

OFICINA DE PARTES 1 FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	10 FEB 2017
Hora	15:20
Nº Ingreso	36.760

### Informe Técnico Final

Validación del Sistema Vetiver en zonas áridas para la recuperación, remediación y protección de suelos agrícolas en la Región de Arica y Parinacota.

**Período comprendido desde el 10/08/2016 hasta el 01/30/2017**

#### Instrucciones:

- La información presentada en el informe técnico debe estar directamente vinculada a la información presentada en el informe financiero, y ser totalmente consistente con ella.
- El informe debe incluir en los Anexo los cuadros, gráficos, fotografías y diapositivas, publicaciones, material de difusión, material audiovisual y otros materiales que apoyen o complementen la información y análisis presentados en el texto central.
- Todas las secciones del informe deben ser contestadas.
- Evite repetir información en las distintas secciones
- Utilice caracteres tipo Arial, tamaño 11, y utilice los espacios asignados para ello.
- Los informes deben ser presentados en versión digital y en papel (dos copias), en la fecha indicada como plazo de entrega en el contrato firmado con el postulante y/o Entidad Responsable.
- FIA se preocupa por el medio ambiente, si le es posible, por favor imprima a doble cara.

## Contenido

1.	Antecedentes.....	3
2.	Costos.....	3
3.	Resumen del Período .....	4
4.	Objetivos Específicos.....	4
5.	Resultados.....	6
6.	Actividades .....	10
7.	Hitos Críticos.....	14
8.	Cambios en el entorno .....	15
9.	Difusión.....	16
10.	Auto Evaluación.....	17
11.	Conclusión .....	18
12.	Anexos.....	19

## 1. Antecedentes

### 1.1. Antecedentes Generales:

Nombre Ejecutor:	UNIVERSIDAD DE TARAPACA
Nombre(s) Asociado(s):	Junta de vigilancia río Lluta
Coordinador del Proyecto:	Vitelio Goykovic Cortés
Regiones de ejecución:	XV, Arica y Parinacota
Fecha de inicio iniciativa:	10/08/2016
Fecha término Iniciativa:	30/01/2017
Tipo Convenio FIA:	
Objetivo General:	Validar el Sistema Vetiver en zonas áridas para la recuperación, remediación y protección de suelos agrícolas en la Región de Arica y Parinacota.

## 2. Costos

### 2.1. Costo general:

		Monto (\$)	%
<b>FIA</b>			
<b>Contraparte</b>	<b>Pecuniario</b>		
	<b>No Pecuniario</b>		
	<b>Total Contraparte</b>		
<b>Total</b>			

### 2.2. Ejecución presupuestaria a la fecha:

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

### 3. Resumen del Período

3.1. Informar de manera resumida las principales actividades realizadas y los principales resultados obtenidos en el período. Entregar valores cuantitativos y cualitativos. Explicar cuáles son las posibilidades de alcanzar el objetivo general y de desarrollar el negocio propuesto. Cada resumen debe contener información nueva, sin repetir lo mencionado en el resumen de informes anteriores. (Máx. 300 palabras).

El proyecto tuvo un cumplimiento óptimo de las actividades programadas para este periodo. Se cosechó el cultivo trasplantado en el piloto 1 en suelos con boro, arsénico y cloruros fitoremediados, se estableció una segunda barrera de protección contra las crecidas del río Lluta en el piloto 2 y por último se establecieron una serie de bioensayos para probar el efecto de Vetiver en el control de mosquita blanca y Tuta absoluta. Por lo tanto se cumplió con los objetivos 4,5,6 y los resultados esperados.

### 4. Objetivos Específicos (OE)

4.1. Porcentaje de Avance:

Nº OE	Descripción OE	% de avance
1	Determinar los niveles de remediación de boro en los suelos del valle de Lluta y los niveles de nitratos y pesticidas en agua de pozo en el valle de Azapa.	100%
2	Determinar los niveles de recuperación de suelos salino sódicos en el valle de Lluta	100%
3	Cuantificar el aumento de fertilidad de los suelos remediados con parámetros físicos, químicos y biológicos.	100%
4 <sup>1</sup>	Determinar la capacidad del Sistema Vetiver como barrera fluvial y de protección de acuíferos del río Lluta	100%
5	Establecer un piloto con nuevos cultivares en el área remediada	100%
6 <sup>2</sup>	Establecer bioensayos para determinar el efecto de Vetiver en el control de Mosquita Blanca y Polilla de Tomate.	100%
7	Desarrollar un programa de entrenamiento y difusión de la metodología Sistema Vetiver	100%

<sup>1</sup> Establecer segunda barrera durante periodo de alargue.

<sup>2</sup> Nuevo objetivo comprometido para el alargue del proyecto

4.2. Descripción de estado de avance del período (Máx. 70 palabras por objetivo)

N° OE	Descripción del Avance del Período
4	Se estableció una nueva barrera de 50 m en la cabecera de un cultivo de maíz (Predio de Poconchile) donde el río impacta anualmente.
5	Se cosecharon los cultivos de melón y lechuga en los suelos remediados predio de Don Luís González.
6	Se evaluó el efecto del Vetiver en el control de mosquita blanca y polilla del tomate a través de bioensayos.
7	Se realizaron dos actividades de difusión: día de campo y taller, y actividad de cierre (Ver anexos). Se re editó cuadernillo manual "Uso del Vetiver para la descontaminación de agua y suelo".

## 5. Resultados Específicos (RE)

5.1. Cuantificación del avance: (Cuantifique el avance para todos los resultados esperados)

Nº O E	Nº R E	Resultado Esperado <sup>3</sup> (RE)	Indicador de Resultados (IR) <sup>4</sup>				
			Indicador (cuantificable)	Línea base (situación sin proyecto)	Meta proyecto	% avance esperado	% avance real
1, 2, 3 y 4	3	Metodología de Sistema Vetiver aplicada en remediación de suelos, protección de riberas y napas subterráneas	Porcentaje de implementación de la tecnología Vetiver	No hay metodología implementada para remediación y recuperación de suelos con Vetiver en Chile	100% implementación	100%	100%
5	4	Metodología de Sistema Vetiver aplicada para la introducción de cultivares nuevos en suelos remediados	Número de plantas de los cultivares seleccionados establecidos con éxito en los suelos remediados	No hay metodología implementada para remediación y recuperación de suelos agrícolas con Vetiver en Chile	100% de plantas establecidas con éxito	100%	100%
1, 2 y 3	5	Pilotaje 1* (1ª y 1b) concluido(s)	Porcentaje niveles de descontaminación y recuperación de suelos y agua	Suelos altamente contaminados con, boro, arsénico, Sales (no aptas para la mayoría de cultivos)	80% de disminución en niveles de contaminación y recuperación calidad de suelo y agua de pozo	100%	100%

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

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

4	6	Pilotaje 2 concluido (establecimiento de una segunda barrera).	M <sup>2</sup> de protección de riberas y m <sup>3</sup> de napas protegidas	Riberas y napas desprotegidas	100% sector pilotaje con protección	100%	100%
5	7	Pilotaje 3 concluido	Porcentaje de nuevos cultivos rentables introducidos en suelos remediados	Suelos altamente contaminados con boro, arsénico, sales (no aptas para la mayoría de cultivos)	80% de disminución en niveles de contaminación y recuperación calidad de suelo aptos para introducción de nuevos cultivares	100%	100%
6	8	Bioensayos para control de plagas concluido (Nuevo objetivo comprometido en el alargue del proyecto).	Porcentaje de ovipostura de polilla (Tuta absoluta) y mosquita blanca en tomate tratado con Vetiver	Plantas de tomate con ataque severo de mosquita y polilla.	80% menos ovipostura en plantas de tomate tratadas con Vetiver.	100%	100%
7	9	Programa de Difusión y Transferencia diseñado y ejecutado	Porcentaje de predios agrícolas en el valle de Lluta bajo el sistema vetiver para recuperación de suelos	No existen agricultores entrenados en esta tecnología en Chile	1% logran implementar el sistema vetiver en sus predios	100%	100%

5.2. Descripción del avance del período (describa sólo aquellos que han tenido actividad durante el período)

Nº RE	Descripción Avance	Problemas y Desviaciones	Repercusiones	Acciones Correctivas
3, 4 y 5	Se cosecharon los cultivos establecidos en suelo fitorremediado; suelo con boro, cloruros y arsénico y suelos salino sódicos. Se determinó micoflora total. Se cosechó el melón	No se observaron problemas mayores.		

	<p>y lechuga cultivados en los suelos remediados de Luís González. El cultivo de Poroto verde no prosperó. El cultivo de lechuga tuvo un rendimiento óptimo con un 90% de lechuga de calidad extra (ver anexo), tanto la variedad cultivada en asociación al vetiver como la cultivada sólo en platabanda remediada. El melón tuvo un rendimiento de 8-10 melones por mata con calidad segunda. Los rendimientos del cultivo de melón del suelo testigo sólo fueron de 1 melón por mata, la lechuga tuvo un 70% más de bordes quemados y calidad segunda en el testigo. En el predio de Soraya Pavelion, suelo salino sódico no prosperó el melón por lo que se cultivó alcaparra. A la fecha la alcaparra ya está con flores desarrolladas sin presentar problemas de crecimiento.</p> <p>Se determinó capacidad de remediación de aguas contaminadas por nitratos.</p>					
8	<p>Se evaluaron 4 bioensayos para control de mosquita blanca y polilla del tomate. Los bioensayos fueron: 1. Control de polilla en placas Petri con 3 tratamientos y 6 repeticiones (t1, tomate, t2, tomate y decocción de hojas de vetiver, t3, tomate y decocción de raíz de</p>	No	presentaron problemas.	se		

	vetiver). El mismo bioensayo se realizó para mosquita blanca. Luego se realizaron ensayos en maceta con 6 repeticiones y 3 tratamientos (t1, tomate, t2, tomate más Vetiver y t3, tomate asperjado con decocción de hojas de Vetiver). Se colocó inóculo de polilla y mosquita respectivamente y se evaluó ovipostura.				
6	Se estableció una segunda barrera de defensa fluvial en el sector Poconchile, de 50 m de largo y 3 de ancho. La barrera se ubicó en la cabecera de un cultivo de maíz que regularmente es impactada por las crecidas del río. El predio pertenece a Leonel Huarachi. Las plantas de Vetiver lograron un crecimiento norma, 80 cm a la fecha. (6 meses, ver anexo). No hubo desborde de río este verano, por lo que no se pudo evaluar aún.	No presentaron problemas.	se		
9	Se realizaron 3 actividades de difusión: día de campo y taller de propagación de vetiver, y actividad de cierre.(Ver anexos). También se re edito el manual cuadernillo "Uso del Vetiver para la descontaminación de aguas y suelos". Entrevista radio Primavera 93.5, 18 de enero 2017.	Debido a que el manual incluye los últimos resultados de bioensayos su impresión estará lista a fines de febrero. Se anexa la versión digital.			

## 6. Actividades

6.1. Cuantificación del avance de actividades. Cuantifique el avance para todos los resultados esperados:

N° OE	N° RE	Actividades	Programado		Real		% Avance
			Inicio	Término	Inicio	Término	
1, 2, 3, 4, 5	4, 5, 6, 7	Se considera el pilotaje concluido al momento que se alcancen niveles de descontaminación y recuperación de suelos y aguas contaminadas planteadas en los objetivos específicos relacionados a esta etapa.	julio 2015	agosto 2016	julio 2015	agosto 2016	100%
6	9	El programa de entrenamiento y difusión se orientará a <b>capacitar a los agricultores</b> y a otros sectores interesados en mejorar el uso del recurso suelo y agua, ejemplo de ellos son los sectores agroindustriales y minería.	Mayo 2015	Julio 2016	Mayo 2015	Dic 2016	100%

6.2. Descripción del avance de las actividades del período (describa sólo aquellos que han tenido actividad durante el período)

Actividad	Descripción Avance	Problemas y Desviaciones	Repercusiones	Acciones Correctivas
Establecimiento de cultivos en suelos fitorremediados(Piloto 3).	Se cosecharon los cultivos establecidos en suelo fitorremediado; suelo con boro, cloruros y arsénico y suelos salino sódicos y paralelamente se determinó micoflora total.  Se cosechó el melón y lechuga cultivados en los suelos	No hubo.		

	<p>remediados de Luís González. El cultivo de Poroto verde no prosperó. El cultivo de lechuga tuvo un rendimiento óptimo con un 90% de lechuga de calidad extra (ver anexo), tanto la variedad cultivada en asociación al vetiver como la cultivada sólo en platabanda remediada. El melón tuvo un rendimiento de 8-10 melones por mata con calidad segunda. Los rendimientos del cultivo de melón del suelo testigo sólo fueron de 1 melón por mata, la lechuga tuvo un 70% más de bordes quemados y calidad segunda.</p> <p>En el predio de Soraya Pavilion, suelo salino sódico no prosperó el melón por lo que se cultivó alcaparra. A la fecha la alcaparra ya está con flores desarrolladas sin presentar problemas de crecimiento.</p> <p>Se evaluó capacidad de</p>				
--	---	--	--	--	--

	<p>fitorremediación de agua de pozo valle de Azapa contaminada por altas concentraciones de nitratos en un ensayo con 6 repeticiones. Se midieron las concentraciones a los 5, 10 y 15 días.</p>				
<p>Determinar el efecto del Vetiver en el control de mosquita blanca y polilla del tomate (actividad nueva comprometida en el alargue del proyecto).</p>	<p>Se establecieron 4 bioensayos: 1. Control de polilla en placas Petri con 3 tratamientos y 6 repeticiones (t1, tomate, t2, tomate y decocción de hojas de vetiver, t3, tomate y decocción de raíz de vetiver). El mismo bioensayo se realizó para mosquita blanca. Luego se realizaron ensayos en maceta con 6 repeticiones y 3 tratamientos (t1, tomate, t2, tomate más Vetiver y t3, tomate asperjado con decocción de hojas de Vetiver). Se colocó inóculo de polilla y mosquita respectivamente y se evaluó ovipostura. Los resultados de polilla no fueron</p>	<p>No hubo.</p>			

	<p>significativos mientras que para mosquita blanca se comprobó un efecto altamente significativo en comparación al tratamiento control. (Ver anexo).</p>				
<p>Establecimiento de barrera de protección (Piloto 2).</p>	<p>Se estableció una segunda barrera de defensa fluvial en el sector Poconchile, de 50 m de largo y 3 de ancho. La barrera se ubicó en la cabecera de un cultivo de maíz que regularmente es impactada por las crecidas del río. El predio pertenece a Leonel Huarachi.</p> <p>Las plantas de Vetiver lograron un crecimiento norma, 80 cm a la fecha. (6 meses, ver anexo).</p>	No hubo.			
<p>El programa de entrenamiento y difusión se orientará a <b>capacitar a los agricultores</b> y a otros sectores interesados en mejorar el uso del recurso suelo y agua, ejemplo de ellos son los sectores agroindustriales y minería.</p>	<p>Se realizaron un día de campo y taller. En el taller se enseñó la propagación y cría de la planta Vetiver y los alcances de su uso en la agricultura local. Cada participante proceso 10 plantas las que le</p>	No hubo.			

	fueron regaladas. Por último se realizó el cierre del proyecto donde se presentaron los resultados del mismo.				
--	---	--	--	--	--

6.3 Describa posibles resultados e impactos adicionales, que dan mayor valor agregado al proyecto y que no se encontraban planificados (máx. 1 página, sólo si aplica).

-Realización del primer trabajo en Chile y la Región de fitorremediación en suelos con boro y sales. El Boro es uno de los grandes problemas de contaminación de la industria pesada que está en busca de tecnologías de remediación. Los resultados encontrados en boro son muy prometedores, no sólo para la región y la agricultura, si no para la industria.
--

## 7. Hitos Críticos

7.1. Cuantifique el grado de cumplimiento de los hitos críticos fijados:

Nº RE	Hitos críticos	Fecha Programado	% Avance a la fecha	Fecha Real Cumplimiento
8	Determinar el efecto de Vetiver en el control de mosquita blanca y polilla del tomate.	Octubre 2016	100%	Dic 2016
6	Determinar el nivel de establecimiento y protección en bordes de río.	Octubre 2016	100%	Dic 2016
7	Establecimiento de 3 nuevos cultivares rentables y con buenas posibilidades de adaptación en el valle de Lluta.	Marzo 2015	100%	Mayo 2016.

7.2. Describa el grado de cumplimiento y posibles desviaciones (máx. 200 palabras).

Se ha cumplido con todos los resultados esperados para esta etapa y para el proyecto en general. En el periodo julio 2016-enero 2017 se alcanzaron todas las metas, con un grado de cumplimiento del 100%. En cuanto al programa de difusión este se ejecutó en un 100% para lo establecido en el periodo.

## 8. Cambios en el entorno

### 8.1. Tecnológico

Se debe analizar la situación de la investigación básica y aplicada, así como los procesos, innovaciones, patentes, royalties o publicaciones de los agentes que intervienen y ofrecen soluciones en el sector en particular, en terceros relacionados y en toda la cadena de valor (Máx. 170 palabras)

El cambio está orientado a desarrollar tecnologías de fitorremediación en forma pública, sin fines de lucro, podrá ser transferida a los agricultores. En esta región no se manejan tecnologías de fitorremediación. Se espera a futuro obtener un sistema adaptado de fitorremediación con Vetivercon posibilidades de patentar o alcanzar un royalty de los resultados.

### 8.2. Mercado

Refiérase a los ámbitos de: oferta y demanda; competidores; nuevas alianzas comerciales; productos diferenciados, sustitutos o alternativos; mercados emergentes; productividad de los recursos humanos; precios de mercado, liderazgo del costo de producción; tipo de cambio, tasa de interés, disponibilidad de materias primaras, barreras de entrada al mercado, tratados de libre comercio, subvenciones o apoyo estatal.

La fitorremediación de aguas intoxicadas por altos contenidos de elementos fuera de norma, Ej. (As), ofrece la posibilidad de elaborar y vender un producto sin contaminantes. Esta tecnología tiene la posibilidad de extenderse al tratamiento de riles y aguas servidas, proponiendo un mercado emergente en el ámbito del cuidado del medio ambiente, especialmente el recurso hídrico.

### 8.3. Otros

Describa cambios en leyes, regulaciones, impuestos, barreras normativas o legales, normas no escritas, normas medio ambientales, responsabilidad social empresarial "dumping" (laboral o ambiental), entre otros.

No fue observado dentro de las actividades que se describe.

## 9. Difusión

9.1. Describa las actividades de difusión programadas para el próximo período.

Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	Nº participantes	Perfil de los participantes	Medio de Invitación
Mayo 2016	Predio Piloto Luta	Día de campo	20	Empresarios de la industria y autoridades	Correo y e mail
Dic 2016	Auditorio UTA	Reunión prensa	5	Prensa	E mail
Enero 2017	Auditorio UTA	Cierre de proyecto	30	Agricultores, autoridades y prensa	Correo y e mail

9.2. Describa las actividades de difusión realizadas efectivamente durante el período:

Fecha	Lugar	Tipo de Actividad	Nº participantes	Perfil de los participantes	Medio de Invitación
24/04/2016	Predio Luís González	Día de Campo y taller	6	Empresarios agrícolas y Agricultores valle de Luta.	Invitación personal

21/06/2016	Predio Luís González	Día de Campo	19	Estudiantes y profesores de agronomía.	Correo y e mail
17/01/2017	Sede Junta de Vigilancia Río Lluta.	Cierre de proyecto	21	Agricultores valle de Lluta.	Invitación personal
18/01/2017	UTA	Rueda de prensa telefónica.	1	Periodistas	E mail

\*Debe adjuntar en anexos material de difusión generado y listas de participantes

## 10. Auto Evaluación

10.1. ¿Considera que su proyecto logrará insertar en el mercado el bien o servicio o mejorar la competitividad? Explique (máx. 80 palabras)

Se logrará insertar el producto de este proyecto, porque el mejoramiento de la calidad del suelo agrícola y el agua de riego en esta Región y otras Regiones del país es una necesidad. Por otra parte se ha abierto todo un abanico de posibilidades del uso del vetiver como biopesticida.

9.2. ¿Cómo evalúa los resultados obtenidos en función del objetivo general del proyecto? (máx. 80 palabras)

El proyecto ha sido exitoso, puesto que se ha comprobado que el vetiver es una metodología válida para la descontaminación de suelos y agua. También se evaluó en este proyecto que esta descontaminación mejora y facilita la incorporación de nuevos cultivares. Por otra parte se comprobó su efecto como mejorador y habilitador de suelos saturados en sales y mejorador de la biota edáfica.

9.3. ¿Cómo evalúa el grado de cumplimiento de las actividades programadas? (máx. 80 palabras)

Se ha cumplido en un 100% con las actividades programadas para el periodo julio 2016-enero 2017. Se cumplió con la validación y adaptación del sistema en suelos y ribera de río y se cumplió con probar el efecto del Vetiver como biopesticida. En cuanto a la difusión se ha cumplido en un 100% de esta fase.

9.4. ¿Cómo ha sido la participación de los asociados? (máx. 80 palabras)

La participación ha sido buena, pero se dificulta la asistencia ya que el valle de Lluta no cuenta con movilización y los agricultores tienen tiempo libre para asistir a otras actividades los días sábado.

## 11. Conclusión

11.1. Concluya y explique la situación actual de la iniciativa, considerando amenazas u oportunidades (máx. 230 palabras).

Se puede observar con los resultados obtenidos, 43% de disminución de boro y 65% de disminución de cloruros en los suelos, será posible generar un producto (sistema de fitorremediación) con ventajas respecto a otros de remediación y fitorremediación. Este será un producto de bajo costo y eficiente en el tratamiento y mejora de la calidad del suelo, especialmente en esta Región donde existen suelos inhabilitados por alta salinidad y mal drenaje además de la mala calidad del recurso hídrico. Por otra parte el resultado obtenido en la fitorremediación de aguas contaminadas por nitratos (75% de remediación) ofrece una alternativa para el tratamiento y cuidado del recurso hídrico que ya sufre un deterioro a causa de las actividades agrícolas en el país.

Una nueva arista se abre respecto del desarrollo de un nuevo biopesticida a base de Vetiver que permita el control de la mosquita blanca, los resultados preliminares demuestran una buena eficiencia, sin embargo hace falta una mayor investigación en campo para determinar el tipo de extracción y sus concentraciones.

## 12. Anexos.

### I. PILOTOS

#### I.1. Pilotos (1 y3):

##### Resultados Predio Soraya Paveleon, Sector bajo de Lluta.

PARAMETRO		Inicial (Septiembre)	ENERO	FEBRERO	MARZO
Ce ext. saturado	mS/cm	13,12	6,986	5,76	5,2
pH		6,84	6,67	6,7	6,44
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	mg L-1	883,2	460	452	461,6
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	mg L-1	471,23	168	130	73,8
Potasio (K <sup>+</sup> )	mg L-1	44,23	270	276	48
Sodio (Na <sup>+</sup> )	mg L-1	926,34	756	744	496,8
Cloruros (CL <sup>-</sup> )	mg L-1	3365,4	1476	1432	834,9
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg L-1	1493,79	1280	1328	1141,6
Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg L-1	11,47	65,88	40,4	53,2
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg L-1	280,6	97,6	85,4	48,8
Fosfato (HPO <sub>4</sub> <sup>1--</sup> )	mg L-1	28,55	44,04	44,64	142
Boro (B)	mg L-1	46,34	16	17,15	18,42

##### Fitorremediación con vetiver suelo altamente salino

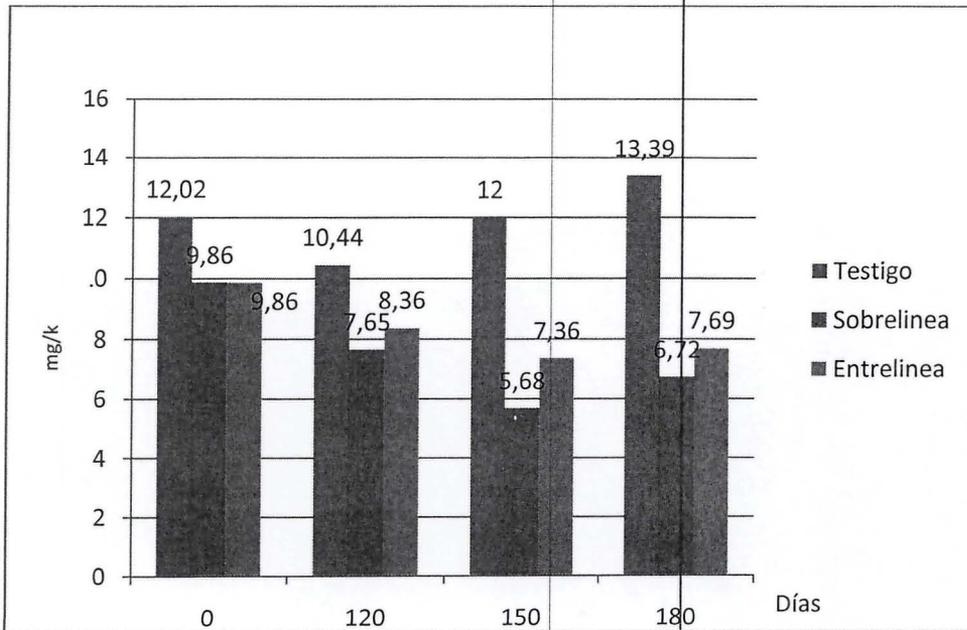


### Cultivo de alcaparra después de la fitorremediación



### Resultados predio Luís González, Km 7, valle de Lluta.

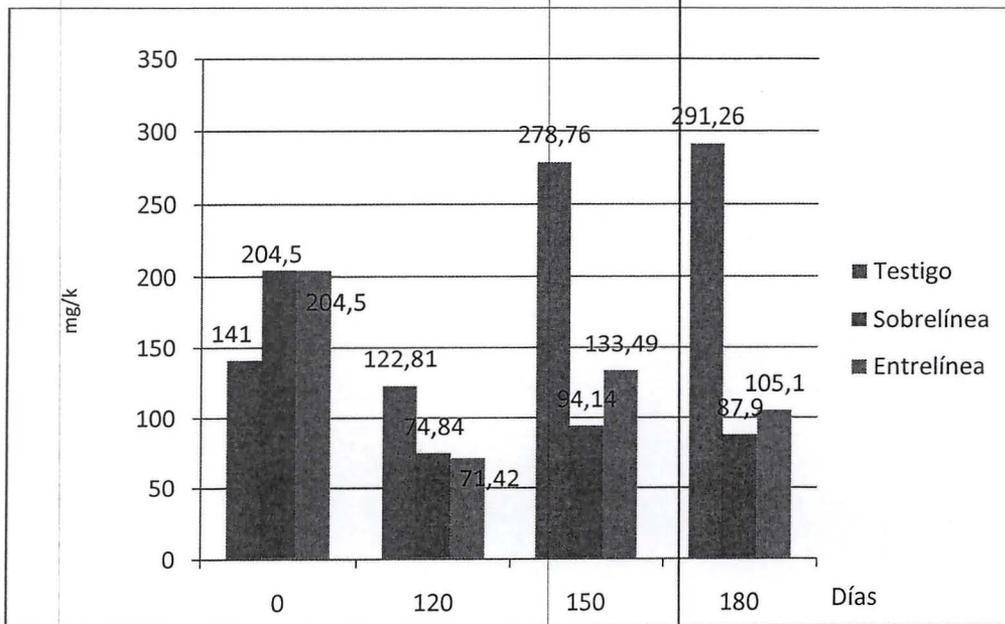
Gráfico 1. Fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con boro, valle de Lluta.



\*Media de 6 repeticiones

En el caso del boro las concentraciones disminuyeron en un 43% a los 150 días (Gráfico 1), mientras que en el suelo testigo el boro se fue acumulando. Los cloruros disminuyeron un 65% a los 120 días en la sobrelínea aumentando los meses siguientes en un 17,5%, mientras que el testigo acumuló cloruros en un 106% entre los 120 y 180 días (Gráfico 2).

Gráfico 2. Fitorremediación de suelos agrícolas contaminados con cloruros, valle de Lluta.



\*Media de 6 repeticiones

Tras la fitorremediación del suelo se cultivó lechuga cv. batavia y melón cv. gallitum. La producción de lechuga alcanzó calidad extra mientras que el melón alcanzó segundo calibre y un rendimiento de 7-8 melones por planta.

Los cultivos se establecieron en dos formas:

1. Platabanda con melón y lechuga
2. Platabanda con melón y lechuga asociada al Vetiver

Melón sobre suelo fitorremediado, valle de Lluta.



\*Fuente: Propia

Melón sobre suelo fitorremediado, valle de Lluta.



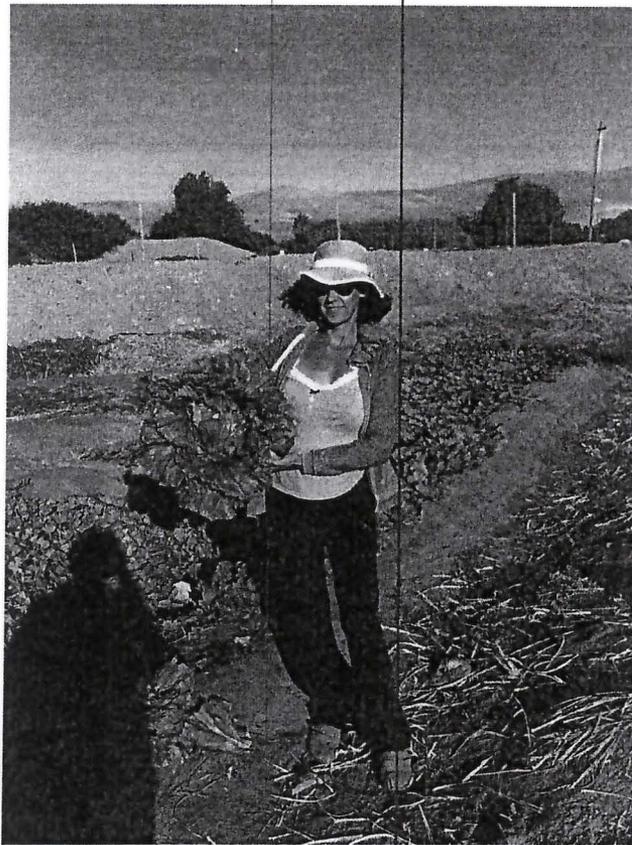
\*Fuente: Propia

Lechuga asociada a Vetiver



\*Fuente: Propia

Lechuga en suelo fitorremediado, valle de Lluta.



Fuente: Propia

**Análisis de Micoflora Total después de la fitorremediación y cultivo.**

Especie Fúngica	Suelo Testigo Lluta 1	Suelo Tratamiento Lluta (Melón 1)	Suelo Tratamiento (Melón 2)	Suelo Tratamiento Lluta (Lechuga)	Suelo Tratamiento Soraya	Suelo Testigo Soraya	Suelo Testigo Lluta 2
Mucor sp.	$1 \times 10^2$	0	$2 \times 10^4$	0	0	$1 \times 10^5$	0
Cladosporium sp.	$7 \times 10^4$	$5 \times 10^3$	0	$2 \times 10^4$	0	$2 \times 10^5$	$2 \times 10^4$
Penicillium sp.	$5 \times 10^4$	0	$4 \times 10^4$	0	0	0	0
Geotrichum	0	0	0	0	0	0	0
Fusarium	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	$3 \times 10^4$	$8 \times 10^3$	$1 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	0
Rhizopus sp.	0	0	$3 \times 10^4$	0	0	0	$8 \times 10^3$
Aspergillus sp.	$5 \times 10^2$	$8 \times 10^4$	$9 \times 10^4$	$8 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	0	$2 \times 10^5$
Trichoderma sp.	0	$2 \times 10^5$	$8 \times 10^4$	$2 \times 10^5$	$9 \times 10^5$	$1 \times 10^5$	$2 \times 10^5$

## Micorrizas

Genero	Muestra Suelo*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Glomus</i> sp.	25	89	170	185	1	200	100	100

\* 1: Suelo melón 1; 2: Suelo melón 2; 3: vetiver raíz; 4:vetiver raíz; 5: Suelo lechuga testigo; 6: Suelo testigo Lluta; 7: Suelo testigo Gallinazo; 8: Tratamiento suelo lechuga.

En cuanto al aumento de micoflora se observó un aumento de la micoflora total en el suelo tratado después de cultivado en colonias de *Trichoderma* y *Aspergillus* en comparación al suelo del cultivo testigo (lechuga y melón).

## Costos

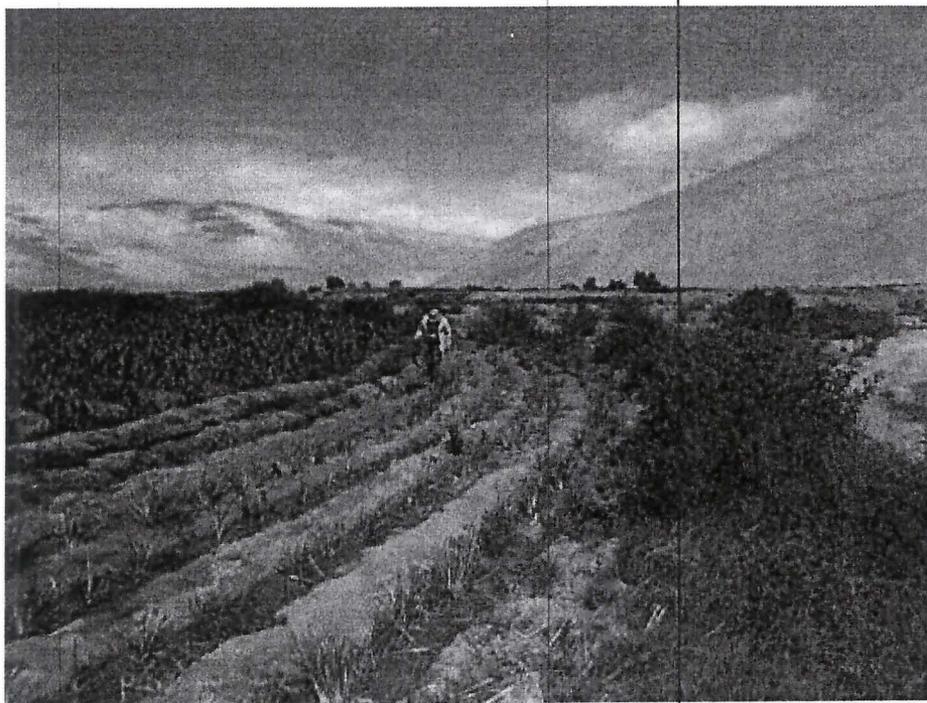
Los costos de fitorremediación de agua para el riego deben ser evaluados en cada caso, sin embargo, se puede estimar que el costo para la remediación de agua para una hectárea de suelo sería de \$ 3.000.000 (inversión y asesoría). Los costos de fitorremediación de boro y cloruros para 1 hectárea de suelo se estiman en \$ 8.800.000 (inversión y asesoría).



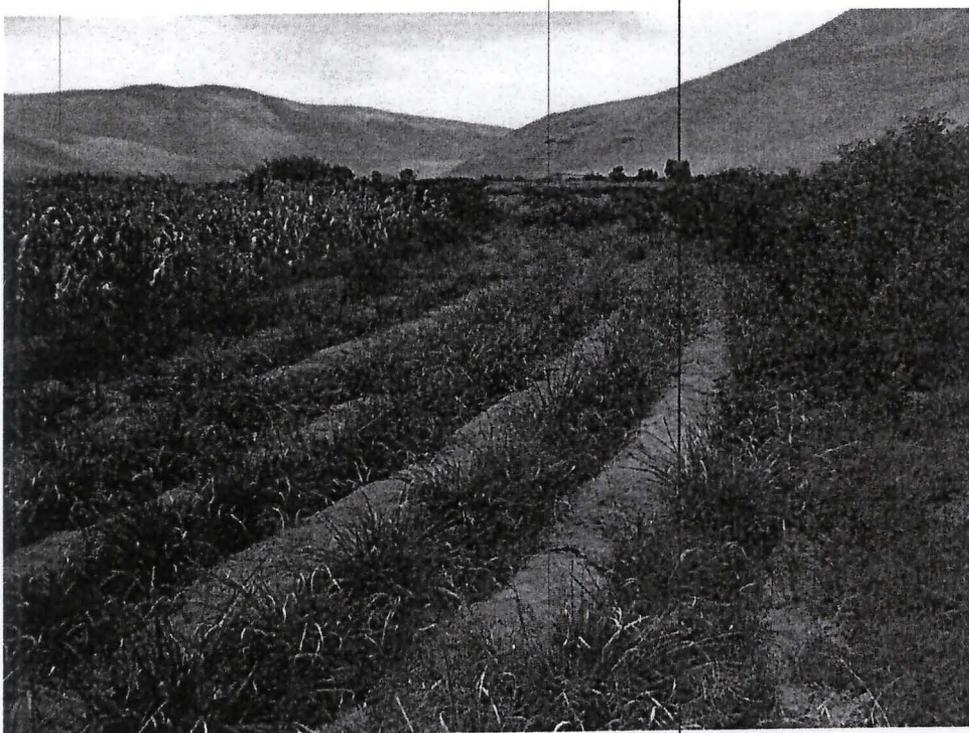
## I.2. Piloto 2

**Barreras de Protección, Parcela Leonel Huarachi, Sector Poconchile, Km 30, valle de Lluta.**

**Barrera a los 2 meses**



**Barrera a los 6 meses**





## II. ENSAYOS

### II.1. Ensayo de Fitorremediación en aguas contaminadas con nitratos.



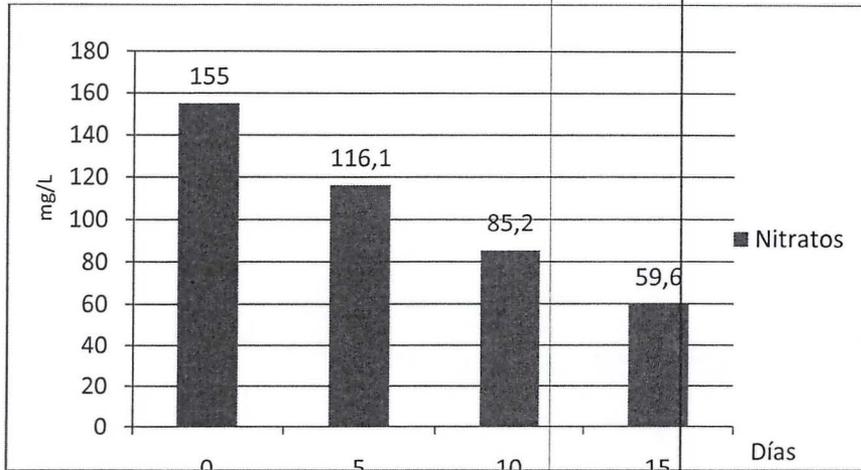
Fuente: Propia

Posteriormente se realizó una serie de muestreos en agua de pozo del valle de Azapa. Los muestreos se realizaron en el km 40, 12 y 4 del valle donde se determinaron concentraciones de nitratos ( $\text{NO}_3$ )<sup>5</sup> por encima de los 50 mg/L. Los niveles de remediación de nitratos en agua de pozo alcanzaron el 61,3% de eficiencia en 15 días (Gráfico 3). Este resultado

<sup>5</sup> La NCh 409/1 Of. 2005. Requisitos de calidad del agua Potable indica valores máximos de 50 mg/L de  $\text{NO}_3$ .

demuestra el uso potencial del Vetiver para el manejo de Riles industriales.

Gráfico 3. Fitorremediación de agua de pozo contaminada por Nitratos.



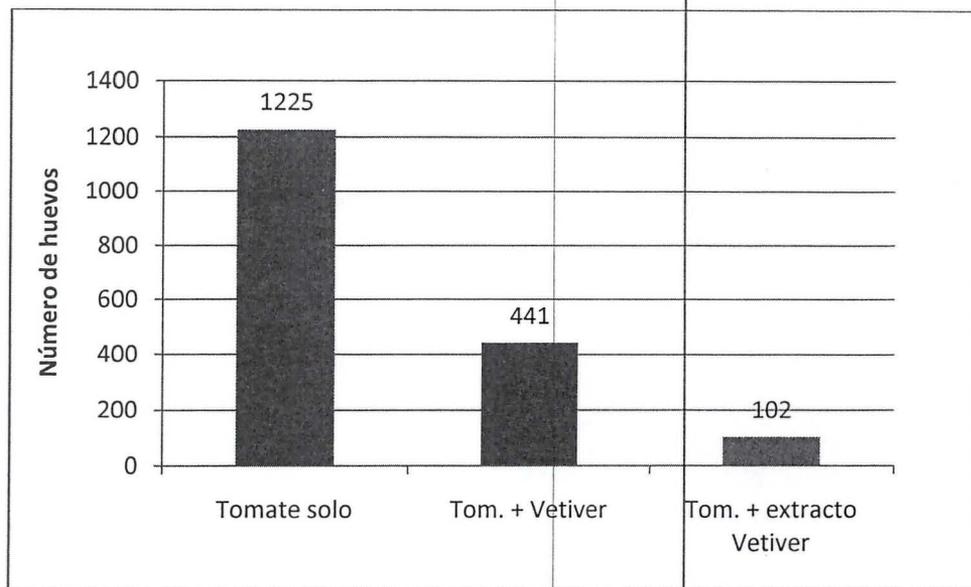
\*Media de 6 repeticiones

## II.2. Control de plagas con Vetiver

Durante el desarrollo del cultivo el melón sufrió ataque de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* W.), se observó que el ataque de mosquita fue aproximadamente un 50% menos en la platabanda asociada a Vetiver, por esta razón se llevó a cabo un ensayo en macetas para probar el efecto del Vetiver como controlador de la mosquita.

El bioensayo para control de mosquita blanca consistió en 2 tratamientos y un control. Se utilizaron 6 macetas por tratamiento: Vetiver y tomate, tomate solo y tomate con una aplicación de decocción de hoja de Vetiver, los tratamientos se colocaron dentro de cubículos tapados con malla antiáfido. Luego se colocaron 2 hojas de malezas con ataque de mosquita dentro de cada cubículo y se evaluó a los 7 días el número de huevos contando 10 hojas de tomate por cada maceta.

Gráfico 4. Ovipostura de Mosquita Blanca



\*Promedio de 6 repeticiones

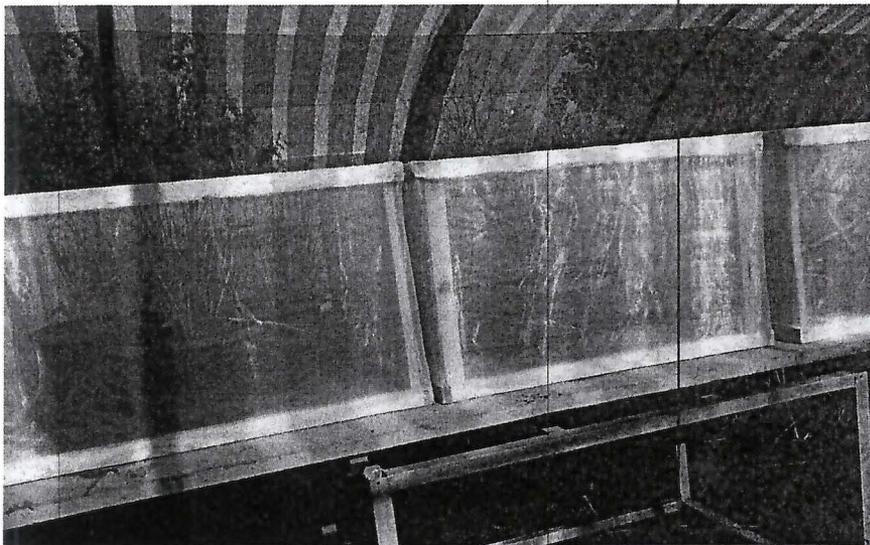
Los resultados demostraron que las plantas tratadas con decocción de hojas de Vetiver presentaron un 91% menos de huevos comparado al tratamiento de tomate solo y un 77% menos que el tratamiento de tomate asociado a Vetiver (Gráfico 4). Esto nos indica las ventajas que podría tener el uso de Vetiver como biopesticida para el control de mosquita y tal vez para el control de otras plagas presentes en hortalizas y frutales.

#### Bioensayo para control mosquita blanca



\*Fuente: Propia

## Bioensayo para control de mosquita blanca



\*Fuente: Propia

### III. Difusión

Día de campo (21 de abril 2016)

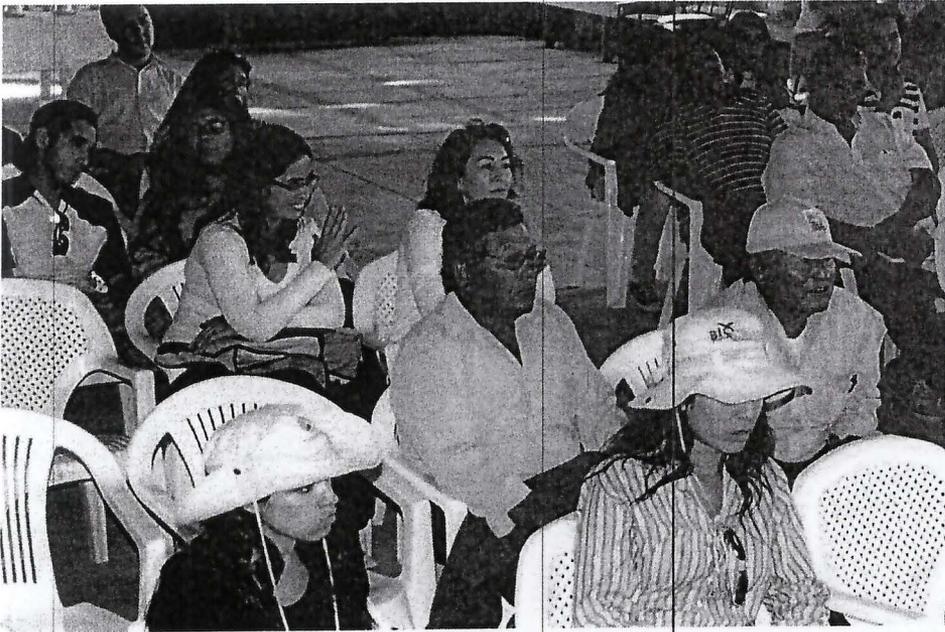


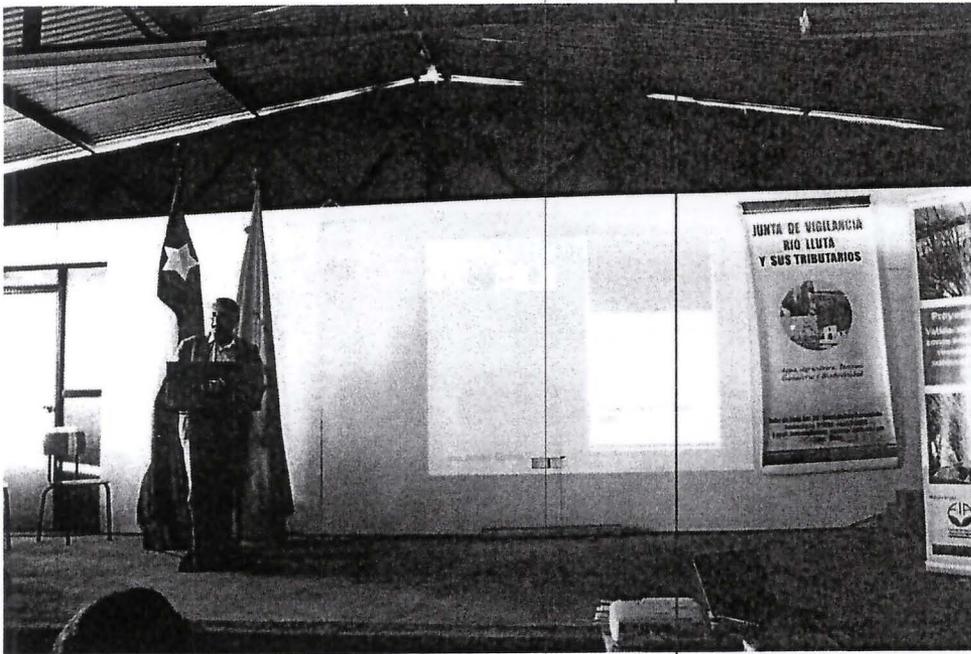


Día de campo y Taller (24 de junio 2016)



Actividad de Cierre (17 enero 2017)



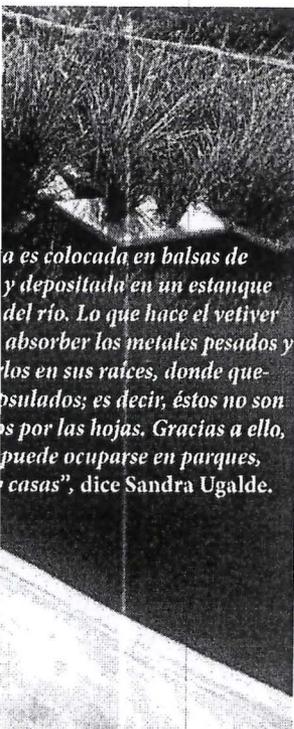


NOTA: Se adjunta en CD entrevista radio Primavera



## PROYECCIONES

# milagros Lluta



...a es colocada en balsas de y depositada en un estanque del río. Lo que hace el vetiver absorber los metales pesados y los en sus raíces, donde que-...sulados; es decir, éstos no son... por las hojas. Gracias a ello, puede ocuparse en parques, y casas", dice Sandra Ugalde.

Otra arista del proyecto inicial es que permitió cultivar y proporcionar plantas de vetiver para su reproducción en el vivero de la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

La segunda iniciativa, en actual desarrollo, apunta a objetivos tales como calcular la disminución del boro en suelos sembrados con el vetiver producido en vivero; medir la cantidad de pesticidas y nitratos absorbidos por la planta desde piscinas llenadas con agua de pozo y ríos; y evaluar tanto el cambio en la fertilidad de los suelos remediados, como su aptitud para albergar especies intolerantes al boro.

Adicionalmente, se aprovechará la planta para habilitar en los bordes de acuíferos del río Lluta una barrera destinada a estabilizarlos y retener sustancias contaminantes. En efecto, la literatura especializada testimonia la virtudes del vetiver como elemento de contención en taludes, muros de piedra, caminos, acequias y bordes de río, cualidades todas que se traducen en un efectivo control de la erosión.

En buen romance, se trata de una tecnología sustentable, poco menos que artesanal y por ende económica, que reviste ventajas al mismo tiempo comparativas y competitivas y que es susceptible de ser replicada en otros valles de la región. Igualmente,

este sistema puede ser utilizado para los efectos de tratar aguas servidas.

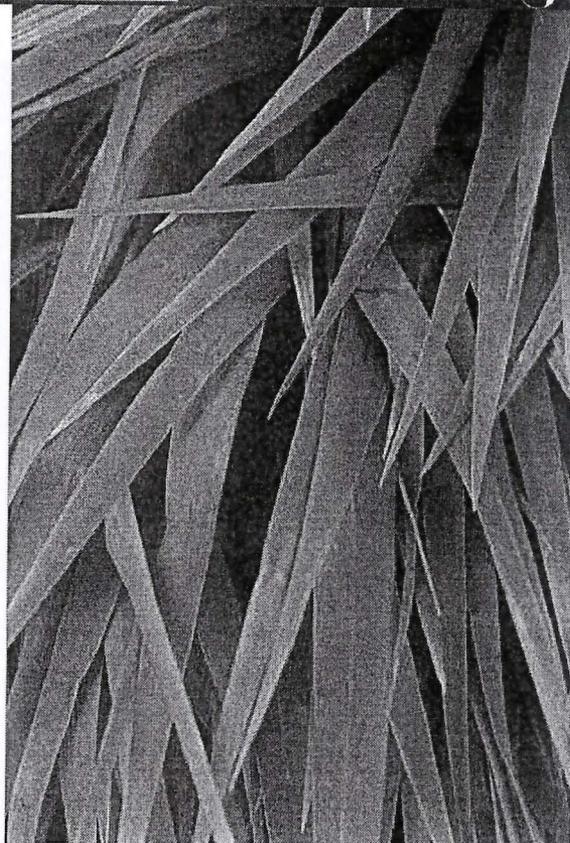
Suma y sigue: Sandra Ugalde subraya que remediar con vetiver una hectárea contaminada con metales pesados en concentraciones 100 veces por sobre la norma, significa un gasto que fluctúa entre 148 mil y 328 mil dólares, lo que mediante un sistema convencional de mitigación demandaría 450 mil dólares.

Claramente, una inversión que redunda en economía de costos y mayor rentabilidad.

-¿Podría pensarse que el vetiver constituiría una eficaz fórmula alternativa para emprender la hasta ahora imposible tarea de mitigar la salinidad y acidez de las aguas del río Lluta?

-“Se perfila como una ayuda. En el proyecto anterior la capacidad para remediar el boro en el suelo fue de más del 90%. En el caso del agua, se necesitaría hacer más investigación. Estimo que la planta tendría mayores resultados instalada en la ribera del río”.

-¿Cree usted, sinceramente, que el Sistema Vetiver logrará posicionarse en una



zona desértica de terrenos y aguas con alta salinidad y degradación?

“Sin duda, habría que ser ciego para no valorar su utilidad. La planta recupera suelos salinos y con mal drenaje, dos condiciones limitantes del valle de Lluta”.

A todo esto, más de algún escéptico se preguntará si

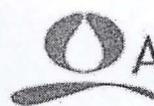
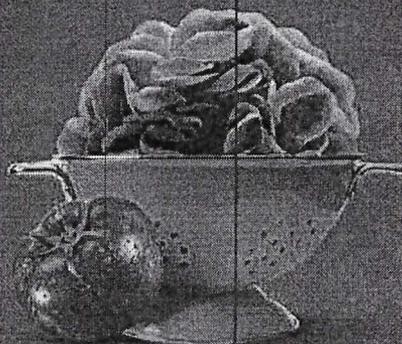
será verdad tanta belleza... Interpretándolo, deslizamos la “pregunta del bandido”:

-Pero, ¿no habrá algo, tal vez problemas y/o limitaciones, que pudieran frustrar la aplicación del Sistema Vetiver en nuestra zona...?

“Lo único, sería que no se valore su uso”, enfatiza Sandra Ugalde.

## AGUA BUENA PARA UNA VIDA MEJOR

Entre los servicios que ofrecemos a nuestros vecinos, está el entregar agua saludable, que cumple 100% la normativa vigente establecida por el Ministerio de Salud.



Aguas del  
**Altiplano**  
Grupo Aguas Nuevas

Por una  
vida mejor



# VETIVER: Ha

Originaria de la India, la planta vetiver se ha extendido por el mundo gracias a sus extraordinarias propiedades: decrecimiento muy rápido y fácil reproducción en viveros, extremadamente resistente a la sequía, a la contaminación y la salinidad, es una fórmula ideal y considerablemente económica para recuperar la calidad del agua y del suelo, así como para formar barreras vivas contra la erosión, cortavientos, pantallas acústicas, visuales y antipolución.

Cualidades suficientes para que se la haya llamado la planta milagrosa o mágica.



“L  
pl  
co  
es  
ac  
da  
as  
la  
ja

Como resultado de la aplicación del Sistema Vetiver en el agua de riego de Lluta, se ha logrado rebajar la concentración de boro en un 25 por ciento y la de arsénico en un 40 por ciento.

Suena como increíble, pero es real. Una dulcísima noticia para un valle salado, cuyo río, apenas empieza a formarse en la alta cordillera, es contaminado por su afluente Azufre (que le vierte metales, sales y acidez provenientes del volcán Tacora) y luego por las borateras de la quebrada Colpitas (que le descargan boro y arsénico).

Pero, así como la madre naturaleza comete excesos, también es capaz de corregirlos, ofreciendo soluciones como, en este caso, el verdadero milagro vía fitoremediación que procura una hierba llamada vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), originaria de la India y parecida a la hierba Luisa. Es de desarrollo muy rápido, extremadamente resistente a la sequía, a la contaminación y la salinidad, y se adapta a todo tipo de condiciones de cultivo. No sin razón, en Sudamérica se le dice planta “má-

gica”,  
“mi-  
l a -  
gro-  
s a”,

“revolucionaria”.

## PRIMEROS LOGROS

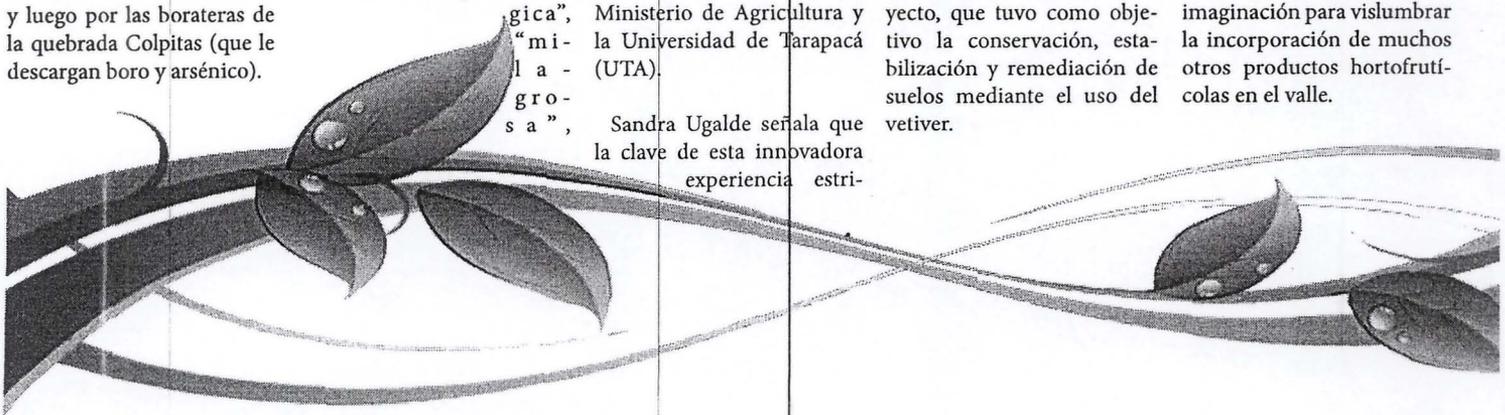
“El vetiver es la planta con mayor capacidad en remediación de metales pesados de las 400 especies investigadas en el mundo”, explica el ingeniero agrónomo y master en Biología Vegetal por la Universidad de Barcelona, Sandra Ugalde. Ella es la formuladora-consultora, además de ejecutora técnica de dos proyectos que cofinancian la Fundación de Innovación Agraria (FIA) del Ministerio de Agricultura y la Universidad de Tarapacá (UTA).

Sandra Ugalde señala que la clave de esta innovadora experiencia estri-

ba en que las largas y tupidas raíces del vetiver (pueden alcanzar una profundidad de tres metros) “tienen una alta capacidad de fitoremediación, ya sea con los metales pesados, con derivados del petróleo, pesticidas, fármacos y sales”.

Así quedó comprobado tras realizarse el primer proyecto, que tuvo como objetivo la conservación, estabilización y remediación de suelos mediante el uso del vetiver.

Gracias a los exitosos resultados a la vista, los agricultores lluteños podrán diversificar su producción, pues quedó preliminarmente demostrado que es posible cultivar especies hasta ahora no toleradas por la salinidad y acidez de la tierra, como melón, maíz dulce, ají cristal y lechuga. Y no hace falta mayor capacidad de imaginación para vislumbrar la incorporación de muchos otros productos hortofrutícolas en el valle.





UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ  
ARICA - CHILE



# Asistencia Día de Campo

valle de Lluta, predio Sr. Luis González Silva

## Proyecto FIA PYT-2015-0252

“Validación del Sistema Vetiver en zonas áridas para la recuperación, remediación y protección de suelos agrícolas en la región de Arica y Parinacota”

28/04/2016

NOMBRE		FIRMA
Gladys Cahuana Lobella		
VICTORIA NAMANI CRISPIN		
María Mamani Mamani		
Luis González Silva		
FRANCISCA ESTEY VARGAS		
Lina Porcayo M.		
Luis González Mamani		
JORGE RAMOS RIVERA		



UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ  
ARICA - CHILE



**Asistencia Día de Campo**  
"Principios Ecológicos Policultivos"  
valle de Lluta, predio Sr. Luis González Silva

**Proyecto FIA PYT-2015-0252**

"Validación del Sistema Vetiver en zonas áridas para la recuperación, remediación y protección de suelos agrícolas en la región de Arica y Parinacota"

**21/06/2016**

<b>NOMBRE</b>		<b>FIRMA</b>
Bianca Romero Leiva		
Roberto Carrero Gandolfo		
Francisca Poblete Ramos		
David Solazar Treguear		
Michelle Ponce Rojas		
ANIBAL MORENO		
Diego Gutiérrez Carrasco		
Sebastián Lozano Modestino		

NOMBRE		FIRMA
Camelia Mariana Bergasa		
Luis Yampara Louca		
Luis Herrera Castillo		
ENZO FRANZINI GRANIFO		
CARMEL ZAPATA		
Alexandra Uielma		
Nicolas Szuhacz Penzende		
Diego Contreras		
Nicolas Silva Cordora		
Daniel Gallardo Escobar		
GIANFRANCO SERAZZI TAPIA		

# Actividad de Cierre Proyecto

FAA 2015-0252

17/01/17

Nombre

Eulogio Jun B  
~~Franco Estay J.~~  
Cristóbal Amador

Luis Francisco Galvez

JAI ME PERALES GODDY

Maruja Rosa Marca Ceama

Dirlo Angel Flores Flores

Miguel Brown Wento

Olivia Huente Motomani

Wendel Gussmuth Blanco

Michael Heine

Miguel Rojas Morales

Juan Suarez

Fabian Ballesteros

Miriam Alvarez ch:

Benedicto Colon Arias

Marcelino Mollo Mollo

Adriana Aguirre R

Veronica Jurpeida

Manuel Eugenio Jimenez