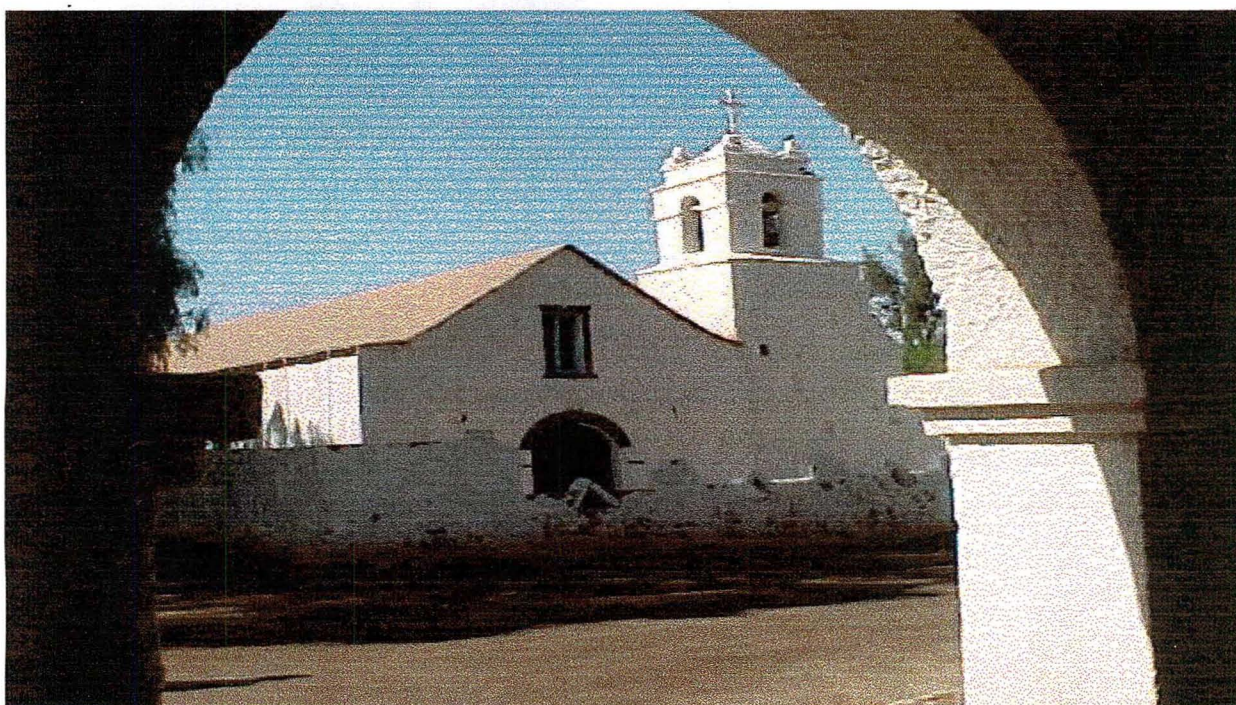




Universidad Arturo Prat
Departamento de Agricultura del Desierto

Comisión Nacional De Riego

I. Municipalidad de San Pedro de Atacama



Jornada de Difusión Agrícola

Agricultura en el Desierto de la II Región de Chile.

CENTRO DE DOCUMENTACION
COMISION NACIONAL DE RIEGO

Proyecto Agrícola “San Pedro de Atacama”

Calama 03 de Agosto del 2000

Durante el tiempo en que ha transcurrido mi período alcaldicio, me he preocupado de manera principal en preservar las tradiciones y costumbres de la comunidad Atacameña, siendo, la agricultura, el medio por el cual se sustentan estas tradiciones y planteándose como un desafío para el nuevo milenio, la forma como el likan antai (hombre) pueda hacer que esta actividad surja. La Agricultura como fuente de trabajo, es una actividad que se debe apoyar, puesto que esta es una zona que presenta tierras fértiles y que, en un futuro muy cercano, poder llegar a ser altamente rentable, cosa que para muchos hoy es un sueño, pero que ha sido parte de la vida de la gente de San Pedro de Atacama y sus pueblos.

De acuerdo con los estudios y pruebas realizados, se ha llegado a la conclusión que esta tierra da, pero con mucho sacrificio y esfuerzo entonces, no es casualidad cuando se dice que los antepasados cosechaban alfalfa, trigo, quinua, siendo muy creíble que ahí esté la fuente de trabajo futuro para esta comuna, tanto el turismo naciente como la agricultura, con los avances tecnológicos del nuevo siglo.

Sandra Berna Martínez
Alcaldesa
San Pedro de Atacama

San Pedro de Atacama, Agosto del 2000

INDICE

❖ Avances del proyecto	01
❖ Análisis del cultivo de la Alfalfa en San Pedro de Atacama	07
❖ Perspectivas de la fruticultura en San Pedro de Atacama	16
❖ Plagas locales y sus posibilidades de control	24
❖ Irrigación para condiciones de desierto	27
❖ Manejo de suelos salinos y sódicos	35
❖ El campesinado en el proyecto agrícola de San Pedro de Atacama	42
❖ Evaluación de ocho genotipos de quinoa en suelos salinos de San Pedro Atacama	47

AVANCES DEL PROYECTO

Alexis Triviño Pérez

Ingeniero Agrónomo

1.- ANTECEDENTES GENERALES

El Proyecto se encuentra centralizado en las Localidades de San Pedro de Atacama y Toconao. En San Pedro de Atacama las superficies promedios en explotación fluctúan entre 0.5 a 3.5 ha, y en Toconao las superficies en explotación son bastante pequeñas debido a la subdivisión del terreno donde las unidades productivas no sobrepasan las 0.5 ha.

1.1- Principales rubros.

En San Pedro de Atacama, el cultivo predominante es la alfalfa siendo otros cultivos relevantes el maíz el trigo y perales. En Toconao predominan los frutales plantados están en pequeños huertos, siendo las principales especies los cítricos, vides y frutales de hoja caduca.

En ambas localidades los agricultores practican una agricultura de subsistencia donde los ingresos provienen de diferentes fuentes (jubilaciones, servicios, venta de animales).

2.- Principales problemas

- Praderas: Baja producción de alfalfa, presencia de ataques de araña roja y pulgones.
- Maíz: Presencia de gusano del choclo y otras plagas. Producción indeterminada.
- Perales: Árboles de gran tamaño no permiten la cosecha expedita, sin manejos de conducción y añosos. Fruta de pequeño tamaño y de escaso valor en el mercado.
- Ganadería: Ovinos como rubro principal sin manejos reproductivos, y sanitarios, con escaso alimento en invierno,
- Comercialización: Los agricultores sólo disponen para la venta maíz, miel, ovinos, perales. El mercado corresponde a ventas en San Pedro de Atacama y ocasionalmente Calama.
- Agua: Valores promedio de pH 8 a 9 (afecta la disponibilidad de elementos nutritivos), CE 2.8 mmhos y frecuencias de riego en los periodos mas críticos de 20 días imposibilitan el cultivo de especies más rentables o la diversificación de la producción.
- Suelos: Salinos sódicos sólo permiten el cultivo de especies resistentes o tolerantes.
- Organizaciones: en general se presentan débiles y sus socios lo conforman una población mayoritariamente de adultos no muy susceptibles a la innovación.
- Programas de transferencia: Aún no se consolida un Programa de Transferencia Tecnológica permanente en el tiempo y con objetivos bien claros.
- Superficies: La subdivisión del terreno en Toconao y la gran diversidad de especies establecidas no permite mantener explotaciones intensivas de un rubro determinado.

2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En el proyecto se plantean dos herramientas para validar las tecnologías y los sistemas productivos propuestos.

2.1 Unidad de Validación (Uval).

Esta se ubica en las dependencias del Liceo Agrícola Likan Antai de San Pedro de Atacama, su objetivo es establecer y demostrar tecnologías de riego en cultivos ya sean tradicionales así como también en otras opciones de mayor rentabilidad.

Adicionalmente la ubicación responde a la necesidad de potenciar las actividades docentes de dicho establecimiento, considerando que en dicho lugar se encuentran los jóvenes de las diferentes localidades que conforman la comuna de San Pedro de Atacama, los cuales son la fuente más importante de irradiación de las técnicas propuestas.

Actualmente se han establecido las siguientes líneas de investigación:

- a) Caracterización agroclimática: Establecimiento de una estación agrometeorológica para determinar entre otros, grados-día, acumulación de horas frío, T° máximas y mínimas, etc.
- b) Frutales de hoja caduca: Establecimiento y evaluación de frutales de hoja caduca (durazneros, nectarines, ciruelos, manzanos y perales).
- c) Vides: Establecimiento y evaluación de cuatro variedades de uva de mesa, con posibilidades de venta en fresco y/o pasas. Incluye una variedad vinífera.
- d) Horticultura: Establecimiento y evaluación de cucurbitáceas (melones, zapallos italianos, zapallo japonés), al aire libre y en sombreaderos. También bajo condiciones de invernadero se establece y evalúa la factibilidad de hortalizas varias.
- e) Ajos : Establecimiento y evaluación de tres variedades de ajos.
- f) Praderas: Establecimiento y evaluación de siete variedades de alfalfa.
- g) Maíz : Establecimiento y evaluación de variedades locales de maíz.
- h) Quinoa: Establecimiento y evaluación de seis variedades de quinoa.
- i) Entomología: Habilitación de trampas para determinar especies presentes y su fluctuación poblacional. De especial interés es determinar insectos benéficos para futuros controles biológicos.
- j) Sector Forestal: Establecimiento junto con CONAF de un vivero forestal para la obtención de 10.000 plantas.

Cada uno de los cultivos propuestos lleva implícito una propuesta técnica de riego, la cual varía desde sistemas tradicionales (inundación) y sistemas presurizados como son el goteo, cintas, aspersión, microyet, y microaspersión.

2.2. Módulos Demostrativos (MODEM)

Este instrumento busca impactos directos que puedan ser irradiados en el corto plazo hacia los agricultores. Para la temporada 2000/2001, tomando como base algunos resultados se establecerán y continuarán los siguientes Modem:

2.2.1. San Pedro de Atacama

- a) Modem Praderas: Establecimiento y evaluación de tres variedades de alfalfa.
- Establecimiento y evaluación de cebada en invierno.
- b) Modem Quinoa: Establecimiento y evaluación de quinoa (al menos dos variedades).
- c) Modem Maíz: Establecimiento y evaluación de maíz local (maíz híbrido ha demostrado no ser una alternativa viable).
- d) Modem ajos: Establecimiento y evaluación de tres variedades de ajo.
- e) Modem perales y manzanos: Establecimiento y evaluación de manzanos con portainjerto enanizante. En el caso de perales variedades Packam's y Winter Nellis.
- f) Modem vides: Establecimiento y evaluación de vides de mesa con posibilidades de venta como uva fresca y/o pasa. Incluye una variedad vinífera.

2.2.2. Toconao

- a) Modem Cítricos: Establecimiento y evaluación de cuatro especies de cítricos.
- b) Modem espárragos: Establecimiento y evaluación de una variedad de espárrago.
- c) Modem vides: Establecimiento y evaluación de vides de mesa con posibilidades de venta como uva fresca y/o pasa. Incluye una variedad vinífera.

Cada uno de los cultivos propuestos lleva implícito una propuesta técnica de riego, la cual varía desde sistemas tradicionales (inundación) y sistemas presurizados como es el goteo.

2.3 Acciones de Extensión

2.3.1.- Actividades con agricultores

En el transcurso de las dos temporadas y a medida que se han ido consolidando las áreas de investigación se han realizado una serie de actividades de extensión tendientes a demostrar en terreno algunos temas y logros obtenidos. Es necesario señalar que con el correr del tiempo la asistencia a las actividades se ha incrementado debido a que se ha implementado un sistema de invitaciones que incluye un sorteo de plantas, fertilizantes o algún producto cosechado en el huerto y por otro lado las exposiciones son tipo modular donde cada aspecto relevante a tratar se

explica por separado en diferentes grupos. A continuación se presentan los temas tratados y el número de asistentes a la actividad:

Tema	Fecha	Lugar	Nº de asistentes
Presentación del Proyecto a Dirigentes Locales	03 Diciembre 1998	Liceo Agrícola Likan Antai	20 Agricultores aproximadamente
Prevención y control de Araña Roja	11 Diciembre 1998	Liceo Agrícola Likan Antai Ayllu de Coyo	23 Agricultores
Levantamiento del "Parrón"	05 Agosto 1999	Quitor	05 Agricultores
Levantamiento del Parrón	06 Agosto 1999	Uval	10 Agricultores
Plantación de vides	26 Agosto 1999	Quebrada de Zapar	00 Agricultores
Plantación de vides	27 Agosto 1999	Uval	08 Agricultores
Plantación de esparragueras	10 Septiembre 1999	Toconao	09 Agricultores 23 Alumnos Liceo Agrícola
Almacigueras	16 Noviembre 1999	Uval	29 Agricultores
Praderas avena y cebada	18 Noviembre 1999	Séquiton	24 Agricultores
Los fertilizantes	22 Noviembre 1999	Uval	20 Agricultores 23 Alumnos Liceo Agrícola
Los pesticidas	30 Noviembre 1999	Uval	28 Agricultores 10 Alumnos Liceo Agrícola
Avances en la Uval	11 Febrero 2000	Uval	16 Agricultores
Manejo integrado de plagas en cítricos	15 Junio 2000	Toconao	28 Agricultores
Exposición manejo de cabras y ovejas para la producción de leche y quesos/ forraje (*)	07 Julio 2000	Solor	23 Agricultores

(*) Actividad realizada en conjunto con Programa Pecuario SEREMI de Agricultura.

En todas las actividades se han entregado Cartillas Divulgativas.

2.3 2 Actividades Alumnos Liceo Agrícola Likan Antai

En una primera etapa las actividades con los alumnos del Liceo Agrícola estuvieron orientadas a trabajos en terreno para la implementación de la Uval, con el correr del tiempo y en base a resultados ya obtenidos se ha dado lugar a la realización de Talleres que refuerzan los contenidos de las asignaturas entregadas por los Profesores. Hasta la fecha las Actividades realizadas son las siguientes:

2.3.2.1. Actividades de Terreno

Periodo	Actividades
Segundo semestre 1998	- Confección estanque Uval
Mayo y Junio 1999	- Plantación de ajos - Construcción de invernadero y postura de plástico - Levantamiento invernadero metálico - Trazado y confección de zanjias para sistema de riego - Confección de almacigueras - Confección de hoyos para frutales - Instalación de riego tecnificado - Picado y transporte de guano
Agosto 1999	- Levantamiento de parronal - Preparación de suelo hortalizas - Plantación de vides y quinua
Septiembre 1999	- Siembra de maíz - Plantación espárragos - Preparación suelo Uval
Noviembre 1999	- Plantación vides Uval - Control de malezas en modems perales y manzanos
Diciembre 1999	- Cosecha ajos
Julio 2000	- Llenado de bolsas plantas forestales

2.3.2.2. Talleres

Taller	Fecha	Cursos Participantes
Los Fertilizantes	17 Mayo 2000	3º, 4º Medio
Coeficiente de Uniformidad	18 Mayo 2000	4º Medio
Introducción a la Entomología Agrícola	25 Mayo 2000	3º, 4º Medio
Sistemas de conducción en frutales	07 Junio 2000	3º, 4º Medio
Estación Meteorológica	14 Junio 2000	4º Medio
Los Cítricos	14 Junio 2000	3º Medio

Estos talleres implican la confección y entrega de una cartilla divulgativa, una charla referente al tema a tratar y la realización de parte de los alumnos de un práctico donde a través de una planilla hacen una caracterización de los aspectos más relevantes del tema tratado.

2.4 Difusión

En este tema se destaca la participación del Proyecto en la FEPLA de Calama los días 23, 24 y 26 de Marzo del 2000. La exposición se conformó con fotografías, entrega de dípticos y exposición de productos frescos cosechados en la UVAL, tales como melones, ajos y zapallos Delica

3.- LOGROS A LA FECHA

Algunos logros que se pueden destacar a la fecha son los siguientes:

- Interacción con Liceo Agrícola.
- Obtención de seis cortes en alfalfa, con producción promisorio al segundo año.
- El cultivo de la quinoa resulta fácil y con proyecciones.
- Los cultivos de melones y zapallo italiano son opciones que al ser mejoradas pueden ser una buena alternativa productiva para el verano.
- El riego por goteo parecieran ser la alternativa mas apropiadas para la mayoría de los cultivo.
- El Aumento de la asistencia a charlas. La exposición tipo modular ha resultado ser una herramienta didáctica y comprensible para los agricultores.
- La recopilación de antecedentes técnicos y agronómicos serán a futuro herramientas importantes en una programación racional de estrategias de Desarrollo Agrícola para el sector.
- La identificación de especies de insectos plagas y de sus enemigos naturales y fluctuación poblacional.
- El convenio firmado entre la Universidad Arturo Prat y la Corporación Nacional Forestal es una importante interacción entre servicios, cuyos resultados debieran dar pie para establecer otras interacciones con otros servicios.

ANÁLISIS DEL CULTIVO ALFALFA EN SAN PEDRO

José Delatorre Herrera
Ingeniero Agrónomo
Msc Producción de cultivos

1. INTRODUCCIÓN

La comuna de San Pedro basa su actividad agrícola en praderas, fundamentalmente en alfalfa. Esto es confirmado por las estadísticas, el último censo (INE, 1997), señala que de las 1.688 ha cultivadas el 75% son praderas. Es decir el agua de riego en San Pedro se emplea preferentemente para la producción de forraje. Esta situación está asociada a la realidad hídrica de la zona, entendiéndose como tal la disponibilidad y la oportunidad de agua para riego.

La disponibilidad de agua en el área es escasa, lo que se hace más crítico durante la época estival, donde la frecuencia de riego se alarga hasta 40 días en algunas comunidades. Con este panorama son muy pocas las especies capaces de sobrevivir a este régimen de riego, una de las pocas especies es la alfalfa.

Dada esta realidad se establecieron algunas actividades en el proyecto denominado “Validación de Tecnologías de Riego y Sistemas Productivos” tendiente a mejorar el rendimiento de la pradera con el mismo régimen de riego e igual tasas de riego. Para este efecto se estableció un modems de alfalfa ubicado en la parcela de la agricultora Sra. Vicenta Rodríguez.

La siembra se efectuó el 20 de Noviembre de 1998 con tres variedades Aquarius, Cuff 101 y Local. La dosis de siembra utilizada equivalió a 15 kilos/há.

2 RESULTADOS

La temporada de crecimiento en San Pedro Atacama corresponde al periodo de buen clima, considerándose como tal, antes que la alfalfa se hiele por la bajas temperaturas. Esto comprende las estaciones de primavera, verano y parte del otoño.

2.1 Primera temporada

2.1.1 Manejo

2.1.1.1 Fertilización

La fertilización base empleada fue de 90 U de N₂/ha y 150 U de P₂O₅/ha. Además se agregaron 20 ton/ha de guano por hectárea. Todas las variedades fueron inoculadas con Rhizombium en una concentración de 5,4 gr/kg semillas.

2.1.1.2 Fitosanidad

El cultivo en general se observa libre de plagas y enfermedades, con presencia escasa de pulgones, larvas minadoras y araña roja, plagas que fueron controladas oportunamente.

2.1.1.3. Corte

En la temporada se alcanzaron 06 cortes valor que es bastante superior a lo observado en agricultores locales donde se alcanza como máximo 3. Las razones por las cuales se ha obtenido este resultado se pueden resumir en:

- Erradicación absoluta del pastoreo de ovejas las cuales se comen la “corona “ de la planta retrasando su recuperación.
- Control oportuno de plagas especialmente araña roja y pulgón. Esto se debe a los continuos chequeos de la unidad, corte de la alfalfa y tratamiento fitosanitario después del corte donde estas plagas se encuentran mas expuestas.
- Fecha de corte. Dentro de lo posible se buscó realizar el corte cuando el cultivo presentaba 10% de flores abiertas, lo cual no siempre fue posible puesto que como se verá más adelante debido a un problema de tipo operativo por disponibilidad de segadora se cortaban las tres variedades a la vez desplazándose el índice de cosecha a porcentajes mayores de floración.
- Altura de corte. La altura de corte mas menos sobre los 5 cm, evita que se corte la “corona” de la planta, por ende las reservas para su recuperación se mantienen intactas permitiendo un buen desarrollo.

2.1.1.4. Resiembra

Esta se realizó con semilla “nueva”. No se permitió la floración y posterior desarrollo de semillas en las plantas, práctica que por un lado provocaría el envejecimiento de las plantas y por otro lado se pierde la oportunidad de cosecha.

2.1.2 Cosecha

Dado que la siembra se realizó a fines de primavera, la primera temporada de crecimiento fue muy corta, desde la fecha de siembra al 25 de Mayo de 1999. En dicho período fue posible realizar dos cosechas cuyos resultados se resumen a continuación.

Cuadro 1. Peso seco por variedad (equivalente a ton/há). Primera temporada

Fecha	Corte	Variedad		
		Aquarius	Cuff 101	Local
05-Abr-99	1º	0.6	0.3	0.0
25-May-99	2º	1.0	0.4	0.0
Total		1.6	0.7	0.0

Hay que considerar además que dicho período comprende la época de escasez de agua de riego.

2.2. Segunda temporada de cultivo de alfalfa (Septiembre 1999 a Junio del 2000)

2.2.1 Rendimiento Peso seco

Cuadro 2. Peso seco por variedad (ton/há)

Fecha cosecha	Corte	Variedad					
		Aquarius		Cuff 101		Local	
		Peso seco (ton/há)	Acumulado	Peso seco (Ton/há)	Acumulado	Peso seco (Ton/há)	Acumulado
25-Oct-99	Primero	3,8	3,8	3,0	3,0	2,3	2,3
06-Dic-99	Segundo	4,2	8,0	3,0	6,0	2,0	4,3
17-Ene-00	Tercero	3,9	11,9	3,3	9,3	1,7	6,0
14-Feb-00	Cuarto	3,5	15,4	3,0	12,3	2,0	8,0
29-Mar-00	Quinto	3,2	18,6	3,1	15,4	2,7	10,7
15-Jun-00	Sexto	3,0	21,6	1,7	17,1	0,75	11,45

En este cuadro podemos observar que la variedad Aquarius tiene un rendimiento equivalente a 21.6 ton/ha, seguida de Cuff 101 (17.1 ton/ha) y Local con 11.45 ton/ha (ver figura 1). Es decir la variedad Aquarius produce un 20% y 47% más que CUFF 101 y Local, respectivamente.

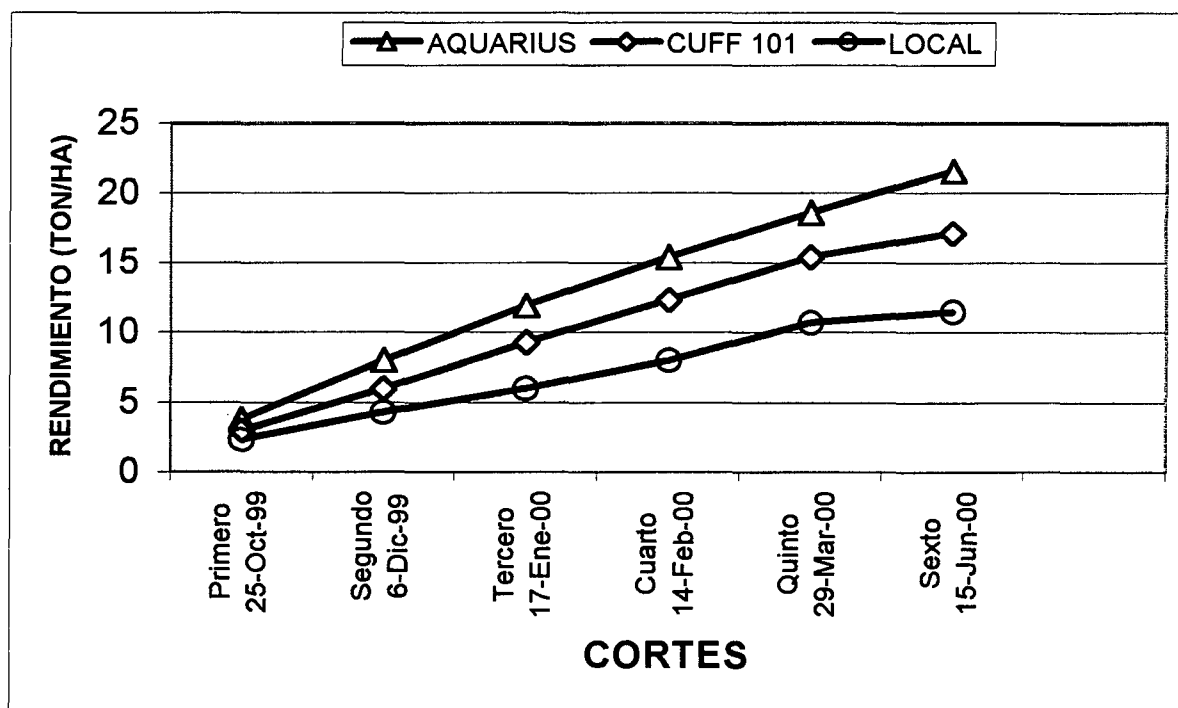


Figura 1.- Rendimiento acumulado en tres variedades de alfalfa

Este resultado es bastante promisorio y los valores obtenidos podrían incrementarse durante la tercera temporada si se logrará cambiar la frecuencia de riego en el predio, así como entregar un manejo más oportuno de la fecha de corte. Sin embargo, es destacable que utilizando el mismo sistema y frecuencia de riego que los campesinos, prácticamente se pueden duplicar los rendimientos.

Otra variable interesante de destacar es el máximo de producción cada variedad presenta comportamientos distintos, Aquarius y CUFF 101 alcanzan a su peak durante el mes de enero y la variedad Local en marzo. Esta tendencia se observa en la figura 2.-

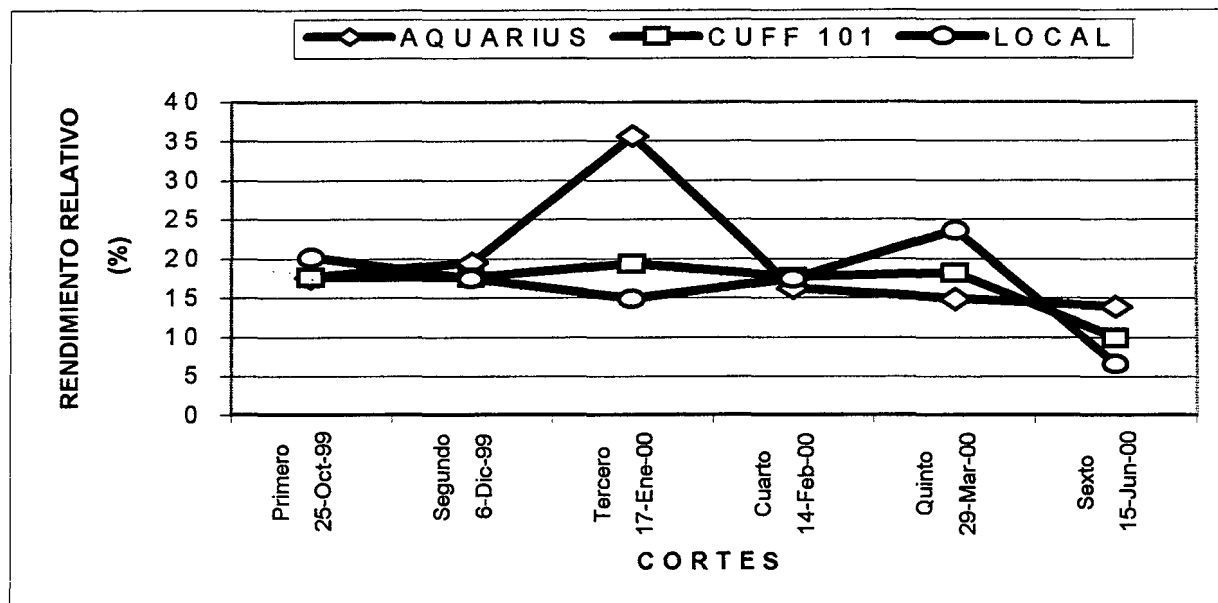


Figura 2.- Rendimiento Relativo en tres variedades de alfalfa

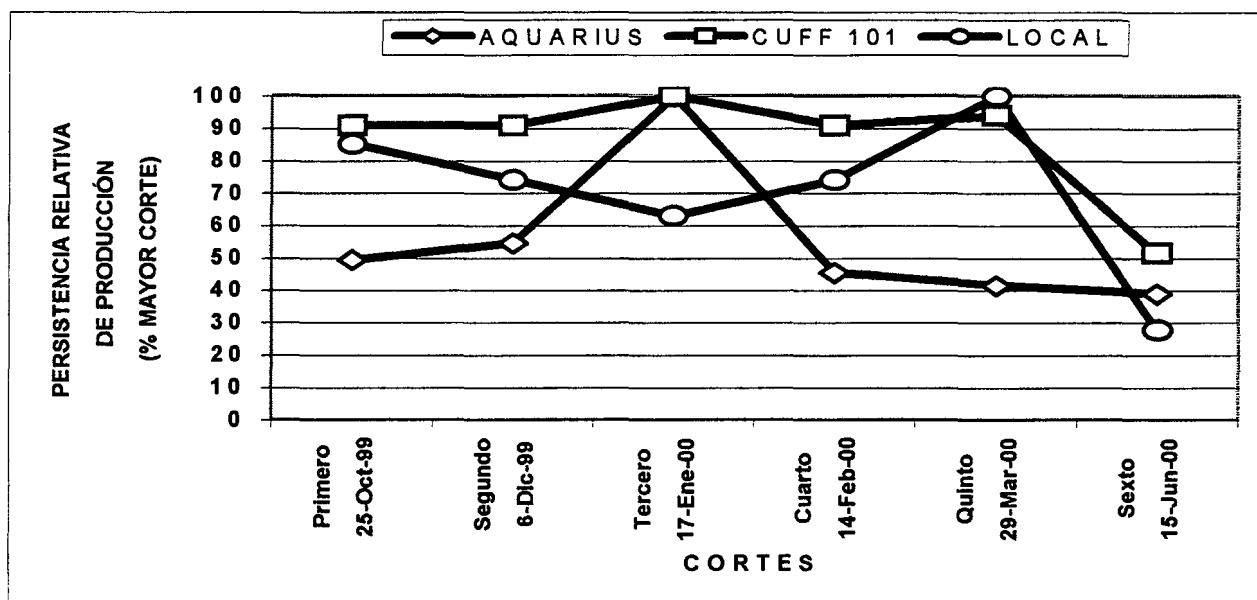


Figura 3.- Persistencia de la producción el tres variedades de alfalfa

Otro dato importante es la mantención de la producción en forma estable. De la figura 3 se aprecia que si bien CUFF 101, produce menos que Aquarius, sus rendimientos son más estables. Siendo la variedad Local la más desuniforme en la mantención de rendimiento.

2.2.2 Relación Hoja/Tallo y Area foliar (IAF).

Cuadro 3.- Determinación de indicadores de calidad

Indicador	Aquarius	Cuf 101	Local
Indice Area Foliar (IAF)	6.70	9.37	2.76
Relación Hoja/tallo	2.2	1.9	1,2

Las variedades mejoradas, tal como se aprecia en la tabla 3, poseen un mejor IAF, es decir posee una gran superficie de hojas en relación al terreno que ocupa además de relación hoja tallo superior, con lo cual indica que la variedad local posee mucho tallo y pocas hojas.

2.2.3 Porcentaje de Humedad de Alfalfa de Guarda

Cuadro 4. Porcentaje de Humedad Alfalfa de Guarda (%)

Fecha de cosecha	Variedad		
	Aquarius	Cuff 101	Local
	%	%	%
25-Oct-99	22.9	24.2	26.1
06-Dic-99	26.5	26.3	27.0
17-Ene-00	23.6	22.4	21.2
14-Feb-00	30.1	32.4	27.0
29-Mar-00	24.3	31.4	28.2
15-Jun-00(*)	49.7	52.6	41.8
Promedio	29.5	31.6	28.6

El porcentaje de humedad medido a nivel de campo se determinó cuando una vez cosechada la planta se esperó a que estuviera lo suficientemente seca y que al ser apretada con la mano no se desprendieran las hojas. La alfalfa cosechada no ha presentado problemas de formación de hongos u otros.

Es necesario hacer un alcance referente a la cosecha del 15 de Junio del 2000. Esta se efectuó después de haber sido afectado el cultivo por varias heladas por lo que al realizar el corte este material ya contenía alfalfa seca produciéndose esta distorsión en el resultado del porcentaje de humedad al comparar materia seca v/s materia fresca.

2.2.4 Densidad de plantas**Cuadro 5. Densidad de plantas/m²**

Fecha de cosecha	Variedad		
	Aquarius	Cuff 101	Local
25-Oct-99	33	26	12
06-Dic-99	33	26	15
17-Ene-00	33	28	21
14-Feb-00	34	28	21
29-Mar-00	33	28	21
15-Jun-00	33	28	25

En este cuadro se observa que la variedad Aquarius ha sido la que mayor densidad de plantas presenta respecto a las otras variedades. Este antecedente explica en forma complementaria las apreciaciones indicadas anteriormente (erradicación del pastoreo directa, altura de corte, etc.), y supone que esta variedad tiene mejor capacidad para establecerse bajo las condiciones de este predio. Es necesario señalar que durante la primera temporada se hicieron resiembras para cada variedad y la que mejor habría respondido a este tipo de manejo sería la señalada. La densidad de plantas por metro cuadrado estaría dentro de un rango bueno.

2.2.5 Indice de cosecha**Cuadro 6. Porcentaje de floración al momento de cosecha**

Fecha de cosecha	Variedad		
	Aquarius	Cuff 101	Local
	%	%	%
25-Oct-99	10.0	10.0	35.5
06-Dic-99	35.0	51.0	39.0
17-Ene-00	45.0	74.0	42.0
14-Feb-00	22.6	35.5	35.5
29-Mar-00	22.6	41.9	29.03
15-Jun-00	0.0	0.0	0.0

Los porcentajes señalados se refieren a flores abiertas. Como se señalaba anteriormente lo recomendado es cosechar con un 10 % de floración. Los datos nos indican que la variedad Cuff 101 sería más precoz en alcanzar el índice de cosecha recomendado, seguida de la Local y en tercer lugar Aquarius.

Se podríamos afirmar que si se corta con un 10% de floración se obtendrían cosechas diferenciadas y por lo tanto el número de cortes por variedad podría sufrir cambios, lo cual implicaría que los rendimientos observados podrían variar. Sin embargo, para poder demostrar esta hipótesis es imprescindible mejorar la frecuencia de riego durante la siguiente temporada.

2.2.6. Días transcurridos entre cortes

Cuadro 7. Número de días transcurridos entre cortes

Fecha de cosecha	Variedad		
	Aquarius	Cuff 101	Local
25-Oct-99	-	-	-
06-Dic-99	41	41	41
17-Ene-00	42	42	42
14-Feb-00	28	28	28
29-Mar-00	44	44	44
15-Jun-00	78	78	78

Como se señaló anteriormente el porcentaje de floración al cosechar es variable para cada variedad. Por lo que el tiempo transcurrido entre cosechas para cada variedad debiera ser distinto.

En el cuadro 5 se observa que entre cosechas se tiene del orden de 40 días, exceptuando el cuarto corte (14 febrero 2000), donde transcurrieron tan sólo 28 días desde el último corte. Esto podría deberse a las altas temperaturas de la época con lo cual se aceleró el crecimiento sumado a las lluvias registradas durante Enero. También es importante señalar que la fecha de corte se aproxima más a lo recomendado. Respecto al último corte, este se realizó después de sucesivas heladas, en espera del índice de cosecha, el cual no se logró alcanzar por el deterioro producido por la situación climática.

2.2.7 Riego

Cuadro 8. Frecuencia de riego, volumen de agua y rendimientos obtenidos en la segunda temporada

N° de Riego	Fecha	Días entre riegos	Rendimiento por cortes según período aproximado de riego		
			Aquarius	CUF 101	Local
1	08-Sept-1999	0			
2	28-Sept-1999	24			
3	20-Oct-1999	22	3,8	3,0	2,3
4	09-Nov-1999	20			
5	30-Nov-1999	21			
6	20-Dic-1999	20	4,2	3,0	2,0
7	11-Ene-2000	22	3,9	3,3	1,7
8	04 Feb-2000	24	3,5	3,0	2,0
9	16-Mar-2000	41	3,2	3,1	2,7
10	15-Abr-2000	30			
11	15-jun-2000	sin riego	3.0	1,7	0,75

La frecuencia de riego establecida para este cultivo fue del orden de 20 días, lo cual es normal bajo las condiciones locales. Esta frecuencia de riego debiera ser mejorada en el corto plazo si

estuviera operativo el estanque acumulador nocturno que existe actualmente en Katarpe y a mas largo plazo con la construcción del Tranque Coyil. Con lo anterior, sería posible que los resultados obtenidos hasta hoy pudieran ser mejorados al disminuirse la frecuencia de riego. Posterior al 15 de Abril no se han realizado riegos puesto que la agricultora considera que estos acrecientan los problemas de heladas en las plantas.

Un problema anexo lo representa la calidad del agua, en el cuadro 9 se muestran los resultados de un análisis químico del agua de riego.

Cuadro 9.- Análisis químico del agua de Riego en San Pedro.

Elementos	Cantidad
pH (suspensión) 1:2,5	7,24
C.E mmhos/cm	2,52
Calcio soluble meq/l	5,88
Magnesio soluble, meq/100 gr	2,84
Sodio soluble, meq/100 gr	15,50
Potasio soluble, meq/100 gr	0,42
Cl soluble meq/100 gr	16,40
SO4 soluble meq/l	6,79
HCO3 soluble meq/l	3,10
RAS ajustado	15,6
Boro	2,21
Arsénico	<0,05

De acuerdo a la clasificación existente, esta agua se clasifica como C5S2B2, es decir esta agua es peligrosa para se usada por su salinidad y es de regular calidad en cuanto a sodio y boro. Dicho de otra forma esta agua salinizará el terreno si no se usan normas de riego adecuadas y sodificará el suelo por lo que deben utilizarse enmiendas, para reducir los niveles de sodio en el suelo.

2.2.8 Suelos

La alfalfa se adapta a una gran diversidad de suelos, sin embargo los suelos de San Pedro de Atacama son particularmente difíciles, por las características químicas de ellos. En el cuadro 10 se muestra un análisis del suelos donde se estableció la alfafa en el Predio de la Sra. Vicenta Rodríguez.

Cuadro 10.- Características químicas de los suelos

Elementos	Cantidad
Nitrógeno (N) ppm	42
Fósforo dispo (P) ppm	12
Potasio dispo (K) ppm	756
pH (suspensión) 1:2,5	9,0
C.E mmhos/cm	3,7
Materia orgánica (%)	3,7
Calcio Intercambiable , meq/100 gr	14,4
Magnesio intercambiable, meq/100 gr	3,5
Sodio intercambiable meq/100 gr	4,3
Potasio intercambiable, meq/100 gr	1,9
C.I.C meq/100 gr	20,77
Porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I)	20,6

El principal problema lo representa el sodio y el alto pH el cual alcanza a 9.

3.- CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten demostrar que se pueden elevar los rendimientos con el solo hecho de mejorar las normas de manejo. Esto se confirma por que los rendimientos fueron obtenidos con el mismo régimen de riego que utilizan los agricultores de la zona, lográndose un incremento del 50%.

PERSPECTIVAS DE LA FRUTICULTURA EN SAN PEDRO DE ATACAMA

Jorge Olave Vera
Ingeniero Agrónomo

1. ANTECEDENTES GENERALES

La actividad frutícola en la II región y en especial en la Comuna de San Pedro de Atacama representa en términos de superficie el 0.05% a nivel nacional, concentrándose en las localidades de Toconao y San Pedro de Atacama.

La distribución por superficie frutal en las diferentes localidades se detalla en la Tabla 1:

TABLA 1 : Superficie frutal en la comuna de San Pedro de Atacama

LOCALIDAD	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
San Pedro de Atacama	10.76	10.44
Toconao	84.30	81.79
Talabre	0.81	0.79
Camar	0.39	0.38
Socaire	6.81	6.60
TOTAL	103.07	100.00

Fuente: ALITAR LTDA.

Se destaca de estos antecedentes que la localidad de Toconao es la principal unidad territorial dedicada a la fruticultura, lo cual queda reflejado en la Tabla 2 al efectuar un análisis de la ocupación agrícola del suelo.

TABLA 2: Uso del suelo agrícola

LOCALIDAD	SUP.TOTAL (ha)	SUP.FRUTAL (ha)	PORCENTAJE (%)
San Pedro de Atacama	870.77	10.76	1.24
Toconao	92.00	84.30	91.63
Talabre	8.08	0.81	10.02
Camar	8.09	0.39	4.82
Socaire	220.00	6.81	3.09
TOTAL	1198.94	103.07	8.60

Fuente: ALITAR LTDA.

En la Tabla 3, se detalla por localidad las principales especies frutales cultivadas , superficie e importancia económica.

TABLA 3: Especies frutales por localidad

ESPECIE FRUTAL	San Pedro de Atacama		Toconao		Talabre		Camar		Socaire	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Membrillo	0.84	7.81	29.40	34.86	0.09	11.11			0.66	9.69
Peral	5.72	53.16	22.10	26.22	0.11	13.58			0.66	9.69
Higuera	1.70	15.80	5.70	6.76						
Damasco	0.40	3.71	12.80	15.18	0.11	13.58				
Tuna	0.85	7.90	2.70	3.21	0.13	16.05	0.39	100.00	5.49	80.76
Vid	1.05	9.76	6.90	8.20	0.37	45.68				
Limón	0.20	1.86	1.20	1.42						
Naranja			3.50	4.15						
TOTAL	10.76	100.0	84.30	100.0	0.81	100.0	0.39	100.0	6.81	100.0

Fuente: ALITAR LTDA.

En la Tabla 4 se presenta un ranking de las principales especies frutales en la Comuna de San Pedro de Atacama.

TABLA 4 : Ranking de especies frutales

ESPECIE FRUTAL	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Membrillo	30.99	30.07
Peral	28.59	27.73
Damasco	13.31	12.91
Tuna	9.56	9.28
Vid	8.32	8.07
Higuera	7.40	7.18
Naranja	3.50	3.40
Limón	1.40	1.36
TOTAL	103.07	100.00

Fuente: ALITAR LTDA.

Considerando los antecedentes entregados por el Catastro Frutícola Corfo – Ciren /1981, después de 18 años sólo se incrementó la superficie en un 30% (Equivale a una tasa de crecimiento de un 1.66%), considerando las localidades de San Pedro de Atacama y Toconao.

Este análisis determina que la fruticultura no ha constituido una actividad económica importante debido a los bajos niveles de producción atribuidos a dos factores:

- No hay mejoramiento varietal de las especies frutales principales

De los antecedentes aportados por CORFO-CIREN en 1981 a la fecha no ha habido incorporación de material vegetal nuevo, considerando el portainjerto y la variedad. Las variedades que se producen tienen un mercado local muy restringido y presentan una duración de postcosecha reducida.

- Problemas de Manejo de Huertos y/o árboles.

- Fitosanitario. Los ácaros constituyen la principal limitante productiva para Membrillo, Peral, Damasco y Cítricos, éste último también afectado por la conchuela acanalada.
- Fertilización. No hay programas de fertilización para las diferentes especies frutales y sólo se limita a la incorporación de materia orgánica. Por las características de pH básico se presentan fuertes deficiencias de microelementos como Zinc y Hierro.
- Riego. El riego se realiza gravitacionalmente con frecuencia irregulares lo que limitan el abastecimiento hídrico de la planta influyendo en las tasas de crecimiento del árbol, menor aprovechamiento de los nutrientes y menor resistencia o tolerancia a la acción de las plagas principalmente. La situación actual de los métodos de riego utilizados se detallan en la Tabla 5.
- Poda. Los árboles en general no se podan y esto reduce la capacidad productiva al no promover la formación de madera nueva.

Respecto a la temática del riego en la Tabla 5 se presenta el grado de tecnificación del riego.

TABLA 5 : Tecnificación Del Riego Comuna De San Pedro De Atacama

REGION	GRAVITACIONAL		ASPERSION		GOTEO	
	ha	%	ha	%	ha	%
Total Nacional	960840	91.20	30522	2.90	62153	5.90
Primera	6904	81.49	8	0.09	1560	18.42
Segunda	2911	98.34	0	0.00	49	1.66

Fuente:INE –VI CENSO AGROPECUARIO

2. PERSPECTIVAS FRUTÍCOLAS

En el escenario anteriormente descrito cabe por conclusión que en 16 años la actividad frutícola ha estado dormida y los agricultores se debaten en una serie de interrogantes e incertidumbres que no han sido resueltas, la producción de sus árboles disminuye, sus ingresos y las perspectivas de mercado son menores al competir con productos de mejor calidad.

En esta perspectiva el Programa Validación de Tecnologías de Riego implementado por el Departamento de Agricultura de la Universidad Arturo Prat a partir de 1998 consideró como alternativa de desarrollo agrícola para las localidades de San Pedro de Atacama y Toconao la reactivación de la actividad frutícola a través del establecimiento de unidades demostrativas en la UVAL (Unidad de Validación ubicada en el Liceo Agrícola) y MODEMS implementados en predios de los agricultores.

Los objetivos de este Proyecto Frutícola son los siguientes:

- Evaluar tecnologías de riego tecnificado
- Evaluar especies y variedades frutales
- Establecer programas de manejo integrado
- Realizar Jornadas Demostrativas
- Elaborar Cartillas Divulgativas

Las Unidades Demostrativas establecidas se detallan en la Tabla 6 , 7 y 8:

TABLA 6: Especies frutales en la “Uval”

ITEM	MANZANO
Fecha de Plantación	30 Agosto 1999
Variedades	Royal Gala, Sun Fuji
Polinizantes	Hilliary, Manchurian
Portainjerto	M7
Tipo de Plantas	Raíz Desnuda
Marco de Plantación	4.0 x 2.0 metros =1250 árboles/ha 4.0 x 2.5 metros = 1000 árboles/ha
Sustrato Plantación	Arena + Guano (3:1) + Yeso = 2 kilos
Fertilización Base	300 gr. Urea / árbol 1 Kilo SFT / árbol
Poda de Formación	Eje Modificado
Sistemas de Conducción	Espaldera
Método de Riego	Goteo (3 goteros/planta de 04 litros/hora)

ITEMS	VIDES
Fecha de Plantación	08 Noviembre 2000
Variedades	Red Globe, Thompson Seedless, Flame Seedless, Crimson Seedless, Cabernet Sauvignon
Tipo de Plantas	En Bolsas
Marco de Plantación	2.5 x 2.5 metros = 2000 plantas/ha
Sustrato Plantación	Arena + Guano (3:1) + Yeso = 2 kilos
Fertilización base	300 gr. Urea / Planta 1 Kilo SFT / Planta
Poda de Formación	Guyot Doble
Sistemas de Conducción	Parronal (var. De Mesa); Espaldera (var. Viníferas)
Método de Riego	Goteo (3 goteros/planta de 04 litros/hora)

ITEMS	ARBORETUM FRUTALES
Fecha de Plantación	11 Noviembre 1999
Especies	Manzanos Perales1 Durazneros Nectarinos Ciruelos Perales2
Variedades	No se determinó variedades
Tipo de Plantas	En Bolsas
Marco de Plantación	3.0 x 3.0 metros = 1667 plantas/ha
Sustrato	Suelo original
Fertilización Base	300 gr. Urea 1 Kilo SFT
Poda de Formación	Manzanos, Perales y Ciruelos: Eje Modificado Durazneros, Nectarinos: Copa
Método de Riego	Goteo (3 goteros/planta de 04 litros/hora)

TABLA 7: Especies frutales Modems san Pedro de Atacama

ITEMS	MANZANOS – PERALES
Agricultor	LUIS CRUZ MEDALLAS
Fecha de Plantación	10 Agosto 1999 (perales) 02 Septiembre 1999 (Manzanos)
Especies	Manzanos Perales
Variedades Manzanos	Royal Gala Sun Fuji
Polinizantes Manzanos	Hilliary Manchurian
Variedades Perales	Packam's Winter Nellis
Tipo de Plantas	Raíz desnuda
Marco de Plantación	4.0 x 2.5 metros = 1000 plantas/ha
Sustrato	Suelo
Fertilización Base	300 grs Urea 1 Kilo SFT
Poda de Formación	Eje Modificado
Sistemas de Conducción	Espaldera
Método de Riego	Tradicional = Turnos de Riego

ITEMS	VIDES
Agricultor	UBALDINA ARMELLA
Fecha de Plantación	26 Agosto 1999
Fecha de Replantes	12 Diciembre 1999
Variedades	Red Globe Thompson Seedless Flame Seedless Cabernet Sauvignon
Tipo de Plantas	Raíz desnuda (plantación) Bolsas (replantes)
Marco de Plantación	2.5 x 2.5 metros (de mesa)= 1600 pl/ha 2.5 x 2.0 metros (Viníferas)= 2000 pl/ha
Sustrato	Arena
Fertilización Base	300 grs Urea 1 Kilo SFT
Poda de Formación	Doble Guyot
Sistemas de conducción	Parronal (de Mesa) Espaldera (Viníferas)
Método de Riego	Tradicional = Turnos de Riego

TABLA 8: Especies frutales en Modems de Toconao

ITEMS	VIDES
Agricultores	CARMEN REYES JUAN GONZÁLEZ LEANDRO GONZÁLEZ
Fecha de Plantación	26 Agosto 1999
Fecha de Replantes	12 Diciembre 1999
Variedades	Red Globe Thompson Seedless Flame Seedless Crimson Seedless Cabernet Sauvignon
Tipo de Plantas	Raíz desnuda (plantación) Bolsas (replantes)
Marco de Plantación	2.5 x 2.5 m (de mesa) = 1600 pl/ha 2.5 x 2.0 m (viníferas) = 2000 pl/ha
Sustrato	Arena
Fertilización Base	300 grs Urea 1 Kilo SFT
Poda de Formación	Doble Guyot
Sistemas de Conducción	Parronal (de mesa) Espaldera (viníferas)
Método de Riego	Goteo

ITEMS	CITRICOS
Agricultor	WILFREDO CRUZ
Fecha de Plantación	30 Septiembre 1999
Especies/variedades	Tangelo Minneola Limón de Pica Naranja Pimpina Pomelo Duncan
Tipo de Plantas	Bolsas
Marco de Plantación	4.0 x 4.0 metros = 1250 pl/ha
Sustrato	Arena
Fertilización Base	300 grs Urea 1 Kilo SFT
Sistemas de Conducción	Libre
Método de Riego	Goteo

La selección de las especies y variedades frutales que se están evaluando tomo en consideración las características climáticas de las dos localidades.

Con relación al riego, dos Modems en San Pedro de Atacama los frutales se están regando gravitacionalmente y con la frecuencia asignada, esto permitirá establecer una comparación con las especies frutales que están en la UVAL y que se están regando por goteo.

Los primeros resultados se obtendrán a partir de la temporada 2000 – 2001 los cuales permitirán proyectar prudentemente que especies y variedades frutales pueden constituir un resurgimiento de esta actividad con la incorporación de nuevas hectáreas o una reconversión de tierras destinadas a otras actividades agrícolas.

Además como parte del área frutícola se está trabajando con el material frutal actual que poseen los agricultores para mejorar la producción e incrementar sus ingresos económicos.

PLAGAS LOCALES Y SUS POSIBILIDADES DE CONTROL

Víctor Tello Mercado
Mg. Sc. Protección Vegetal

La entomofauna asociada a plantas cultivadas es bastante desconocida en la zona agrícola de San Pedro de Atacama. Es por esta razón que los encargados del Área Fitosanitaria de este proyecto, han abordado esta problemática, en una primera etapa, desde la perspectiva de un diagnóstico taxonómico tanto de plagas como sus enemigos naturales presentes en los cultivos de esta zona y además su dinámica población en un ciclo anual.

Para lograr este objetivo se ha implementado una metodología que contempla la utilización de trampas de tres tipos y un muestreo absoluto en plantas. Las trampas utilizadas corresponden a:

- Amarillas pegajosas
- Amarillas con agua
- Fototrópica (luz ultravioleta)
- Colecta directa en plantas

Una vez conocida la situación de las plagas y sus enemigos naturales, como una segunda etapa, se pretende la realización de diferentes ensayos y evaluaciones que apunten a determinar un manejo integrado de estas plagas, con especial énfasis en el control biológico, con utilización de depredadores y parasitoides locales e introducidos, uso de hongos entomopatógenos, bacterias y extractos vegetales.

1. POSIBILIDADES EN UN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)

1.1. Control biológico clásico

Una de las posibilidades de manejar biológicamente las plagas es a través de la aplicación del denominado control biológico clásico, el cual consiste en el empleo de insectos y ácaros benéficos (entomófagos), los cuales son reproducidos masivamente en condiciones de laboratorio para posteriormente ser liberados en terreno donde ejercen su acción sobre las plagas.

Dentro de este grupo de artrópodos se tienen las siguientes especies susceptibles de ser introducidas a San Pedro de Atacama:

Cuadro 1. Parasitoides con posibilidades de ser introducidos en San Pedro de Atacama

Plaga	Parasitoides	Depredadores
Conchuelas	<i>Metaphycus spp.</i> <i>Coccophagus spp.</i> <i>Cryptochaetum iceryae</i>	<i>Rodolia cardinales</i>
Escamas	<i>Aphytis spp.</i>	<i>Coccidophilus citricola</i> <i>Rhizobius lophanthae</i> <i>Chilocorus bipustulatus</i>
Chanchitos blancos	<i>Leptomastidea abnormis</i> <i>Leptomastix dactylopii</i>	<i>Cryptolaemus montrouzieri</i> <i>Sympherobius maculipennis</i> <i>Chrysoperla sp</i>
Mosquitas blancas	<i>Cales noacki</i>	
Pulgonas	<i>Aphidius sp.</i> <i>Lysiphlebus testaceipes</i>	<i>Allograpta sp.</i> <i>Syrphus octomaculatus</i> <i>Chrysoperla sp.</i> <i>Adalia spp.</i> <i>Hippodamia convergens</i> <i>Eriopis connexa</i>
Acaros fitófagos		<i>Acaros fitoseidos</i> <i>Stethorus histrio</i> <i>Oligota pygmaea</i> <i>Aphidoletes sp.</i>
Larvas de lepidópteros	<i>Trichogramma spp.</i>	

1.2 Entomopatogenos

1.2.1. Hongos

Una de las tendencias más importantes en la actualidad dentro del manejo ecológico de plagas es la utilización de hongos entomopatógenos, entre los cuales se destacan las especies: *Verticillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*. Estos hongos afectan a insectos de los órdenes Hemiptera, Homoptera, Thysanoptera, Lepidoptera y Coleoptera, entre otros. Son específicos para los insectos plaga y no causan ningún daño en la entomofauna benéfica. Existen presentaciones comerciales de estos patógenos o bien, pueden ser cultivados en medios de cultivos y reproducidos masivamente a un bajo costo.

1.2.2. Bacterias

Los principales agentes de control bacteriano son especies del género *Bacillus*. Estas bacterias son aeróbicas, unicelulares, generalmente con forma de bacilo y forman esporas. La bacteria más utilizada en control de plagas, especialmente larvas de lepidópteros y dípteros, es *Bacillus thuringiensis*, la cual al ser ingerida por estos gusanos le causa una septicemia (infección generalizada) provocándole la muerte dentro del mismo días. Existen productos comerciales formulados con base a esta bacteria como es el Dipel 2X, Javelin, etc.

1.3. Insecticidas selectivos

Estos químicos son de reciente desarrollo, destacando entre ellos las avermectinas, estos son metabolitos producidos por la bacteria *Streptomyces avermectilis*. En Chile se está comercializando con el nombre de Vertimerc (acaricida) y puede ser utilizado dentro de un Manejo Integrado de Plagas de ácaros en San Pedro de Atacama.

1.4. Extractos vegetales y minerales

La necesidad de buscar alternativas naturales para el manejo de insectos ha motivado la investigar la acción de sustancias vegetales para enfrentar los retos entomológicos actuales, toda vez que los insecticidas convencionales proveen una serie de problemas en el medio ambiente y además el acelerado desarrollo de resistencia a ellos por parte de los insectos.

El efecto de las sustancias vegetales no es tan agresivo ni tan fulminante como los insecticidas convencionales, pues ellos alteran el comportamiento y la fisiología al provocar repelencia, inhibición en el crecimiento, son antialimentarios y además inhiben en diferentes fases y en varios niveles la oviposición, por lo que son insectistáticos y no insecticidas, en su gran mayoría.

Su rápida biodegradación no permite la acumulación en los productos, por lo que se acopla perfectamente para el manejo ecológico de plagas en la agricultura orgánica.

Entre los extractos vegetales más utilizados se destacan los obtenidos del nim, *Azadirachta indica* (Meliaceae), conjuntamente con el ajo, *Allium sativum* (Liliaceae) e higuera, *Ricinus communis* (Euphorbiaceae).

Para San Pedro de Atacama sería muy interesante el buscar y probar plantas de la zona que puedan poseer estas cualidades insectistáticas, para tener un abanico más amplio de posibilidades dentro de un Manejo Integrado de Plagas.

IRRIGACIÓN PARA CONDICIONES DE DESIERTO

Jorge Arenas Charlín
Ingeniero Agrónomo MSc.

1.- INTRODUCCIÓN

Por lo general, cuando se piensa en la irrigación de una zona desértica, el primer pensamiento se dirige hacia la condición de escasez de agua del desierto. Lo anterior hace que al elegirse la forma en la cual se va a regar (método de riego) se le de la mayor importancia al ahorro en el agua usada para regar. Lo anterior es, en principio correcto, sin embargo, el problema empieza cuando se piensa que basta solamente el instalar un método de riego altamente eficiente (por ejemplo goteo) para regar apropiadamente una zona desértica. Lo equivocado del procedimiento anterior radica en que, además de existir escasez de agua en el desierto, también están presentes otras características propias del desierto y que son muy relevantes para el riego, tales como:

- ◆ Altos contenidos de sales en el agua, los cuales varían significativamente a lo largo del año.
- ◆ El agua presenta altos valores de pH, los cuales, además, son muy variables durante el año.
- ◆ El suelo posee altos contenidos de sodio, el cual, además, explica que estos tengan una muy baja velocidad de infiltración.
- ◆ Los suelos son salinos.
- ◆ Durante todo el año existe alta radiación solar.
- ◆ Existen grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche.
- ◆ Son sectores en donde permanentemente hay presencia del viento.
- ◆ Existe baja humedad relativa.

Todos los factores antes nombrados también deben ser considerados al planificarse la irrigación de un sector desértico. El tomar uno, o sólo un par, de los factores limitantes de un desierto, implicará que, tarde o temprano, los otros factores no considerados comiencen a ser problemáticos y dificulten el desarrollo del cultivo.

La comuna de San Pedro de Atacama se encuentra inserta en una zona desértica y presenta todas las características limitantes que un desierto plantea para la agricultura. Por lo anterior, si es que se plantea como objetivo el mejorar la irrigación de San Pedro de Atacama, necesariamente deba partirse por caracterizar las particularidades y limitaciones para el riego y que son propias de esta localidad.

2.- SITUACIÓN ACTUAL

Las siguientes, son las principales características de San Pedro de Atacama relevantes de ser consideradas en un plan de mejoramiento del riego.

2.1.- El agua.

Al igual que la mayoría de los sectores agrícolas del norte de Chile que se riegan con aguas superficiales, en San Pedro de Atacama se riega con aguas que son problemáticas para la agricultura. En las figuras 1 y 2 se observan los resultados mediciones de pH y salinidad realizadas durante el período enero a junio del año 2000.

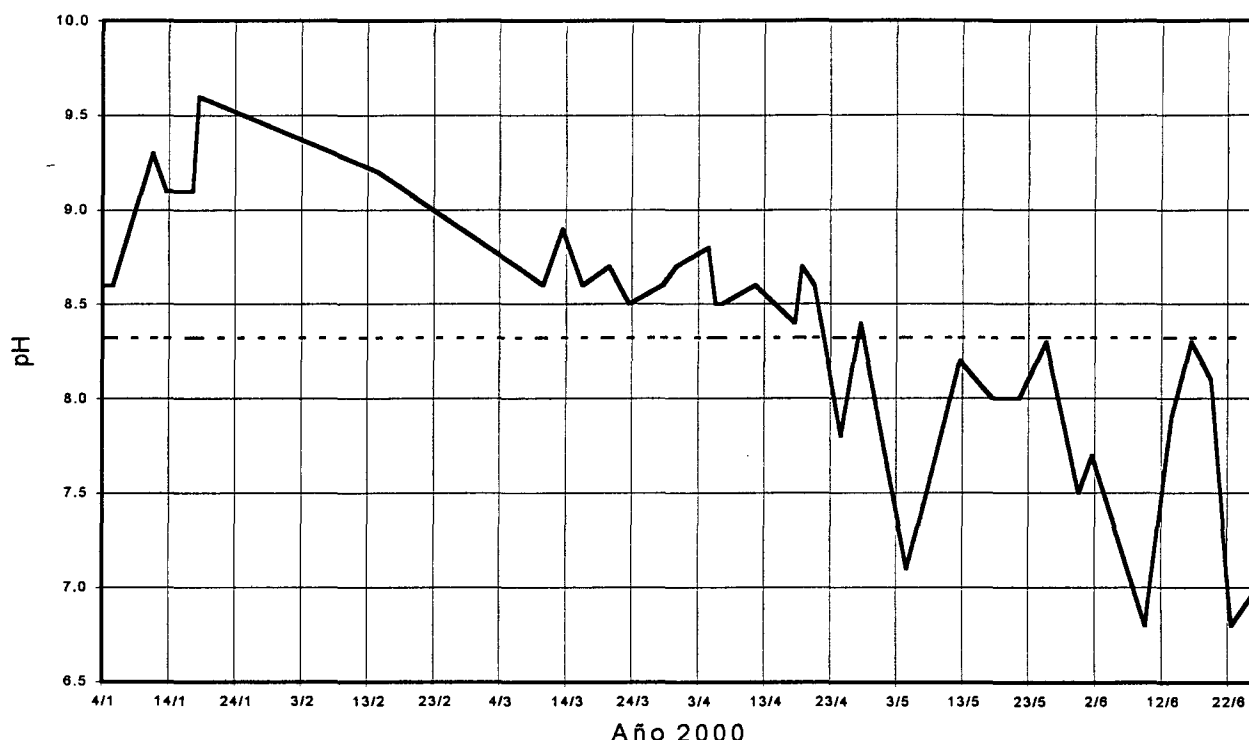


Figura 1. Valores de pH medidos durante el período enero - junio del 2000 en San Pedro de Atacama

Hasta el mes de abril el pH se encuentra sobre un valor de 8.0, es decir las aguas son altamente alcalinas. Hay que considerar que un valor normal de pH es uno cercano a 7.0, indica que esta agua están muy por sobre lo normal. El problema anterior se acrecienta si es que se considera que los mayores valores de pH en el agua ocurren durante el verano, es decir, cuando las plantas requieren de mayores cantidades de agua.

Cuando el agua alcanza valores tan altos de pH, se pueden producir una serie de reacciones químicas en el suelo, liberándose al medio productos que son negativos para el desarrollo de las plantas y quedando una serie de nutrientes sin la posibilidad de ser aprovechados por las plantas.

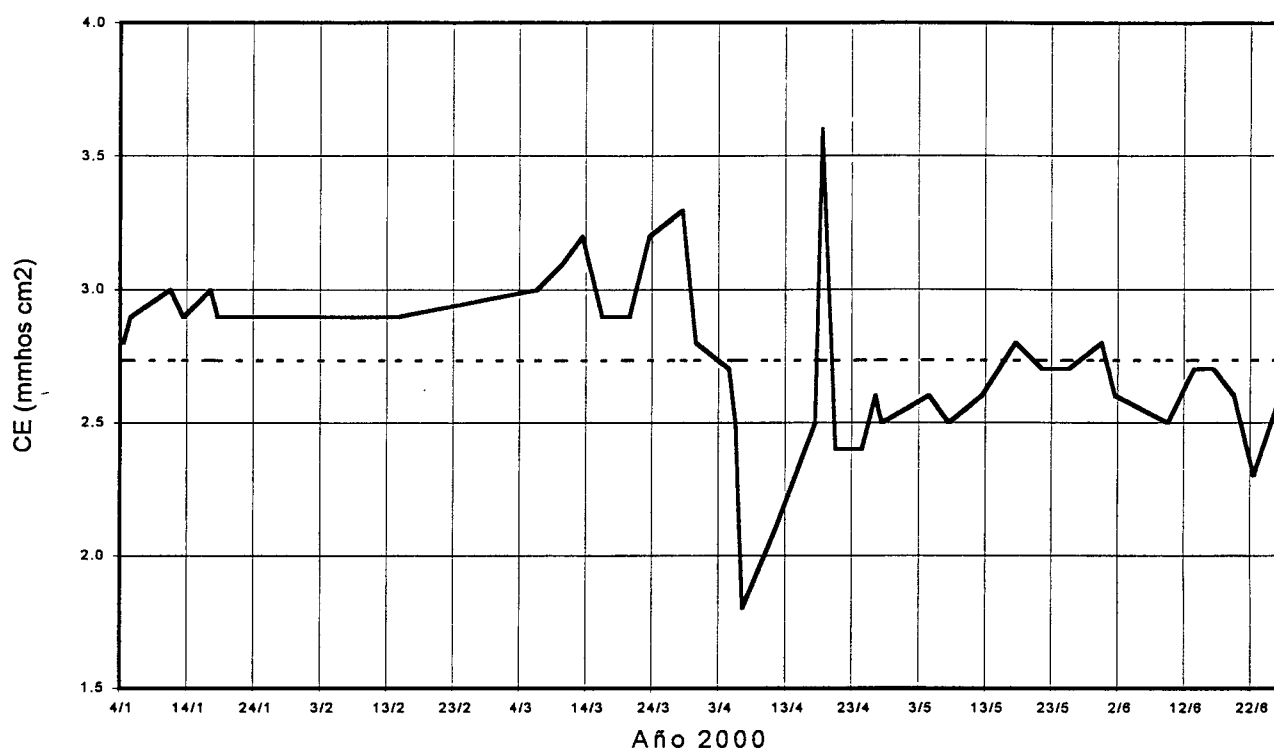


Figura 2. Valores de CE medidos durante el período enero - junio del 2000 en San Pedro de Atacama

En la figura anterior, se observan 2 antecedentes, relevantes. En primer lugar, la conductividad eléctrica (CE) promedio del agua es cercana a los 2.7 mmhos, lo cual las califica como aguas salinas. El otro factor limitante es la gran variabilidad en los valores de CE que ocurren durante el período de mediciones. Los mayor salinidad del agua de riego ocurre durante los meses de verano, que es cuando los cultivos tienen sus mayores demandas de agua, lo cual plantea un problema en el manejo del riego. Si no se riega apropiadamente, se corre el riesgo de salinizar el suelo durante el período de mayor demanda de agua.

2.2.- El suelo.

Los suelos de San Pedro de Atacama poseen una textura predominantemente limosa, con bajos contenidos de materia orgánica y, en muchos sectores, con altos contenidos de sodio. Desde el punto de vista del riego, es que las características anteriores implican que en muchos sectores el suelo tenga baja velocidad de infiltración, dificultándose el manejo del riego y produciéndose acumulaciones de agua superficial. La situación anterior disminuye la eficiencia del riego y dificulta el manejo general del cultivo.

2.3.- El clima.

Las condiciones climáticas imperantes en San Pedro de Atacama implican que exista una evapotranspiración potencial cercana a los 1.800 mm anuales, es decir, cada año se pierden desde el suelo un volumen de 18.000 metros cúbicos por hectárea. La cantidad de agua anterior es la que, aproximadamente, debiera aplicarse durante un año al suelo mediante el riego.

Un factor climático muy relevante desde el punto de vista del riego son los vientos imperantes en el sector. Su permanente presencia, la sequedad del entorno y las tormentas de viento que imperan durante parte del año explican en gran parte las altas evaporaciones de agua que ocurren.

2.4.- El riego.

En la actualidad el método imperante es el riego por heras. En este método se aplican grandes cargas de agua sobre planicies de terreno acotadas por pretilos en donde se encuentran los cultivos. El sistema anterior es una eficiente adaptación a 2 condiciones del entorno: la calidad del agua y la alta frecuencia del riego, es decir, el gran período que existe entre un riego y otro. Al aplicarse una alta carga de agua, por una parte se lavaran las sales del suelo y, por otra, los suelos podrán almacenar los excesos de agua para ser aprovechados por las plantas durante el período sin riego, el cual en ocasiones puede llegar a 2 o 3 semanas.

Aun cuando el riego por heras es una eficiente adaptación a condiciones limitantes del entorno, tiene 2 inconvenientes que son altamente significativos:

- a) En primer lugar, se consumen grandes cantidades de agua, lo cual es una limitante cuando en el sector el agua es un recurso escaso, y
- b) Entre un riego y otro el agua comenzará a evaporarse y, lentamente se irá salinizando la zona de raíces, proceso que se irá haciendo mas intenso hasta que llegue el siguiente riego. Los cultivos muy sensibles a la salinidad se verán muy afectados por esta situación.

3.- ACCIONES PROPUESTAS.

Tomando en consideración los antecedentes antes expuestos, se han considerado las siguientes acciones para afrontar las condiciones limitantes del entorno productivo.

3.1.- Manejo de calidad del agua.

Cuando se riega con sistemas de riego mecanizados (goteo por ejemplo), es posible incorporar en el cabezal de riego equipos que agreguen al agua de riego productos que contribuyan a disminuir alguna de las condiciones críticas del agua con que se riega.

El alto pH del agua, que se observa en la figura 1, puede ser disminuido mediante la incorporación al agua de riego de productos con bajo pH. Un producto posible de ser aplicado es el ácido fosfórico, el cual además de bajar el pH, agrega fósforo al suelo, el cual es un nutriente esencial para las plantas, alcanzándose así 2 objetivos en forma simultánea.

La característica de alta salinidad observada en la figura 2 es un problema mas difícil de afrontar, ya que, a menos que se realicen mezclas con aguas menos salinas, esta es una condición que no puede ser modificada. En este caso la estrategia se debe dirigir hacia los volúmenes de agua por ser aplicados. En este caso, el riego no solo debe considerar el reemplazar el agua perdida desde el suelo, también aplicarse una cantidad adicional con el fin de evitar una salinización del suelo, realizando riegos con alta frecuencia, es decir, con poco tiempo entre un riego y otro.

3.2.- Manejo de calidad del suelo.

En este caso el manejo principal debe ser a mejorar la infiltración del agua al suelo, de tal forma que se moje un mayor perfil del suelo con una misma cantidad de agua. En este manejo se considera el agregar materia orgánica al suelo, lavar el suelo y disminuir el contenido de sodio desde la zona de raíces.

Al inicio del proyecto (año 1998) en la Unidad de Validación la velocidad de infiltración era de sólo 1cm por hora. En la actualidad los suelos tratados han llegado a una velocidad de infiltración de 4 cm por hora, lo cual es más cercano a un suelo agrícola normal.

3.3.- Manejo de los cultivos.

Independiente de los manejos de riego y del suelo que se realicen el ambiente del cultivo será salino. Por lo tanto, al elegirse nuevas opciones de cultivo para el sector, además de optarse por cultivos cuyas cosechas tengan un aceptable valor comercial, también deberán ser poco sensibles a altos contenidos de sales en el agua y/o el suelo. En la actualidad existen en el mercado una gran cantidad de especies hortícolas y de frutales que manifiestan esta condición. Como cada sector plantea condiciones de suelo y agua distintas, es imprescindible que se haga localmente una evaluación de los cultivos y sus distintos manejos, de tal forma de determinar los que tengan un mayor potencial productivo para el sector.

Como norma general, bajo ninguna circunstancia debiera mojarse ya sea el follaje o el tallo de las plantas, ya que al evaporarse el agua las sales disueltas pueden producir problemas de toxicidad en los sectores con depositaciones salinas..

3.4.- Métodos de riego.

El método de riego es la forma como se riega. En forma práctica los métodos usados se han dividido en 2 grupos principales.

- ♦ Los métodos de riego abiertos. En estos el agua escurre gracias al desnivel del terreno. Entre estos métodos se tienen las heras, los surcos, el borde, etc.
- ♦ Los métodos de riego a presión. Estos son métodos en donde el agua va con alta presión y escurre a través de una tubería. Ejemplos de estos métodos son el goteo, la aspersión y el microjet. Por lo general a estos métodos se les llama “riego tecnificado”, siendo una

clasificación equivocada, ya que cualquiera de los métodos de riego abiertos también poseen distintos niveles de tecnología incorporado, por tanto no es una buena clasificación.

Los métodos de riego abiertos tienen las ventajas de ser de bajo costos de instalación, relativamente de fácil instalación y sencillos de operar. Sin embargo, poseen bajas eficiencias de riego y, cuando existen condiciones de alta salinidad en el agua de riego o en el suelo, pueden plantear serios problemas a cultivos que son sensibles a la salinidad. Lo anterior explica, de manera muy importante, la razón por la cual en la actualidad sea muy reducido el número de cultivos posibles de crecer en forma rentable en San Pedro de Atacama. Si se mejorara la frecuencia de riego, es decir, se pudiera disminuir el lapso entre un riego y otro, se disminuiría el efecto restrictivo de estos métodos de riego.

Con los métodos de riego a presión, uno puede lograr una serie de manejos que no son posibles con los sistemas abiertos, entre los principales se pueden señalar:

- ◆ Se puede regar uniformemente todo el suelo.
- ◆ Existe un control del agua aplicada, siendo mayor la eficiencia de riego.
- ◆ Por el riego se pueden aplicar fertilizantes, pesticidas y otros productos químicos.
- ◆ Es posible regar terrenos con superficies irregulares y con problemas de microrelieve.

Pero, los métodos de riego a presión tienen una serie de limitantes que dificultan su incorporación a los cultivos. Los principales problemas son:

- ◆ Por lo general son de alto costo
- ◆ Tienen mayores costos de operación
- ◆ Son de difícil diseño.
- ◆ Requieren de estructuras como estanque de almacenamiento y cabezales de riego.
- ◆ Su operación y mantención son mas complejas que los sistemas abiertos.
- ◆ Un manejo inapropiado puede dañar significativamente el cultivo y las cosechas

Cuando hay que elegir entre un método específico hay que considerar una serie de variables tales como:

- ◆ Calidad del agua de riego
- ◆ Calidad del suelo.
- ◆ Cultivo que quiere ser regado (consumo de agua, sensibilidad a las sales, precio de venta, mercado objetivo, etc.)
- ◆ Disponibilidad de agua
- ◆ Eficiencia del método de riego para las condiciones específicas del lugar.
- ◆ Costo de inversión y operación

Teniendo en consideración las variables antes expuestas, durante el proyecto se han evaluado una serie de métodos. Las evaluaciones se han realizado en la Unidad de Validación, encontrándose los siguientes resultados:

3.4.1.- Riego por surco. Este fue uno de los primeros métodos evaluados y presentó una serie de problemas, especialmente por la calidad de los suelos. La alta cantidad de limo, sumada a la baja cantidad de materia orgánica y poca velocidad de infiltración provocaron un sellamiento superficial y luego, al secarse, el suelo se agrietaba, provocando un corte de las plantas que en ese momento estaban emergiendo.

3.4.2.- Riego por aspersión. Este método se usó para el riego del sector con alfalfa. Hubo varios factores que implicaron su eliminación como opción de riego. Primeramente, la gota que era impulsada por el aspersor al caer el suelo provocaba un sellamiento superficial, ocasionando que el agua se infiltrara muy lentamente y, por lo tanto, gran parte de esta se perdía por evaporación.

El otro problema con este método fue que al regarse, parte del agua quedaba sobre el follaje, y esta por ser con problemas de salinidad, al evaporarse concentraba las sales en el follaje, provocando su marchitamiento.

Un último problema, y muy significativo, es que por efecto del viento, el riego quedaba muy desuniforme, ya que las gotas de agua eran arrastradas y no caían en la zona de riego.

3.4.3.- Riego por microjet. Este método se usó, en un principio, para el riego de los frutales. Se observaron los mismos problemas que en el riego por aspersión, es decir; sellamiento superficial, daño en tronco y follaje por agua de mala calidad y desuniformidad en el mojado por efecto del viento. A los problemas anteriores se sumaba que, en ocasiones, el microjet caía de su base y no se producía un riego apropiado.

3.4.4.- Riego por goteo. Este ha sido el método que ha resultado mas efectivo, usándose en la actualidad en la mayoría de los cultivos de la UVAL. Con este método se han alcanzado una serie de objetivos de manejo:

- ◆ Se ha podido regular el riego, independiente de las condiciones ambientales.
- ◆ Se ha mejorado la calidad de los suelos mediante el manejo del riego
- ◆ Se han incorporado eficientemente al suelo una serie de productos que han mejorado el comportamiento de los cultivos.

Para este método se han evaluado una gran variedad de tipos de gotero y tubería. Dentro de lo que es el riego por goteo el uso de las cintas de riego es un procedimiento muy controvertido. Tiene la ventaja que es de bajo costo y, por requerir bajas presiones de operación, requiere de bombas de menor presión. Pero, a la vez, dependiendo de las condiciones y del manejo, sus ventajas se pueden transformar en problemas, por ejemplo:

- ◆ El hecho que el material de las cintas sea muy frágil, hace que se rompan con facilidad, ya sea por efectos ambientales o por animales que los usan para beber agua.
- ◆ Por funcionar con bajas presiones, si el agua no es de buena calidad, o bien filtrada, los goteros se tapan rápidamente, siendo muy difícil el destaparlos.

4.- FUTUROS ESTUDIOS.

A partir de las experiencias de riego realizadas en el proyecto, se han visualizado una serie de incógnitas que deben ser resueltas mediante futuras investigaciones y validaciones de tecnologías. Entre estas se pueden indicar:

- a) Riego en función de la evapotranspiración
- b) Riego invernal en frutales
- c) Dosis y frecuencia de aplicación en fertirrigación
- d) Frecuencia de riego óptimas en para distintos cultivos.
- e) Tasas de riego óptimas en función del rendimiento

5.- PARA CONCLUIR

Mientras no mejore la frecuencia de riego, la incorporación de nuevos cultivos a San Pedro de Atacama dependerá que estos sean regados con métodos de riego a presión, en donde se pueda manejar de mejor forma el riego y se pueda controlar, al menos en parte, las condiciones limitantes del suelo y el agua.

Futuras obras de riego se valorizarían aun mas si existiesen, a nivel de los futuros usuarios de estas, cultivos mas rentables y formas de regar con los métodos actuales, u otros, de tal forma de hacer un uso mas eficiente y rentable del agua de riego

MANEJO DE SUELOS SALINO Y SÓDICOS

Marcelo Lanino Alar
Ingeniero Agrónomo

1. INTRODUCCIÓN

Los suelos de la región norte de Chile, se caracterizan por tener altos contenidos de sales, por lo cual las plantas afrontan dificultades durante su desarrollo.

Aun cuando las actividades agrícolas en San Pedro de Atacama se han desarrollado desde hace muchos siglos, la introducción de nuevas variedades con características exigidas por los mercados, los incrementos de producción, el menor tiempo de cultivo y la incorporación de riego mecanizado implican la realización de manejos agronómicos nuevos o adaptar los antiguos.

Las condiciones limitantes plantean la posibilidad de aplicar las técnicas que se encuentran definidas para estas condiciones de salinidad y/o sodicidad. Aunque estas técnicas representan soluciones simples de aplicar, la adaptación a las condiciones locales representa una importante dificultad, ya que existen numerosos factores relacionados los cuales deben ser analizados y validados para las condiciones locales.

Por esto, las actividades de manejo de suelo representan solo una de los factores analizados, además se deben considerar los altos contenidos de sales y de sodio y las difíciles condiciones climáticas.

Las alternativas de solución deben ser adecuadas a las condiciones imperantes, mezclando el uso de enmiendas, riego tecnificado y cultivos de manera de obtener resultados que sean económicamente y socialmente aceptables.

2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Los suelos pueden ser salinos por su origen, por que se han recibido aportes de sales en el tiempo o por que son salinizados por las técnicas de cultivo. Se puede salinizar por la escorrentía de las precipitaciones que al acumularse y evaporarse dejan las sales. Si las aguas freáticas que tienen sales disueltas se encuentran cercanas a la superficie, pueden salinizar los suelos al moverse por capilaridad y evaporarse en la superficie. Este último es uno de los medios más conocidos en el norte de Chile, en donde existen los denominados “salares”.

El factor que afecta más a los cultivos en la condición de salinidad, es su solubilidad, ya que estas influirán sobre la solución del suelo en donde crecen las raíces.

En los suelos alcalinos, las sales más importantes (Pizarro, 1990) son el sulfato de magnesio, sulfato sódico y cloruro sódico, en menor importancia se presentan el carbonato sódico y el cloruro de magnesio.

2.1 Efecto de las sales en los cultivos

El principal papel de las sales solubles es cambiar el potencial osmótico del suelo, ya que cuando existen sales en la solución del suelo, la planta debe realizar un mayor trabajo para extraer el agua. Para estas condiciones algunas plantas realizan lo que se denomina un “ajuste osmótico”, incrementando las concentraciones internas (Bohn, 1993). Por lo cual el efecto de los iones específicos dependerá de las especies.

Esto se puede observar en el caso específico del boro. Este elemento es más difícil de controlar que la salinidad general. El sodio se acumula en los tejidos de las hojas provocando toxicidad. Esto es similar al caso del cloro, el que provoca necrosis en las puntas y bordes de las hojas.

Con pH elevados se observaría que el hierro se encontraría poco disponible. Elevados niveles de sodio, provocarían deficiencias de calcio y magnesio.

2.1.1.- Parámetros de medición.

Para la clasificación de suelos se utilizan los parámetros de conductividad eléctrica (C. E.) y la relación de adsorción de suelo (R. A. S.), según la siguiente escala:

	SUELO			
	NORMAL	SALINO	SÓDICO	SALINO SÓDICO
dS/m	C. E. < 2	C.E. > 2		C.E. > 2
	R. A. S. < 15		R.A.S. > 15	R.A.S. > 15
	P.S.I. < 7			

2.12 Relación de adsorción de sodio (R. A. S.)

La caracterización de una solución salina es mediante R. A.S., que indicaría el riesgo de sodificación del complejo de intercambio (Pizarro, 1990), ya que en la solución del suelo existe un equilibrio entre los cationes adsorbidos y disueltos.

$$R . A . S = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}}$$

Este concepto corresponde al estado de saturación.

En suelos salinos el porcentaje de sodio en la solución respecto al resto de los cationes permite establecer un concepto denominado porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.), el cual se calcula mediante la expresión:

$$P.S.I. = \frac{100(0,01475RAS - 0,0126)}{1 + (0,01475RAS - 0,0126)}$$

De acuerdo a esto se determina las características del suelo según la siguiente tabla (Pizarro, 1990):

TIPO	P. S. I.
No sódico	< 7
Ligeramente sódico	7 a 10
Medianamente sódico	15 a 20
Fuertemente sódicos	20 a 30
Muy fuertemente sódicos	>30

2.1.3.- Conductividad eléctrica.

Es una de las maneras de expresar la salinidad de una solución. Mientras más sales se encuentren disueltas en la solución de suelo, mayor será la capacidad de esta de conducir la electricidad (Pizarro, 1990). Las medidas de esta unidades es milimhos/cm, actualmente se utiliza el Siemens/metro (1 S/m = 10 mmhos/cm). Aunque este se define para una solución, también se aplica para los suelos mediante la extracción de una muestra de la pasta de suelo saturado.

2.2.- Clasificación de suelos

De acuerdo a lo anterior los suelos se clasifican en los siguientes:

2.2.1. Suelo normal. Las sales disueltas en la solución del suelo y el sodio adsorbido se encuentran por debajo de los límites que marcan el efecto perjudicial.

2.2.2.- Suelo salino. Estos son los que presentan en la solución del suelo una concentración suficientemente elevada de sales como para afectar el desarrollo de los cultivos, pero tienen el sodio se encuentra en valores reducidos, por lo que la estructura no se ve afectada. El pH se encuentra entre 4,7 y 8,5.

El principal efecto es una reducción en los rendimientos de los cultivos. La recuperación de estos suelos se basa en el lavado de las sales.

- 2.2.3.- Suelos sódico. Contienen suficiente sodio adsorbido (P.S.I) para provocar dispersión de los coloides y afectar la estructura del suelo. Sin embargo, la cantidad de sales es baja. El pH es de 8 a 9,5.

Los mecanismos de recuperación debe reemplazar parte del sodio adsorbido por otros cationes como calcio, lo que puede realizarse mediante la aplicación de yeso agrícola u otro.

- 2.2.4.- Suelo salino sódico. La concentración de sales es elevada y el porcentaje de sodio adsorbido es alto. La recuperación exige la aplicación de calcio y el lavado de sales

2.3.- Cultivos.

- 2.3.1.- Tolerantes. Al crecimiento de las plantas crecen en presencia de condiciones salinas se le denomina tolerancia. Actualmente se realizan listas en las cuales se relacionan el incremento de la conductividad eléctrica con la reducción del rendimiento.

- 2.3.2.- Susceptible. Se refiere a que el rendimiento se ve afectado ante pequeñas variaciones de la salinidad ante variaciones de la C. E. De 1 mmhos/cm.

De acuerdo a lo anterior, la literatura indica los siguientes cultivos y su resistencia a las condiciones de salinidad (Pizarro, 1990).

CULTIVO		RESISTENCIA
EXTENSIVO	Cebada Algodón remolacha	ALTA
HORTALIZAS	Brócoli	
FRUTALES	Palma datilera	
FORRAJERAS	Cebada Ballica	

CULTIVO		RESISTENCIA
EXTENSIVO	Trigo Caña de Azúcar Soja	MEDIA
HORTALIZAS	Melón Tomate Espinaca Pepino Pimiento	
FRUTALES	Granado Higuera Olivo	
FORRAJERAS	Festuca Alfalfa	

CULTIVO		RESISTENCIA
EXTENSIVO	Habas Maíz Lino	BAJA
HORTALIZAS	Rábano Cebolla Zanahoria Porotos	
FRUTALES	Pomelo Peral Manzano	
FORRAJERAS	Trébol Ladino, rojo, fresa	

Como se puede observar, existen numerosas especies que son señaladas como muy susceptibles a la salinidad que se encuentran cultivadas normalmente en el norte del país. Se podría pensar que existe una gran contradicción entre lo contenido en los cuadros anteriores y la realidad, pero se trata con especies y variedades que, después de mucho tiempo de ser cultivadas se han adaptado luego de mucho tiempo de cultivo, con prácticas adecuadas para las condiciones.

2.4.- Recuperación de suelo.

Para la recuperación de suelos con problemas de salinidad, se requiere la aplicación de enmiendas químicas o técnicas de lavado. Estas consideran la elección de cultivos (que constituye la razón de la existencia de cultivos tradicionales en la zona), mejorar la resistencia de las plantas a la salinidad (labor de genetistas), abonado y técnicas de riego.

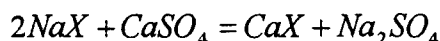
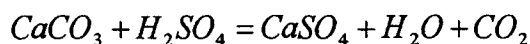
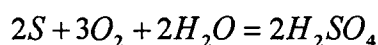
Para la corrección de los suelos sódicos se pueden utilizar los siguientes productos

2.4.1.- Enmiendas de suelo.

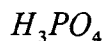
2.4.1.1.- Sulfato de calcio. Es una de las enmiendas más utilizadas, ya que su solubilidad es muy baja y no afecta a las plantas, sin embargo esto implica que se requiere tiempo para lograr que su uso sea apropiado.

2.4.1.2.- Azufre elemental. Este es transformado por los microorganismos del suelo en ácido sulfúrico, por lo cual se requerirá de tiempo para que ocurra la oxidación microbiana

La reacción básica es la siguiente:



2.4.1.3.- Ácido sulfúrico. Este se presenta con la siguiente forma química:



Su principal ventaja es que puede ser aplicado directamente por el sistema de riego mecanizado (goteo), por lo cual se puede agregar en cualquier momento y en forma paulatina, de manera de realizar un lavado constante

2.4.14.- Quelatos. Representan una gran incógnita entre las enmiendas que las industrias han desarrollado, se les asignan grandes propiedades y se les denominan como productos biológicos o ecológicos. Sin embargo, es poco lo que se puede encontrar en literatura como para poder emitir una opinión adecuada. Pero a partir de su composición, es posible observar que existe un aporte de calcio, con lo cual podría ejercer alguna acción, esto unido a que son productos solubles, permite que puedan ser incorporado al sistema de riego. Esta última característica es la más atractiva, ya que su precio elevado y la cantidad de reducida (comparativamente) de calcio que aportan no son alicientes para su uso. En todo caso su uso debe ser investigado para poder adaptarlos a las condiciones del desierto chileno.

2.5.- Equivalencia entre aplicaciones.

De acuerdo a lo anterior las enmiendas para desplazar al sodio son diversas y dependerá de factores como disponibilidad de tiempo, costo y facilidad de aplicación. Sin embargo, se puede mencionar que, considerando como patrón el azufre, se establece la siguiente tabla (Richards, 1964):

ENMIENDA	EQUIVALENTES
Azufre	1,00
Solución de polisulfuro de calcio, 24% de azufre	4,17
Ácido sulfúrico	3,06
Yeso	5,38
Sulfato ferroso	8,69
Sulfato de aluminio	6,94
Caliza	3,13

3.- EXPERIENCIAS EN SAN PEDRO DE ATACAMA

Las actividades desarrolladas en San Pedro de Atacama, consistieron en el lavado de suelos mediante el uso de agua y enmiendas. En el caso de agua, se señala que debe pasar suficiente agua por la zona de raíces para reducir las sales a valores aceptables. En condiciones de saturación, Bohn (1993) indica que se puede remover el 80% de las sales solubles. En caso de uso de sistemas intermitentes la cantidad de agua disminuiría de tres a cinco veces. Para retirar el boro se requiere hasta tres veces más de agua. Durante el lavado deberían encontrarse suficientes iones divalentes solubles (calcio).

El uso de riego mecanizado como el goteo, permite mantener una humedad disponible elevada en las cercanías de las raíces y permite mantener las sales fuera del bulbo húmedo, reduciendo el efecto de estas sales (FAO, 1986)

La experiencia realizada hasta el momento indicaría un buen efecto del lavado de suelos, ya que este implica una reducción importante en todos los elementos que afectan el suelo (salinidad y sodicidad). El yeso permitiría incrementar aún más el efecto, por lo cual debiera analizarse el resto de las enmiendas para determinar los manejos posteriores.

4.- BIBLIOGRAFÍA

- BOHN, H., Mc NEAL, B., O'CONNOR, G. 1993. Química del suelo. Ed. Limusa. México.
FAO. Estudio de riego y drenaje 36. 1986.
PIZARRO, F. 1990. Riegos localizados de alta frecuencia Ed. Mundi Prensa. España.
RICHARDS, L. 1964. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos.

EL CAMPESINADO EN EL PROYECTO AGRÍCOLA DE SAN PEDRO DE ATACAMA

Alvaro Carevic Rivera
Master en Desarrollo Rural y Agroecología

1. ANTECEDENTES GENERALES:

El presente trabajo obedece a proporcionar una serie de antecedentes relativos a los campesinos que participan en el proyecto Agrícola ejecutado por el departamento de Agricultura del Desierto de la Universidad Arturo Prat y financiado por la Comisión Nacional de Riego del Ministerio de Agricultura.

El proyecto contempla la activa participación de ocho predios campesinos del área San Pedro de Atacama y alrededor, estos predios han sido denominados como módulos demostrativos (Modem) y, en ellos se llevan a cabo una serie de actividades propias del proyecto.

2. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE MODEM:

En cualquier modelo de extensión y transferencia tecnológica, llamase convencional, universitario o entrenamiento - visita, debe existir un sistema de entrada que permita conocer en el tiempo como avanza o retrocede el programa en cada uno de los beneficiados. De esta manera el grado de éxito o progreso puede ser fácilmente evaluado y consecuentemente poder realizar las correcciones pertinentes al proyecto.

Sin el sistema de entrada se corre el riesgo de no saber cuales conductas o hábitos han avanzado con la intervención del programa y de esta manera dificultar el grado de adopción adquirido en los campesinos.

2.1. Instrumento de Validación.

El instrumento de validación fue una encuesta con preguntas cerradas y abiertas, de las cuales se rescataron una serie de informaciones importantes para definir el grupo – objetivo. Esta encuesta fue realizada tanto en las localidades de San Pedro y alrededores como Toconao y Aledaños.

2.2. Tabulación de encuestas.

Este paso metodológico correspondió a la tabulación general de las encuestas con el propósito de realizar una diferenciación campesina que permiten saber el grado de caracterización predial y productiva de cada uno de los campesinos de San Pedro de Atacama y alrededores.

2.3. Variables de diferenciación.

Las variables que se consideraron como claves, para la diferenciación campesina de San Pedro de Atacama y alrededores fueron tres:

- Variable de caracterización predial: esta variación contempla elementos claves como la superficie del predio, infraestructura de riego y la estructura familiar en función a la mano de obra.
- Variable de caracterización productiva: esta variable contempla variables claves como tipos de cultivos, manejo agrícola y comercialización.
- Variable de conducta a la innovación: esta variable contempló el grado de interés demostrado por innovar o proyectar el desarrollo agrícola, situación vital para el funcionamiento de los Modem.

2.4 Escala de diferenciación campesina.

Se procedió a realizar una matriz de indicadores, con el objeto de hacer la diferenciación campesina del proyecto y segmentos, los Modem en la siguiente nomenclatura edc = bajo, edc = intermedio y edc = intermedio superior.

Matriz de Indicadores
Escala de Diferenciación Campesina

Variables Prediales	Edc. Bajo	Edc. Intermedio	Edc. Intermedia Superior
Superficie del predio. Infraestructura de riego. Estructura familiar (mano de obra)	0,50 a 1 ha. Los canales de tierra. Mano de obra familiar.	1 – 3 ha. Mixtos Mano de obra familiar y asalariada	Sobre 3 ha. Riego tecnificado (goteo). Mano de obra asalariada
Variables Productiva			
Tipo de cultivos	1 cultivo de venta	2 cultivos de venta	Sobre 3 cultivos de venta. Introduce tecnología
Manejo cultural	Manejo tradicional	Tradicionales, algo de tecnología.	Articulada al mercado
Comercialización	Le compran o venden por sí solo.	Por sí solo o intermediario	
Conducta a la innovación	Busca los medios	Se integra a la innovación	Crecimiento económico

2.5. Selección de Modem

Habiendo realizado el trabajo anterior se procedió a seleccionar ocho predios campesinos como módulos demostrativos con diferentes conductas de entrada.

Familia Campesina	Conducta de entrada	Avance en la innovación
Vicenta Rodríguez	Edc-bajo	Edc-intermedia
Ubalдина Arrella	Edc-bajo	Edc-intermedia
Luis Medalla	Edc-bajo	Edc-intermedia
Carmen Reyes – Celestino Cruz	Edc-bajo	Edc-intermedia
Delfin Mamani	Edc-intermedio	Intermedia superior
Leandro González	Edc-intermedio	Intermedia superior
Juan González	Edc-intermedio	Intermedia superior
Wilfredo Cruz	Edc-intermedio superior	Superior

3. CARACTERIZACIÓN PREDIAL Y PRODUCTIVA DE LOS MODEM.

3.1. Acerca de los Campesinos.

De acuerdo a los antecedentes compilados se desprende que la edad de los campesinos involucrados en el proyecto es de un 33% para un segmento adulto (35 – 45) y un mismo porcentaje para un segmento de edad avanzada. Sin embargo la escolaridad de ellos en un 83% es de nivel básico.

Con relación al grado de articulación al sistema organizativo, podemos decir que el 83% de ellos no pertenecen a ningún tipo de organización.

3.2. Acerca del Predio.

El mayor porcentaje de superficie de los predios lo tendría el nivel entre 2 a 3 há, en un 63%.

Con relación a la tenencia de la tierra, 83% son propietarios de ella.

3.3. Acerca del Agua.

El 80% de los campesinos tiene un sistema de conducción del agua mediante canales, el resto posee riego tecnificado preferentemente riego por goteo.

Para el caso del riego por sistema de conducción de canales en un 50% lo hacen por más de 7 horas, en un lapso de cada 22 días promedio al mes, siendo este porcentaje mayor en épocas de escasez hídrica. Debe destacarse que no existen mediciones en los canales de riego a nivel de lts/seg.

El agua en el caso de San Pedro de Atacama se canaliza captando el río San Pedro y la vertiente Total.

3.4. Acerca del Suelo.

La textura del suelo se presenta en un 50% arenoso, 33% franco arcilloso y un 16,7% arcillo arenoso. Existe buena humedad (66,7%) y algunos adquieren una humedad media (33,3%). El color del suelo en general es claro y en menos proporción (16,7%) café. Las malezas más ocurrentes son la Brea, Chepica y Cochiyuyo.

3.5. Acerca de los Cultivos.

El cultivo que mayoritariamente desarrollan es la alfalfa, sin embargo el que mayor superficie cultivable tiene es el maíz. Entre los principales problemas de estos cultivos están la araña y el pulgón para el primero y el gusano para el segundo cultivo. Se agregan otros problemas como las heladas y las malezas y esencialmente la falta de agua en algunos periodos del año. Hay que destacar que todos ellos infieren la necesidad de tener un manejo más adecuado para otros cultivos, mediante una asistencia técnica permanente al respecto.

A nivel de frutales están los membrillos y los perales siendo estos últimos los de mayor importancia. Los principales problemas son las enfermedades fungosas y en general aspectos fitosanitarios.

Con relación a hortalizas el principal cultivo es la lechuga, tomates, betarragas y cilantro, otros de menor importancia son los melones, acelgas y rábanos.

3.6. Acerca de lo Pecuario.

La mitad de los campesinos mantiene animales en sus predios. De ellos todos tienen ovinos como la principal masa pecuario y otros conjugan con aves, conejos y vacunos. El 66 % de ellos tienen corrales aptos para el manejo del ganado y el 33% mantiene los animales sólo en lugares naturales adoptados como corrales. El principal problema se manifiesta con la presencia de parásitos externos e internos y sobre todo con el precio de venta de este ganado, el cual es de bajo monto.

3.7. Acerca de lo Económico.

En general el promedio de ingresos de estos campesinos va de \$ 500.000 a \$ 1.000.000 anual, situación que prácticamente bordea al ingreso mínimo de una familia. Esta situación se manifiesta en forma negativa por cuanto muchas veces no alcanzan a cubrir los gastos de operación del predio.

4. CONSIDERACIONES FINALES.

La idea de esta compilación y tabulación de antecedentes es poder determinar las diferentes conductas de entrada que los campesinos tienen en el proyecto, como una manera de ir desarrollando en el tiempo una serie de actividades que permitan el mejoramiento integral de estos campesinos y especialmente el sistema de validación en tecnología de riego y sistemas productivos agrícolas locales.

El trabajo en los módulos demostrativos ha tenido una fuerte orientación hacia una pertinencia productiva de los campesinos de San Pedro de Atacama, es así que el trabajo en alfalfa por ejemplo ha tenido interesantes avances en normas de manejo más apropiado y sobre todo un cambio en el sistema de riego a través de la técnica de bordes.

En el caso de los frutales se han realizado avances importantes sobre todo en conocer las normas de manejo apropiado para un huerto de frutales. Asimismo para el maíz se han realizado adelantos que permitan conocer el comportamiento de distintas variedades de maíz.

En todo proceso de transferencia tecnológica la variable innovación juega un interesante papel, y es así como en los módulos demostrativos de este proyecto se han llevado a cabo una serie de acciones de este tipo como por ejemplo: el manejo de vides con variedades de mesa y viníferas, variedades de ajo blanco y rojo de Camiña y Río Grande, espárragos y huerto de cítrico. En síntesis el proyecto determina un cierto equilibrio entre lo pertinente del sistema productivo local y la innovación, hasta el momento ha sido de vital importancia que los pequeños campesinos entiendan y adopten el siguiendo de este proceso de transferencia tecnológica.

EVALUACION DE OCHO GENOTIPOS DE QUINOA EN SUELOS SALINOS DE SAN PEDRO DE ATACAMA

Leonidas Concha T¹, Alexis Triviño P², Guillermo Gallardo A³.

1. INTRODUCCION

La zona de San Pedro de Atacama, posee un clima severo con ausencia de lluvias y predominancia de temperaturas extremas; los suelos son salinos con actividad biológica y fertilidad baja, donde la actividad agrícola se limita a pocas especies adaptadas a aquellas condiciones.

La rusticidad y su plasticidad adaptativa a condiciones climáticas y edáficas desventajosas de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) podría ser una alternativa para su cultivo y aprovechamiento en la alimentación humana de los granos constituyendo una alternativa para aquella zona. Por lo manifestado anteriormente, el presente estudio tiene la intención de evaluar en forma preliminar la producción de grano del germoplasma de quinoa colectada en el Norte de Chile.

1.1. Objetivos

- Evaluar el rendimiento de granos de 8 genotipos colectados en el Norte de Chile en dos épocas de siembra.
- Evaluar la incorporación de sulfato de calcio (yeso) al suelo en la producción de granos.
- Refrescar el germoplasma de quinoa de la Universidad Arturo Prat.

2. REVISION DE LITERATURA.

La quinoa es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia Chenopodiaceae. La importancia de esta especie se centra en su rusticidad y su tolerancia a factores adversos como sequía, heladas, temperaturas altas y salinidad del suelo. Además, el alto valor proteínico del grano (14 – 22%) y su balance ideal de los aminoácidos esenciales (lisina, metionina, tronina y triptófano) que superan a otros granos de origen vegetal (Tapia, 1997; Mujica, 1982).

¹ Ingeniero Agrónomo. Académico del Departamento de Agricultura del Desierto, Universidad Arturo Prat. Iquique.

² Ingeniero Agrónomo. Proyecto de Validación de Tecnologías de Riego y Sistemas Productivos, San Pedro de Atacama. Antofagasta.

³ Ingeniero de Ejecución Agrícola (e). Proyecto de Validación de Tecnologías y sistemas Productivos, San Pedro de Atacama. Antofagasta.

Tapia (1997) informa los resultados por Delgado y Tapia en 1978 de la evaluación en Bolivia de 599 accesiones de quinoa procedentes de Puno, (Perú), éstos investigadores encontraron rendimientos que variaron entre 200 y 2800 kg/ha.

Los suelos salinos se mejoran lavando con agua libre de sales, los suelos salinos – sódicos y los suelos sódicos requieren la adición a la solución del suelo el calcio necesario). El yeso ($\text{SO}_4\text{Ca}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) es el mejorador químico más utilizado, debido a su bajo costo, el calcio del yeso reemplaza al sodio del complejo arcillo-húmico, dejando el sulfato de sodio (SO_4Na_2) soluble, que posteriormente se arrastra mediante el lavado (Pizarro, 1985; Fuentes, 1994).

En el Norte de Chile, el problema de la salinidad de los suelos es latente. La poca importancia al manejo de suelos y aguas salinas, ha sido la causa de que en la actualidad se tengan problemas de producción en los cultivos.

El aprovechamiento de genotipos que toleran los suelos salinos abre la oportunidad de enfrentar el problema de la salinidad del Norte de Chile no solo a través del manejo y modificación de suelos, sino también mediante el uso de variedades tolerantes.

3.- MATERIALES Y METODOS

El presente estudio fue realizado en la Unidad de Validación (UVAL) del “Proyecto de Validación de Tecnologías de Riego y Sistemas Productivos” ubicada en San Pedro de Atacama a 2400 msnm, donde las características predominantes de los suelos son salinos y salinos - sódicos. El material biológico utilizado fueron los genotipos de quinoa colectados en la Región I y II, éstos fueron donados por el Departamento de Agricultura del Desierto de la Universidad Arturo Prat (Cuadro 1).

CUADRO 1. Germoplasma de quinoa utilizado en el ensayo

GERMOPLASMA	PROCEDENCIA	COLOR DEL GRANO
CQ – UNAP – 020	Socaire	Blanco
CQ – UNAP – 018	Socaire	Blanco
CQ – UNAP – 017	Colchane	Blanco
CQ – UNAP – 016	Colchane	Mezcla blanco, rosado y amarillo
CQ – UNAP – 015	Colchane	Rojo
CQ – UNAP – 014	Colchane	Amarillo
CQ – UNAP – 004	Camíña	Blanco
CQ – UNAP – 002	Enquelca – Isluga	Amarillo

Se establecieron dos ensayos de campo: el ensayo A fue sembrado el 29 de septiembre y el ensayo B el 21 de octubre de 1999. Cada ensayo estuvo conformado por una parcela de 16 surcos y cada parcela se dividió en dos subparcelas de 8 surcos. Tanto en el ensayo A como en el ensayo B, en una subparcela se incorporó al suelo 2 kg de sulfato de calcio (yeso) por metro cuadrado con mucha anticipación, a 20 cm de profundidad y en la otra subparcela no se utilizó ninguna enmienda. No se utilizó ningún diseño experimental, debido a la limitada superficie destinada al presente experimento.

De acuerdo al análisis químico del suelo realizado antes y después de la aplicación resultó ser del tipo salino de acuerdo a los siguientes parámetros:

Superficie con yeso : pH 8,2; CE 6,8 mmhos/cm; PSI 11,9%.

Superficie sin yeso : pH 8,4; CE 6,0 mmhos/cm; PSI 10,1%.

Antes de la siembra se preparó el suelo en forma manual y óptima y se colocaron las cintas de riego con emisores cada 0,5 m. , posteriormente, se mojó el terreno a través del sistema de riego por goteo; la siembra se realizó depositando entre 8 a 10 semillas alrededor de cada gotero, luego se cubrió todo el ensayo con malla rachell con la finalidad de proteger a las semillas del ataque de las aves.

Cuando las plantas alcanzaron una altura de 10 cm, la población fue raleado en forma manual, dejando 3 por cada emisor.

El riego se realizó por goteo, se inició los dos ensayos aplicando 435 ml de agua por emisor/día distribuida en una frecuencia de dos veces por día durante 15 minutos, la dosis de riego se modificó de acuerdo a las necesidades del cultivo en cada una de sus etapas fenológicas. En el ensayo A se utilizó un equivalente de 6320 m³ de agua por ha en todo el ciclo agrícola y en el ensayo B, un total de 4980³ /ha.

A 63 días después de la siembra fue medida la altura de las plantas del ensayo A y a los 41 días del ensayo B, utilizando una cinta métrica.

La cosecha del ensayo A se realizó a los 156 días y del ensayo B a los 147 días después de la siembra. Las semillas de plantas del ensayo A fueron cosechadas manualmente a medida que las plantas se mostraban secas y los granos duros; en cambio, la cosecha de las semillas del ensayo B, una parte se procedió cuando las plantas llegaron a la misma condición del ensayo A y otra parte cuando las plantas todavía no llegaron al estado de madurez fisiológica, debido a la alta incidencia del ataque de pájaros y la disminución de las temperaturas en el mes de marzo cuando las plantas todavía no habían completado su ciclo biológico.

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

A los 63 días después de la siembra las plantas del ensayo A se encontraban en la etapa de panojamiento, alcanzando las plantas una altura entre 51,2 y 89,8 cm en la subparcela donde se aplicó yeso; en este mismo ensayo donde no se aplicó la enmienda, las plantas llegaron a una altura que fluctuó entre 53,0 y 91,3 cm (Cuadros 2).

CUADRO 2. Altura promedio de las plantas del ensayo A

GENOTIPO	CON YESO		SIN YESO	
	ALTURA (cm)	DESVIACION ESTANDAR (S)	ALTURA (cm)	DESVIACION ESTANDAR (S)
CQ – U NAP – 020	51,2	13	87,0	14
CQ – UNAP – 018	60,2	8	91,3	13
CQ – UNAP – 017	68,0	12	83,0	11
CQ – UNAP – 016	73,4	12	83,4	10
CQ – UNAP – 015	53,8	10	77,3	11
CQ – UNAP – 014	83,9	13	82,0	14
CQ – UNAP – 004	76,1	15	53,0	9
CQ – UNAP – 002	89,8	9	65,3	17

La altura de las plantas del ensayo B cuando se midieron a los 41 días después de la siembra, alcanzaron a una altura entre 12,3 y 26,6 cm con yeso y entre 20,2 y 25,7 cm sin yeso (Cuadros 3). En esta etapa las plantas se encontraban en la fase de ramificación e inicio de panojamiento.

Los Cuadros 2 y 3 nos muestra que las plantas que ocuparon la superficie donde se aplicó yeso alcanzaron relativamente menor altura que las plantas ubicadas en el área sin yeso, es un indicio de que el contenido de sodio del suelo donde no se aplicó yeso no alcanzó un valor significativo como para reducir el crecimiento de las plantas.

Cuadro 3. Altura promedio de las plantas del ensayo B

GENOTIPO	CON YESO		SIN YESO	
	ALTURA (cm)	DESVIACION ESTANDAR (S)	ALTURA (cm)	DESVIACION ESTANDAR (S)
CQ – U NAP – 020	26,6	4	21,3	6
CQ – UNAP – 018	27,5	4	24,3	4
CQ – UNAP – 017	23,6	2	25,7	4
CQ – UNAP – 016	21,3	3	25,3	4
CQ – UNAP – 015	18,4	5	24,5	3
CQ – UNAP – 014	12,5	2	20,8	2
CQ – UNAP – 004	12,3	1	20,2	2
CQ – UNAP – 002	14,4	2	22,2	2

A los 63 días después de la siembra las plantas del ensayo A presentaron mayor desuniformidad en altura que las plantas evaluadas en el ensayo B a los 41 días después de la siembra (Cuadros 2 y 3). Estos resultados indican que el crecimiento de la quinoa hasta la fase de ramificación e inicio de panojamiento es uniforme, aumentando su tasa de crecimiento a partir de la fase de ramificación e inicio de panojamiento en las plantas más competitivas.

Se observó la presencia de minadores de hojas, pulgones y chinches en las diferentes fases de la planta; asimismo, se presentó la pérdida de las hojas basales de las plantas de todos los genotipos desde la fase de ramificación y panojamiento.

En los Cuadros 4 y 5 se puede apreciar la producción de granos de quinoa de cada uno de los genotipos estudiados. Cada genotipo fue cosechado de un área de 5 m² los mismos que estuvieron conformados por 54 plantas, respectivamente.

CUADRO 4. Rendimiento de granos de quinoa del ensayo A

GENOTIPO	PRODUCCIÓN CON INCORPORACION DE YESO AL SUELO (kg/5m ²)	PRODUCCION SIN INCORPORACION DE YESO AL SUELO (kg/5m ²)	PRODUCCION PROMEDIO (kg/5m ²)
CQ – UNAP – 020	1,755	1,305	1,5
CQ – UNAP – 018	0,900	1,305	1,1
CQ – UNAP – 017	1,125	0,810	0,9
CQ – UNAP – 016	0,990	0,495	0,7
CQ – UNAP – 015	0,765	0,810	0,8
CQ – UNAP – 014	0,720	0,675	0,7
CQ – UNAP – 004	0,855	0,855	0,8
CQ – UNAP – 002	0,945	0,855	0,9

El logro de la madurez fisiológica de los granos en campo del ensayo A, nos indica que la época propicia para la siembra de quinoa en San Pedro de Atacama es el mes de septiembre, las siembras posteriores a este mes pueden prolongar su permanencia en campo en la etapa de madurez de las semillas y provocar la pérdida de la cosecha o madurez incompleta debido a la presencia de temperaturas bajas en el mes de marzo. Por otra parte, la producción promedio nos muestra que los ecotipos CQ – UNAP – 020, CQ – UNAP – 018 y CQ – UNAP – 017 tienen los mejores rendimientos, aún cuando las plantas correspondientes al ensayo B fueron cosechados cuando las semillas no llegaron a su madurez fisiológica (Cuadro 4 y 5).

CUADRO 5. Rendimiento de granos de quinoa del ensayo B

GENOTIPO	PRODUCCIÓN CON INCORPORACION DE YESO AL SUELO (kg/5m ²)	PRODUCCION SIN INCORPORACION DE YESO AL SUELO (kg/5m ²)	PRODUCCION PROMEDIO (kg/5m ²)
CQ – UNAP – 020	0,585	0,540	0,6
CQ – UNAP – 018	0,990	0,540	0,8
CQ – UNAP – 017	0,630	0,900	0,8
CQ – UNAP – 016	0,675	0,810	0,7
CQ – UNAP – 015	0,540	0,540	0,5
CQ – UNAP – 014	0,900	0,765	0,8
CQ – UNAP – 004	0,630	0,270	0,4
CQ – UNAP – 002	0,630	0,360	0,5

Si la producción presentada en el cuadro 4 se transforma por hectárea, los ecotipos CQ-UNAP – 020, CQ-UNAP –018 y CQ-UNAP –017 sembrados en el mes de septiembre y con aplicación de 2 kg de yeso en un metro cuadrado de suelo podrían producir 3.510 kg/ha, 1.800 kg/ha y 2.250 kg/ha de semilla, respectivamente; en cambio, los ecotipos CQ-UNAP –020, CQ-UNAP –018 podrían llegar a 2.610 kg/ha y el ecotipo CQ-UNAP –017 a 1.620 kg/ha sin aplicación de yeso. Estos resultados superan al rendimiento de grano en cultivos tradicionales (600 a 800 kg/ha), al rendimiento promedio comercial (1.500 kg/ha), así como a la producción con tecnología moderna obtenido para la variedad Sajama (3.000 kg/ha) indicado por Tapia (1997) para Perú y Bolivia.

Finalmente, el asedio de aves fue significativo a partir del estado lechoso de los granos hasta la madurez fisiológica, al tiempo de alimentarse de las semillas ocasionan también pérdidas por desgrane y ruptura de las panojas.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se llevó a cabo el ensayo, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las colectas identificadas como CQ – UNAP- 020, CQ – UNAP – 018, CQ-UNAP- 017 y CQ-UNAP- 002 fueron las que tuvieron el mayor rendimiento de grano; a partir de los cuales se debe generar una tecnología de producción y un programa de mejoramiento para zonas áridas y semiáridas.
- La colecta CQ – UNAP – 020 podría ser el genotipo prometedora para alto rendimiento de granos. Se logró 3.510 kg/ha con incorporación de dos kg por m² de yeso al suelo y 2.610 kg/ha sin yeso.
- La época propicia para la siembra de quinoa en San Pedro de Atacama debe ser antes de la primera quincena de septiembre, y
- Se logró refrescar la colecta de quinoa de la UNAP, obteniendo un mínimo de 2,6 kg y un máximo de 4,2 kg de semilla entre todas las accesiones.