

INFORME DE AVANCE TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

EJECUTOR: ASITEC Ltda.

NOMBRE DEL PROYECTO:

“Desarrollo de un centro de producción hortícola diversificado en la localidad de Toconao (región de Antofagasta) por medio del tratamiento de aguas contaminadas con B y As.”

CÓDIGO: PYT - 2011 - 0061

INFORME FINAL

PERIODO: 1 Agosto 2011 a 30 de Marzo de 2014.

NOMBRE Y FIRMA COORDINADOR PROYECTO: Marlene Vásquez Siau.

USO INTERNO FIA	
FECHA RECEPCIÓN	

OFICINA DE PARTES 2 FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	12 MAY 2014
hora	9:50
Nº Ingreso	13355



INFORME FINAL TÉCNICO Y DE GESTIÓN PROYECTO

Desarrollo de un centro de producción hortícola diversificado en la localidad de Toconao (región de Antofagasta) por medio del tratamiento de aguas contaminadas con B y As.

CÓDIGO FIA PYT-2011 - 0061



TABLA DE CONTENIDOS

I ANTECEDENTES GENERALES	4
II. RESUMEN EJECUTIVO.....	5
III. INFORME TÉCNICO (TEXTO PRINCIPAL)	7
1. Objetivos del Proyecto:.....	7
2. Metodología del Proyecto:.....	10
Línea 1: Instalación de infraestructura y equipamiento de facilidades del proyecto.	10
Línea 2: Establecimiento de parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao.....	18
Línea 3: Validación de la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.	28
Línea 4: Estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible.....	28
Línea 5: Establecimiento de las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).	29
2.1 Principales problemas metodológicos enfrentados.	29
2.2 Adaptaciones o modificaciones introducidas durante la ejecución del proyecto, y razones que explican las discrepancias con la metodología originalmente propuesta.	35
3. Actividades del Proyecto:	36
Línea 1: Instalación de infraestructura y equipamiento de facilidades del proyecto	36
Línea 2: Establecimiento de parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao.....	40
Línea 3: Validación de la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.	50
Línea 4: Estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible.....	50
Línea 5: Establecimiento de las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).	51
4. Resultados del Proyecto.....	58
Línea 1: Instalación de infraestructura y equipamiento de facilidades del proyecto	58
Línea 2: Establecimiento de parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao.....	65
Línea 3: Validación de la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.	82
Línea 4: Estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible	

Línea 5: Establecimiento de las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).....	90
5. Fichas Técnicas y Análisis Económicos	91
6. Impacto y logros del Proyecto.....	104
7. Otros Aspectos de Interés.....	108
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	108
IV INFORME DE DIFUSION.....	110
V ANEXOS.....	118

ANTECEDENTES GENERALES

- Código: **PYT – 2011 - 0061**
- Nombre del Proyecto: **“Desarrollo de un centro de producción hortícola diversificado en la localidad de Toconao (región de Antofagasta) por medio del tratamiento de aguas contaminadas con B y As.”**
- Región o Regiones de Ejecución (*Originalmente planteadas en la propuesta y las efectivas*):

II Región de Antofagasta.

- Agente Ejecutor: **ASITEC Ltda.**
- Agente(s) Asociado(s) (*Originalmente planteados en la propuesta y los efectivos*):

Asociación Indígena Atacameña de Agricultores y Regantes Aguas Blancas.

- Coordinador del Proyecto

Marlene Vásquez Siau

- Costo Total (*Programado y Real*)

Programado:

Real:

- Aporte del FIA (en pesos; porcentaje del costo total) (*Programado y Real*)

Programado:

Real:

- Período de Ejecución (*Programado y Real*)

Programado: 1 de Agosto de 2011 a 30 de Septiembre de 2013.

Real: 1 de Agosto de 2011 a 30 de Marzo de 2014.

II. RESUMEN EJECUTIVO

El norte grande, dada su condición climática son una oportunidad importante para el desarrollo agrícola, particularmente en los periodos de otoño e invierno donde la actividad agrícola del país está significativamente deprimida. Sin embargo las aguas de esta zona y particularmente las asociadas a complejos volcánicos o aquellas que atraviesan zonas con altos contenidos de metales pesados, presentan niveles importantes de boro y arsénico. El boro es un importante fitotóxico que limita el desarrollo agrícola de interés comercial, y el arsénico hace a sus productos nutricionalmente peligrosos.

En la localidad de Toconao, La Asociación Indígena Atacameña de Agricultores y Regantes Aguas Blancas, son ejemplo de esta situación, ya que poseen importantes cantidades de agua y superficie cultivable, pero que debido a la presencia de boro y arsénico no ha sido posible desarrollar una agricultura sustentable. La empresa ASITEC Ltda. en conjunto con la Asociación de Aguas Blancas y apoyados por la Fundación Para la Innovación Agraria, desarrollaron un proyecto para eliminar los componentes tóxicos que la afectan, y validar la calidad del agua resultante mediante la creación de una unidad de producción hortícola.

El proyecto contempló en una primera etapa el desarrollo, diseño, montaje y puesta en marcha de una unidad para eliminar el boro y arsénico del agua. En una segunda etapa se implementó un invernadero adecuado a las condiciones climática de la zona y se realizaron diversos cultivos en el exterior e interior del invernadero.

La solución innovadora al problema consistió en la implementación de un sistema de eliminación de Boro y Arsénico económicamente sustentable, basada en matrices de intercambio iónico que retienen específicamente los tóxicos de interés, esta característica es altamente importante porque sólo retiene el boro y arsénico permitiendo usar toda el agua que entra al proceso depurativo, a diferencia de otras tecnologías que normalmente tienen un rechazo cercano al 50% lo que limita de manera importante la superficie a regar, además, los costos de operación son lo suficientemente bajos que permiten una agricultura rentable.

Con relación a los cultivos, el agua libre de boro marcó inmediatamente una gran diferencia, permitiendo el desarrollo de una gran variedad de hortalizas que nunca habían sido posible cultivar en las condiciones nativas del agua.

Las condiciones climatológicas, como las altas y bajas temperaturas, y fuertes vientos de la zona son un factor a considerar, sobretodo en el tipo de construcciones para la protección de los cultivos.

En la práctica se logró establecer dos ambientes estrechamente vinculados a los factores Agro-climatológicos, estos fueron: nivel de cobertura mediante invernadero y cielo abierto. Para el caso del invernadero destacan los resultados obtenidos con el tomate primor, Lechuga y pimentón; mientras que otras como el brócoli y melón, aunque lograron producir frutos, arrojaron resultados más bajos de producción.

En el caso del cultivo que se implementó en el exterior sin protección, en la primera temporada la especie que mejor resultado mostró fue la lechuga, siendo el tomate, la sandía, el melón y pimentón de muy bajo desarrollo principalmente por las condiciones climatológicas extremas. Durante la segunda temporada se utilizaron otras variedades de hortalizas, buscando contrarrestar las condiciones extremas de radiación y fuertes vientos, destacando el Repollo, Coliflor y choclo entre otros.

Se realizaron capacitaciones a los miembros de la Asociación y visitas de campo para transferir la tecnología y mostrar los resultados.

En conclusión, el sistema propuesto permitió cultivar la mayoría de las especies seleccionadas, contrarrestando las condiciones ambientales extremas y la acción toxica que ejerce principalmente el Boro en la fisiología de los cultivos. Como consecuencia de este proyecto la Asociación de Aguas Blancas decidió implementar a mayor escala y presentó un proyecto a la Comisión Nacional de Riego, con lo que esperan implementar los resultados del proyectos. Independiente de lo anterior la unidad depuradora de boro quedó disponible para la Asociación de Aguas Blancas e incluso la empresa Asitec colabora post proyecto para dar continuidad a la etapa de escalamiento agrícola.

La implementación de los resultados de este proyecto podrá permitir que otras comunidades o agricultores traten sus aguas, y transformar una zona fuertemente limitada por tóxicos presentes en el agua, en un polo de desarrollo agrícola sustentable.

III. INFORME TÉCNICO (TEXTO PRINCIPAL)

1. *Objetivos del Proyecto:*

- Descripción del cumplimiento de los objetivos general y específicos planteados en la propuesta de proyecto, en función de los resultados e impactos obtenidos.
- En lo posible, realizar una cuantificación relativa del cumplimiento de los objetivos.

Objetivo General:

Desarrollar un centro de producción de hortalizas frescas en la comunidad de Toconao por medio de la descontaminación de B y As de las aguas disponibles para riego.

Cumplimiento:

El objetivo general se cumplió en su totalidad, ya que se logró demostrar que al eliminar los elementos Boro y Arsénico mediante la tecnología propuesta en el proyecto, se puede producir diversas hortalizas para consumo en fresco de gran nivel nutricional y de buena calidad. Cabe resaltar que en la zona históricamente nunca se habían implementado estos tipos de cultivos, por malos resultados en la germinación. En la zona la especie principalmente cultivada es la alfalfa, situación que limita enormemente el desarrollo agrícola y de cierta forma también ganadero, por los altos niveles de arsénico en agua para los animales. Con la ejecución del proyecto se logró implementar a escala piloto un centro de producción a partir del cual se crean las bases para un potencial escalamiento. Los resultados generaron gran expectativa en los locatarios, quienes ven la posibilidad de seguir desarrollando a mayor escala la actividad, partiendo por la unidad ya designada y apoyándose en la transferencia tecnológica lograda dentro de la ejecución del proyecto.

Objetivos Específicos:

1. Establecer la validación técnica y económica de una planta piloto para abatimiento de B y As en el agua de riego.

Cumplimiento:

Se logró diseñar e implementar una planta de eliminación de Arsénico y Boro de una manera específica, lo que significa no alterar las condiciones y los demás elementos presentes en el agua disponible en el sector. Para garantizar su función, se estableció un diseño que permite la eliminación independiente de los elementos no deseados, optimizando la efectividad de la operación. De esta forma y basados en la norma NCh 1333 se logró el abatimiento bajo los niveles que regula la norma (0,75 mg B/L y 0,1 ppm de As), pudiendo producir 60 m³ de agua tratada por ciclo de 16 horas, lo que permite suplir la demanda a nivel piloto. Para cumplir con este objetivo en su totalidad, también se logro establecer un análisis relacionado con costos de operación

<p>por m³, antecedentes suficientes que permiten validar técnica y económicamente la incorporación de esta tecnología dentro de unidades de producción agrícola.</p>
<p>2. Establecer una parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao.</p>
<p>Cumplimiento:</p> <p>Este objetivo se cumplió en su totalidad, ya que se pudo diseñar y desarrollar una unidad piloto que consta de: 2 zonas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Una unidad de 1000 m² de cultivo bajo cobertizo con sistema de riego tecnificado e inyección de nutrientes y nebulización para poder aumentar la humedad relativa y disminuir problemas de heladas. b) 1200 m² de cultivo a cielo abierto con riego tecnificado por sistema de goteo. <p>Ambas unidades cuentan con el respaldo de un estanque de acumulación de agua tratada de 800 m³, lo cual garantiza el riego por más de una semana ante cualquier eventualidad que impida la operación normal de la planta de tratamiento de agua. Además, se construyó un estanque de almacenamiento de agua no tratada, lo que permite abastecer periódicamente la planta de tratamiento de Boro y Arsénico.</p> <p>Respecto de los cultivos, tanto el cultivo de cobertizo con malla y el cultivo afuera permiten establecer variedades que, de acuerdo a las condiciones específicas de la zona, tienen una mejor adaptabilidad y por ende un mejor crecimiento y rendimiento. Así, se demuestra que la eliminación de Boro y Arsénico permite el cultivo de variadas hortalizas, situación que sería imposible de desarrollar si no se eliminaran estos elementos del agua de riego.</p>
<p>3. Validar la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.</p>
<p>Cumplimiento:</p> <p>A través de los resultados obtenidos en la unidad piloto, se logró validar la calidad nutricional de los productos cosechados en la unidad experimental, tomando como factor principal el nivel residual de arsénico en las hortalizas cultivadas en el plantel. Es importante considerar que si bien el agua no tratada posee altos niveles de Boro y Arsénico, durante el paso de los años el suelo también ha acumulado grandes concentraciones de estos elementos, lo cual podría tener algún afecto en las primeras temporadas del cultivo. Sin embargo, por efecto de infiltración, a medida que se incorpora más riego al terreno con agua tratada, disminuye la concentración en el suelo (lavado), al igual que la de los frutos. Tomado como base esta aclaración los resultados de análisis se llevaron a cabo en la temporada final.</p>
<p>4. Generar un estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible.</p>

Cumplimiento:

Tomando como antecedentes los datos obtenidos en las dos temporadas, se procedió a simular la implementación de las variedades de cultivo de mejor adaptabilidad a las condiciones agro-climatológicas de la zona, mejor rendimiento y mayor interés comercial. Además, se extrapoló la demanda de agua hacia la totalidad del área de riego futura.

Se debe considerar que al realizar un potencial escalamiento a la totalidad del terreno, hay elementos que podrían aumentar los costos de producción. Entre ellos destaca el recurso humano que es de baja especialización y muy restringido en la zona, dado que la actividad agrícola es insipiente. Esto último también provoca una limitación en la adquisición de insumos, teniendo que traerlos desde puntos más alejados, con el respectivo incremento de precios producto del transporte. Sin embargo, todos estos elementos se ven compensados eficazmente con la buena demanda y precios producto de la deficiente oferta de vegetales que existe en la zona.

5. Establecer las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).

Cumplimiento:

Objetivo de cumplimiento parcial, dado que la unidad generó un volumen pequeño de producción que fue comercializado dentro de la comunidad y en puntos de venta local. El bajo volumen obedece a que se probó con un número importante de variedades y a factores agroclimáticos (ejemplo, fenómeno de nevazón que no ocurría hace muchos años), lo que significó no poder contar con un volumen adecuado y constante que sustente el abastecimiento a una cadena de consumo masivo.

2. Metodología del Proyecto:

A continuación se presenta una descripción general de la metodología utilizada para cada una de las líneas de trabajo en las cuales se organizaron las actividades del proyecto. Estas líneas de trabajo corresponden a cada uno de los objetivos específicos planteados, y a través de estos planteamientos metodológicos se desarrollaron las actividades del proyecto desde su inicio hasta el periodo final.

Línea 1: Instalación de infraestructura y equipamiento de facilidades del proyecto.

La primera actividad del proyecto estuvo orientada a tomar muestras de agua en terreno, desde el inicio del canal conductor hasta el predio comunitario de la Asociación Aguas Blancas. Adicionalmente, se tomaron muestras de otras aguas disponibles en el sector para tener un punto de comparación respecto a los principales parámetros de calidad para el agua de riego.

Paralelamente, se tomaron muestras de suelo en varios puntos del predio comunitario de la asociación Aguas Blancas, y se formaron dos muestras compuestas. Además, se realizó una observación del perfil de suelo hasta los 50 cm. El mapa de muestreo de la zona se puede observar en las Figuras 1 A y 1 B.

Los análisis de agua fueron efectuados por el laboratorio de química analítica aplicada de la Universidad de Tarapacá, quien utilizó las metodologías analíticas correspondientes. Se caracterizaron los siguientes parámetros de importancia agronómica:

- pH
- CE mS cm^{-1} (Conductividad Eléctrica)
- SDT mg/L (Sólidos Disueltos Totales)
- Cloruro mg/L
- Sulfato mg/L
- Boro mg/L
- Magnesio mg/L
- Calcio mg/L

- Dureza
- Arsénico mg/L (Test colorimétrico rápido)
- As- Piridina (ug/mL) (Test espectrofotométrico)
- Sílice mg/L

Los resultados obtenidos se compararon con la norma de calidad técnica del agua para riego (NCh 1333).



Figura 1 A): Vista satelital del predio comunitario de la asociación Aguas Blancas. Los puntos de color rojo indican los lugares de toma de muestra.

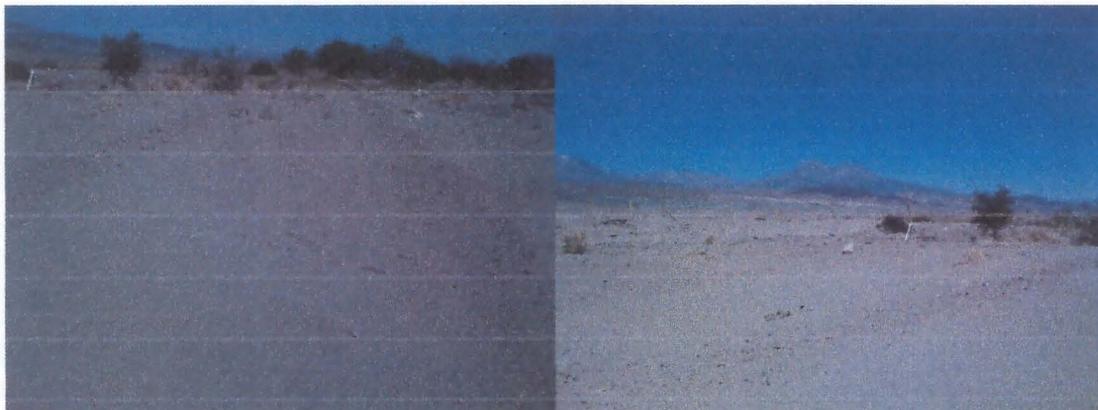




Figura 1 B): Vistas del predio comunitario de la asociación Aguas Blancas donde se tomaron las muestras de suelo.

Las muestras de suelo fueron analizadas en el laboratorio de Química Analítica Aplicada de la Universidad de Tarapacá, para los principales parámetros de importancia agronómica y respecto al contenido de As y B. Este laboratorio se encuentra acreditado por la Sociedad Chilena de Ciencias del Suelo, con la especialización para suelos afectados por sales.

- ***Validación y optimización de resina para absorción de As a partir del agua muestreada.***

Se seleccionó la resina específica para arsénico que tuvo el mejor comportamiento con el agua de la localidad de Toconao. Para ello, se realizó una prueba tipo batch en la cual se puso en contacto un volumen acotado del agua recolectada en Toconao con un volumen determinado (suficiente en teoría para retener la totalidad del arsénico presente en la muestra) de tres diferentes resinas específicas para la retención de Arsénico, basadas en sitios activos de óxido de hierro en distintas formas. Se comparó la remoción lograda a los 15 y a los 30 minutos de contacto.

La validación de la velocidad de flujo del agua a tratar, respecto al contenido de Arsénico inicial y el contenido final, en función del volumen de resina específica, se efectuó mediante la preparación de un sistema que permite el control de la velocidad de flujo

de un volumen acotado del agua a través del volumen de resina, expresando la velocidad en términos relativos al volumen de resina (volúmenes de cama/hora), parámetro importante desde el punto de vista del diseño y que tuvo que ser evaluado dado el alto contenido de Arsénico del agua problema y la ausencia de resultados en la literatura científica para concentraciones de Arsénico tan elevadas. La figura 2 muestra el set up empleado para estas pruebas. Se hizo fluir el agua a distintas velocidades a través de la cama de material absorbente específico y se midió el nivel de arsénico remanente en el agua tratada.



Figura 2: Set up experimental para evaluar la velocidad máxima de flujo del agua a través de la resina específica para Arsénico.

La validación de la capacidad de absorción de Arsénico en la resina en términos volumétricos (g As/litro) se realizó empleando el mismo set up experimental de la figura 2, en la cual se empleó una solución artificial de Arsénico, preparada con el agua obtenida en Toconao y la adición de un estándar de Arsénico analítico, que tuviese una cantidad total de este elemento muy superior a la capacidad de absorción nominal de la resina seleccionada. Esta solución se hizo fluir a través de la columna a la velocidad óptima determinada en la experiencia anterior, y se comparó el valor de Arsénico antes y después del tratamiento para así tener el valor de retención de la resina (g As/ L)

La validación de la capacidad de la resina de remover ambas especies de Arsénico presentes en el agua (As III y As V) se efectuó con el mismo set up experimental ya mencionado. En este caso, se utilizaron estándares de As III y As V para preparar la solución artificial y se hizo fluir estas soluciones a través de la columna de resina, comparándose el nivel de remoción.

La optimización del proceso de regeneración de la capacidad de absorción de Arsénico en función de la temperatura ambiental, se efectuó debido a que el protocolo de regeneración de la resina a emplear en la construcción de la planta piloto indicaba que las soluciones de regeneración deben ser preparadas a temperaturas sobre 40° C. La dificultad práctica de disponer de un gran volumen de líquido a esa temperatura, motivó la evaluación el efecto de la regeneración a temperatura ambiente con respecto a temperatura sobre 40° C. Estas pruebas se hicieron en Batch, utilizando un baño termo-regulado y aplicando el protocolo de regeneración idéntico, salvo por la temperatura de la solución. Luego las muestras de resina regeneradas a ambas temperaturas, se utilizaron para tratar muestras del agua problema, y además soluciones saturadas de As. Se comprobó luego el nivel de As remanente en el agua tratada con las resinas sometidas a la regeneración a 2 temperaturas distintas.

El levantamiento de datos agroclimáticos iniciales de temperatura para la localidad de Toconao, se hizo a través de la consulta al sistema de estaciones meteorológicas remotas disponible a través de www.agroclima.cl, consultándose los datos de temperatura existentes desde el año 2010 en adelante, en forma mensual.

- ***Diseño de la planta piloto***

Con los resultados de calidad de agua y los resultados obtenidos en el laboratorio se procedió al diseño de la planta piloto hasta el nivel de plano PI&D, y la adquisición de los elementos y materiales requeridos para su construcción.

- **Instalación y Marcha blanca**

La instalación de la planta de tratamiento se llevo a cabo en el predio comunitario de la asociación Aguas Blancas, sector de Toconao, II región (fig. 3, 4). Una vez completada la instalación en el primer periodo, se llevo a cabo la marcha blanca que se pudo hacer una vez que se realizaron pruebas y adecuaciones con el grupo electrógeno seleccionado (fig. 5). Durante el primer periodo, se realizaron diversos ajustes en su configuración y operación, hasta que permitió producir el agua requerida para los cultivos experimentales (fig.6).



Figura 3. Vista satelital (izquierda) y en terreno (derecha) del área destinada al proyecto.



Figura 4. Construcción y montaje planta de tratamiento.



Figura 5. Grupo electrógeno alimentador planta de tratamiento de agua.



Figura 6. Estanque de almacenamiento agua tratada producida por la planta de tratamiento de agua.

Para lograr un funcionamiento adecuado de la planta piloto, se debió establecer un programa de mantenimientos periódicos comunes para este tipo de sistema. Asimismo, Finalizadas las temporadas de cultivo se programaron mantenimientos preventivos con el objetivo de garantizar el normal funcionamiento de la planta. Durante la marcha blanca del equipo se probó todo el rango de variables de operación, validando con análisis de laboratorio la eficacia del tratamiento y la curva de operación de remoción del B y As. Se ajustó el caudal de tratamiento al óptimo deseado, y se realizaron modificaciones menores al piping y ajuste de las válvulas en operación. Se realizó la capacitación del personal encargado de la operación rutinaria del equipo, tanto en los aspectos teóricos y prácticos de la planta piloto.

- **Monitoreo, registro y análisis de variables determinantes de costos**

Junto con el monitoreo programado de datos agroclimáticos durante toda la época de cosecha, se realizó un registro de las variables de impacto económico de la operación de la planta de tratamiento, tales como consumo de insumos para la regeneración, petróleo, requerimientos de mano de obra para supervisión y mantenimiento rutinario.

Línea 2: Establecimiento de parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao

- **Diseño de experiencia piloto bajo invernadero y al aire libre**

Se diseñó un invernadero de 48 por 26 metros de superficie y 3 metros de altura, en estructura metálica de acero, constituido por módulos de 3x3 metros con pilares empotrados en el suelo en pollos de concreto armado (fig. 7). Este invernadero se diseñó en base a una arquitectura modular para otorgarle una resistencia estructural que le permite soportar vientos de hasta 100 Km/hr, los que pueden llegar a registrarse en la temporada invierno-primavera, en la localidad de Aguas Blancas. El esqueleto metálico fue recubierto con malla antiáfido (fig. 8). Para el caso de cultivos al aire libre, se consideraron 1200 mt² de terreno ubicado a un costado del área de invernadero (fig. 9, 10)



Figura 7. Cuadrícula demarcada de 3x3 metros en preparación para la confección de pollos de concreto armado como soporte de la estructura de invernadero.



Figura 8. Pared suroeste del invernadero con el cambio de ángulo y el refuerzo estructural para soportar el viento predominante en la zona.

- **Red de Riego y fertilización**

Se diseñó una red de riego con dos sectores, uno para regar los 1000 m² dentro del invernadero, y otro para regar una superficie de similar extensión al aire libre, inmediatamente al lado del invernadero. La matriz principal y submatrices de cada sector están construidas en tubería de PVC clase 10 de 50 mm. Cada submatriz cuenta con una válvula que permite cerrar el paso para elegir qué sector se riega, aunque también se pueden regar ambos sectores al mismo tiempo. Sobre cada submatriz se instalaron las salidas laterales de riego para conexión de las cintas de goteo (Fig. 9). Para todos los laterales que riegan las hileras de cultivo de plantas grandes (tomates, pimentón, pepino, melón y sandía) se instalaron 2 salidas que permite reducir el tiempo de riego para entregar un volumen de agua determinado. Las hileras destinadas a plantas pequeñas (lechuga) solo tienen una cinta ya que no requieren una profundidad de riego mayor.

Cada hilera de riego cuenta con una válvula que permite cerrar el paso para efectuar las limpiezas periódicas de las cintas de riego (fig. 10).

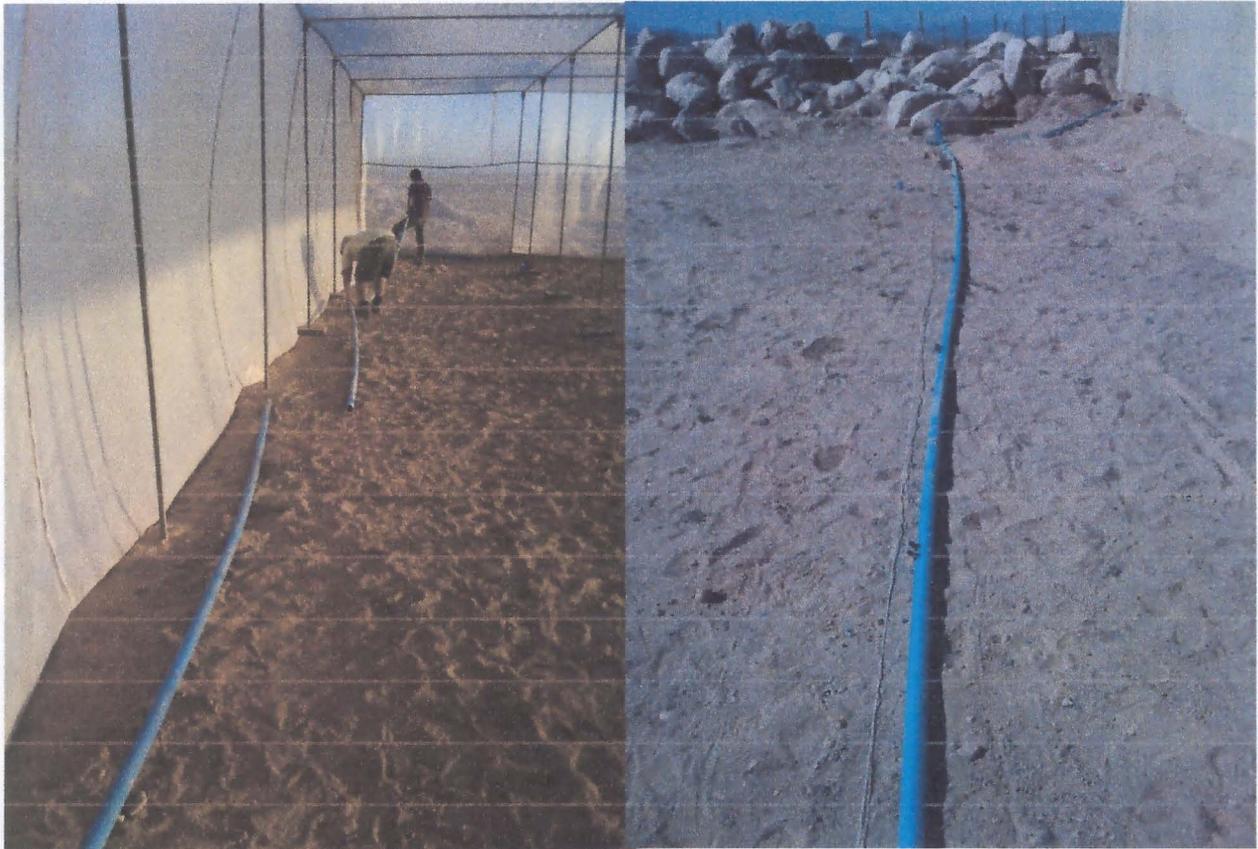


Figura 9. Instalación de submatrices de riego del área de cultivo bajo invernadero y al aire libre.



Figura 10. Válvulas en cada una de las cintas de riego.

El sistema de riego cuenta con una bomba marca Pedrollo de 1,5 Kw de potencia, que tiene la capacidad suficiente para suministrar agua a ambos sectores de riego al mismo tiempo, o por separado si se requiere. La bomba succiona el agua desde el estanque de agua tratada con una tubería de succión de 50 mm en PVC, y una válvula de pie con filtro que mantiene el sistema cebado. El sistema sencillo de fertirriego consiste en un tambor de 200 litros en el cual se preparan las soluciones fertilizantes a aplicar a cada sector de riego, a partir de la cual se succiona la solución a través de una tubería de polietileno de 1/2 pulgada que se inserta en la succión de la bomba, y que cuenta con una válvula que permite regular el caudal al cual es succionada la solución nutritiva (fig. 11).

Esta inyección normalmente se ajusta para que toda la solución fertilizante correspondiente a un sector de riego sea succionada en 60 minutos, que corresponde a la mitad del tiempo de riego diario.



Figura 11. Estanque inyección solución nutritiva.

- **Preparación de suelo**

El proceso de preparación del suelo consistió en los siguientes pasos:

- Dado que se está utilizando un suelo que nunca había sido cultivado, se realizó como primer paso una operación de despedrado para retirar manualmente la mayor cantidad de piedras visibles de tamaño que pudiese causar problemas a la preparación mecánica del suelo.
- Labor mecánica inicial del suelo con el motocultor hortalizero adquirido para el proyecto. En una primera pasada se utilizó el implemento rotovator del motocultor para remover toda la capa superficial de los 2000 m² destinados a la plantación experimental.

- Preparación de hileras de cultivo. Se realizó la adición de 10 toneladas de guano seco de cabra y camélido, que fueron aportados a mitad de precio por asociados a la comunidad Aguas Blancas. El guano fue sometido a un proceso de mojado y fermentación para su estabilización termofílica, durante un periodo de 20 días, al cabo de los cuales se distribuyó el guano en carretilla, sobre cada hilera, en forma lo más uniforme posible. Una vez colocado el guano sobre cada hilera, se pasó linealmente el rotovator en cada hilera para incorporar el guano en los primeros 15 cm. del suelo.
- Posteriormente a la incorporación del guano se comenzó el riego sistemático de las hileras para incrementar el nivel de humedad y terminar el proceso de compostación del guano antes de que llegaran las plantas a ser establecidas (fig. 12)



Figura 12. Hileras de cultivo con el guano incorporado antes del establecimiento de los plantines.

- **Implementación de cultivos**

Se adquirieron plantines en la ciudad de Arica a la empresa Europlant, definiendo inicialmente las siguientes variedades y número de plantas.

TEMPORADA I	
Cantidad	Tipo de planta
1482	PLANTA COMPLETA TOMATE KARYBE
240	PLANTA COMPLETA TOMATE CHUNGARA
240	PLANTA COMPLETA TOMATE NAOMI
240	PLANTA COMPLETA MELÓN ARAVÁ
240	PLANTA COMPLETA PEPINO ENS. CAMAN RZ F1
480	PLANTA COMPLETA ZAPALLO ITALIANO ARAUCO
200	PLANTA COMPLETA LECHUGA GABILAN
240	PLANTA COMPLETA SANDIA SANTA AMELIA
240	PLANTA COMPLETA PIMIENTO KADEKA

TEMPORADA II	
CANTIDAD	TIPO DE PLANTA
700	Plantas completa Tomate Chungara
700	Plantas completa Tomate Naomi
400	Plantines de Pimiento KadeKa
400	Plantines Lechuga Escalona
400	Plantines de Brocoli
400	Plantines de Repollo
400	Plantines de Coliflor

Todas son variedades adaptadas al cultivo en la zona de Arica, estando comprobada su capacidad de crecer y producir en climas calurosos con aguas duras.

Los plantines fueron transportados a raíz cubierta por cepellón de turba, en un viaje directo desde Arica hasta Toconao, procediéndose al trasplante con suelo húmedo y riego inmediatamente después de ser plantados. Durante el periodo de ensayos se mantuvo el riego en forma permanente con el agua producida por la planta de

tratamiento, con un promedio de uso diario de agua medido en 20 m³ diarios. Las plantas se fertilizaron mediante la red de riego y aplicaciones de plaguicidas según el protocolo que se muestra a continuación, que se desarrolló específicamente para maximizar la producción de tomates como principal cultivo de interés a evaluar, pero que se aplicó a todas las plantas instaladas y que dio un buen resultado en la práctica:

Programa Fertilización

Etapa I. Fertirrigación Semanal (2 semanas)

- **Ultrasol Inicial:** (15-30-18) semana 1 (1kg por cada estación)
- **Ultrasol desarrollo: Semana 2** (1kg por estación)
- **Bioradicante:** 300 ml/20Lts al momento del trasplante y a la primera apertura floral.

Etapa II. Fertirrigación Semanal 3 semanas

- **Ultrasol (17-10-28)**
- **Nitrato de calcio**
- **Fosfato Monoamónico**
- **Nitrato de Mg**
- **Ácido Fosfórico** *Una vez por semana.

Fertilizante	Días Kilos Fertilizantes			Total Semanal
	Lunes	Miércoles	Viernes	
Ultrasol (17-10-28)	1,5Kg/ estación	1,5Kg/ estación	1,5Kg/ estación	4,5 kg/estación
Fosfato monoamónico MAP	1kg/estación	1kg/estación	1kg/estación	3 kg/estación
Regar en dos turnos y aplicar un fertilizante por riego.(solos)				

Fertilizante	Días Kilos Fertilizantes			Total Semanal
	Martes	Jueves	Sábado	
Nitrato de calcio	1Kg/ estación	1Kg/ estación	1Kg/ estación	3 kg/estación

Nitrato de Mg	0,5kg/estación	0,5kg/estación	0,5kg/estación.	1,5 kg/estación
Regar en dos turnos y aplicar un fertilizante por riego.(solos)				

- **Domingo:** Ácido Fosfórico: 500ml/estación; RAMA *Una vez por semana. Aplicar Enraízante en formulación de 300 ml por Estación vía riego, cada vez que aparezca racimo floral.

Observaciones:

- Los fertilizantes deben ser aplicados de manera individual. En forma óptima, uno en la mañana y otro en la tarde.
- Al aplicar ácido, este debe hacerse de la siguiente manera. Primero agua, luego el ácido.

Etapa III. Fertirrigación Semanal 4 semanas.

- **Nitrato de Potasio**
- **Nitrato de calcio.**
- **Fosfato Monoamónico.**
- **Nitrato de Mg.**
- **Ácido Fosfórico... *Una vez por semana.**

Fertilizante	Días Kilos Fertilizantes			Total Semanal
	Lunes	Miércoles	Viernes	
Nitrato de potasio	2 Kg/ estación	2 Kg/ estación	2 Kg/ estación	6 kg/estación
Fosfato monoamónico MAP	1 kg/estación	1 kg/estación	1 kg/estación	3 kg/estación
Regar en dos turnos y aplicar un fertilizante por riego. (solos)				

Fertilizante	Días Kilos Fertilizantes			Total Semanal
	Martes	Jueves	Sábado	
Nitrato de calcio	2 Kg/ estación	2 Kg/ estación	2 Kg/ estación	6 Kg/ estación
Nitrato de Mg	1kg/estación	1kg/estación	1kg/estación	3 kg/estación
Regar en dos turnos y aplicar un fertilizante por riego. (solos)				

Domingo: Ácido Fosfórico: 500 ml/estación; *Una vez por semana. Aplicar bioradicante en formulación de 300 mL por estación vía riego, cada vez que aparezca nuevo racimo floral.

Observaciones:

- los fertilizantes deben ser aplicados de manera individual. En forma óptima, uno en la mañana y otro en la tarde.
- Al aplicar ácido, este debe hacerse de la siguiente manera. Primero agua, luego el ácido.
- Aplicación de Insecticida (**Karate**) para control de dípteros de acuerdo a especificación en la etiqueta de producto

Etapa IV. Fert. Semanal 10 semanas

- Nitrato de Potasio: 28 kg/ha
- Nitrato de calcio: 28 kg/ha
- Fosfato Monoamónico: 12 kg/ha.
- Nitrato de Mg: 12 kg/ha.
- Ácido Fosfórico: 2litros /ha; *Una vez por semana.
- BIORADICANTE
- Poly K: 500 ml/100lts agua

Etapa V. Fert. Semanal 10 Semanas

- Nitrato de Potasio: 12 kg/ha
 - Nitrato de calcio: 28 kg/ha
 - Fosfato Monoamónico: 20 kg/ha.
 - Nitrato de Mg: 12 kg/ha.
 - Sulfato de potasio: 20 kg/ha.
 - Ácido Fosfórico: 2 lt/ha; *Una vez por semana.
 - Bioradicante
-
- **Periodo de monitoreo y registro de variables de productividad y costo de las especies seleccionadas y del costo de producción de agua para riego**

Desde el inicio de cultivos se monitorearon y registraron las variables de costo que influyen en la rentabilidad de un cultivo comercial, asimismo los parámetros de costo del tratamiento de agua. El registro se hizo a medida que se fueron adquiriendo los

insumos, quedando respaldado en el registro contable, por lo cual obedece netamente a la realidad de lo gastado para el proyecto.

Línea 3: Validación de la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.

Dado el impacto de los niveles de boro y arsénico sobre la calidad de los cultivos, se monitoreó constantemente la calidad del agua, enfocándose netamente en el contenido de estos 2 elementos. Para ello, se tomaron muestras del agua antes del tratamiento en el pozo de bombeo y luego del tratamiento en el estanque de acumulación del agua tratada, las que fueron enviadas a la Universidad de Tarapacá para su análisis. Debido a la lentitud en la entrega de resultados (situación normal para este tipo de análisis) y la importancia crítica de los niveles de B y As para el resultado de los cultivos, se incorporó el uso del kit de campo colorimétrico de aplicación instantánea (kit provisto por la Universidad de Tarapacá).

Con los niveles de B y As controlados durante los periodos de cultivo se procedió a tomar muestras de tejidos vegetales de las diferentes variedades ensayadas, las que se enviaron a laboratorio para la cuantificación de Ar.

Línea 4: Estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible.

- **Análisis y proceso de datos recopilados**

La cantidad significativa de datos recopilados durante la ejecución del proyecto permitió generar un buen conocimiento respecto a la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, al menos en lo que respecta a costos de tratamiento de agua y la proyección del costo de inversión para una planta de tamaño comercial. Estos datos fueron incorporados en un estudio que se presentó a la Comisión Nacional de Riego por medio del cual la comunidad Aguas Blancas optó al financiamiento para la construcción

de una planta para el riego de 30 hectáreas, que es la superficie con la que cuenta la comunidad actualmente. En los resultados se muestra el proyecto presentado junto al costo proyectado de la planta comercial.

Línea 5: Establecimiento de las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).

Durante el proyecto los productos cosechados, que en total fue una cantidad relativamente pequeña, fueron comercializados de manera directa en la localidad de San Pedro de Atacama, que ha absorbido toda la producción sin intermediación, lo cual permitió registrar los precios directos al detalle.

2.1 Principales problemas metodológicos enfrentados.

El principal problema metodológico encontrado estuvo asociado a la complejidad logística de abastecimiento de insumos agrícolas para el área de Toconao. Si bien esta localidad no se encuentra a gran distancia de otros centros de producción Agrícola del norte grande, si tiene el problema de estar en una zona de actividad principalmente minera, que desplaza notablemente la disponibilidad de recursos para la agricultura. Esta problemática afectó en gran medida a los costos proyectados y los tiempos de adquisición de los diferentes materiales e insumos.

En segundo término, los eventos climáticos extremos imprevisibles, se manifestaron al menos en 2 ocasiones dentro del proyecto, con consecuencias que se tradujeron en el atraso neto del programa de trabajo planteado inicialmente. En este sentido, el invernadero debió ser readecuado para poder soportar las fuertes ráfagas de viento presentes en algunos periodos del año en la zona (Fig. 13). Durante el periodo de receso de las labores agrícolas se aprovechó para hacer un reforzamiento de los parales y remplazo de algunas partes estructurales colapsadas. Se le adicionó una cámara de

entrada para desinfección como medida de prevención y control en el acceso del personal al interior y así minimizar el riesgo de contaminación del ambiente externo.

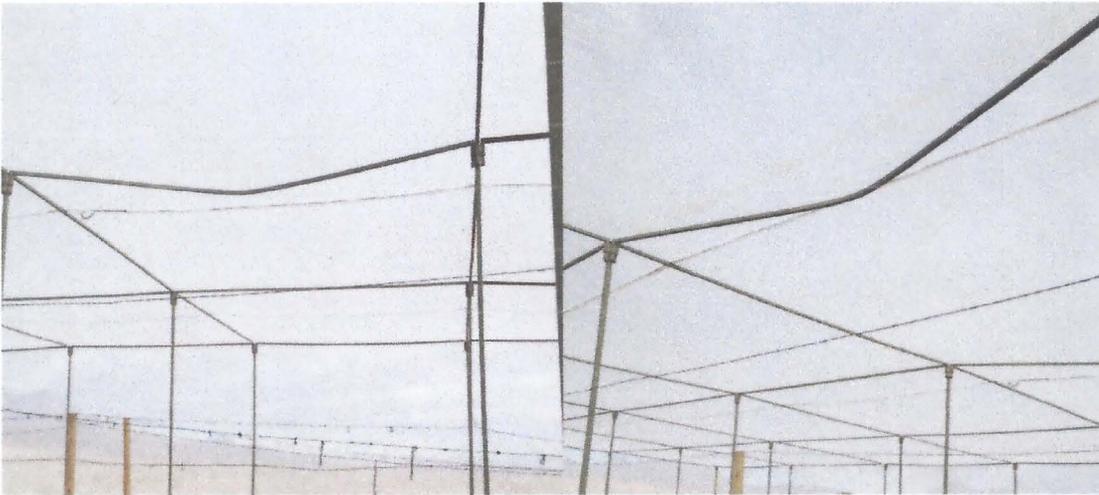


Figura 13. Perfiles de la estructura afectados por las ráfagas de viento

Dado que durante la segunda temporada se quería incrementar la cantidad de plantación de tomate al interior del invernadero, se amplió el sistema de colgado de las plantas mediante polines que soportan a las plantas con alambre de buen calibre a lo largo de las hileras previamente establecidas (fig.14), ya que las 2 variedades de Tomate (Naomi, Chungará) que mostraron un buen comportamiento en la 1^o temporada, requieren ser colgadas para la carga durante el periodo de producción.



Figura 14. Parte interna del invernadero con estructura para el colgado de tomate.

Se instaló un sistema de riego nebulizado como medida de prevención de los efectos negativos generados por las bajas en la temperatura (nevazón y heladas continuas durante el periodo de ejecución) (fig. 15, 16, 17). Además, permite aumentar la humedad relativa en el interior del invernadero y de esta forma lograr compensar la baja humedad presente en el aire en la época estival, que paradójicamente es un factor predisponente para el ataque fungoso, principalmente debido a las variaciones extremas en la humedad relativa, que se pretenden moderar con el sistema de nebulización. Para este sistema se instalaron micro aspersores a lo largo de las estructura del invernadero que se encuentra soportado al techo mediante manguera de polietileno de 20 mm que suministra el caudal suficiente para crear un película de humedad (Fig. 18), utilizando las misma bomba de riego que es regulada mediante un programador que se activa en determinado tiempo de acuerdo a las condiciones climatológicas en que se encuentre el cultivo. Para poder cubrir el área total del cultivo que se encuentra bajo invernadero se instalaron 5 líneas de tubería y nebulizadores a una distancia de 5 metros, ya que de acuerdo a las especificaciones, cada nebulizador puede alcanzar un radio de 2,5 metros. Este sistema además de cumplir con las funciones anteriormente descritas también puede inyectar una fertilización complementaria mediante la utilización de fertilizantes foliares al igual que la aplicación de fungicidas e insecticidas programados preventivamente en el manejo del cultivo.



Figura 15. Planta afectada por heladas

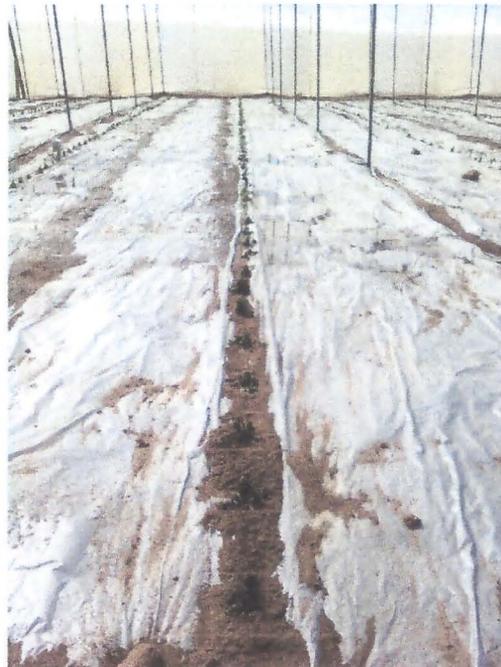


Figura 16. Quemazón de cultivo de Tomate por período de helada



Figura 17. Fenómeno de congelamiento del agua utilizada para riego

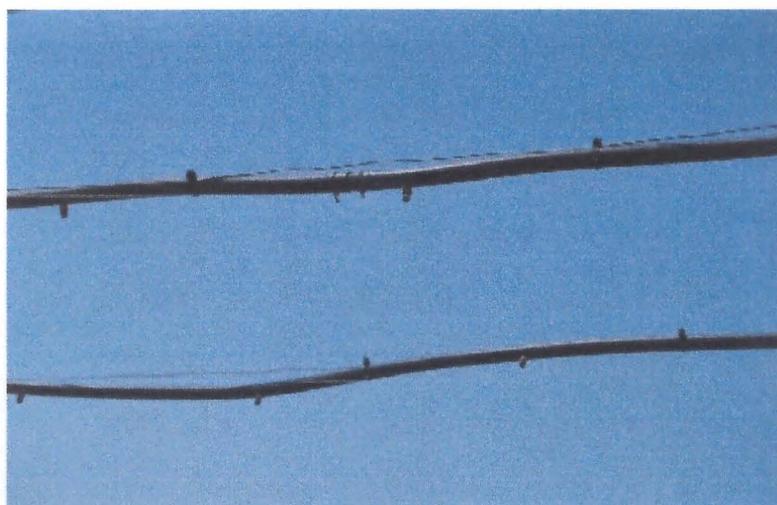


Figura 18. Sistema de riego nebulizado en invernadero

Otro elemento que generó adecuación de la metodología planteada originalmente fue que durante la temporada mayo del 2013 se registró un daño fitopatológico en un alto porcentaje del cultivo (Fig. 19), la cual se encontraba en ciclo de producción y floración,

lo que llevó a erradicar e incinerar la totalidad del cultivo por el avance de la infección y por el tipo de enfermedad que a nivel agrícola es muy complicada de controlar. Se hizo control preventivo y curativo para poder contrarrestar el avance del hongo, principalmente alternando diversos productos específicos de uso comercial para este tipo de complicación, pero resultó fallida la acción y como consecuencia se finalizó la 1° temporada. Un vez erradicados e incinerados los residuos del cultivo se procedió a implementar un plan sanitario total en el terreno de tal forma de poder recuperar el espacio para una nueva temporada de cultivo. Para este control se utilizó un producto comercial comúnmente usado en cultivos de intención agrícola para el control de hongos, plagas y enfermedades transmitidas por el suelo en periodo de pre siembra. Se tomaron las medidas de seguridad acordes a la aplicación de este tipo de producto.



Figura 19. Plantación de Tomate con ataque de Hongo (Izquierda). Pimentón afectado por *Alternaria Sp* (Derecha)

El producto desinfectante de suelo por su presentación y de acuerdo a la ficha de aplicación, se incorporó directamente al suelo siguiendo las especificaciones técnicas del producto (Fig. 20).



Figura 20. Recubrimiento de terreno post aplicación del desinfectante de suelo DAZOMET.

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

Las principales adaptaciones introducidas debido al problema de logística y disponibilidad de insumos y servicios, junto con su impacto económico, fue la necesidad de reducir el área originalmente planteada como unidad piloto y circunscribirla a un área de 2000 m² de los cuales 1000 m² estaban bajo invernadero y 1200 m² adicionales al aire libre.

En segundo término, las dificultades climáticas y el atraso que estas implicaron se tradujeron en la imposibilidad de llevar adelante todas las actividades de cultivo programadas (2 temporadas de verano y 2 de invierno) que finalmente pudieron ser solo 1 de verano y otra de primavera.

3. Actividades del Proyecto:

Las actividades ejecutadas a través del periodo del proyecto en su mayor parte correspondieron a las programadas originalmente, haciendo consideración a los atrasos que se originaron dentro del periodo por los acontecimientos diversos que afectaron la propuesta. Se procede a continuación a reportarlas en forma secuencial abarcando todo el periodo desde el comienzo.

Línea 1: Instalación de infraestructura y equipamiento de facilidades del proyecto

- **Adquisiciones de materiales, herramientas e insumos**

Durante el primer periodo de ejecución del proyecto se pudo adquirir la mayor parte de los insumos, resinas, elementos de construcción y equipos que se necesitaban para la construcción de la planta piloto, quedando solo por adquirir el piping y fittings que permitirían la conexión entre los distintos componentes. Se desarrolló el diseño de ingeniería básica, se inició el montaje en terreno y se adquirió el tablero de control electrónico de la planta piloto. Durante el segundo periodo se terminó de adquirir la totalidad de los insumos, elementos y materiales para la instalación de la planta de tratamiento, incluido el piping y fittings de conexión entre los distintos componentes.

- **Construcción de módulos de transporte y otros accesorios (estanques, galpones, grupo electrógeno)**

Durante el primer periodo se realizaron una serie de actividades de laboratorio que estuvieron orientadas a optimizar los parámetros de diseño de la subunidad de la planta de tratamiento destinada a la remoción del arsénico en solución. Este trabajo fue importante para determinar el diseño final de esta subunidad y el ciclo de operación

básico que tendría posteriormente la planta piloto. Las actividades de laboratorio que se efectuaron incluyeron:

- Selección de la resina específica para arsénico que tuviese el mejor comportamiento con el agua de la localidad de Toconao en el sentido de que el agua es una matriz compleja con distintas proporciones de cloruros, sulfatos, sílice y otras sales que alteran el resultado del tratamiento de cada tipo de resina.
- Validación de la velocidad de flujo del agua a tratar respecto al contenido de Arsénico inicial y el contenido final, en función del volumen de resina específica.
- Validación de la capacidad de absorción de Arsénico en la resina en términos volumétricos (g As/litro).
- Validación de la capacidad de la resina de remover ambas especies de Arsénico presentes en el agua (As III y As V).
- Optimización del proceso de regeneración de la capacidad de absorción de Arsénico en función de la temperatura ambiental.

Durante el segundo periodo informado se procedió a la construcción del cobertizo que alberga la planta de tratamiento, así como un cobertizo adicional para proteger y mantener la aislación acústica del grupo electrógeno adquirido. Por otra parte, se procedió a la construcción del estanque de acumulación del agua tratada con una capacidad nominal de almacenaje de 800 m³, con liner de HDPE y cerco perimetral, así como el pozo de decantación y bombeo, de capacidad nominal de 10 m³, también recubierto con liner de HDPE, desde el cual se alimenta la planta de tratamiento. En este mismo periodo fue construida la planta piloto dentro del cobertizo, con sus conexiones desde y hacia los distintos reservorios considerados para su funcionamiento. A nivel de laboratorio en esta etapa se procedió a efectuar pruebas preliminares con un modelo a escala de columnas combinadas para remoción de B y As, cuyo objetivo fue ajustar la velocidad de flujo del agua a través de las columnas secuenciales de

tratamiento selectivas, que permitió determinar la mejor combinación de caudales a pasar por cada columna consecutiva.

- **Instalación y Marcha blanca**

La instalación de la planta de tratamiento, fue completada durante el segundo periodo de informe de avance técnico, lo que permitió hacer la marcha blanca a comienzos del tercer periodo informado. Esta marcha blanca se pudo hacer una vez que se realizó una modificación al grupo electrógeno y su cableado que permitió finalmente utilizarlo sin cambiarlo como se planteó en algún momento. A partir de ese momento la planta piloto quedó en permanente funcionamiento, realizando diversos ajustes en su configuración y operación, permitiendo producir y acumular el agua requerida para los cultivos experimentales (Fig. 21).



Figura 21. Acumulación de agua tratada para el riego durante el proceso de marcha blanca.

En general la infraestructura funcionó eficientemente desde que se dio el inicio de la marcha blanca. Durante todo el periodo de funcionamiento la planta debió recibir las mantenciones necesarias para asegurar su funcionamiento normal (fig. 22).

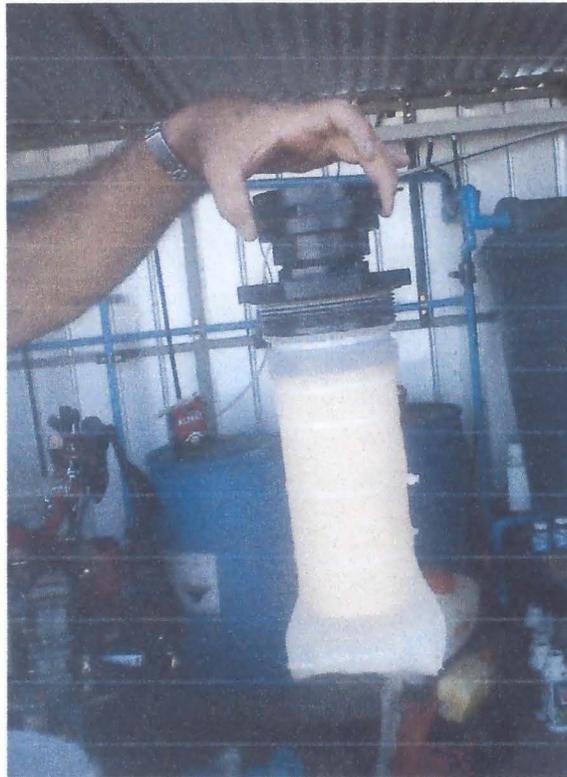


Figura 22. Mantenimiento y limpieza equipo de tratamiento (adición de filtro que permitió terminar con un problema frecuente de obturación de la tobera de salida del agua del sistema).

- **Monitoreo, registro y análisis de variables determinantes de costos**

Durante el periodo del primer informe de avance técnico se procedió a tomar muestras de agua y suelo en el predio del proyecto, que fueron caracterizadas desde el punto de vista de las variables de importancia agronómica.

Por otra parte, se hizo un levantamiento de datos agroclimáticos de temperatura para la localidad de Toconao, de modo de tener un análisis de los momentos críticos en términos de temperaturas máximas y mínimas que permitan diseñar el ciclo de pruebas de cultivo piloto respecto a la compatibilidad de las especies a evaluar y las condiciones

climáticas. Junto con el monitoreo de los datos agroclimáticos que se realizó en forma continua, desde la instalación e inicio de operaciones de la planta piloto se llevó un registro de las variables de impacto económico de la operación de la planta de tratamiento (consumo de regenerantes, consumo de petróleo, requerimientos de mano de obra para supervisión y mantenimiento rutinario). Esto también se aplicó posteriormente a las variables de costo directos del cultivo, que en el caso de Toconao tiene un fuerte componente de fletes de insumos que se debe considerar en su impacto económico sobre la rentabilidad de la operación.

Línea 2: Establecimiento de parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao

- **Diseño de experiencia piloto al aire libre y bajo invernadero**

Durante el segundo periodo de informe, se procedió a diseñar la experiencia piloto de cultivos, cuya estructura original planteada debió modificarse en base a las restricciones impuestas por las dificultades logísticas y el significativo mayor costo de transporte de los insumos y materiales. De la misma manera, se debió reevaluar el número de especies a cultivar, con respecto al inicialmente planteado, y se prefirió favorecer las especies de mayor demanda y valor comercial en la zona de ejecución del proyecto.

- **Construcción de invernadero y preparación de zona para cultivos al aire libre**

El invernadero de 1000 m² de superficie efectiva se terminó de construir finalizando el segundo periodo de informe de avance (Fig. 23). Durante el mes de Septiembre de 2012 se experimentó un evento climático de alta velocidad de viento que colapsó parte de la estructura del invernadero, la cual fue reparada y reforzada, y no se tuvo más problemas a este respecto. Durante este periodo se instaló la red de riego con dos sectores, uno para regar los 1000 m² dentro del invernadero, y otro para regar una superficie de la

misma extensión al aire libre, inmediatamente al lado del invernadero (Fig. 24). Esta red de riego tiene su bomba impulsora propia que succiona el agua desde el estanque de agua tratada (Fig. 25), y un sistema sencillo de fertirriego que inyecta la solución fertilizante directamente en la succión de la bomba.

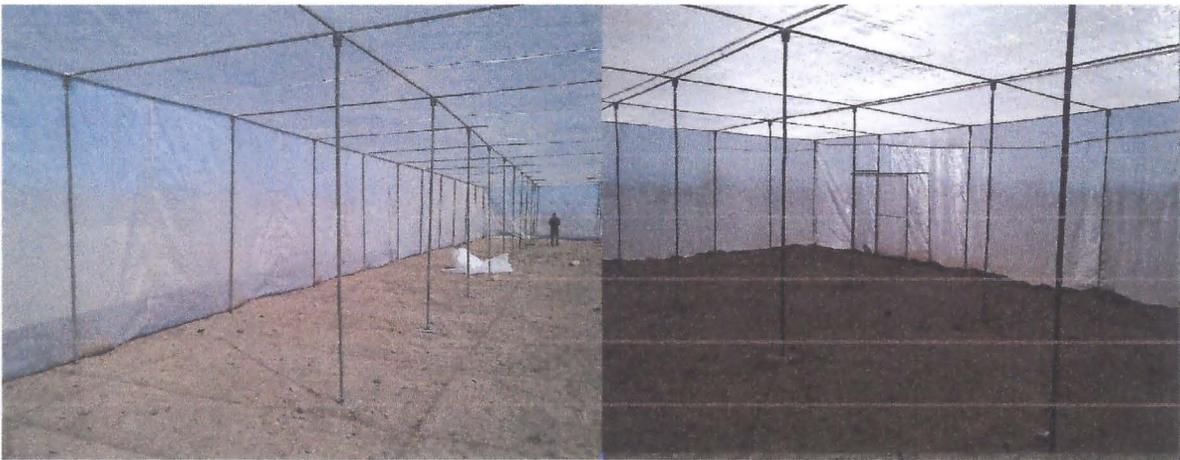


Figura 23. Invernadero construido antes de la instalación de la red de riego por goteo.



Figura 24. Bomba impulsora del agua de riego durante la fase de instalación del sistema riego.



Figura 25. Vista del invernadero y del sector de cultivos al aire libre.

Durante el cuarto periodo informado se realizó un mantenimiento y reforzamiento de la estructura, afectada principalmente por las fuertes tormentas de viento que se presentan comúnmente en el terreno donde está ubicado el proyecto. Para corregir estos imprevistos se implementó estructuras de recambio inmediato de tal forma de poder reparar lo más pronto al momento de fracturas ocasionada por el fenómeno eólico.

Considerando las concentraciones de sales presentes en el agua que comúnmente suele afectar los sistemas de conducción de estrecha salida, se hizo necesario mantener una constante limpieza en las cintas de riego ya que la acumulación de estas sales afecta considerablemente el accionar normal en la distribución de riego. Aunque se programó un constante mantenimiento de cintas, también fue necesario en muchos casos cambiarlas producto de perforaciones que ocurren efecto del terreno, ya que es abundante en semillas de especies como algarrobo y tamarugo que son altamente espinosas.

En función de los resultados de la temporada 1, durante el cuarto periodo de informe se instaló un sistema de riego nebulizador en el invernadero con el fin principalmente de aumentar la Humedad relativa al interior y como método de protección contra heladas cuando las temperaturas llegan por debajo de condiciones fatales para el cultivo (Fig. 26).

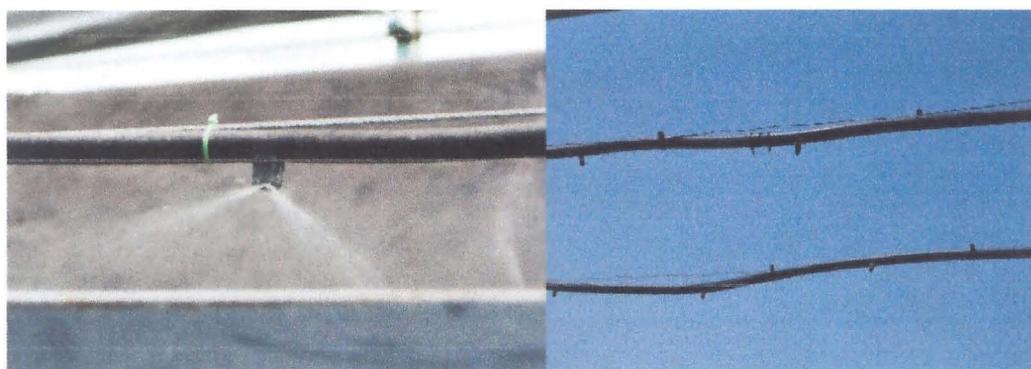


Figura 26. Sistema de riego nebulizado en invernadero

- **Experiencias de cultivo con especies seleccionadas Verano 1**

Para la primera temporada de pruebas de campo, cuando se tuvo construido y reforzado el invernadero, se adquirieron plantines en la ciudad de Arica, las cuales fueron transportadas por tierra, siendo las plantas de diversas hortalizas (Tomate indeterminado Variedad Naomi y Chungará, Tomate determinado variedad Karybe, Pimentón, Melón, Lechugas, Sandía y Pepino), las que se trasplantaron durante el mes de Octubre.

Todas las especies de las cuales se adquirieron plantines fueron plantadas (Fig. 27), replicando prácticamente el mismo número de plantas y el arreglo espacial tanto en la superficie bajo invernadero como al aire libre, iniciándose el periodo de cultivos de verano. En el caso particular de los tomates indeterminados, éstas solo fueron instaladas bajo invernadero, y dado que requieren una estructura de soporte, esta fue construida durante el mes de Noviembre de 2012 antes de que las plantas comenzaran a florecer

para proceder a su amarre, que permitió guiarlas y sustentarlas debido al crecimiento vigoroso.



Figura 27. Faena de transplante de plantines dentro del invernadero.

Cabe señalar que aunque la propuesta inicial proponía un diseño diferente con relación a las especies utilizadas, para dar mayor facilidad de orden logístico se plantaron especies iguales tanto en invernadero como al aire libre, de manera que se pudiera tener una comparación y hacer una evaluación técnica sobre la adaptabilidad de las especies en los 2 ambientes. Para el caso de inicio del cuarto periodo informado, en el cual se encontraban en proceso de producción algunas especies, se eligieron variedades de hortalizas que fueran de mayor demanda comercial en la zona, según lo observado en la temporada de cultivos 1. De acuerdo a los resultados arrojados al cierre de la primera temporada en invernadero y cielo abierto se procedió a seleccionar las especies que mejor se adaptaron en cada uno de los ambientes de tal forma que en la 2° temporada de cultivo las condiciones agroclimáticas de los dos ambientes, fuesen favorables en el desarrollo y producción final. Al inicio de la segunda temporada de cultivos, se produjo un evento climático de helada que causó una pérdida casi total de la plantación efectuada (ver artículo publicado en página siguiente diario de Antofagasta).

Se hizo programación para replantulación de la 2° temporada por pérdidas de un 80% de las plantas totales, producto de las bajas temperaturas registradas en la Región. En este replanteamiento de la segunda temporada en periodo de invierno, se realizó una distribución diferente y selección de especies más tolerantes a las condiciones climáticas que también representan alto interés comercial. La base de selección de las especies y su distribución se basó en la resistencia a condiciones más adversas al desarrollo que se produce fuera del invernadero para lo cual se seleccionó hortalizas de mayor resistencia a condiciones extremas de vientos fuertes, principalmente. Así, se adquirieron platines de las variedades como Tomate Chungará, tomate Naomi, Morrón, Brócoli, coliflor, repollo y lechuga, tanto en invernadero como al aire libre, estas variedades al igual que para la primera temporada fueron suministradas por una plantuladora ubicada en la ciudad de Arica y transportadas por tierra tratando de resguardar sus condiciones naturales sin que se pudiera afectar su desarrollo.

Artículo diario Antofagasta "El Diario" del día 25 de agosto. disponible en:

<http://www.diarioantofagasta.cl/titulares/25908>

"Inusual capa de nieve cubrió San Pedro de Atacama

Por [El Diario de Calama](#) • Domingo 25 de Agosto del 2013

La alcaldesa manifestó su preocupación por la falta de construcción de las 20 casas de los damnificados del pasado aluvión en Toconao.



Nieve en San Pedro de Atacama



Calle de Toconao con nieve.

Una inusual capa de nieve cubrió este domingo a las comunas de San Pedro de Atacama y Toconao, situación que no se apreciaba hace varios años en la zona.

En la comuna de San Pedro de Atacama se registró nieve en los caminos que une San Pedro de Atacama Calama y sectores cordilleranos a la zona como Socaire que registró una mayor cantidad de nieve y que causó el cierre de acceso hacia sus lugares turísticos como Laguna Miscanti Meñiques por la acumulación de nieve en el camino.

Por su parte, la alcaldesa de San Pedro de Atacama, Sandra Berna no dejó de manifestar su preocupación, puesto que este mal tiempo de invierno, podría causar problemas con la ganadería de los pastores atacameños, sobre todo en sectores como Socaire y Talabre que son los que más tienen ganado.

Así también, en lo particular en el pueblo de Toconao sorprendió a sus pobladores, ya que en horas de la madrugada comenzaron las precipitaciones y las bajas temperaturas. Pero aún más se sorprendieron con la caída de nieve, que aunque fue en poca cantidad, sí permitió por algunos minutos causar un aspecto blanquecino en el pueblo.

Sin duda, una de las situaciones que más preocupa a la alcaldesa de San Pedro de Atacama, Sandra Berna es la situación de los damnificados de Toconao, que perdieron sus casas tras el aluvión y, que ya se va a cumplir dos años y aun no hay respuesta en construcción de las 20 nuevas viviendas por parte del Gobierno. "Estoy decepcionada ya van a ser dos años y las familias aun esperan por sus viviendas y es muy necesario sobre todo en este tipo de situaciones de mal tiempo" dijo la autoridad."

Previa preparación del terreno se procedió a realizar el trasplante de las diferentes variedades (Fig. 28, 29). Es importante destacar que se descartaron las variedades utilizadas en la primera temporada de Melón, sandía y pepino principalmente por el lento desarrollo y alta sensibilidad a las condiciones agroclimáticas del terreno (Fig. 30).



Figura 28. Preparación del terreno antes del trasplante.



Figura 29. Faena de trasplante en invernadero



Figura 30. Plantas de melón y sandía en florecimiento después de casi 4 meses

- **Periodo de monitoreo y registro de variables de productividad y costo de las especies seleccionadas y del costo de producción de agua para riego**

Durante todo el periodo desde el inicio de cultivos de la temporada 1, 2 y su re plantación posterior a la helada, se monitoreó y registró las variables de costo que influyen en la rentabilidad de un cultivo comercial, asimismo los parámetros de costo del tratamiento de agua. Esto haciendo consideración a que los accidentes climáticos no pueden considerarse como eventos normales, pero si deben internalizarse como factores que deben tenerse en cuenta durante la construcción de la infraestructura productiva, instalando sistemas que permitan la implementación de medidas preventivas y correctivas, referidas a las capacidades básicas de invernadero (estructura resistente a los vientos), sistema de control de heladas (sistema de aspersion de agua), y todas las demás que puedan contribuir a no tener un efecto detrimental total por los accidentes climáticos. Estos factores indudablemente influyen en el costo de inversión, pero no tanto así en el costo de operación de los cultivos.

- **Registro de variables de costos de comercialización y acceso a mercado de la producción**

Principalmente durante el tercer, cuarto y periodo adicional solicitado, se han registrado los costos experimentados y los precios de venta, sin embargo, es preciso indicar que todo lo obtenido en los cultivos piloto se comercializó en la localidad de San Pedro de Atacama con lo cual el costo de comercialización es relativamente bajo, y además, con precios muy por sobre el promedio nacional.

Línea 3: Validación de la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.

- **Monitoreo periódico de calidad de agua**

Durante todo el proyecto desde que se puso en marcha la planta piloto, se mantuvo el monitoreo periódico de la calidad del agua respecto al contenido inicial y final de B y As, y también a partir del periodo de informe 4 se realizó en terreno un chequeo del contenido de B con un kit colorimétrico de campo desarrollado por la Universidad de Tarapacá. Esto permitió tener la certeza de que la calidad del agua tratada cumplía con los parámetros de calidad requeridos.

- **Monitoreo de tejidos vegetales**

Se tomaron muestras de las hortalizas cosechadas y se enviaron a laboratorios calificados para certificar su calidad nutricional.

Línea 4: Estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible.

- **Análisis y proceso de datos recopilados**

Tomando en cuenta los datos que se recopilaron durante el proyecto se ha hecho un estudio de pre inversión que permite establecer el costo y potencial rentabilidad de la inversión asociada a la tecnología validada a través de la ejecución del proyecto.

Línea 5: Establecimiento de las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).

Estas actividades fueron abordadas en forma práctica en la medida que se fueron comercializando los productos obtenidos en la unidad piloto de cultivos, lo que permitió apreciar varios aspectos particulares de la comercialización en el área de impacto del proyecto, principalmente la alta demanda local y comunal, y los altos precios alcanzados. También se consideró la alta complejidad para abastecerse de insumos requeridos para la comercialización (cajas de madera y/o cartón) por la ausencia de proveedores a nivel regional, aspectos que indudablemente tienen un impacto en los costos de comercialización y deben ser tomados en cuenta en la planificación del escalamiento comercial que podría efectuarse post proyecto.

Carta Gantt o cuadro de actividades comparativos entre la programación planteada en la propuesta original y la real.

CARTA GANTT PROPUETA

Nº OE	Nº RE	Actividad/Hito Crítico	Año 1				Año 2				Año 3			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		Proyecto Tratamiento agua Para horticultura en Toconao.												
	1	Instalación de infraestructura y equipamiento de facilidades del proyecto.												
1		"Adquisiciones de materiales, herramientas e insumos"												
1		"Construcción de módulos de transporte y otros accesorios (estanques, galpones, grupo electrógeno)"												
1		Instalación y Marcha blanca												
1		"Monitoreo, registro y análisis de variables determinantes de costos"												
	2	Establecimiento de parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao												
2,3		Diseño de experiencia piloto al aire libre y bajo invernadero												
2,3		Construcción de invernadero												
2,3		Experiencias de cultivo al aire libre con especies seleccionadas Verano 1												
2,3		Experiencias de cultivo al aire libre con especies seleccionadas Verano 2												
2,3		Experiencias de cultivo bajo invernadero Invierno 1 con especies seleccionadas												

2,3	Experiencias de cultivo bajo invernadero Invierno 2 con especies seleccionadas												
2,3	Periodo de monitoreo y registro de variables de productividad y costo de las especies seleccionadas y del costo de producción de agua para riego												
2,3	Registro de variables de costos de comercialización y acceso a mercado de la producción												
3	Validación de la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.												
3	Monitoreo periódico de tejidos vegetales												
3	Monitoreo periódico de calidad de agua												
4	Estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible.												
4	Análisis y proceso de datos recopilados												
4	Estudio de preinversión efectuado												
5	Establecimiento de las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).												
5	Capacitación de productores para autogestión de la comercialización												
5	Acuerdos preliminares de abastecimiento directo de consumidores de productos hortícolas												
5	Monitoreo y seguimiento del comportamiento de la comercialización de la producción a escala piloto.												
	Fin proyecto												

CARTA GANTT EJECUTADA

Nº OE	Nº RE	Actividad/Hito Crítico	Año 1				Año 2				Año 3			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		Proyecto Tratamiento agua Para horticultura en Toconao.	[Barra azul que cubre todos los trimestres de los años 1, 2 y 3]											
	1	Instalación de infraestructura y equipamiento de facilidades del proyecto.			[Barra amarilla]		[Barra amarilla]			[Barra amarilla]		[Barra amarilla]		
1		"Adquisiciones de materiales, herramientas e insumos"												
1		"Construcción de módulos de transporte y otros accesorios (estanques, galpones, grupo electrógeno)"					[Barra roja]							
1		Instalación y Marcha blanca				[Barra roja]								
1		"Monitoreo, registro y análisis de variables determinantes de costos"					[Barra roja]		[Barra roja]					
	2	Establecimiento de parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao					[Barra verde]							
2,3		Diseño de experiencia piloto al aire libre y bajo invernadero						[Barra verde]						
2,3		Construcción de invernadero						[Barra verde]						
2,3		Experiencias de cultivo al aire libre con especies seleccionadas Verano 1						[Barra verde]	[Barra verde]					

5	Monitoreo y seguimiento del comportamiento de la comercialización de la producción a escala piloto.												
	Fin proyecto												

Razones que explican las discrepancias entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas.

Como se refleja en las tablas comparativas de actividades propuestas y ejecutadas, se generó un retraso en algunas actividades, producto del desfase de los aportes comprometidos. Esto afectó principalmente en el montaje de la infraestructura dado el atraso en la elaboración y adquisición de materiales requeridos en la construcción y ensamble de la unidad demostrativa. El hecho que se atrasara la ejecución de las obras relacionadas con el montaje de la unidad demostrativa (invernadero, estanques, planta de remoción de As y Br, sistema de riego), generó el atraso de las demás actividades propuestas, provocando que la plantulación de las especies seleccionadas para la primera temporada tuviera un atraso aproximado de 6 meses.

Por otra parte los eventos climáticos drásticos en la zona (viento y heladas) como también los fitosanitarios, provocaron que hubiese que readecuar los sistemas de invernadero, implementar sistemas para el tratamiento de plagas y replantar cultivos, lo que generó una modificación temporal en algunas actividades, como por ejemplo reducir las temporadas de siembra a la mitad, de manera de poder abordar el análisis correspondiente dentro del tiempo estipulado.

A pesar de lo anteriormente mencionado, gran parte de las actividades fueron llevadas a cabo, dando cumplimiento a la mayoría de las actividades propuestas y por consiguiente a los objetivos planteados en el proyecto.

4. Resultados del Proyecto

Se presentan los resultados por cada una de las líneas de trabajo consideradas para cada uno de los objetivos específicos.

Línea 1: Instalación de infraestructura y equipamiento de facilidades del proyecto

- **Infraestructura y Equipamiento**

La ejecución del proyecto permitió diseñar e instalar en la zona de Toconao una planta piloto de tratamiento de agua que permite remover el Ar y Br, dejando estos elementos bajo la norma Nch 1333 dirigida a la calidad de agua de riego.

La planta piloto de tratamiento se encuentra construida en base a columnas de intercambio iónico de diversas capacidades tanto para la remoción específica de Boro (Columna de capacidad nominal de 1300 lts.), como para la remoción específica de Arsénico (columnas de capacidad nominal de 250 lts.). El diagrama de conexión hidráulica y eléctrica en modalidad de plano PI&D (Piping and instrumentantion Diagram) se muestra en el (Anexo 1). Cada columna tiene su circuito hidráulico para tratamiento y para regeneración, cuyos flujos desde y hacia los estanques y reservorios se controlan por las bombas, los sensores de nivel, el PLC del tablero de control, y una supervisión manual del ciclo de operación de la planta de tratamiento (Fig. 31, 32, 33 y 34).



Figura 31. Tablero de control eléctrico de la planta piloto (Izquierda). Instalación de soportes para canalización eléctrica (Derecha).



Figura 32. De Izquierda a Derecha: Columna para remoción de boro, Filtro de cuarzo previo al ingreso a las columnas de tratamiento (columnas para remoción de Arsénico).

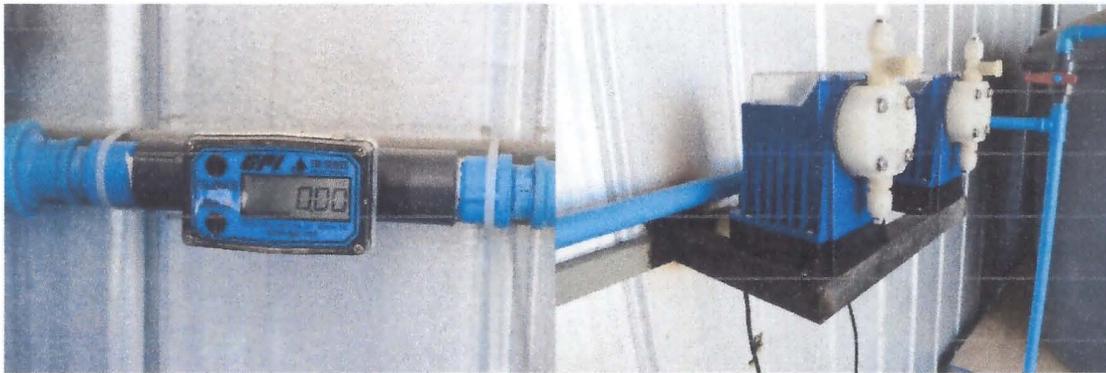


Figura 33. Caudalímetro digital para medición del volumen y caudal instantáneo tratado (Izquierda). Bombas para producto químico concentrado (Derecha).



Figura 34. Rotámetros para equalización de flujo entre columnas específicas para Arsénico (Izquierda). Grupo Electrónico (Derecha).

La construcción del cobertizo para la planta de tratamiento está constituido por un piso de radier de concreto y una estructura metálica recubierta de planchas de zinc alum de 4x6 metros, con un cobertizo lateral anexo con solo techo de aprox. 2,5x6 metros. Adicionalmente, se construyó un cobertizo para el grupo electrógeno de características similares de 2,5x4 metros (Fig. 35 y 36).



Figura 35. Exterior cobertizo para planta piloto de tratamiento (Izquierda) y para grupo electrógeno (derecha).



Figura 36. Interior cobertizo para planta piloto de tratamiento (Izquierda) y para grupo electrógeno (derecha).

La construcción del estanque de acumulación para el agua tratada de 800 m³ capacidad nominal, se logró por la excavación con maquinaria retroexcavadora y posterior afinamiento de la superficie en forma manual (Fig. 37). La dimensión del estanque es de aproximadamente 15x15 metros y 2,5 metros de profundidad, y se encuentra recubierto con liner de HDPE y cercado perimetralmente (Fig. 38).



Figura 37. Estanque de acumulación de agua tratada una vez excavado y afinado previo a la colocación del recubrimiento de HDPE (Liner).



Figura 38. Estanque de acumulación de agua tratada con su cobertura de HDPE (Liner) y cierre perimetral.

Se construyó un pozo de bombeo de aproximadamente de 10 m³ de capacidad, mediante excavación con retroexcavadora y posterior afinamiento de la superficie en forma manual. Las dimensiones aproximadas son 8x8 metros y 2 metros de profundidad y se encuentra recubierto con liner de HDPE (Fig. 39, 40 y 41).



Figura 39. Excavación inicial del pozo de bombeo.



Figura 40. Faena de afinamiento del pozo de bombeo (Izquierda). Afinamiento del pozo de bombeo terminado (Derecha).



Figura 41. Pozo de bombeo terminado con recubrimiento de HDPE.

- **Resultados de análisis de agua procesada en planta piloto Toconao**

La prueba realizada durante la puesta en marcha de la planta de tratamiento se realizó en dos modalidades de operación para verificar la efectividad de cada una en la remoción de B y As. Los resultados muestran que la planta de tratamiento permite generar agua de calidad agua potable, lo que significa que está por sobre los estándares de calidad exigidos para el agua de riego (Tabla I).

Tabla I. Resultado de la remoción de Ar y B efectuada por la planta de tratamiento bajo dos modalidades de operación.

Muestra	Rótulo	As mg/L (kit spectroquant)	B mg/L
Aguas Blancas	Sin Tratamiento	3,57	19,99
Aguas Blancas	Procesamiento en columnas paralelas	0,040	0,18
Aguas Blancas	Procesamiento en columnas en serie	0,00	0,03
Exigencia para cumplir NCh 1.333 (agua de riego)	-	0,1	0,75
Exigencia para cumplir NCh 1.333 (agua potable)	-	0,01	-

Línea 2: Establecimiento de parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao.

La parcela piloto consta de dos zonas: Cultivos de invernadero y cultivos al exterior. Para el primero se diseñó y construyó un invernadero de 48 por 26 metros de superficie y 3 metros de altura, en estructura metálica de acero cubierto con malla antiáfidos, constituido por módulos de 3x3 metros, equipado con riego tecnificado y sistema de nebulización. Respecto de los cultivos exteriores, se fijó un área de 1200 mt² a la que se incorporó riego por goteo (fig. 42).



Figura 42. Zona cultivo de Invernadero (izquierda). Cultivos de exterior (derecha).

- **Temporadas de Cultivo**

Se desarrollaron 2 temporadas de siembra en la cuales se logró hacer una evaluación de adaptabilidad tomando como elementos el desarrollo fisiológico general del cultivo, tanto a nivel de invernadero como en su exterior. Las variedades seleccionadas para cada temporada fueron las siguientes:

Variedades cultivadas		Segunda Temporada	
Primera temporada		Invernadero	Exterior
Invernadero	Exterior		
Sandia	Coliflor	Tomate	Repollo
Lechuga	Lechuga	Changara, Naomi	
Pimentón	Melón	Lechuga	Coliflor
Melón	Sandia	Pimentón	Brócoli
Tomate	Tomate	Brócoli	Especies varias
Changara, Karibe, Naomi	Karibe	Coliflor	

- **Primera Temporada**

Para el caso de la primera temporada los plantines adquiridos en Arica tuvieron el siguiente resultado de sobrevivencia al trasplante y al inicio de la floración y cuaja de frutos:

Cantidad	Tipo de planta	Sobrevivencia al trasplante (%)	Sobrevivencia al estado de inicio de floración (%)
1482	PLANTA COMPLETA TOMATE KARYBE	95	90
240	PLANTA COMPLETA TOMATE CHUNGARA	95	90
240	PLANTA COMPLETA TOMATE NAOMI	95	90
240	PLANTA COMPLETA MELÓN ARAVÁ	95	75
240	PLANTA COMPLETA PEPINO ENS. CAMAN RZ F1	50	0
480	PLANTA COMPLETA ZAPALLO ITALIANO ARAUCO	95	0 (*)
200	PLANTA COMPLETA LECHUGA GABILAN	99	90
240	PLANTA COMPLETA SANDIA SANTA AMELIA	50	20
240	PLANTA COMPLETA PIMIENTO KADEKA	90	70

En particular respecto a los malos resultados de adaptación del pepino y sandía, cabe señalar que estas plantas tuvieron una muy mala supervivencia al trasplante, lo cual probablemente se debió a las condiciones de transporte por tierra, pero particularmente a que, por razones de disponibilidad de mano de obra, fueron las últimas en ser trasplantadas y sufrieron el mayor estrés en este sentido. El caso particular de la ausencia de Zapallo Italiano al momento de la floración (*), es que estas plantas que tuvieron una buena adaptación al trasplante, fueron las primeras que se establecieron (2 semanas antes que las demás), pero luego se decidió eliminarlas ya que este es un cultivo que resulta relativamente menos atractivo comercialmente en la zona del proyecto y se prefirió reemplazarlas por las plantas de melón. En cuanto a las plantas de pimentón, hubo una pérdida de plantas significativa entre el trasplante y el inicio de

floración, pero las que sobrevivieron crecieron vigorosamente dando flores/frutos normales.

Si bien en un comienzo se detectaron problemas de operación en el riego que se reflejaron en el desarrollo inicial del cultivo, la rápida solución de ellos permitió una mejor adaptación de las plantas. Estas se fertilizaron mediante la red de riego y aplicaciones de plaguicidas según los protocolos establecidos, los que fueron específicamente desarrollados para maximizar la producción de tomates como principal cultivo de interés a evaluar.

En el caso particular de los tomates, los resultados indican un desarrollo vigoroso de las plantas tanto determinadas como indeterminadas (fig. 43). Sin embargo los primeros racimos sufrieron afecciones por inestabilidad hídrica, debido principalmente a la adaptabilidad que requieren hacer las plantas al tratar de incorporarse en un medio de agentes climatológicos extremos. En este sentido, y en atención a que se logró constatar que las condiciones ambientales de Toconao son de una predominante baja humedad relativa con un efecto altamente desecante a nivel foliar, se decidió parcializar en mayor proporción los riegos, pasando de un régimen de 2 riegos diarios a una aplicación intermitente de 6 riegos diarios. Esto permitió tener un mejor desarrollo de frutos y permitió a su vez aumentar el calibre de los frutos en los racimos a partir del tercero, lo cual parece confirmar que el estrés hídrico ambiental era el principal factor etiológico de este problema.



Figura 43. Plantas de tomate indeterminado creciendo y con cuaja de frutos.

Además del tomate, la lechuga, pimentón y melón también mostraron ser cultivos de desarrollo vigoroso y buena floración y cuaja de frutos, transformándolos en cultivos potenciales para la actividad agrícola en la zona de Toconao (Fig. 44, 45, 46 y 47).

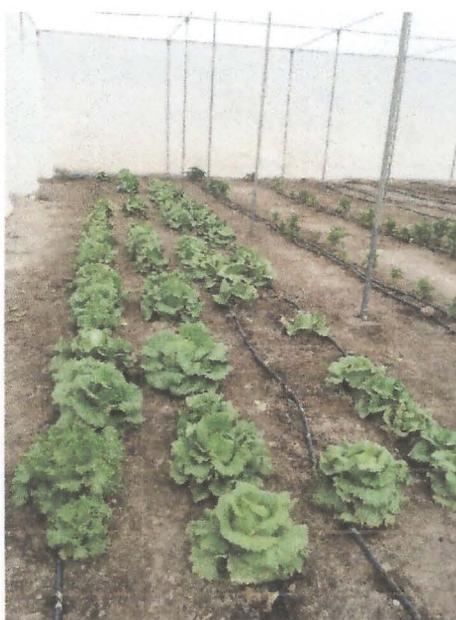


Figura 44. Plantas de Lechuga en plena fase de crecimiento.

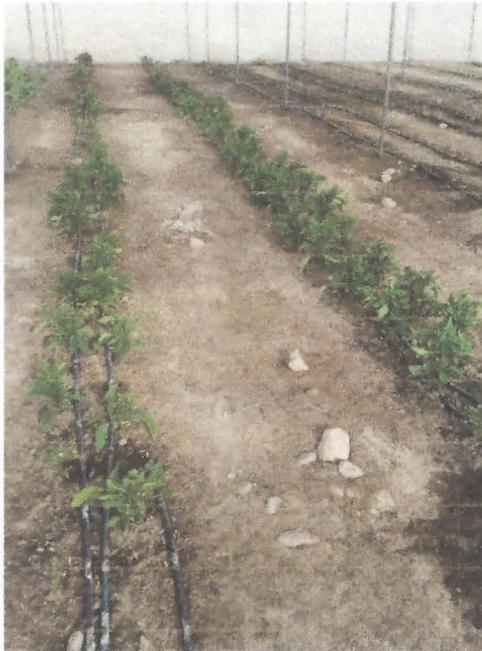


Figura 45. Plantas de pimentón antes al comienzo de la floración



Figura 46. Plantas de pimentón con fruto cuajado y en crecimiento.



Figura 47. Plantas de melón en crecimiento con floración y ya presentando cuaja de frutos.

- **Resultado de Cosecha**

Los datos de cosecha para este periodo no se consideran representativos en la evaluación general del cultivo puesto que en esta temporada se presentó un ataque fitopatológico y entomológico que afectaron considerablemente los cultivos en etapa inicial, impidiendo el cuajado de frutos y defoliación en un grado altamente considerable (fig. 48 y 49). Las acciones correspondientes a controlar estas enfermedades fueron vanas por el daño considerable de los ataques y dado el tipo de enfermedades que se presentan muy poco comunes en cultivos recién establecidos. Se hizo control preventivo y curativo para poder contrarrestar el avance del hongo principalmente alternando diversos productos específicos de uso comercial para este tipo de complicación, pero resultó fallida la acción y como consecuencia se finalizó esta 1º temporada. A manera preventiva se procedió a eliminar los cultivos existentes para prevenir más proliferación de esporas, de tal forma de poder implementar acciones sanitarias que permitieran implementar futuros cultivos.

Una vez erradicados e incinerados los residuos del cultivo se procedió a implementar un plan sanitario total en el terreno de tal forma de poder recuperar el espacio para implementar una nueva temporada de cultivo. Para este control se utilizó el producto comercial Dazomet al 98%, comúnmente usado en cultivos de intención agrícola para el control de hongos, plagas y enfermedades transmitidas por el suelo en periodo de pre siembra. Una vez aplicado al suelo se cubrió el terreno con plástico para prevenir la evaporación del gas desde el suelo por un periodo de entre 21 y 30 días, o más, de acuerdo a las condiciones climáticas presentadas en el terreno. Una vez transcurrido el periodo de acción del producto se prosiguió a retirar el plástico y airear el terreno para poder eliminar los residuos del producto, para finalmente hacer riegos simultáneos acompañados de remoción del terreno.



Figura 48. Plantación de Tomate con ataque de Hongo



Figura 49. Pimentón afectado por *Alternaria Sp*

- **Segunda temporada**

Las plantas fueron adquiridas de igual forma en la empresa Europlant sucursal Arica, trasportadas al lugar de trasplante por tierra. Para esta ocasión y de acuerdo a los resultados de adaptabilidad ya vistos en la primera temporada se eligieron las siguientes variedades:

1	Plantines Tomate Naomi en bandejas.	900
2	Plantines Tomate Chungará en bandejas	900
3	Plantines de Pimiento Morrón	400
4	Plantines Lechuga Escalona	400
5	Plantines de Brocoli	400
6	Plantines de Repollo	400
7	Plantines de Coliflor	400

El tomate y la lechuga se sembraron dentro del invernadero y la coliflor, repollo y brócoli a ambiente abierto, los plantines tuvieron una buena adaptación de manera generalizada. Sin embargo luego de la Helada presentada en Agosto, como se ha descrito en puntos anteriores, fenómeno no presentado en la región en más de 40 años, las plántulas de tomate murieron (Fig. 50 y 51) y sobrevivió la plantación de lechugas bajo invernadero y la de Coliflor repollo y brócoli que estaba a ambiente abierto, especialmente por su naturaleza más resistente. Inmediatamente se procedió a solicitar nuevamente las plántulas a Europlant, para poder reemplazar las que murieron por la helada. Como mecanismo de emergencia se plantaron también, semillas de tomate Cherry y otra variedad indeterminada adquiridas en el comercio que resultaron con crecimientos importantes.



Figura 50. Planta afectada por heladas

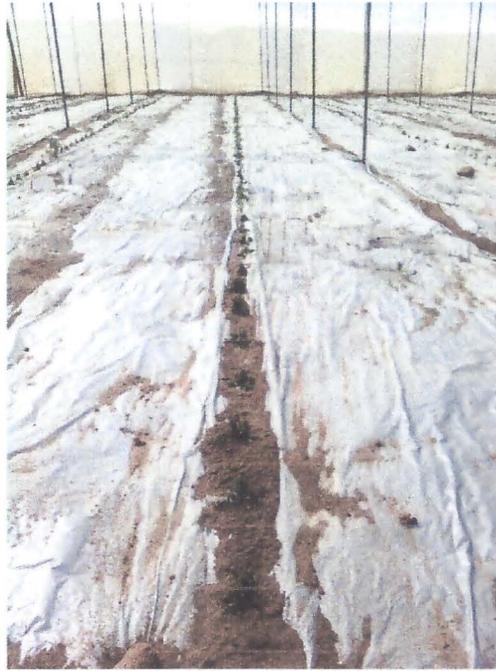


Figura 51. Quemazón de cultivo de Tomate por periodo de helada

Como resultado final del fenómeno se hizo necesario replantar toda el área considerando que las variedades de lechuga superaron la baja temperatura y las variedades de morrón no se encontraban aun sembradas, por lo que la actividad de riego y programa de fertilización se mantuvo mientras se conseguía reemplazar el material afectado. Esto llevó a una redistribución de las variedades dentro de la unidad de invernadero.

Los primeros días de septiembre del 2013 se trasplantaron 400 plántulas de morrón y 400 plantas de Brócoli (Fig. 52). De esta una fracción fue plantada en reemplazo de los tomates quemados en la helada bajo el invernadero.

Para el caso de la lechuga tuvo un comportamiento bastante bueno por su fácil adaptabilidad y buen rendimiento, a pesar de las condiciones de climas extremos este vegetal sobrevivió bien la temporada de invierno (Fig. 53 y 54).



Figura 52. Brocoli y Morron trasplantados a inicios de Septiembre



Figura 53. Lechuga Bajo invernadero (10 de Septiembre 2013)



Figura 54. Lechuga en periodo de cierre lista para ser cosechada

Como consecuencia de la replantación del cultivo se cambió el diseño inicial de distribución, reemplazando parte del área de invernadero dedicada al cultivo de tomate, por plantas de brocoli (Fig. 55) de tal forma de aprovechar de mejor manera el área bajo cobertura con el material con que se disponía en ese momento (Fig. 56).



Figura 55. Nueva distribución de plantas de brocoli



Figura 56. Plantas de Brocoli bajo invernadero

Para el caso del cultivo de morrón que se implemento bajo invernadero su desarrollo general fue muy bueno (Fig. 57), facil de adaptar al terreno y con buena cuaja de frutos. Su parte foliar de buen volumen, pero lamentablemenete susceptible a enfermedades fungosas como Alternaria. Si bien la cosecha de morron se vio un poco afectada el comienzo por la presencia de Alternaria, el cultivo logro superar este ataque generando resultados de produccion bastate interesantes a considerar para el analisis económico de la unidad experimental (Fig. 58).



Figura 57. Cultivo de morrón



Figura 58. Cosecha de morrón

Respecto del cultivo del tomate, una vez replantada el área destinada a este tipo de cultivo (fig. 59) se pudo implementar el programa de riego y fertilización de acuerdo al área sembrada y etapa del cultivo. Entendido esto, el número de plantas trasplantadas finales fue de 700 plantas de variedad *Naomi* y 700 de variedad *Chungara*, que se adaptaron fácilmente y se logró tener una buena tasa de germinación final. En sus primeras etapas de desarrollo mantuvieron un buen tamaño, consistencia y grosor de tallos, también presentaron buena brotación de flores y buen cuajado de frutos.



Figura 59. Plantas de tomate definitiva 2º temporada

El cultivo tuvo una buena respuesta fisiológica al programa de riego y fertilización hasta el inicio del cuajado del cuarto racimo (Fig. 60, 61, 62 y 63), donde reaparecieron focos comunes del hongo *Alternaria*, el cual poco a poco y pese a las medidas preventivas y de control impidieron que las plantas continuaran con el desarrollo normal, limitando considerablemente el ciclo productivo de las plantas.

Consecuencia de lo anterior se dió por terminada la etapa de producción de este cultivo tomando como referencia para el análisis económico los datos de producción hasta el racimo 3° de la planta, aclarando que en condiciones ideales fácilmente se hubiese llegado hasta la producción del racimo 15°



Figura 60. Cultivo de tomate (trasplante final).



Figura 61. Cultivo de tomate Chungara en etapa de cuajado de fruto.



Figura 62. Tomate en periodo de cuajado y maduración (premeros racimos)



Figura 63. Tomates antes de aparición de hongo Alternaria

Línea 3: Validación de la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.

El análisis en terreno de las especies cultivadas en las dos temporadas generaron una gran riqueza de cualidades sensoriales, por medio de las cuales se abarcó en gran medida el análisis organoléptico mediante el método de "calidad sensorial", a través de lo expresado por el personal técnico y pobladores del sector. Así la calidad de los frutos generó una alta aceptación y satisfacción por parte de los pobladores. Como resultado, se describe brevemente algunas características que evidencian la calidad de los frutos recolectados en terreno.

Especies de mejor percepción sensorial para análisis organoléptico

Tomate, Pimentón, Coliflor, Brócoli, Repollo y lechuga

Aspectos resaltantes en la cata.

Aspecto

(Color y Brillo)

En general todos los productos cosechados se caracterizaron, tal como se refleja en las imágenes de soporte visual del proyecto, colores intensos y brillantes por efecto principalmente de las condiciones climáticas que permiten actuar más activamente la parte hormonal, permitiendo un desarrollo fisiológico con esta tipo de característica común, principalmente por el efecto del brillo solar que se puede percibir mas eficientemente en esta zona desértica.

Firmeza (Dureza)

Para el caso de las variedades de tomate este es un factor bastante resaltante, ya que permite evaluar el grado de conservación del fruto post cosecha, puesto que de acuerdo a esta evaluación se podrá generar la resistencia en tiempo para el destino de consumo final. Para esta caso, y considerando las dos variedades comerciales en la temporada II (Naomi, Chungara), demostraron una buena consistencia de piel gruesa, carnosidad interior rojiza y alta firmeza.

En el pimentón, al igual que el tomate, resaltaron estas características. Para el caso de la coliflor, brócoli, repollo, lechuga, aunque son especies comúnmente cosechadas en épocas de invierno y a menores temperaturas, se resaltaron características de buena consistencia, hojas fuertes y de buena firmeza, destacando principalmente el repollo.

Sabor (Gustativas)

El tomate en las dos variedades seleccionadas presentó una alta jugosidad, con alto sabor y dulzor, mediana acidez que junto con la jugosidad confiere percepción de fresca, baja harinocidad y mediana crocancia que concordarían con la sensibilidad al rajado.

El pimentón también presentó buena jugosidad, alto sabor, acidez alta, crocancia mediana y aroma ácido suavizado.

Par el caso de las demás, el repollo tenía un alto sabor con bajo nivel de acidez y alta dulzura, característica común por el alto nivel de radiación, baja harinosidad, aroma fresco y baja crocancia. La coliflor y el brócoli en cambio tenían alta harinosidad, jugosidad mediana y por ende alta crocancia, la lechuga fue bastante resaltante ya que su vigorosidad fue consistente con el alto sabor y jugosidad, baja dulzura, baja acidez que resaltaron el alto aroma y percepción refrescante en la cata.

Para abordar consistentemente esta línea de investigación, se realizaron varios análisis durante el desarrollo del proyecto a nivel de laboratorio para reflejar los niveles de As en los frutos, considerando el nivel extremadamente alto que se encuentra en las aguas originarias y que fueron tratadas y utilizadas para riego de las especies cultivadas.

Tipo	Arsénico (mg)/100gr	Regl. Sant. Alim. N°977/96 (mg/Kg)
Tomate	< 0,001	0,2
Pimentón	< 0,001	0,2
Coliflor	< 0,001	0,2
Brócoli	< 0,001	0,2

Como paralelo de medición se tomó en cuenta el reglamento Sanitario vigente Nro. 977/96 que regula las concentraciones máximas en este caso para frutas y Hortalizas. La selección, tal como sugieren los manuales se hizo al azar en diversos puntos del cultivo y considerando 4 variedades. De esta forma la comparación de acuerdo a los resultados arrojados sería los siguientes:

Comparación de los niveles de arsénico obtenidos en cultivos de Toconao v/s el límite máximo de arsénico permitido en la norma Chilena (reglamento sanitario de los alimentos N°977/96) para la glosa "Jugo de frutas y hortalizas".

Nota: Análisis de arsénico realizados en Agrolab. Este laboratorio se encuentra acreditado por la CNA de la Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo para realizar análisis de Tejidos Vegetales.



LABORATORIO AGRICOLA
ANÁLISIS DE SUELO - FOLIAR - AGUA

INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 109.543
ANÁLISIS TEJIDOS

Productor : Alstec Ltda.
Predio :
Empresa :

Especie : Tomate
Tejido : Fruto
Remite : Eduardo Cisternas

Provincia : Arica
Comuna : Arica
Localidad : Arica

Fecha muestreo : 27-03-2014 F.ingreso : 01-04-2014
Fecha análisis : 01-04-2014 F.informe : 10-04-2014

Pag. 1/4

Identificación Cuartel	:	Tomate	Rango Adecuado*
Variedad	:		
Edad	:		
N° de Laboratorio	:	20910	
Arsénico	(As)	mg/100g	< 0,001
Materia seca	%		6,8

Análisis realizado en fruto fresco y expresado en mg/100g f.fresco



INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 109.543
ANALISIS TEJIDOS

Productor : Aistec Ltda.
Predio :
Empresa :

Especie : Pimenton
Tejido : Fruto
Remite : Eduardo Cisternas

Provincia : Arica
Comuna : Arica
Localidad : Arica

Fecha muestreo : 27-03-2014 F.ingreso : 01-04-2014
Fecha análisis : 01-04-2014 F.informe : 10-04-2014

Pag. 2/4

Identificación Cuartel	:	Pimenton		Rango Adecuado*
Variedad	:			
Edad	:			
N° de Laboratorio	:	20911		
Arsénico	(As)	mg/100g	< 0,001	
Materia seca		%	10,8	



INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 109.543
ANALISIS TEJIDOS

Productor : Aistec Ltda.
Predio :
Empresa :

Especie : Coliflor
Tejido : Fruto
Remite : Eduardo Cisternas

Provincia : Arica
Comuna : Arica
Localidad : Arica

Fecha muestreo : 27-03-2014 F.ingreso : 01-04-2014
Fecha análisis : 01-04-2014 F.informe : 10-04-2014

Pag. 3/4

Identificación Cuartel	:	Coliflor		Rango Adecuado*
Variedad	:			
Edad	:			
N° de Laboratorio	:	20912		
Arsénico	(As)	mg/100g	< 0,001	
Materia seca		%	7,9	



INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 109.543
ANÁLISIS TEJIDOS

Productor : Aistec Ltda.
Predio :
Empresa :

Especie : Brócoli
Tejido : Fruto
Remite : Eduardo Cisternas

Provincia : Arica
Comuna : Arica
Localidad : Arica

Fecha muestreo : 27-03-2014 F.ingreso : 01-04-2014
Fecha análisis : 01-04-2014 F.informe : 10-04-2014

Pag. 4/4

Identificación Cuartel	:	Brócoli	Rango Adecuado*
Variedad	:		
Edad	:		
N° de Laboratorio	:	20913	
Arsénico	(As)	mg/100g	< 0.001
Materia seca		%	8,8

De acuerdo a estos resultados se demuestra la efectividad de la absorción de arsénico por la planta de tratamiento propuesta en el proyecto, manteniendo las concentraciones de este elemento bastante alejadas de las exigidas y reguladas por la norma Chilena, a tal punto de no ser perceptivas en los frutos en la escala y el método de análisis implementados por el laboratorio.

Línea 4: Estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible.

Los resultados generados mediante la operación de la planta piloto para la eliminación de arsénico y boro fueron incorporados en un estudio que se presentó a la Comisión Nacional de Riego por medio del cual la comunidad Aguas Blancas optó al financiamiento para la construcción de una planta industrial para el riego de 30 hectáreas. Esta planta permite la generación de 500 mt³/día de agua tratada, cuya calidad cumple con la norma Chilena 1333. Los datos de postulación y cotización se muestran a continuación:

Ficha postulación para instalación planta tratamiento de agua de riego en sector de Aguas Blancas, Comuna de San Pedro de Atacama:

	Fecha postulación	17/07/2013
---	--------------------------	------------

Sr. Consultor
 El proyecto ha sido postulado exitosamente al concurso **12-2013**, en el **grupo A2** con el código **CNR 12-2013-02-005** conforme a los siguientes datos ingresados y validados por usted:

Nombre del proyecto	Instalación de planta de tratamiento de agua de riego en el sector de Aguas Blancas, comuna de San Pedro de Atacama
----------------------------	---

Datos del Concurso	
Código concurso	12-2013
Grupo	A2

Datos del Solicitante	
Nombre de el o los solicitantes	Asociación Atacameña de Regantes y Agricultores de Aguas Blancas
Nombre de el representante legal	Ariel Heman Gonzalez Cruz
Dirección de notificación	

Variables del proyecto	
Superficie de Postulación(ha)	5,97
Costo total (UF)	
Aporte solicitante (%)	
Bonificación (UF)	

Cotización de planta de tratamiento requerida para la comunidad:

										
Iquique, 15 de Julio 2013.										
Atención: Sres. Asoc. Atacameña de Regantes y Agricultores de AGUAS BLANCAS.										
Presente										
Referencia: Cotización de Equipo de Remoción de Boro y As para agua de riego. Para ser presentada en el concurso de "Calidad de Agua Nacional I" –CNR 2013.										
<u>COTIZACION</u>										
Por la provisión de 01 "Sistema Automático de Extracción de Boro y As" para ser utilizado en el mejoramiento de la calidad de aguas de regadío, y el cual se instalará en un predio del titular, aledaño a Toconao, de la Comuna de San Pedro Atacama, II Región. El presente sistema está diseñado para tratar agua de riego con una concentración de entrada al Sistema, según se indica a continuación:										
<table border="1"><thead><tr><th>Parámetro</th><th>Entrada al Sistema [mg/L]</th><th>*Salida del Sistema [mg/L]</th></tr></thead><tbody><tr><td>Boro Total</td><td>20</td><td>≤0,75</td></tr><tr><td>Arsénico Total</td><td>6</td><td>≤0,1</td></tr></tbody></table>	Parámetro	Entrada al Sistema [mg/L]	*Salida del Sistema [mg/L]	Boro Total	20	≤0,75	Arsénico Total	6	≤0,1	
Parámetro	Entrada al Sistema [mg/L]	*Salida del Sistema [mg/L]								
Boro Total	20	≤0,75								
Arsénico Total	6	≤0,1								
*en cumplimiento a la NCh 1333.										
El Sistema cuenta con una capacidad de producción máxima de 500 m ³ /día de agua tratada, según las concentraciones de contaminantes antes mencionadas. Y cuyo uso será para riego de cultivos diversos de Tomates, hortalizas variadas, alfalfa u otros.										
PRECIO NETO DE VENTA, SEGÚN TIPO DISEÑO:										
COSTO NETO:	NETO									
IVA:										
COSTO TOTAL:	NETO									

Línea 5: Establecimiento de las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).

Durante el proyecto los productos cosechados, que en total fue una cantidad relativamente pequeña, fueron comercializados de manera directa en la localidad de San Pedro de Atacama, que ha absorbido toda la producción sin intermediación, lo cual permitió registrar los precios directos al detalle.

A continuación se detallan precios referenciales de acuerdo a registros de venta obtenidos en San Pedro de Atacama y Toconao.

Hortaliza	Precio (\$)
Tomate	800-1200 x Kg
Lechuga	1000 unidad
Coliflor	1000 unidad
Pimentón	800-1000 x Kg

5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

- Fichas técnicas y de costos del o los cultivos, rubros, especies animales o tecnologías que se desarrolló en el proyecto (*según corresponda a la naturaleza del proyecto*).

Ficha técnica costo tratamiento de agua:

Planta piloto con capacidad de Producción de 60 m3 de agua sin boro, 500 m3 de agua sin arsénico por ciclo de tratamiento,

Costo Inversión \$ 35.000.000

Costo insumos por ciclo de tratamiento

				\$/m3 tratado	m3/tratamiento		
					boro	60	
Boro							
	Ácido Sulfúrico 98%	8,16	Kg	3191,1	162		\$/kg ácido 391
	Soda Caústica 50%	16,67	Kg	6515,2			Soda 391
							Sal 50
Arsénico							
	Soda cáustica	15	litros	11727,2727	122	arsénico	100
	Sal	10	kg	500			

Costo de Energía por ciclo de tratamiento (base comparación red eléctrica)

Kw/hora utilizados	2
Horas de funcionamiento al día	20
Kw/ciclo de tratamiento	40
\$/kwh	160
Costo diario energía eléctrica	6400
Costo adicional / m3	107

Análisis económico actualizado, comparando con los análisis de la propuesta de proyecto.

Análisis económico originalmente planteado con la propuesta.

La evaluación económica del proyecto durante su postulación se planteó en base a un escenario simplificado, en el cual se propone un modelo inicial sin proyecto en que la horticultura es imposible de llevar a cabo en las condiciones existentes en la zona de Toconao, dado que producto de la presencia de Br y Ar en el agua de regadío, se hace imposible el desarrollo de actividad agrícola. Con proyecto, esta situación cambia completamente, debido a que al sacar estos elementos perjudiciales para el desarrollo de vegetales, se viabiliza el desarrollo de una horticultura diversificada, quedando como única restricción la variable ambiental de clima de altura. En esta situación se empleó como especie modelo al tomate, que es la hortaliza de mayor demanda y consumo a nivel nacional y mundial, y que permite una mayor certeza en la elaboración de supuestos debido a que es un cultivo ampliamente difundido en diversos climas de nuestro país y de la cual se conoce bien el comportamiento productivo bajo distintos niveles de tecnología aplicada y ambientes naturales del área de cultivo, pero que además, y fundamentalmente, es la hortaliza de mayor importancia económica en el mercado nacional, por lo cual su demanda es la más alta y permite hacer los supuestos sobre precio de venta con menor rango de error.

No obstante, durante el proceso de revisión del proyecto ya formulado, por parte de FIA, se pidió expresamente incluir un mayor espectro de cultivos en la evaluación económica. Debido a la falta de antecedentes en general del comportamiento productivo de hortalizas en la zona, se decidió incluir en la evaluación económica la producción de otras hortalizas, manteniendo la predominancia del Tomate con un 40% de la superficie anual, e incluyendo el cultivo de Lechuga, Coliflor, Pimentón y Papa. Con esta base, se estimó un rendimiento relativamente bajo para cada una de estas hortalizas, con un

costo de producción que, por falta de mayores antecedentes específicos, fue homologado a los costos del cultivo de tomate, como escenario más conservador. De este modo, se obtuvo una evaluación económica mucho menos atractiva que la anteriormente presentada, pero probablemente más ajustada a la realidad, sin embargo la evaluación siguió arrojando un alto VAN de 202 millones con una tasa de descuento de 12% anual, y una TIR de 20,8%.

Cabe señalar y destacar que el valor de la inversión que se señaló en el flujo de caja es un estimativo de lo que a ese momento se pensó que podría llegar a costar a los potenciales interesados la planta de tratamiento de agua para el escalamiento comercial, pensando en una cifra de capacidad de riego de 70 hectáreas, lo cual es un "castigo" adicional a la rentabilidad del proyecto ya que se ejecuta la inversión con mucha anticipación, pero esto es más económico que adquirir módulos incrementales por separado. Por otra parte, en esta evaluación previa, es necesario tener en cuenta que el costo variable del tratamiento de agua quedó incluido como parte de los costos de cultivo, ya que de otro modo el cultivo no es posible (no hay situación sin proyecto en este caso). De cualquier modo, al costo de producción de agua inicialmente estimado como más probable al escalamiento comercial, la influencia sobre el esquema de costos total es menor, ya que si una hectárea de tomate consume 6000 m³ de agua, el costo variable de esta sería \$900.000, que es perfectamente compatible con la estructura de costo normal de la producción de tomates.

Resumen de supuestos de la evaluación económica de la tecnología antes de ejecutar el proyecto:

Variable	Unidad de medida	Valor inicial	Valor final	Descripción
Producción de Tomate	Ton/há	0	80	Rendimiento del cultivo de tomates posibilitado por el tratamiento de aguas y con las restricciones impuestas por el clima sub óptimo de Toconao para esta hortaliza.
Producción de Lechuga	Ton/há	0	15	Rendimiento del cultivo de Lechugas posibilitado por el tratamiento de aguas y con las restricciones impuestas por el clima sub óptimo de Toconao para esta hortaliza.
Producción de Coliflor	Ton/há	0	15	Rendimiento del cultivo de Coliflor posibilitado por el tratamiento de aguas y con las restricciones impuestas por el clima sub óptimo de Toconao para esta hortaliza.
Producción de Pimentón	Ton/há	0	60	Rendimiento del cultivo de Pimentón posibilitado por el tratamiento de aguas y con las restricciones impuestas por el clima sub óptimo de Toconao para esta hortaliza.
Producción de Papa	Ton/há	0	60	Rendimiento del cultivo de Papa posibilitado por el tratamiento de aguas y con las restricciones impuestas por el clima sub óptimo de Toconao para esta hortaliza.
Cantidad de hectáreas dedicadas a la producción de Hortalizas en Toconao	Hás	0	70 (40% Tomate, 15% Lechuga, 15% Coliflor, 15% Pimentón, 15% Papa)	Incremento gradual de la superficie dedicada al cultivo de hortalizas en la localidad de Toconao.
Precios de las Hortalizas	\$/Kg Tomate \$/Kg Lechuga \$/Kg Coliflor \$/Kg Pimentón \$/Kg Papa	350 100 200 350 200	350 100 200 350 200	Precios conservadores para la venta al detalle a través del año en los centros urbanos de la región de Antofagasta
Costos de producción de las Hortalizas	\$/Kg Tomate \$/Kg Lechuga \$/Kg Coliflor \$/Kg Pimentón \$/Kg Papa	20 20 20 20 20	20 20 20 20 20	Se ha asumido que el costo de la hortaliza más cara de producir es igual al costo de las otras hortalizas a cultivar.
Costo de producción de Agua	\$/m3	500	150	Precio asociado al costo variable de la producción y que tiene un bajo impacto en la estructura de costos del tomate ya que el uso de agua es acotado a 6000 m ³ por temporal

Curva de Adopción

Al momento de plantear el proyecto, se planteó una curva de adopción progresiva de los resultados en un periodo de 10 años.

Innovación	Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Hortalizas regada con agua tratada para eliminar As y B.		0	0	0	0	10	20	30	40	50	60	70
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Tomate regada con agua tratada para eliminar As y B.		0	0	0	0	4	8	12	16	20	24	28
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Lechuga regada con agua tratada para eliminar As y B.		0	0	0	0	2	3	5	6	8	9	11
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Coliflor regada con agua tratada para eliminar As y B.		0	0	0	0	2	3	5	6	8	9	11
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Pimentón regada con agua tratada para eliminar As y B.		0	0	0	0	2	3	5	6	8	9	11
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Papas regada con agua tratada para eliminar As y B.		0	0	0	0	2	3	5	6	8	9	11

Flujo de caja evaluación al momento de presentar el proyecto

Horizonte de Evaluación (años)	10	años
Tipo de Evaluación	Pura	
Tasa	0,12	%
Precio	350.000	\$/ton
Cantidad Incremental por año	10	hec
hectareas iniciales en producción	0	hec
año de inicio de incremento en prod	3	año
año de fin de incremento en prod	5	año
Rendimiento base de producción	80	ton /hec

INGRESOS											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Produccion de hortalizas (Ton/ha)	0	0	0	0	230	230	230	230	230	230	230
Tomate	0	0	0		80	80	80	80	80	80	80
Lechuga	0	0	0		15	15	15	15	15	15	15
Coliflor	0	0	0		15	15	15	15	15	15	15
Pimentón	0	0	0		60	60	60	60	60	60	60
Papas	0	0	0		60	60	60	60	60	60	60
hectareas en produccion	0	0	0	0	10	20	30	40	50	60	70
Tomate	0	0	0	0	4	8	12	16	20	24	28
Lechuga	0	0	0	0	2	3	5	6	8	9	11
Coliflor	0	0	0	0	2	3	5	6	8	9	11
Pimentón	0	0	0	0	2	3	5	6	8	9	11
Papas	0	0	0	0	2	3	5	6	8	9	11
Precio Conservador \$											
Tomate					350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000
Lechuga					100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Coliflor					200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
Pimentón					350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000	350.000
Papas					200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000

FLUJOS NETOS MM\$											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Proyectados	0	0	0	0	168	337	505	673	841	1.010	1.178
Costos de Operación	0	0	0	0	133	267	400	533	667	800	933
Inversión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Beneficios Netos	0	0	0	0	35	70	105	140	175	210	243
Costos del Proyecto	111	55	51	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Neto por Proyecto	-111	-55	-51	0	35	70	105	140	175	210	243

	-111	-49	-40	0	22	40	53	63	71	76	78
VAN Conservador	202										
TIR	20,8%										

(costos de producción extrapolados a partir de datos INDAP para pequeños productores, y adaptados por el equipo formulador del proyecto).

Indicadores económicos de la inversión propuesta

Indicador	Valor	Descripción
VAN	MM\$ 202	La proyección a 10 años de los resultados del proyecto (incluido el proyecto mismo como inversión) arrojó un VAN a una tasa del 12%, de 202 millones de pesos, cifra considerable como para la reactivación de la economía de un sector con dificultades para generar empleo y retener a su población.
TIR	20,8%	Las TIR implica que en cualquier caso un negocio tendría que ofrecer al menos un 20,8% para que fuese indiferente invertir es ese negocio o en el proyecto.

Análisis de Sensibilidad

Variable	Unidad de medida	Valor en la evaluación	Valor en la sensibilización	TIR	VAN
Precio del Tomate	pesos CLP/ton de tomate	350.000	300.000	9,7%	17
Precio del Tomate	pesos CLP/ton de tomate	350.000	400.000	28,3%	386

Es importante mencionar en este caso que en el análisis económico preliminar siempre se habló de un precio de venta al detalle ya que se asumió que se lograría una integración vertical dentro de la cadena de comercialización, eliminando gran parte de los pasos ineficientes de la cadena de comercialización.

Análisis económico actualizado con los resultados de la ejecución de la propuesta.

Finalizado el periodo de ejecución del proyecto, hemos revisado la evaluación económica inicialmente planteada, a la luz de los resultados obtenidos en campo. Las principales diferencias en la evaluación se refieren a una comprensión mayor del impacto que las restricciones ambientales tienen sobre el cultivo, y su impacto tanto en la producción como en los costos. Por otra parte, se ha podido establecer el costo de la producción de agua tratada con mucho más exactitud a lo proyectado a escala comercial. De este modo, también se han bajado los rendimientos esperados para el tomate, se ha descartado el cultivo de papas, y se incorpora el rendimiento de lechugas y coliflor en unidades (lo que permite expresar mejor la realidad de la comercialización de estas hortalizas). También se han revisado los precios de los productos en función de lo experimentado en la comercialización durante el proyecto, y por otra parte, hemos aumentado fuertemente los costos de producción para reflejar el gran impacto restrictivo de las condiciones ambientales, fitosanitarias y el tratamiento de agua.

Resumen de supuestos de la evaluación económica de la tecnología validada a través del proyecto:

Variable	Unidad de medida	Valor inicial	Valor final	Descripción
Producción de Tomate	Ton/há	80	60	Rendimiento del cultivo de tomates indeterminados proyectado en base al cultivo piloto. El rendimiento es bajo debido a restricciones ambientales y fitosanitarias. Aún así se justifica su cultivo debido al precio local de esta hortaliza.
Producción de Lechuga	Ton/há	15 ton/ha	25.000 unidades/ha	Rendimiento del cultivo de Lechugas obtenido en unidad piloto extrapolado a una hectárea.
Producción de Coliflor	Ton/há	15 ton/ha	25.000 unidades/ha	Rendimiento del cultivo de coliflor obtenido en unidad piloto extrapolado a una hectárea.
Producción de Pimentón	Ton/há	0	60 ton/hectarea	Rendimiento del cultivo de pimenton proyectado en base al cultivo piloto. El rendimiento es relativamente bajo debido a restricciones ambientales y fitosanitarias. Aún así se justifica su cultivo debido al precio local de esta hortaliza.

Producción de Papa	Ton/há	0	0	Este cultivo no fue evaluado en el proyecto.
Cantidad de hectáreas dedicadas a la producción de Hortalizas en Toconao	Hás	70 (40% Tomate, 15% Lechuga, 15% Coliflor, 15% Pimentón, 15% Papa)	30 (36% Tomate, 15% Lechuga, 15% Coliflor, 34% Pimentón)	Se corrigió la superficie máxima posible de cultivar debido a que la comunidad no ha obtenido mayores concesiones de terreno como se proyectó originalmente y esta es la superficie real disponible para escalar los resultados del proyecto. Se sigue planteando un incremento gradual de la superficie dedicada al cultivo de hortalizas en la localidad de Toconao en 10 hectáreas por año.
Precios de las Hortalizas	\$/Kg Tomate \$/Kg Lechuga \$/Kg Coliflor \$/Kg Pimentón \$/Kg Papa	350 100 200 350 200	1000 1000 por unidad 1000 por unidad 800 -	Precios observados para la venta directa de las hortalizas producidas durante la ejecución del proyecto, obtenidos en las localidades de San Pedro y Toconao.
Costos de producción de las Hortalizas	\$/Kg Tomate \$/Kg Lechuga \$/Kg Coliflor \$/Kg Pimentón \$/Kg Papa	20 20 20 20 20	80 80 80 80 -	Para simplificar el análisis, aún a riesgo de sobrevalorar el costo de producción de las hortalizas más sencillas como Lechuga y coliflor, Se ha asumido que el costo unitario de la hortaliza más cara de producir es igual al costo de las otras hortalizas a cultivar. Respecto al escenario inicial, este costo subió en un 300%, debido al impacto del requerimiento de productos fitosanitarios y el mayor costo de la producción de agua tratada que el proyectado inicialmente.
Costo de producción de Agua	\$/m3	150	400	Precio asociado al costo variable de la producción y que tiene impacto en la estructura de costos de las hortalizas, ya que tomando como referencia el tomate, el uso de agua es acotado a 6000 m ³ por temporada (equivalente a \$40/kg de tomate producido, explicando la mitad del aumento en el costo de producción descrito).
Inversión requerida Tratamiento de agua y riego por goteo	MM\$/proyecto	-	160	Es el costo cotizado para la inversión en tratamiento de agua para el caudal necesario para regar 30 hectáreas, incluyendo la tecnificación del riego de esa superficie.
Inversión requerida en invernaderos	MM\$/hectárea	-	15	Es el costo cotizado para la inversión en estructura de invernadero de malla antiáfidos requerido prorrateado en las 30 hectáreas disponibles para escalar el proyecto.

Curva de Adopción planteada como resultado del proyecto

Al momento de revisar la curva de adopción de los resultados del proyecto en base a los resultados obtenidos, se plantea una curva de adopción rápida, debido a que la comunidad de Aguas Blancas tiene un alto grado de percepción de los resultados del proyecto y lo ha valorado positivamente, percibiendo que es una oportunidad de negocios rentable, teniendo además la capacidad de inversión que se requiere para la planta de tratamiento que permite tratar el agua para las 30 hectáreas disponibles, junto con la inversión en invernaderos y sistema de riego que se requiere para alcanzar este nivel productivo, lo cual podría hacerse efectivo a partir del segundo año del horizonte de evaluación en un periodo de 10 años.

Innovación	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Hortalizas regada con agua tratada para eliminar As y B.	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Tomate regada con agua tratada para eliminar As y B.	0	0	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Lechuga regada con agua tratada para eliminar As y B.	0	0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Coliflor regada con agua tratada para eliminar As y B.	0	0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Superficie (hectáreas) dedicada al cultivo de Pimentón regada con agua tratada para eliminar As y B.	0	0	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2

Flujo de caja evaluación al momento de presentar el proyecto

Horizonte de Evaluación (años)	10	años
Tipo de Evaluación	Pura	
Tasa	0,12	%
Precio	1.000.000	\$/ton
Cantidad Incremental por año	30	há
hectarias iniciales en produccion	0	há
año de inicio de incremento en prod	2	año
año de fin de incremento en prod	2	Año
Rendimiento base de produccion	60	ton /há

INGRESOS											
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Produccion de hortalizas	0	0	0	0							
Tomate (ton/ha)	0	0	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Lechuga (unidades/ha)	0	0	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Coliflor (unidades/ha)	0	0	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
Pimentón (ton/ha)	0	0	60	60	60	60	60	60	60	60	60
hectareas en produccion	0	0	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Tomate	0	0	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
Lechuga	0	0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Coliflor	0	0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Pimentón	0	0	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
Precio Conservador \$											
Tomate			1.000.000	1.030.000	1.060.900	1.092.727	1.125.509	1.159.274	1.194.052	1.229.874	1.266.770
Lechuga			1.000	1.030	1.061	1.093	1.126	1.159	1.194	1.230	1.267
Coliflor			1.000	1.030	1.061	1.093	1.126	1.159	1.194	1.230	1.267
Pimentón			800.000	824.000	848.720	874.182	900.407	927.419	955.242	983.899	1.013.416

FLUJOS NETOS MM\$											
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos proyectados	0	0	1.363	1.403	1.446	1.489	1.534	1.580	1.627	1.676	1.726
Costos de Operación	0	0	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300
Inversión	0	0	610	0	0	0	0	0	0	0	1
Beneficios Netos	0	0	-547	103	146	189	234	280	327	376	425
Costos del Proyecto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo Neto por Proyecto	0	0	-547	103	146	189	234	280	327	376	425

	0	0	-436	74	93	107	118	126	132	136	137
VAN Conservador	486										
TIR	29,3										
	%										

Indicadores económicos de la inversión proyectada en base a los resultados del proyecto.

Indicador	Valor	Descripción
VAN	MM\$ 486	La proyección a 10 años de los resultados del proyecto (incluido el proyecto mismo como inversión) arroja un VAN a una tasa del 12%, de 486 millones de pesos, cifra considerable como para la reactivación de la economía de un sector con dificultades para generar empleo y retener a su población.
TIR	29,3%	La TIR obtenida en este escenario revisado con respecto a los resultados obtenidos, implica que en cualquier caso un negocio tendría que ofrecer al menos un 29,3% de rentabilidad para que fuese indiferente invertir en ese negocio o en el proyecto. Esta cifra indica una alta rentabilidad de los resultados del proyecto.

Análisis de Sensibilidad

Variable	Unidad de medida	Valor en la evaluación	Valor en la sensibilización	TIR (%)	VAN MM\$
Precio productos	pesos CLP/ton de tomate	100%	80%	-	-945
Precio productos	pesos CLP/ton de tomate	100%	120%	151,7%	1.918

Es importante indicar que la sensibilización de precios parece indicar que la rentabilidad del proyecto es altamente sensible en un rango relativamente estrecho de la variación del precio de los productos hortícolas considerados en la evaluación, lo cual debe tenerse en cuenta como un factor importante en el análisis de la inversión a efectuar. Sin embargo, y en particular respecto al impacto negativo de la baja del precio en un 20%, es posible indicar que durante todo el periodo del proyecto los precios observados más bajos fueron los utilizados en el análisis, con lo cual se puede plantear que el escenario utilizado es altamente conservador, y el análisis de sensibilidad a la baja de precios está sobre estimando la posibilidad de un escenario de este tipo.

Análisis de las perspectivas del rubro, actividad o unidad productiva desarrollada, después de finalizado el proyecto.

La producción de hortalizas en la segunda región es una actividad que, tanto desde el momento en que se planteó el proyecto como durante toda su ejecución, sigue estando en el centro del interés de los pequeños productores regionales, debido a que la actividad económica de la región y su relativa lejanía de los centros productivos hace altamente atractivos los precios en los mercados locales de estos productos. Por otra parte, esta región tiene una alta competencia de los recursos productivos y los activos complementarios con la industria minera, lo cual hace que la producción local, cuando es lograda, siempre cuente con precios atractivos. Sin embargo, es importante destacar que una gran parte del precio alto de estas hortalizas se logra explicar porque la competencia por los recursos humanos y otros recursos productivos a nivel regional no hacen a la producción local muy competitiva como generadora de empleo. Aún así, lugares como la localidad de Toconao, tienen la ventaja de estar muy cerca de los principales centros de consumo, lo cual genera un nicho puntual para la producción que resulta atractivo. Si a esto se suma que la comunidad de Aguas Blancas tiene los derechos de agua, los terrenos y el capital requerido para la inversión que se puede derivar de los resultados del proyecto, se configura una oportunidad atractiva de inversión con altas posibilidades de sustentabilidad económica en el mediano y largo plazo.

Descripción estrategias de marketing de productos, procesos o servicios (según corresponda a la naturaleza del proyecto).

La producción hortícola que se plantea como resultado final del proyecto tiene una estrategia de comercialización bastante directa, ya que la comunidad participa en los mercados locales con sus productos tradicionales y tiene los canales de comercialización establecidos, por lo cual solo se requiere su ampliación. La comunidad tiene además

una ventaja adicional debido a que ya tiene una vinculación estrecha de colaboración con empresas mineras y otras instituciones de alto poder adquisitivo a nivel local, lo cual permite contar rápidamente con clientes para la producción hortícola que se desarrolle.

6. Impactos y Logros del Proyecto:

- **Descripción y cuantificación de los impactos obtenidos, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias.**

El principal impacto obtenido ha sido lograr la producción de hortalizas en la localidad de Aguas Blancas, la cual nunca había sido desarrollada previamente, pese a múltiples intentos. Esto se logró en virtud de la innovación tecnológica de tratar el agua para eliminar simultáneamente los contaminantes Boro y Arsénico presentes en el agua. Pese a que el nivel productivo logrado, particularmente en el caso del tomate, no es el esperado, aún así se logró validar técnica y económicamente esta producción, lo cual es por sí solo el mayor impacto registrado por la ejecución de este proyecto.

El segundo impacto principal conseguido, es que esta producción se logró hacer a un costo económico directo e indirecto (extrapolado en base a la validación a escala piloto efectuada en el proyecto) que, si bien es cierto es mucho más elevado que el costo productivo en las regiones de producción agrícola principal a nivel nacional, es suficientemente bajo en relación a los precios locales como para hacer una actividad rentable.

Finalmente, se puede mencionar un tercer impacto, que es la generación de una conciencia en los beneficiarios principales de los resultados de la iniciativa (agente asociado al proyecto, comunidad indígena atacameña de agricultores y regantes de

Aguas Blancas) de lo valioso que resulta la propiedad de sus aguas recibidas como herencia ancestral y la posibilidad de tratarla con medios tecnológicos para su utilización en el riego, anhelo ampliamente postergado y que ahora es una realidad concreta.

- **Indicadores de impactos y logros a detallar dependiendo de los objetivos y naturaleza del proyecto:**

Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Unidad piloto demostrativa	0	2000 m2	2000 m2
Producción tomate	0	60 ton/há	60 ton/há
Producción Pimentón	0	60 ton/há	60 ton/há
Producción Lechuga	0	25000 un/há	25000 un/há
Producción Repollo	0	25000 un/há	25000 un/há
Producción Coliflor	0	25000 un/há	25000 un/há
Costo producción de agua tratada libre de B y As (\$/m3)	(proyectado)	evaluado a escala piloto	

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nuevos empleos generados	0	3	3 (empleados unidad piloto)
Productores o unidades de negocio replicadas	0	1	1

Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producción de hortalizas		X		Se habilita una nueva actividad productiva para el agente asociado al proyecto.
Proceso de tratamiento de agua simultáneo B y As	X			Se valida a escala piloto la viabilidad técnica y económica de tratar el agua con

				altos niveles de B y As que imposibilitaban la producción hortícola

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes		
Solicitudes de patente		
Intención de patentar		
Secreto industrial		
Resultado no patentable	1	Sistema tecnológico de producción de agua libre de B y As a escala agrícola.
Resultado interés público		

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica		
Generación nuevos proyectos	1	Proyecto de planta de tratamiento para 30 hectáreas en localidad de Aguas Blancas (proyecto postulado a CNR).

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (<i>Citas, título, descripción</i>)
Publicaciones		
<i>(Por Ranking)</i>		
Eventos de divulgación científica		
Integración a redes de investigación		

Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (<i>Título, grado, lugar, institución</i>)
Tesis pregrado		
Tesis postgrado		
Pasantías		
Cursos de capacitación		

- **Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:**

Legales

Durante el proyecto no se detectaron problemas legales que afectasen al proyecto en forma negativa durante su periodo de ejecución. Al momento de presentar el proyecto de planta para tratamiento capaz de abastecer 30 hectáreas (resultado informado en el 4to periodo de reporte de actividades), se presentó un problema dado que no fue posible obtener el certificado que validara la tenencia de las aguas y las tierras que permitan a la comunidad aguas blancas obtener el beneficio de la ley 18.450. Sin embargo, desde el minuto que se generó ese problema, se ha venido trabajando en su solución y está próximo a ser resuelto.

Técnicos

Las dificultades técnicas experimentadas se relacionaron principalmente a las limitaciones logísticas sumadas a los contratiempos impuestos por los eventos climáticos extremos experimentados durante el periodo de ejecución.

Como medida correctiva fue necesario reducir el número de temporadas que se pudo evaluar y reprogramar nuevas plantaciones. Además, como medidas preventivas de nuevos episodios climáticos como el de helada sufrida en Agosto de 2013, se instaló el sistema de nebulización que tendría efecto en heladas eventuales en la zona.

Administrativos

No se han presentado problemas administrativos dignos de mención durante el periodo de ejecución del proyecto.

De gestión

Uno de los principales problemas limitantes de la gestión experimentados durante el proyecto, fue la dificultad para adquirir algunos recursos en caso de urgencia,

principalmente de mantención de equipos, ya que debido a la ubicación relativamente retirada del área de ejecución, estos no fueron fáciles de adquirir y si se consiguieron, siempre fue a un costo más elevado.

Para tal efecto se sugiere un plan de mantención frecuente para evitar paradas prolongadas que puedan afectar los cultivos.

7. Otros Aspectos de Interés

Cabe mencionar que el proyecto se ha transformado en un hito de referencia para otras comunidades de la zona, y en general a nivel de toda la provincia de San Pedro de Atacama, que han visitado frecuentemente la unidad piloto del proyecto y han visto la posibilidad de contar con esta tecnología para tratar sus aguas y así iniciar actividades hortícolas del mismo orden de las planteadas en el proyecto. Este impacto se pudo observar directamente a través de la presentación de proyectos de riego en los concursos de Calidad de Agua de la CNR del año 2013, que fueron varios en la segunda región y que postularon para la adquisición de la tecnología demostrada en el proyecto. En este sentido, los resultados han generado una respuesta positiva en las autoridades y agricultores de la zona, demostrando ser un proyecto viable técnica y económicamente.

8. Conclusiones y Recomendaciones:

- Los resultados obtenidos durante el proyecto, si bien fueron menos significativos que los originalmente planteados, fueron suficientes como para realizar comparaciones productivas y económicas, y permiten proyectar un negocio suficientemente atractivo a partir de la proyección de estos resultados y su escalamiento comercial por parte del agente asociado en el proyecto, que cuenta con todos los recursos y activos complementarios requeridos para hacer un uso exitoso de los resultados del proyecto.

- Se pudo lograr una importante labor de promoción del proyecto con autoridades de la región (CNR, el MOP y el INDAP), quienes fueron claros en demostrar su grata sorpresa con los resultados obtenidos, y tomaron un rol activo en la promoción y difusión de estos resultados.
- La comunidad de aguas blancas postuló a fondos del concurso de Calidad de Agua para el 2014 con fines de riego productivo, incluso con interés de ampliar el uso al de consumo humano. Pese a que la postulación no prosperó por problemas de dificultad de validación legal de la tenencia de la tierra y las aguas por parte de la comunidad, este proceso será continuado durante el 2014 para materializarse el 2015.
- Los desafíos presentados han sido relevantes a la hora de hacer una proyección a futuro con mayor experiencia, respecto a instalaciones, cultivos más adaptables, etc., se ha consolidado un equipo de trabajo quien en conjunto ha logrado canalizar toda la experiencia para el beneficio del proyecto.
- Como principal recomendación para maximizar los beneficios resultantes de la adopción de los resultados del proyecto, se plantea la generación de una campaña de reconocimiento de la producción local que permita diferenciar los productos en el mercado regional y generar así un factor de preferencia por parte de los consumidores que logre mantener y sustentar los altos precios en el mediano y largo plazo. Asimismo, se recomienda una estrategia de comercialización directa, lo cual se considera plenamente factible debido al alto grado de organización de la comunidad Aguas Blancas y el alto grado de interacción que mantiene con las entidades a nivel regional.

IV. INFORME DE DIFUSIÓN

Seminario de transferencia tecnológica a comunidad de aguas Blancas

Aunque a lo largo de todo el proyecto se ejecutaron reuniones periódicas para dar a conocer el avance y resultados a la comunidad de aguas blancas, durante este periodo resaltan 2 seminarios:

- a) Seminario de inducción al desarrollo y ejecución del proyecto.

Una vez aceptadas las bases y aprobado el proyecto, se dio inicio al programa de acuerdo al plan operativo propuesto. Así, se desarrollo una reunión de información con representantes de la comunidad de aguas blancas, socios y demás personas interesadas en el tema. En estas reunión se coordinó las actividades a seguir y los compromisos por cada una de las partes, de tal forma que se lograra ejecutar en su 100% la propuesta, manteniendo información fluida por el personal encargado y asignado por la empresa y la comunidad participante.



Figura 64. Seminario Inicio de proyecto

- b) Seminario Transferencia tecnológica y exposición de resultados

Esta actividad consistió principalmente en transferir información de resultados de cosechas, actividades ejecutadas, compromisos cumplidos y de operatividad de la unidad demostrativa con fines de escalamiento en el área de cultivo (figura 65, 66).



Figura 65: Seminario transferencia tecnológica Febrero 2014.

A cada participante se le entregó una carpeta con el resumen del seminario, en donde se indicaban los aspectos más importantes y resultados del proyecto.

DESARROLLO DE UN CENTRO DE PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DIVERSIFICADO EN LA LOCALIDAD DE TOCONAO POR MEDIO DEL TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS CON BORO Y ARSENICO

Asoc. Indígena Atacameña de Agricultores y Regantes Aguas Blancas

Asitec Ltda

Fundación Para la Innovación Agraria

Febrero 2014

1. Objetivo general

Desarrollar un centro de producción de hortalizas frescas en la comunidad de Toconao por medio de la descontaminación de B y As de las aguas disponibles para riego.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

N°	Objetivos Específicos (OE)
1	Establecer la validación técnica y económica de una planta piloto para abastecimiento de B y As en el agua de riego.
2	Establecer una parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Toconao.
3	Validar la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.
4	Generar un estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible.
5	Establecer las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).

RESUMEN EJECUTIVO

En general las aguas del norte grande de Chile tienen problemas de presencia de sales y metales pesados.

La actividad agrícola tradicional asociada a la presencia de agua en un clima favorable, en esta zona, se presenta con presencia natural de Boro en concentraciones fitotóxicas y además de Arsénico.

En estas condiciones la actividad productiva limitada y asociada a la producción de ecotipos locales de maíz y alfalfa.

Particularmente grave es en este caso, la presencia de Arsénico en cantidades extremadamente altas de 6 a 7 mg/L (considerando que la norma OMS para agua potable es 0.01 mg/L).

ASITEC Ltda. tiene una amplia experiencia desarrollada desde el año 1999 para eliminar el problema de Boro en aguas para uso agrícola. A su vez, esta empresa ha desarrollado la aplicación a escala industrial de un sistema económico de abastecimiento de Arsénico.

Un aspecto fundamental de estas tecnologías es que son orientadas a la remoción específica de contaminantes y no de las sales totales (como la Osmosis Inversa) con lo cual el costo total/inversión es mucho más bajo.

El proyecto tiene la ventaja adicional de que está planteado en el marco de una Asociatividad comunitaria generada espontáneamente, y que involucra a un amplio sector de la comunidad de Toconao.

Problema u oportunidad

El problema en particular, es que la calidad del recurso hídrico disponible presenta 2 elementos contaminantes en forma natural, Boro (14,5 mg/lit) y Arsénico (6,4 mg/lit).

El elemento Boro es en efecto, y como se demuestra altamente fitotóxico para la mayoría de las especies cultivadas cuando su presencia supera los 3 mg/lit y causa en general problemas de rendimiento y calidad por sobre los 1 mg/lit en especies más sensibles.

El Arsénico es un poderoso tóxico para el ser humano y no se recomienda su presencia en aguas principalmente para uso potable en cantidades superiores a 0,01 mg/lit.

La oportunidad que se configura surge a partir de la existencia de tecnología para abastecimiento de Boro, y también para Arsénico, en un sistema de tratamiento que permite un bajo costo por m³.

La empresa ASITEC Ltda. ha venido desarrollando la tecnología y el know how necesario para enfrentar el tratamiento de aguas contaminadas con Boro y con Arsénico para uso agrícola. De este modo, a través de la propuesta, se busca habilitar el uso de los recursos hídricos disponibles por parte de la Asociación Indígena Aguas Blancas.

Los resultados, están orientados a validar localmente la tecnología y el costo de operación.

Además, se efectuarán los estudios para determinar cultivos alternativos de producción agrícola, que tengan impacto productivo bajo las condiciones climáticas de la zona y controlados en invernadero con malla antiplagas, en diferentes periodos estacionales. Generando una oportunidad de desarrollo hortícola en una zona altamente demandante y escasa de productos agrícolas.

Línea 1: Validación técnica y económica de una planta piloto para abatimiento de B y As en el agua de riego



Línea 2: Establecimiento de parcela piloto de cultivos hortícolas diversificados en la comunidad de Totonao.



Línea 3: Validación de la calidad nutricional y organoléptica de las hortalizas producidas en la unidad piloto.

Variedades cultivadas

Primera temporada

Invernadero	Exterior
Sandía	Coliflor
Lechuga	Lechuga
Pimentón	Melón
Melón	Sandía
Tomate	Tomate
Changara, Karibe, Naomi	Karibe

Segunda Temporada

Invernadero	Exterior
Tomate	Repollo
Changara, Naomi	
Lechuga	Coliflor
Pimentón	Brócoli
Brócoli	Especies varias
Coliflor	

Cultivo Invernadero 1°

Tomate



Lechuga



Pimentón



Melón y Sandía



Exterior 1°



Invernadero 2°

Lechuga y pimentón



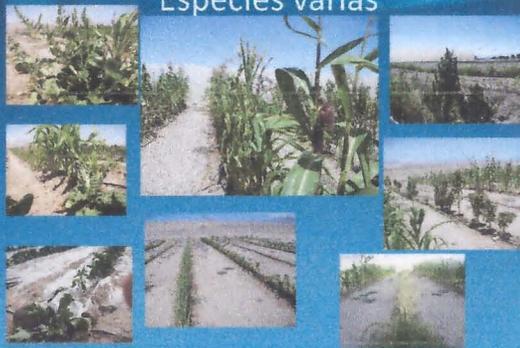
Brócoli



Exterior



Especies varias



Linea 4: Estudio de pre inversión para el escalamiento de la unidad piloto hacia todo el terreno disponible

Especie	Españoles (5/2)	producción	unidad	costo (Dol)	Observaciones
Tomate	270	1200 kg		44.444	Alternativa
lechuga	27.2	310 unidades		77.208	
Brocoli	74	104 unidades		13.584	
Pimentón	48	301 kg		22.884	
mali	850				0 con insecticidas, epa y otros y otros
Kahve	18				0 con fertilizante
cebada	18	1 kg		10000	
cebolla	14				0 con fertilizante
zanahia	88	80		28.876	
calabac	88	0		3.320	con insecticidas, fertilizante
guisano	28				0 con fertilizante

Linea 5: Establecimiento de las bases de un sistema de comercialización de los productos hortícolas integrado verticalmente (sin intermediarios).

Los productos generados durante el proyecto, dado los problemas que debieron enfrentar, y la gran cantidad de variedades probadas, genero un volumen pequeño de producción que no permitió desarrollar un sistema de comercialización a gran escala en locales de consumo masivo.

Por esta razón, los productos fueron comercializados en los puntos de venta local, generando antecedentes parciales pero difícilmente extrapolables a una actividad agrícola de gran escala.

El análisis financiero se realizará basados en antecedentes de mercado con productos de otras fuentes agrícolas presentes en los mercados de consumo masivo, que para fines de estimar la rentabilidad del negocio tiene validez comercial.

Costos

COSTOS VARIABLES MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO

Columna As se regenera cada 1000 m3 tratados:

Regeneración: 20 kg NaOH + 15 Kg NaCl (\$500/kg de NaOH + \$200 Kg/ NaCl) (\$13/m3)

1000 litros de agua libre de As.

Gasto de energía durante el proceso de tratamiento y regeneración: 0,35 Kw/hora.

Caudal de planta 3 m3/hora

334 horas de tratamiento + 3 horas de regeneración (\$24/m3 a tarifa de red)

(planta requiere 1 litro/hora de diesel para operación)

Costo variable cercano a \$37/m3 en planta piloto Aguas Blancas

Columna de Boro regeneración cada 60 m3 tratado

Regeneración 30 Kg NaOH + 19 Kg H2SO4 (\$500/kg de NaOH + \$400 Kg H2SO4) (\$370/m3)

Costo Variable Total Entre \$350- \$400 m3 Agua libre de Boro y Arsénico

Insumos

CANTIDAD	kg. Lbs. Onza	DETALLE	Precio	Total
200	kg	Albano de calcio	760	152.000
200	kg	Nitrato de potasio	899	179.800
100	kg	Fosfato monoamónico	748	74.800
100	kg	Albano de magnesio	400	40.000
90	kg	Sulfato de calcio	278	25.020
80	kg	Sulfato de aluminio	390	31.200
25	kg	Albano de calcio	814	20.350
20	kg	Albano de calcio	760	15.200
20	kg	Albano de calcio	760	15.200
9	onza	Sulfato de calcio (anhidrido)	16.620	149.580
1	onza	Nitrato de potasio 1 lb	98.874	98.874
1	onza	Fosfato 2 lb	3.350	3.350
1	onza	Albano 1 lb	80.492	80.492
				797.286

Costos/utilidad								Principales problemas metodológicos enfrentados	
Cultivo	WUOLU/1000	FRUTILLON/1000	TARU/1000	FIN/1000/1000	FIN/1000/1000	MIND/1000	TARU	UT/1000	
General	1.000	93.000	90.000	80.000	2.500.000	4.000.000	6.500.000	43.000.000	
Infraestructura	500	77.000	3.800.000					42.000.000	
Siembra	700	3.000	95.000.000					3.000.000	
Mantenimiento	500	2.000	880.000					3.500.000	
Operación	1000	130.000	2.000.000					18.000.000	

Los cultivos que fueron plantados al aire libre, teniendo el mismo manejo de fertilización, han tenido un desempeño y tasa de crecimiento marcadamente inferior al experimentado bajo invernadero.

- Carencia de mano de obra
- Clima Extremo (heladas)
- Desplazamiento
- Manejo de plagas
- Control de enfermedades

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
<p>La Unidad Piloto de tratamiento de agua permitió validar todos los supuestos del proyecto y generar agua tratada para el riego de hasta 1 hectáreas como máximo.</p> <p>Esta unidad piloto, de operación semi-automatizada, permanecerá en el lugar de desarrollo del proyecto para continuar haciendo mejoras en los sistemas de tratamiento de agua y continuar con optimizaciones de los cultivos en un acuerdo de Asittec Ltda y la Asociación Indígena Aguas Blancas al final del proyecto.</p> <p>Si la Asociación decide escalar los resultados del proyecto a toda o parte de la superficie disponible, ASITTEC Ltda. compromete asegurar en todos los aspectos, técnicos, administrativos y agrícolas para el buen logro de los resultados.</p> <p>También ayudará a la Asociación a conseguir fuentes de financiamiento para financiar las inversiones de la planta de tratamiento, colaborando también a mantener una supervisión de al menos seis meses de la operación y mantenimiento de la planta, capacitando al personal para el buen logro de los parámetros del agua y la rentabilidad del negocio agrícola.</p>	<p>La alta concentración de Boro principalmente y Arsénico en el agua limita totalmente la incorporación de nuevas especies hortícolas en la región</p> <p>La eliminación de estos fitotóxicos, permite una alta adaptabilidad de algunas especies mientras que otras no tuvieron los mejores resultados</p> <p>El MIP y MIF es fundamental por la alta sensibilidad de las plantas efecto de las condiciones climáticas</p> <p>La protección del cultivo mediante recubrimiento estructural evita altamente el ataque de plagas y enfermedades.</p> <p>Con un aumento en la incorporación de materia orgánica se puede aumentar considerablemente la producción.</p> <p>Se recomienda seguir probando variedades resistente de tomate de tal forma que se pueda seleccionar la que mejor adaptabilidad y rentabilidad.</p>

- Incorporación de tecnologías o alternativas que disminuyan el consumo de combustible o energía
- Aumentar el área cultivable para lograr mayor rentabilidad por reducción de cotos generales.
- Incorporación y rotación de especies que nos permitan repeler atacantes vegetales naturales.
- Desinfección preventiva del terreno antes de iniciar siembras.
- Implementación de buenos manejos en las etapas de desarrollo del cultivo.
- Utilizar estructuras resistentes a los altos vientos presentes en la zona.
- Involucrar a la comunidad en las labores para transferir conocimiento y de esta forma se transforme el contorno mediante actividades pasivas con el medio ambiente



Figura 66: Esquema de presentación Seminario Febrero 2014

Durante la reunión se acordó, que terminado el proyecto ASITEC daría en comodato a la Asociación aguas Claras, la unidad de tratamiento de eliminación de contaminación de Boro y Arsénico para agua de riego, y unidades anexas instaladas en Toconao, para que la Asociación administrara y usara la unidad en actividades agrícolas. ASITEC comprometió además recursos para financiar a una persona que se encargue de la mantención y uso de la unidad. Compromiso comodato en Anexo 2.

Día de Campo

Como actividad de apoyo se realizó un día de campo donde participaron varios integrantes de la comunidad. En este se dio a conocer el funcionamiento general de la unidad demostrativa, como también mostrar las especies en momento de producción (Figura 67 y 68)



Figura 67. Visita día de campo Invernadero



Figura 68. Visita día de campo (cultivos al exterior)

Participación Feria Expo-Lluta 2012-2013

Otra actividad de difusión realizada por la empresa ejecutora fue la participación en dos ferias en cada una de las temporadas realizadas (Expolluta 2012, Expolluta 2013). Esta feria realizada en el valle de Lluta de la ciudad de Arica reúne público dedicado especialmente a la actividad agropecuaria, por lo que se registró bastante interés con la tecnología desarrollada y los resultados obtenidos (Figura 69, 70)



Figura 69. Participación feria Expolluta 2012



Figura 70. Participación Expolluta 2013

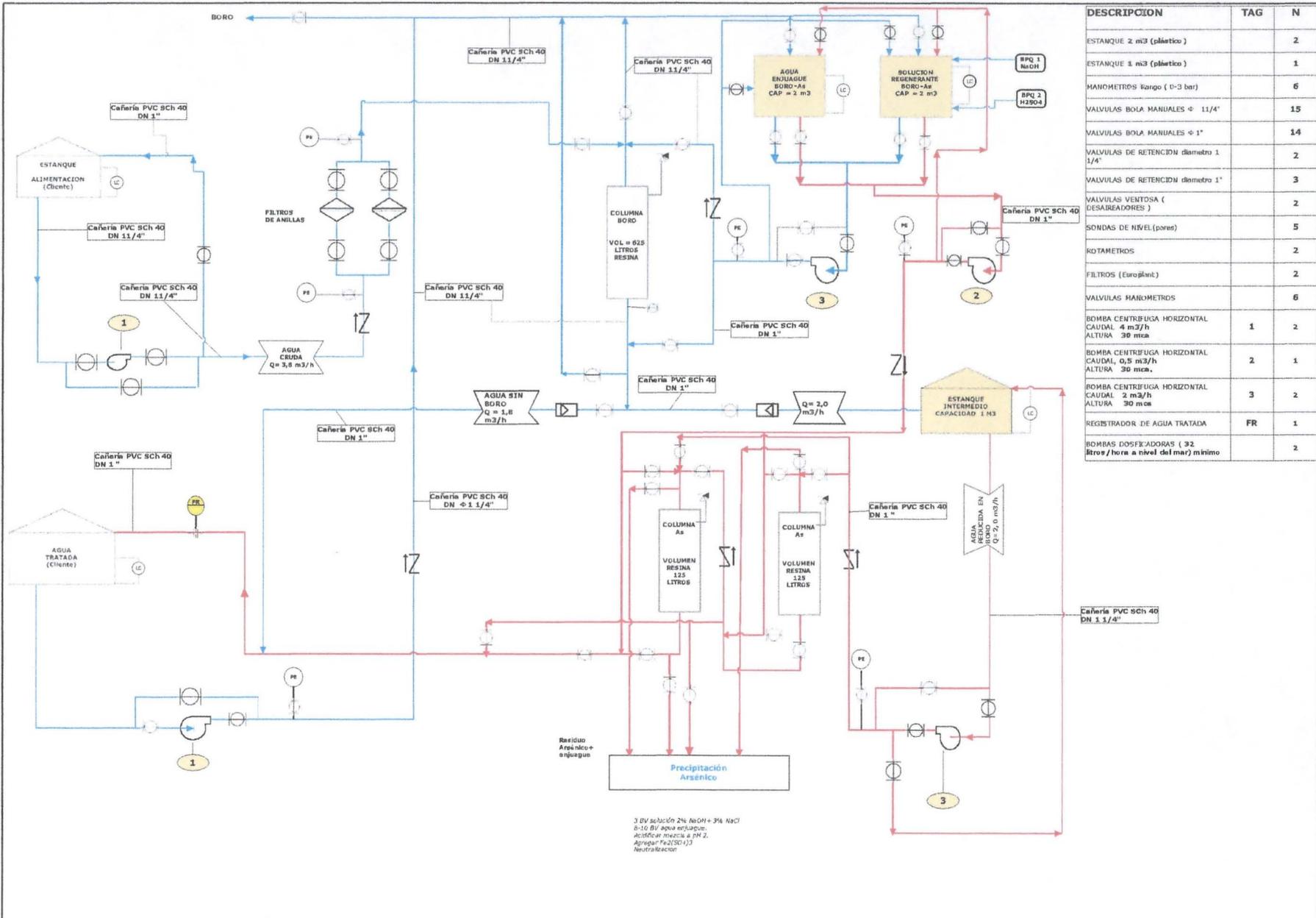
Video de difusión e interés de autoridades en la región

Dentro de las actividades de difusión se editó un video donde se muestra la unidad piloto depuradora y su impacto sobre la producción de hortalizas en la zona de Toconao.

Por otra parte cabe resaltar que la autoridades de gobierno y organismo vinculados al área agrícola y salud han seguido el avance del proyecto requiriendo informes de resultados para la implantación y escalamiento en la región, muestra de esto son las postulaciones de proyectos solicitando subsidios para la instalación de esta tecnología a través de la Comisión Nacional De Riego, la cual creó un concurso específico para remoción de contaminantes orgánicos e inorgánicos en agua de riego, donde se ha generado bástate acogida por parte de la Zona norte del país y es especial la II Región.

V.ANEXOS

Anexo 1:Diagrama PI&D EQUIPO AGRICOLA



DESCRIPCION	TAG	N
ESTANQUE 2 m ³ (plástico)		2
ESTANQUE 1 m ³ (plástico)		1
MANOMETROS Rango (0-3 bar)		6
VALVULAS BOLA MANUALES \varnothing 1 1/4"		15
VALVULAS BOLA MANUALES \varnothing 1"		14
VALVULAS DE RETENCION diametro 1 1/4"		2
VALVULAS DE RETENCION diametro 1"		3
VALVULAS VENTOSA (DESAREADORES)		2
SONDAS DE NIVEL (pores)		5
ROTAMETROS		2
FILTROS (Eurotek)		2
VALVULAS MANOMETROS		6
BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL CAUDAL 4 m ³ /h ALTURA 30 mca	1	2
BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL CAUDAL 0,5 m ³ /h ALTURA 30 mca.	2	1
BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL CAUDAL 2 m ³ /h ALTURA 30 mca.	3	2
REGISTRADOR DE AGUA TRATADA	FR	1
BOMBAS DOSIFICADORAS (32 litros/hora a nivel del mar) minimo		2

LISTADO DE NOTAS

1* VOLUMEN DE RESINA ARSENICO	= 125 LITROS PUROLITE
2* VOLUMEN DE RESINA BORO	= 625 LITROS
3* CAUDAL DEL SISTEMA	= 3,8 m ³ /h
4* CICLO DE OPERACION	= 16 h/dia para Boro, Arsenico; 72 horas/ ciclo.
5* CICLO DE REGENERACION	= 4 h/dia para Boro.
6* ARSENICO ENTRADA	= 2,5 mg/l
7* BORO ENTRADA	= 25 mg/l
8* ALTURA DE INSTALACION	= 2.500 msnm; localidad de Toconao, II Región.

PREPARADO POR	REVISADO POR	DESCRIPCION	FECHA	REVISION
MAURICIO RIVEROS	MAURICIO RIVEROS	DIAGRAMA P&ID	14 DICIEMBRE 2011	18
MAURICIO RIVEROS	MERT	EQUIPO AGRICOLA	7 FEBRERO 2012	

**ASITEC LTDA
DIAGRAMA P&ID
MANUAL**

**EQUIPO
TOCONAO
60 m³/dia**

3 BV solución 2% NaOH + 3% NaCl
 8-10 BV/ agua enjuague.
 Activar mezcla a pH 2.
 Agregar FeCl₂ 0,1%
 Neutralizar

ANEXO 2: COMPROMISO COMODATO

Arica, 31 de Marzo de 2014

SEÑOR
WILFREDO CRUZ GONZALEZ
REPRESENTANTE LEGAL
ASOCIACIÓN INDÍGENA ATACAMEÑA
DE AGRICULTORES Y REGANTES AGUAS BLANCAS

De mi consideración:

A través de la presente y como representante de ASITEC Ltda., vengo a Ud. a confirmar lo acordado respecto a la entrega en comodato de la unidad de tratamiento de eliminación de contaminación de Boro y Arsénico para agua de riego, y unidades anexas instaladas y ocupadas en el Proyecto FIA denominado "Desarrollo de un centro de producción hortícola diversificado en la localidad de Toconao (región de Antofagasta) por medio del tratamiento de aguas contaminadas con B y As.", Proyecto PYT 2011-0061, cuya fecha de término fue el 30 de Marzo del 2014.

A partir del 01.04.2014, dicha unidad se entrega en comodato a la ASOCIACIÓN INDÍGENA ATACAMEÑA DE AGRICULTORES Y REGANTES AGUAS BLANCAS, para su uso y administración.

Los gastos de cuidado, conservación y consumos básicos, así como también del mantenimiento de la unidad y sus unidades anexas entregadas en comodato, serán de cargo de la ASOCIACIÓN INDÍGENA ATACAMEÑA DE AGRICULTORES Y REGANTES AGUAS BLANCAS.

ASITEC LTDA. Se compromete a su vez entregar un aporte liquido de \$350.000 mensuales a la ASOCIACIÓN INDÍGENA ATACAMEÑA DE AGRICULTORES Y REGANTES AGUAS BLANCAS para que se emplee para pagar un trabajador agrícola para la mantención, cuidado y uso de la unidad de tratamiento dada en comodato.

El presente comodato tendrá una duración de un año a partir del 01.04.2014, y se entenderá prorrogado en los mismos términos y por períodos iguales, salvo que algunas de las partes le ponga término dando a la otra el aviso correspondiente mediante carta certificada con a lo menos tres meses de anticipación dirigida al domicilio de su contraparte.

Sin otro particular, se despide atentamente de Ud.

EDUARDO CISTERNAS ARAPIO
REPRESENTANTE LEGAL
ASITEC LTDA.

ANEXOS

ANEXOS 3: FICHA DATOS PERSONALES

1. Ficha Representante(s) Legal(es)

(Esta ficha debe ser llenada tanto por el Representante Legal del Agente postulante o Ejecutor como por el Representante Legal del Agente Asociado)

AGENTE POSTULANTE Y EJECUTOR

Nombres	EDUARDO JAVIER		
Apellido Paterno	CISTERNAS		
Apellido Materno	ARAPIO		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	ASITEC LTDA		
RUT de la Organización			
Tipo de Organización	Pública		Privada <input checked="" type="checkbox"/>
Cargo o actividad que desarrolla en ella	GERENTE Y REPRESENTANTE LEGAL		
Dirección (laboral)			
País	CHILE		
Región	ARICA Y PARINACOTA		
Ciudad o Comuna			
Fono			
Fax			
Celular			
Email			
Web	www.asitec-innovacion.com		
Género	Masculino	<input checked="" type="checkbox"/>	Femenino
Etnia (A)			
Tipo (B)	Profesional		

(A), (B): Ver notas al final de este anexo

(Se deberá repetir esta información tantas veces como números de representantes legales participen)

2. Ficha Coordinadores y Equipo Técnico

(Esta ficha debe ser llenada tanto por el Coordinador Principal, Coordinador Alterno y cada uno de los integrantes del Equipo Técnico)

COORDINADOR GENERAL

Nombres	CAMILO		
Apellido Paterno	URBINA		
Apellido Materno	ALONSO		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	ASITEC		
RUT de la Organización			
Tipo de Organización	<input type="checkbox"/> Pública	<input type="checkbox"/> Privada	<input checked="" type="checkbox"/>
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Ingeniero de proyecto		
Profesión	INGENIERO AGRONOMO		
Especialidad			
Dirección (laboral)			
País	CHILE		
Región	ARICA Y PARINACOTA		
Ciudad o Comuna			
Fono			
Fax			
Celular			
Email			
Web	www.asitec.com		
Género	<input type="checkbox"/> Masculino	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Femenino
Etnia (A)			
Tipo (B)	PROFESIONAL		

COORDINADOR ALTERNO

Nombres	MARLENE		
Apellido Paterno	VASQUEZ		
Apellido Materno	SIAU		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	ASITEC LTDA.		
RUT de la Organización			
Tipo de Organización	Pública	<input type="checkbox"/>	Privada <input checked="" type="checkbox"/>
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Ingeniero Proyecto		
Profesión	Ingeniero Civil Bioquímico		
Especialidad	Gestión y ejecución de proyectos productivos		
Dirección (laboral)			
País	Chile		
Región	Arica y Parinacota		
Ciudad o Comuna			
Fono			
Fax			
Celular			
Email			
Web	www.asitec-innovacion.com		
Género	Masculino	<input type="checkbox"/>	Femenino <input checked="" type="checkbox"/>
Etnia (A)			
Tipo (B)	Profesional		

(A), (B): Ver notas al final de este anexo

(Se deberá repetir esta información tantas veces como números de coordinadores e integrantes del equipo técnico participen)

EQUIPO TECNICO

Nombres	MIGUEL ANGEL		
Apellido Paterno	VILLANUEVA		
Apellido Materno	ALVARADO		
RUT Personal			
Nombre de la Organización o Institución donde trabaja	ASITEC LTDA.		
RUT de la Organización			
Tipo de Organización	Pública	<input type="checkbox"/>	Privada <input checked="" type="checkbox"/>
Cargo o actividad que desarrolla en ella	Ingeniero Proyecto		
Profesión	Ingeniero Agronomo		
Especialidad	Proyectos agricolas		
Dirección (laboral)			
País	Chile		
Región	Arica y Parinacota		
Ciudad o Comuna			
Fono			
Fax			
Celular			
Email			
Web	www.asitec-innovacion.com		
Género	Masculino	<input checked="" type="checkbox"/>	Femenino <input type="checkbox"/>
Etnia (A)			
Tipo (B)	Profesional		

(A), (B): Ver notas al final de este anexo

(Se deberá repetir esta información tantas veces como números de coordinadores e integrantes del equipo técnico participen)

ANEXOS 4: FICHA DATOS INSTITUCIONES

1. Ficha Entidad Postulante y Asociados

(Esta ficha debe ser llenada tanto por la Entidad Postulante o Ejecutor, como por cada uno de los Agentes Asociados al proyecto)

Nombre de la organización, institución o empresa	ASITEC LTDA. (ENTIDAD POSTULANTE Y EJECUTORA)		
RUT de la Organización			
Tipo de Organización	<input type="checkbox"/> Pública	<input type="checkbox"/> Privada	<input checked="" type="checkbox"/> X
Dirección			
País	CHILE		
Región	ARICA-PARINACOTA		
Ciudad o Comuna			
Fono			
Fax			
Email			
Web	www.asitec-innovacion.com		
Tipo entidad (C)	ENTIDAD PRIVADA		

(C) Ver notas al final de este anexo

Nombre de la organización, institución o empresa	ASOC. INDÍGENA ATACAMEÑA DE AGRICULTORES Y REGANTES AGUAS BLANCAS		
RUT de la Organización			
Tipo de Organización	<input type="checkbox"/> Pública	<input type="checkbox"/> Privada	<input checked="" type="checkbox"/> X
Dirección			
País	CHILE		
Región	ANTOFAGASTA		
Ciudad o Comuna			
Fono			
Fax			
Email			
Web			
Tipo entidad (C)	ASOCIACION DE PRODUCTORES PEQUEÑOS		

(Se deberá repetir esta información por cada uno de los agentes asociados al proyecto)

2. Identificación de Beneficiarios de la iniciativa

Género	Masculino		Femenino		Subtotal
	Pueblo Originario	Sin Clasificar	Pueblo Originario	Sin Clasificar	
Agricultor pequeño	Lickanantay		Lickanantay		37
Agricultor mediano-grande					
Subtotal					37
Total					