p> <p>Ambiental: Diferencia en la cantidad de desechos producidos en el proceso productivo antes y después de PL.</p> <p>Diferencia en nivel de toxicidad de desechos producidos antes y después de PL.</p> <p>Económico: Porcentaje de ahorro en el consumo de materias primas antes y después de PL.</p> <p>Calidad del producto antes y después de PL.</p>	0	5	5	100
	10	Implem. Modelo de seguimiento, control y evaluación del procedimiento de PL en cultivos hidropónicos	Número de procedimientos en operación	0	6	6	100

Nº OE	Nº RE	Resultado Esperado (RE)	Indicador de Resultados (IR)	Línea base	Meta proyecto	Valor Actual	% Avance
6	11	Difusión de los resultados del proyecto a la comunidad y a los agricultores (observación, se utilizó el sitio web de Ceitsaza, considerando que los agricultores no cuentan con una página activa)	Numero de charlas	0	10	10	100%
			Actualización página web /año	0	4	4	100
			Reportajes diario local / año	2	4	4	100
			Calculo final: Número de actividades x % grado de avance				100
	12	Capacitación de los agricultores hidropónicos de la región de Antofagasta. Temas: calidad de agua de riego, soluciones nutritivas, uso de equipos de medición de parámetros de calidad de agua, producción limpia, BPA, manejo post-cosecha.	Numero de monitores acreditados (mediante la entrega de certificados)	3	3	3	100
			Número de agricultores capacitados	67	67	67	

3.5. FICHAS TÉCNICAS Y ANÁLISIS ECONÓMICO:

Se han confeccionado manuales y fichas de cultivos del manejo de producción limpia en base al trabajo realizado en el módulo piloto de cultivo hidropónico, a partir de los datos obtenidos en terreno trabajando con los agricultores y de documentos de buenas prácticas agrícolas y producción limpia disponible. También, se han levantado los siguientes Manuales sobre: Monitoreo y manejo de soluciones nutritivas; Manejos de plagas y enfermedades; Manejos de Buenas Prácticas agrícolas en post cosecha y Fichas de registros, Post cosecha de lechugas, berros y albahaca mostrando los resultados de los ensayos de post-cosecha y embalaje.

A continuación se presenta el listado de manuales:

- Manual de Lechuga Escarola
- Manual de Lechuga ecotipo local
- Manual de Albahaca
- Manual de Tomate
- Manual de Pepino
- Manual de Pimentón
- Manual zapallito italiano

Dichos manuales incluyen los siguientes protocolos:

- Preparación de Soluciones Nutritivas
- Siembra de Almacigos
- Preparación y aplicación de pesticidas y fungicidas
- Construcción de Mesa de cultivo
- Construcción de sistema NFT
- Construcción de sistema sustrato sólido
- Poster: Lechuga escarola, lechuga nativa, albahaca.
- Manual de post cosecha de lechuga
- Manual de post cosecha de albahaca
- Manual de post cosecha de berro.

(Anexo UCN 10)

3.6. IMPACTOS Y LOGROS DEL PROYECTO:

Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio	No aplica	No aplica	No aplica
Producción (<i>por producto</i>)	No aplica	No aplica	No aplica
Costos de producción	No aplica	No aplica	No aplica
Ventas y/o Ingresos	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Nacional</i>	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Internacional</i>	No aplica	No aplica	No aplica
Convenios comerciales	No aplica	No aplica	No aplica

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual	No aplica	No aplica	No aplica
Nuevos empleos generados	No aplica	No aplica	No aplica
Productores o unidades de negocio replicadas	20 agricultores con unidades operativas de 1000 m ² .	80 agricultores con unidades operativas de 5000m ² .	60 agricultores más con unidades operativas 4000m ² mayores.

Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sustratos ▪ Planta piloto de tratamiento de agua ▪ Nuevos Cultivos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 sustratos naturales de bajo costos con una germinación sobre el 90% (requieren mayor evaluación) ▪ Planta filtro y desinfección del agua de proceso hidropónico, removiendo SST, MO y bacterias mediante UV. ▪ Cultivos de lechugas y albahaca en raíz flotante; tomate cherry, zapallito italiano, pepino y pimentón en sustrato; acelga y mix de lechuga en sistema NFT.
Proceso	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Calidad de las hortalizas cultivadas ▪ Consumo de agua ▪ Dosis de nutrientes ▪ Sistema de cultivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementación de Prácticas en: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Producción Limpia ▪ Monitoreo y control de la solución Nutritiva ▪ Packing ▪ Mayor recirculación de la solución nutritiva incidiendo en una menor alimentación de agua fresca. ▪ Implementación de formula Nutritivas Cooper como alternativa a la FAO. ▪ Implementación de mejoras en sistemas de cultivo de raíz flotante, NFT y en Sustratos.
Servicio	-	-	-	

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes	No aplica	No aplica
Solicitudes de patente	No aplica	No aplica
Intención de patentar	No aplica	No aplica
Secreto industrial	No aplica	No aplica
Resultado no patentable	No aplica	No aplica
Resultado interés público	No aplica	No aplica

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica	2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acuerdo Marco de colaboración entre la Universidad Católica del Norte y la Asociación de Agricultores de Altos La Portada. ▪ Acuerdo de trabajo de desarrollo del presente proyecto, entre la Universidad Católica del Norte y CICITEM.
Generación nuevos proyectos	3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1° Prodesal Sector Costa 2012, financiado por INDAP ▪ 2° Prodesal Sector Costa 2013, financiado por INDAP (de continuidad) ▪ Proyecto FIC-R "Planta modular y móvil de tratamientos de aguas para comunidades agrícolas de Antofagasta". 2014.

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (Citas, título, descripción)
Publicaciones	No	No
(Por Ranking)	No	No
Eventos de divulgación científica	No	No
Integración a redes de investigación	No	No

Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (Título, grado, lugar, institución)
Tesis pregrado	No	No
Tesis postgrado	No	No
Pasantías	No	No
Cursos de capacitación	11	Cursos Cultivos Sin Suelo y Soluciones nutritivas, Manejos para una Agricultura Sustentable. Esto se desarrolló en Arica en Universidad de Tarapacá.

3.7. PROBLEMAS ENFRENTADOS DURANTE EL PROYECTO:

Los Problemas

- *El Cambio de la Asociación desde el sector de la Chimba a Altos La Portada, dificulta las actividades del proyecto.*

En el año 2012, la Asociación socia y beneficiaria de este proyecto, solicita terrenos a Bienes Nacionales en el sector Altos La Portada, con la finalidad de instalar a las 150 familias socias en estos terrenos. Se ceden entonces 100 hectáreas en comodato, con el objeto de que se genere un polo de desarrollo hidropónico en la Región. El traslado se realizó en forma progresiva durante al menos 8 meses, lo que retraso diversas actividades del proyecto considerando que los agricultores en ese momento se encuentran concentrados en su nueva ubicación, instalación de infraestructura y cultivo.

- *En el Sector de Altos la Portada, nueva ubicación de la Asociación, no se cuenta con los servicios básicos como: energía, agua y alcantarillado, para implementar producción limpia.*

El traslado de los agricultores a estos nuevos terrenos, que no cuentan con los servicios básicos, por lo que requieren realizar la compra de agua, uso de generadores para obtener energía y la proyección de un nuevo packing (el cual no pudo ser trasladado desde su ubicación inicial en la Chimba). Lo cual genera diferencias en las líneas de trabajo del proyecto, sin estos servicios básicos el proyecto llega a transferir medidas de producción limpia y no implementar. La Asociación se encuentra a la fecha, con un contrato con la empresa sanitaria de la Región, para abastecer de agua potable al sector, lo cual está en proceso de implementación. A la fecha esta Asociación se abastece de la compra de agua por camiones aljibe.

- *Disponibilidad de agua potable con diferentes calidades (con altos contenidos de sales, boro y cloruros).*

El servicio de abastecimiento de agua potable, a través de camiones aljibe, no requiere de una toma de agua en particular, se compran aguas provenientes de diferentes sectores como: Cachimba, Planta Desaladora, La Chimba y otros sectores de la Región, las cuales presentan diferentes calidades, algunas con altos contenidos de sales, boro y cloruros sobre la norma de riego. Esta falencia permite a su vez generar iniciativas entorno a mejorar la calidad del agua para el uso agrícola.

Experiencias Aprendidas

- De acuerdo a las experiencias aprendidas del trabajo práctico en terreno, se puede concluir que existe diferencia de condiciones de operación y manejo de cultivos entre los agricultores de la Asociación. No obstante el modelo asociativo favorece la cooperación y la integración de conocimientos haciendo que toda la comunidad maneje y domine los temas básicos referentes a producción y cultivo. El proyecto favoreció a lo anterior, debido que se capacitó a los agricultores en temas de producción y manejo tanto con expertos internacionales y nacionales como de los mismos profesionales del proyecto demostrando gran interés y participación en las charlas realizadas.
- Se considera que los agricultores necesitan recomendaciones para su producción que sean soluciones prácticas y aplicadas, de corto y mediano plazo a aquellos problemas de producción que influyen en el producto final. Esto fue observado por el alto interés demostrado en las capacitaciones de expertos nacionales e internacionales enfocados en temas de prácticos de formulación y adaptación de las soluciones nutritivas, producción limpia, de control de plagas, sustratos alternativos, cultivos de frutos, entre otros.
- Se recomienda a futuro desarrollar proyectos focalizados en temas particulares, más que una gran variedad de temas para poder concentrar esfuerzos, y generar mayor impacto y profundización.

3.8. OTROS ASPECTOS DE INTERÉS

3.9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Durante los tres años de ejecución del proyecto se desarrollaron numerosas actividades focalizadas a incorporar mejoras en los procesos productivos hidropónicos de las hortalizas y a la creación del Plan Estratégico en Producción Limpia, el cual utilizó la información entregada por el diagnóstico de la hidroponía en ASGRALPA.

Las conclusiones y recomendaciones finales del proyecto son:

- **Transferencia tecnológica:** esta se llevó a cabo mediante la realización de cursos de capacitación, talleres prácticos, charlas y asistencias a seminarios desarrolladas generalmente en las dependencias de ASGRALPA y en los laboratorios de Ceitsaza-UCN. El conjunto de capacitaciones recibidas en los tópicos relacionados con el cultivo hidropónico, la calidad del agua, la fórmula nutricional adecuada a emplear, El empleo de buenas prácticas en Producción Limpia, etc., les permitió generar hábitos de monitoreo y control de la producción de hortalizas. Durante el primer año, la asistencia de los agricultores a las capacitaciones era menos que regular, pero luego fue mejorando hasta alcanzar una asistencia de 70% aproximadamente. Dada la motivación elevada de los participantes en los diversos cursos y talleres desarrollados, es que se recomienda la implementación de un plan de capacitación por competencia específico para los agricultores.
- **Monitoreo y control periódico:** en el cultivo hidropónico, sea cual sea el sistema a emplear, raíz flotante, NFT o sustrato, es importante tener un control de la calidad de agua empleada, la calidad de los nutrientes, la fórmula nutricional empleada, y la aireación, por su incidencia en la productividad y en la calidad de la especie cosechada. Tomando en consideración esto, durante el proyecto se realizaron diversos cultivo y se monitorearon los siguientes parámetros: pH, DO, ORP, conductividad, turbidímetro, temperatura, altura del agua en la mesa, flujo de agua recirculada, elementos químicos como boro, cloruro y arsénico, entre otros, y se evaluó la productividad y la calidad de la especie. Los resultados obtenidos mostraron que un descontrol en los parámetros, en lo que respecta a los rangos de tolerancia de las plantas, produce ineffectividad en la producción de las especies cultivadas. Ante esto, se recomienda mantener un monitoreo y control periódico de dichos parámetros acorde al tipo de cultivo. Adicionalmente, se recomienda llevar una bitácora de actividades y un cuaderno en él que se deben registrar los parámetros monitoreados y la aplicación de pesticidas, nutrientes y otros relacionados con el manejo de cosecha y postcosecha.
- **Fórmula Nutricional adecuada:** el proyecto realizó pruebas a escala piloto de dos conocidas fórmulas nutritivas, FAO y Cooper, en diversos cultivos, en algunos cultivos la FAO supero a la Cooper y en otros fue al contrario. En estos ensayos, no se tomó en consideración la calidad del agua empleada en la preparación de la solución nutritiva. Por lo que se recomienda, en orden de contar con información de dosificación de

nutricional adecuada, realizar a escala piloto ensayos de dosificación de nutrientes a distintas calidades del agua y al tipo de hortaliza a cultivar.

- Nuevos sustratos de bajo costo y regionales: el proyecto realizó ensayos a escala piloto con 4 tipos de suelos de UCN de Chimba y un residuo sólido (carboncillo de plantas termoeléctrica) y un sustrato Perlita. De los resultados, se concluye que 3 de los suelos locales tienen un alto potencial como sustratos alternativos a los sustratos comerciales. Se recomienda realizar una evaluación más exhaustiva de estos y otros nuevos sustratos, tomando en consideración toda la cadena productiva de la especie cultivada.
- Diversidad de cultivos: Actualmente el cultivo hidropónico mayoritario es de hojas (lechuga y acelga) en sistema de raíz flotantes. Durante el desarrollo del proyecto se diversificó la producción a escala piloto en los tres sistemas de cultivo: raíz flotante, NFT y sustrato; cosechando tomate cherry, pepino, albahaca, berros, pimentón y zapallito italiano. Por consiguiente, basados en los resultados positivos que se obtuvieron, tanto en productividad como en calidad, es que se recomienda diversificar la producción hidropónica.
- Optimización del uso del agua de recirculación: El agua o la solución proveniente de las mesas de cultivo hidropónico, durante su paso por la mesa va adquiriendo ciertas materias que se generan en el proceso mismo del cultivo, como sólidos (material coloidal principalmente y polvo ambiental sedimentado), materia orgánica y patógenos (por plantas en descomposición) y que limitarían su reuso en nuevos procesos productivos. Dado que el reuso de estas aguas afectaría la productividad y calidad de las hortalizas, se optó por diseñar, construir y poner en operación una planta de filtro y desinfección piloto optimizando el reuso de estas aguas.
- Calidad del agua fresca: Esta es el agua fresca que periódicamente se alimenta a las mesas de cultivos para reemplazar aquella agua que se pierde por evaporación y evapotranspiración. Esta agua también tiene su incidencia en la preparación de la solución nutritiva. En razón a que el agua fresca que llega a ASGRALPA proviene de diferentes fuentes, su calidad no es única, a veces, el agua presenta altos contenidos de boro, arsénico y/o cloruro (conductividad elevada) principalmente. Por consiguiente, se recomienda tratar el agua de alimentación para estandarizar su calidad y mientras esto no ocurra de parte del proveedor del agua, se requeriría que ASGRALPA se hiciera de una planta de tratamiento de agua, móvil y energéticamente autónoma, de tal forma de abatir el contenido de boro y sales en el agua de alimentación.
- Plan Estratégico: Este se crea con la participación de la mesa directiva de AGRALPA, con la finalidad que ellos cuenten con una hoja de ruta a seguir y así optimizar los esfuerzos en alcanzar un desarrollo óptimo en Producción Limpia. Este levantamiento incorpora tres objetivos estratégicos, los cuales corresponden a la integración de medidas de producción limpia, la asociatividad y la vinculación y generación de alianzas estratégicas con el sector público-privado-académico, estos dos últimos se orientan en generar condiciones para la implementación de mejoras.

Recomendaciones no contempladas en la discusión del proyecto:

- Adquirir de una Planta de remoción de elementos contaminantes en el agua que sea modular y energéticamente autónoma.
- Construcción de una planta de tratamiento de aguas servidas colectiva
- Plan de inversiones en instrumental para monitoreo y control de variables
- Construcción de un packing colectivo
- Plan de capacitación práctico en packing
- Alcanzar como ASGRALPA un convenio de cultivo hidropónico sustentable.
- Plan de capacitación en costo de producción y comercialización
- La construcción de una bodega comunitaria para residuos peligrosos y sustancias químicas independientes, que cumpla con las normas.
- Realizar un Acuerdo de producción Limpia para alcanzar los estándares comunes deseados por la Asociación.
- Continuar con la profundización de las buenas prácticas agrícolas

IV. INFORME DE DIFUSIÓN

- Difusión de los resultados obtenidos **adjuntando** las publicaciones realizadas en el marco del proyecto o sobre la base de los resultados obtenidos, el material de difusión preparado y/o distribuido, las charlas, presentaciones y otras actividades similares ejecutadas durante la ejecución del proyecto.
- Listado (número y detalle) de actividades por instrumento de difusión, como por ejemplo:
 - Presentaciones en congresos y seminarios
 - Organización de seminarios y talleres
 - Días de campo o reuniones técnicas
 - Publicaciones científicas
 - Publicaciones divulgativas
 - Artículos en prensa
 - Páginas web

Fecha	Tema	Material presentado	Asistentes
17/06/11	EXPONOR Antofagasta	Entrega de trípticos al sector empresarial: minero, tratamiento de aguas, servicios relacionados con la minería. Tríptico, díptico y video.	>8000 Publico general en la Feria
29/9/2011	Lanzamiento del Proyecto FIA 2010-0184.	Presentación del proyecto a través de pendones Asgralpa y proyecto FIA, folletos, trípticos, dípticos. Ceremonia y discursos de autoridades.	106 personas entre agricultores (80) y autoridades e investigadores (26).
26/10/11	Presentación de avances del proyecto	Presentación de Bárbara Fuentes, en Coloquio avances de Iniciativas FICR-FIA.	30 personas
15/04/11	Instalaciones de ASGRALPA en el sector la Chimba	Charla: Inducción de Producción limpia profesionales del proyecto PYT FIA 2010-0184	54 personas
9/09/2012 10/09/2012	Charla sobre " Manejos en cultivos hidropónicos de hojas" expositores Gilda Carrasco especialista en hidroponía, Claudio Sandoval especialista en fitopatología de la Universidad de Talca	Visitas a terreno de agricultores y charlas en powerpoint en dependencias de CICITEM.	35 personas

	(UTA) asociada al proyecto.		
Diciembre 2012	Charla sobre soluciones nutritivas formulaciones y preparaciones.	Charla a cargo del analista químico del proyecto Hector Rojas.	35 personas
Diciembre 2012	Charla sobre buenas prácticas agrícolas en packing.	Charla práctica en el packing de Asgralpa de la Chimba. A cargo de Ingeniero de proyecto Karina Araya. Powerpoint con normativas y requerimientos para una resolución sanitaria.	25 personas.
9 a 10 Enero 2013	Seminario workshop expositores Gilda Carrasco, Claudio Sandoval y especialista en monitoreo a distancia y estaciones meteorológicas de UTA, experto en producción de tomate en condiciones de alta salinidad, la Universidad de Tarapacá, experto en variedades nuevas de quinoa o otras de CEAZA.	Visitas a terreno de agricultores y charlas en powerpoint en dependencias de Asgralpa en Alto la Portada.	60 personas.
Enero 2013.	Presentación sobre ensayos de sustratos alternativos del proyecto.	Presentación de los ensayos de laboratorio de caracterización de sustratos y de campo.	30 personas.
Marzo 2013	Charlas de buenas prácticas agrícolas en producción y cosecha.	Presentación BPA de producción y cosecha, profesionales del proyecto. Entrega del manual de BPA y fichas de registros.	20 personas.
5 septiembre 2013	Seminario presentado sobre los resultados de los ensayos de proyecto en sustratos, calidad de agua y producción limpia.	Presentaciones powerpoint a los agricultores en las dependencias de Asgralpa.	52 personas
26 de Noviembre 2013.	Seminario "Desarrollando una agricultura hidropónica más limpia " casos de biopesticidas. Presentado por experto doctor en agricultura Belga Phillipe Thonart, para capacitar a los agricultores de ASGRALPA	Se presentó un power point con la clase magistral del profesor Phillipe Thonart experto belga doctor en agricultura sobre temas de biopesticidas. La charla fue en inglés con traducción instantánea. Material fotocopiado fue entregado traducido al español. Se realizó visita a terreno de los agricultores para conocer la realidad de la zona y responder preguntas de directiva y agricultores de	55 personas

		ASGRALPA.	
28 de noviembre 2013	Seminario "Innovación y emprendimiento casos exitosos" presentado por experto doctor en agricultura Belga PhillipeThonart., para abierto a la comunidad universitaria y público en general.	Una presentación Powerpoint sobre temas de innovación en agricultura sustentable en inglés y con traducción instantánea.	50 personas
9 al 10 de enero 2014.	Curso intensivo sobre cultivos hidropónico de dos días dictado por el profesor Pedro Furlani experto brasileño para capacitar a los agricultores de ASGRALPA.	Se presentó un powerpoint con la clase magistral del profesor Pedro Furlani experto en hidroponía invitado por el proyecto FIA. Se realizaron salidas a terreno para responder inquietudes de los agricultores a manejos generales de cultivos.	65 personas
26 de abril 2014	Curso intensivo de hidroponía Dr. Pilar Mazuela Universidad de Tarapacá asociada al proyecto.	Charla sobre cultivos hidropónicos y visitas a terreno y un powerpoint.	Asistentes 63 personas.
Marzo a abril 2014	Taller sobre uso de equipos de medición de calidad de agua nutrientes, CE, PH y Oxígeno.	Taller práctico en laboratorio de CEITSAZA.	Se repitió 6 veces Cupos de 8 personas por vez.
Diciembre 2012	Charla sobre soluciones nutritivas formulaciones y preparaciones.	Charla a cargo de Héctor Rojas químico analista.	35 personas
9 de mayo 2014	Charla experto Mario Astorga sobre uso y manejos de pesticidas Buenas prácticas agrícolas en manejos de productos químicos representante SAG.	Charla en powerpoint sobre manejos de pesticidas.	Asistentes 65 personas.
24 y 25 de Mayo 2014	Curso intensivo de hidroponía en soluciones nutritivas manejos y formulaciones, sustratos alternativos, y manejos de cultivos de frutos. Por Carlos Hidalgo de Universidad de la Molina Perú.	Se realizó 5 presentaciones de power point sobre soluciones nutritivas, sustratos alternativos y manejos de tomate, pepino y pimentón, además de visitas a terreno de los agricultores.	Presentes 60 personas

Fecha	Organización de:	Lugar	Nº de Participantes
may-11	Charla Producción Limpia	La Chimba	53
oct-11	Inducción monitores, uso pH, conductivímetro	Dpto. Química, U. Antofagasta	11
oct-11	Capacitación en Hidroponía	CICITEM	15
nov-11	Inducción monitores en Producción Limpia	Dpto. Química, U. Antofagasta	7
may-12	Trabajo en terreno con monitores para el seguimiento del crecimiento de lechuga	La Chimba	5
jun-12	Trabajo en laboratorio con monitores para el análisis de concentración de iones en las soluciones de nutrientes en el estudio de seguimiento de crecimiento de lechuga.	Dpto. Química, U. Antofagasta	5
jul-12	Trabajo en terreno con monitores en el estudio del proceso productivo de lechuga hidropónica	La Chimba	5
jul-12	Trabajo en terreno con monitores para el Estudio de la utilización de agroquímicos en el proceso productivo de lechuga hidropónica	La Chimba	5
ene-13	Workshop Agricultura Sustentable en el Desierto	Alto La Portada - U. Antofagasta	47
oct-13	Seminario Avances en Producción Limpia dictado Sra. Sara Contreras	Alto La Portada	25
nov-13	Seminario-Taller Avances en Hidroponía	Universidad de Tarapacá- Arica	11
dic-13	Seminario de Lombricultura	Alto La Portada	26

dic-13	Seminario-Taller sobre elaboración y manejo de nutrientes en Hidroponía, dictado Dr. Pedro Furlani	Alto La Portada	44
abr-14	Seminario-taller sobre Agricultura Sustentable, dictado Dra. Pilar Mazuela	Alto La Portada	62
24 y 25 de Mayo	Seminario de Hidroponía dictado por profesor Carlos Hidalgo Especialista del Perú.	Alto la Portada	48

•

Artículos en Prensa			
	Mercurio	Junio 2011	Agricultores optimizan su producción
	SoyAntofagasta	Agosto 2011	Lanzan proyecto de producción Limpia para cultivos hidropónicos
	El Nortero	31 de agosto 2011	Cultivos hidropónicos: agricultura en el desierto más árido del mundo.
	Actualidad FIA	Agosto 2011	Nuevos proyecto potenciará cultivos hidropónicos
	Intendencia Regional Antofagasta	Agosto 2011	Lanzan proyecto cultivos hidropónico en región de Antofagasta
	FIA	Agosto 2011	Lanzan Proyecto de cultivos hidropónicos en la Región de Antofagasta
	Radio Carillon	Agosto 2001	Lanzan Proyecto de cultivos hidropónicos en la Región de Antofagasta
	El Mercurio de Antofagasta	13-01-2013	Científicos asesoran cultivo hidropónico

	El Mercurio de Antofagasta	15-12-2013	Agricultores reciben apoyo científico para cultivos hidropónicos
	Revista Actualidades FIA	04-2013	Cultivos Hidropónicos, las nuevas alternativas para agricultores del desierto
Página Web			
	mercurioantofagasta.cl	13-01-2013	Científicos asesoran cultivo hidropónico
	Nacion.cl	14-01-2013	Agricultura en el desierto: cultivos hidropónicos cerca de La Portada
	Conicyt.cl	15-01-2013	Expertos del CICITEM visitan cultivos hidropónicos de Alto La Portada
	comunicacionesua.cl	28-04-2014	Experta de la UTA visitó cultivos hidropónicos de La Portada
	portalminero.cl	08-05-2014	Experta de la UTA visitó cultivos hidropónicos de La Portada

Congresos y Ferias	Nombre del trabajo	Fecha	Lugar
Presentación dirigida a estudiantes de enseñanza media y público en general	Análisis químico de la solución de nutrientes para cultivo hidropónico de <i>Lactuca sativa</i>	jul-12	U. Antofagasta
ExpoBiotech, Feria Biotecnológica ZICOSUR	Diseño e Implementación de mejoras tecnológicas y estrategias de producción limpia en cultivos hidropónicos de la región de Antofagasta	oct-12	Ferrocarril Antofagasta
XI Encuentro de Química Analítica y Ambiental	Variación en la Concentración de Iones en Soluciones Nutritivas para Cultivo Hidropónico de <i>Lactuca Sativa</i>	nov-12	Enjoy Antofagasta

V. ANEXOS

Entregar los antecedentes como fue indicado para los informes técnicos de avance, pero en este caso la información no corresponde sólo a la actualización sino a la histórica. Por ejemplo, cambios en el equipo técnico, se debe adjuntar la ficha de todos los participantes que participaron en alguna de las etapas del proyecto aunque hayan sido reemplazados.

ANEXOS UCN

Anexo UCN 1. Informe instalación módulo de cultivo.

Anexo UCN 2. Plano Sistema de Cultivo Piloto.

Anexo UCN3. Informe de cultivos módulo pilotos.

Anexo UCN 4. Sistema de cultivo hidropónico raíz flotante.

Anexo UCN 5. Sistema de cultivo hidropónico nft

Anexo UCN 6. Sistema cultivo hidropónico sustrato solido

Anexo UCN 7. Informe de laboratorio filtrado raíz flotante, NFT y sustrato sólido.

Anexo UCN 8. Informe de implementación y operación planta piloto.

Anexo UCN 9. Manual de diseño e implementación de planta de tratamiento de agua piloto.

Anexo UCN 10. Manuales

- *Manuales tratamiento agua: Análisis de agua en alto la Portada, Charla planta pilot*
- *Manual planta piloto tratamiento.*
- *Manuales de cultivos: Lechuga escarola, lechuga ecotipo local, albahaca, tomate, pepino, pimentón, zapallito.*
- *Manuales de post cosecha: Manual deBPA FIA, Planillas de BPA cocescha y post cosecha.*
- *Manual de post cosecha de albahaca, Manual de post cosecha de lechuga y Manual de post cosecha*
- *Pósteres resúmenes de cultivos: Albahaca, pepino, pimentón.*

Anexo UCN 11: informes de sustratos.

Anexo UCN 12. Revisión de Normativa de packing.

Anexo 13. Plan Estratégico.

Anexo UCN 14. Difusión y capacitación.

Anexos CICITEM

Anexo 1A Informe técnico Asociación hidropónicos

Anexo 1B Línea base

Anexo 2A Levantamiento de información general.

Anexo 2B Análisis Proxi foliar lechuga

Anexo 2C Seguimiento de crecimiento de lechuga

Anexo 3A Evaluación de capacitación PL

Anexo 3B Charla PL

Anexo 8A Actividades de Monitores

Anexo 8B Actividades de Monitores

Anexo 8C Actividades de Monitores

Anexo 8D Arica Expo Lluta y curso resumen

Anexo 8E Pedro Furlani, manejo de nutrientes

Anexo 8F Pilar Mazuela,

Anexo 8G Pilar Mazuela

VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Abad, M. 2004. Sustratos en los cultivos sin suelo. Urrestarazu. Tratado de cultivos sin suelo, Madrid. Ed, Mundi-Prensa, Pág 113-158.

Baixauli C. Aguilar, J. 2002. Cultivo sin suelo de hortalizas aspectos prácticos y experiencias. Serie de divulgación técnica, generalitat valenciana, Consellería de Agricultura peisca y alimentación. Valencia. 110 p.

Camacho, F. 2008. Técnicas de producción en cultivos protegidos I y II. Caja Rural Intermediterránea. Almería, 285 p.

Cantwell M. y Suslow T. 2012. Características y condiciones recomendadas para el almacenamiento por largo tiempo de frutos y hortalizas frescas. Departamento de ciencia de plantas. Universidad de Davis. California. Extraído de <http://postharvest.ucdavis.edu/>

Carrasco, G. 2013. Berros hidropónicos. Seminario "desierto sustentable". Asociación de Agricultura Alto la Portada, 10 de enero 2013. Antofagasta.

Dumovic, A. 2011. Metodología de fertilización en tomates indeterminados según Maff simplificado.

González, A. Salas, M. Urrestarazu M. 2004. Producción y calidad en cultivos de tomates cherries. Urrestarazu. Tratado de cultivos sin suelo. Madrid. Ed. Mundi-Prensa, pp. 703-748.

Fornalis, G. 2012. Cosecha y manejo de post cosecha. Conjunto Tecnológico para la producción de calabaza. Estación experimental agrícola publicación 155. Recinto Universitario de Mayagüez. Universidad de Puerto Rico.

Manual de Buenas Prácticas agrícolas- Cultivando Innovación y creando Valor Basf the Chemical Company. Obtenido el 6 de junio 2012 de <http://www.basf.cl/agro> Cp 2-11-12

Martínez J. Antunez K. Pertuzé R. Fuentes L. 2011. Hortalizas y frutos como alimentos saludables. Revista Tierra Adentro Especial INIA y los alimentos 2. N° 96. Instituto de Investigación Agropecuaria. pp:14-22.

Mazuela P. Acuña L. Álvarez M. Fuentes A. 2010. Production and quality of cherry tomatoes in two types of greenhouses in cultivars without soil. IDESIA. Volumen 28: 97-100.

Moreno, T. 2004. Cultivo en perlita. Urrestarazu. Tratado de cultivos sin suelo. Madrid. Ed, Mundi-Prensa, pp: 587-602.

Sandoval, C. 2009. Manual de Manejo Integrado de enfermedades en cultivos hidropónicos: Aspectos críticos. Universidad de Talca. 150 p.

Sandoval. 2013. Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos hidropónicos. Seminario "desierto sustentable" Asociación de Agricultura Alto la Portada, 10 de enero 2013. Antofagasta.

Scaff M. Estay E. Bruna A. Gil P. Ferreyra R. Maldonado P. Barrera, C. 2005. El cultivo del tomate bajo invernadero. Boletín INIA 2005. Instituto de Investigación Agropecuaria, INIA la Cruz, 71p.

Sonneveld, C. 2004. La nutrición mineral y salinidad en cultivos sin suelo. Urrestarazu. Tratado de cultivos sin suelo, Madrid. Ed, Mundi-Prensa, Pág 305-365.