

## **ESTUDIOS DE METODOLOGÍAS PARA LA VALIDACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO PARA EL MANEJO Y CONTROL DE LA SALINIDAD DEL SUELO Y DEL AGUA EN LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA, PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR**

**Jaime Proaño, César Suárez y Carlos Briones<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Universidad Agraria, Guayaquil - Ecuador*

### **RESUMEN TECNICO**

Por las características edáficas y climatológicas de la Península de Santa Elena existe un riesgo potencial de salinización de sus suelos. A través de modelos predictivos se puede anticipar y prevenir los daños potenciales. Este proyecto busca utilizar racionalmente el recurso agua y suelo, para un desarrollo sostenible de la agricultura bajo riego en el proyecto de riego Traslase Daule-Santa Elena que ha costado al país más de 600 millones de dólares. Por lo tanto es nuestra responsabilidad dar a conocer a los productores del proyecto una metodología para el uso eficiente del recurso agua y evitar así la salinización de los suelos lo que conlleva a beneficios de tipo económico y ecológico. La parte económica radica en evitar costos por recuperación de suelos por salinidad lo que redundará en obtener mayores rendimientos de sus cultivos. En el beneficio ecológico se deberá a un mejor uso de los recursos hídricos y aplicación de prácticas conservacionistas. En cuanto a la importancia de la alianza estratégica internacional esta redundará en beneficio de profesores universitarios, técnicos de CEDEGE – INIAP, mediante el aporte de experiencias en el campo de salinidad. El componente de educación de esta alianza hará una contribución significativa en la formación de profesionales con capacidades para la investigación de temas relacionados con el manejo y la calidad del agua de riego. Este componente incluye cursos en maestrías y otras actividades académicas

### **INTRODUCCION**

Como trabajo previo al proyecto, se realizó una investigación de la zona de riego El Azúcar, la cual comprende un área de 6753 has las cuales 1135 has están cultivadas y 5618 has por cultivar, esta zona corresponde al nivel superior del proyecto Traslase.

La fisiográfica del área estudiada es irregular, en la cual se evaluaron las conductividades en zonas planas, depresiones, y laderas, considerando también las áreas bajo riego.

El clima en la zona es semi-árido con precipitaciones promedio de 522.40 mm al año y una evaporación anual de 37.16 mm/día.

Uno de los requisitos indispensables para lograr eficiencia en el sistema suelo-agua-planta es una baja salinidad. El problema de afectación de suelos por sales, ha sido y es uno de los más importantes, en el desarrollo de la agricultura bajo riego en el mundo. Uno de los principales problemas en áreas bajo riego, es la existencia de suelos afectados por salinidad, esto conlleva a una disminución de la productividad de los cultivos y al valor de dichos suelos. La degradación de los recursos suelo y agua por salinización son problemas graves, inter-relacionados, que prevalecen en todas las tierras regadas del mundo. Debido a que las zonas de riego del proyecto Traslase Daule-Santa Elena se encuentra en una región semiárida, corre peligro potencial de tener problemas de salinidad, si no se lleva un buen manejo y conservación de estos suelos; de ahí la oportunidad de una alianza internacional para desarrollar una metodología de control de sales que sirva para manejar los recursos de la zona de una forma adecuada. Además, el número de profesionales ecuatorianos con formación en manejo del agua de riego y las relaciones suelo – agua – planta es muy bajo, por lo que la contribución de esta alianza en la preparación de recursos humanos, a través de cursos de postgrado será significativa.

De las 6,000 hectáreas bajo riego en el proyecto Traslase, aproximadamente un 20% de estas tierras se están desarrollando en la zona de “El Azúcar” las mismas que presentaron problemas de bajos rendimientos de hasta un 50% en sus diferentes cultivos (cebolla, melón, maíz, tomate, papaya, etc.), debido a la dureza del agua (sales) del embalse de “El Azúcar” y al desconocimiento por parte de los productores del manejo de aguas duras.

## JUSTIFICACION

En el Ecuador no se han realizado estudios para el desarrollo de modelos predictivos de salinidad que permitan alertar problemas de presencia de sales en el suelo. El proyecto Trasvase Daule- Santa Elena ha costado al país aproximadamente 600 millones de dólares para regar unas 50 mil hectáreas, en los últimos años se han detectado problemas de salinidad en algunas zonas de riego del proyecto, lo cual ha preocupado a los agricultores debido a la disminución en la productividad de los cultivos y por las inversiones que ellos ya han realizado. Así en la zona de riego El Azúcar, los productores de cebolla y melón se han visto afectados. Es importante conocer el peligro de salinidad, bien sea ésta inherente al suelo o bien debida al riego con aguas salinas, ya que éstas influyen en el rendimiento y la calidad de las cosechas y, si no se eliminan por lavado, causan la salinización progresiva del suelo. El aumento de las sales disueltas en el agua del suelo dificulta la absorción de los nutrientes y ciertas sales en concentraciones excesivas dentro de la planta producen fitotoxicidad. Por este motivo se requiere desarrollar una metodología que minimice los impactos negativos de la salinidad para un desarrollo sostenible de la agricultura bajo riego en el único proyecto del país que utiliza sistemas de riego presurizados en zonas áridas y semiáridas. CEDEGE y la Universidad Agraria del Ecuador a través del PROMSA plantean las investigaciones necesarias para minimizar la salinización de estos suelos por el mal manejo del riego

## HIPOTESIS

- ◆ El manejo inadecuado del riego a presión con aguas que tienen un nivel alto de salinidad conduce al deterioro de los suelos y por ende a una baja productividad de los mismos.
- ◆ Los modelos de predicción de salinidad permitan prever y alertar sobre los futuros problemas de afectación de los suelos por sales que podrían desarrollarse en estas áreas y a mejorar la calidad y rendimiento de los cultivos.
- ◆ Estos modelos aportaran información precisa acerca de las limitaciones y alternativas posibles para el uso y el manejo del agua de riego disponible y sobre los requerimientos y posibilidades de complementar el drenaje natural de los suelos en consideración.

Los cursos que se ofrezcan contribuirán a un mayor conocimiento del problema y sus soluciones y a la formación de profesionales con capacidad para investigar en temas de la relación suelo-agua-planta.

## OBJETIVOS

### General

Validar un modelo de Salinidad Productividad, y elaborar medidas de conservación para el manejo y preservación de los recursos agua y suelo, en el área de influencia del Proyecto Trasvase

### Específicos

1. Determinar la evolución de la calidad de las aguas y suelo, en las áreas de influencia del Proyecto Trasvase Daule Santa Elena.
2. Caracterizar las áreas que son más susceptibles de ser afectadas por salinidad.
3. Determinar un Modelo de salinidad para prevenir y alertar futuros problemas de salinidad.
4. Elaborar una base de datos con los resultados obtenidos y difundirla a productores.
5. Capacitar y Difundir a: productores, estudiantes, técnicos y profesionales implicados en las áreas de conservación de los recursos agua suelo.

## ACTIVIDADES Y METODOLOGÍAS EMPLEADAS EN EL PROYECTO

Para alcanzar los objetivos propuestos, se definen las siguientes actividades y su respectiva metodología.

**Objetivo 1.-** Determinar la evolución de la calidad de las aguas y de los suelos, en las áreas de influencia del Proyecto de Riego Trasvase Daule - Santa Elena.

**Actividad 1.1.-** Determinar la evolución de la calidad de las aguas de los embalses Chongón, Azúcar, Canal Azúcar- Río Verde y Canal Chongón – Playas.

**Metodología 1.1**

- a) Revisar todos los análisis de agua existentes en CEDEGÉ. En CEDEGE desde el año 1999 se han tomado muestras de las aguas procedentes de los embalses Chongón, El Azúcar y embalse de Cola de Playas, efectuándose los siguientes análisis: temperatura, oxígeno disuelto, pH, Conductividad Eléctrica, Sales totales, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros, además de Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio. La revisión de estos análisis junto con los socios internacionales tiene por objeto estructurar cuadros para análisis estadísticos en el tiempo, y con ello analizar qué sales se encuentran presente como perjudicial a los cultivos agrícolas.
- b) Utilizar diferentes metodologías para la clasificación de las aguas usadas para riego; tales como: Riverside, FAO, etc., ya que de esta manera se podrán correlacionar las características de los suelos que están siendo regados con tales aguas y el tipo de cultivos a usar de acuerdo a su tolerancia a la salinidad y las láminas de lavado a usar para cada caso. En base a los análisis de correlación y los datos experimentales que se disponen sobre varios cultivos, se podrá determinar qué metodología es la que más se ajusta al modelo propuesto y a las condiciones de suelos de la Península de Santa Elena.
- c) Monitorear durante el transcurso del proyecto la evolución de la calidad del agua. El monitoreo consiste en retirar muestras de agua de los embalses a diferentes profundidades que pueden ser de 0 - 0.5, 0.5 – 5, 5 – 10, 10 – 15 metros; en los canales se tomarán las muestras superficialmente. Con ello se tendrá la evolución de la calidad del agua en el tiempo que dura el proyecto y dejar las bases para que se siga realizando este monitoreo. Los socios internacionales participarán analizando los resultados de las muestras enviadas al laboratorio e identificando las sales mas peligrosas para los cultivos agrícolas. Este monitoreo se conectará con el resto de las actividades ya que será la información de entrada para los modelos de salinidad.
- d) Se evaluarán las condiciones de drenaje de los suelos, esta evaluación abarcará aspectos fundamentales que intervienen en la problemática de la salinidad con relación a las condiciones de drenaje, tales como profundidad y movimiento del nivel freático , textura, estructura y permeabilidad de los suelos.

**Actividad 1.2.-** Estudiar la evolución de la salinidad en los suelos irrigados con aguas provenientes del Proyecto Traspase.

**Metodología 1.2.**

- a) Selección, ubicación cartográfica, toma de muestra y análisis de suelos de algunas zonas previamente seleccionadas.
- b) Se analizarán los resultados con los socios internacionales.
- c) Confrontar los resultados obtenidos con los de estudios anteriores para determinar la evolución en calidad de suelo y agua de área de influencia del proyecto.

**Objetivo 2.** - Caracterizar las áreas que son más susceptibles de ser afectados por la salinidad.

**Actividad 2.1.** – Clasificar los suelos de acuerdo con su grado de afectación por salinidad y determinar las clases de sales presentes en los diferentes estratos de suelo.

**Metodología 2.1**

- a) Se elaborarán mapas de salinidad que reflejen las áreas que están dentro de rangos, que delimitan las diferentes áreas afectadas por sales. Estos mapas nos servirán para determinar los cultivos a desarrollarse en

cada una de estas áreas en base a la tolerancia a los rangos de sales existentes. Además, cada mapa reflejara el tipo de sal existente a las diferentes profundidades del suelo.

b) Se tomará como base los valores de CEes (conductividad eléctrica del estrato de saturación), expresados en decismens (ds) de tres estratos del perfil del suelo, de tal manera que se obtengan tres planos, uno para cada estrato, por medio de los cuales se podrá ver la distribución de las sales en todo el perfil. El muestreo de suelos para determinar la Conductividad Eléctrica se lo realizara en las zonas de riego del Proyecto Trásvase.

c) Se pondrán límites a cada categoría, y estos están dados por los rangos de tolerancia de los cultivos a la salinidad, establecidos por el Laboratorio de Salinidad del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, donde tendremos cinco clases o categorías de afectación salina por cada estrato. El mapa principal será el correspondiente al primer estrato, y en este, se aplicará la simbología de caracterización correspondiente, la cual trata de agrupar los aspectos más importantes con relación a salinidad. Para este ítem se recurrirá a los socios de la alianza internacional para los análisis de los resultados. Estos mapas se elaboraran bajo sistema digital y se imprimirán en un Plotter con diferentes colores.

d) Se determinarán las clases de sales presentes en los diferentes espesores de suelo, para definir el tipo de sales presentes en el suelo y su mayor o menor predominio, ya que el tipo de sal presente es de extrema importancia, ya que no todas las sales tienen el mismo efecto sobre las plantas y su comportamiento sobre el suelo, siendo unas más perjudiciales que otras.

e) Se graficarán las concentraciones de aniones y cationes en meq/litro por estrato, incluyendo en el mismo gráfico los valores de sales totales y el porcentaje de Sodio Intercambiable.

**Objetivo 3.-** Determinar un Modelo de salinidad para prevenir y alertar futuros problemas de salinidad en la Península de Santa Elena y en otras zonas agroecológicas similares irrigadas del país.

**Actividad 3.1.-** Aplicar un modelo de salinidad para prevenir la evolución de las sales en los suelos y el agua utilizada para riego sobre la base de datos de conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (CEe), y de las sales presentes en el agua, y recomendar de acuerdo a los resultados obtenidos, cuales pueden ser las mejores prácticas conservacionistas para el manejo, control y preservación de los recursos naturales antes mencionadas.

### **Metodología 3.1.**

a) Se compararán y validarán diferentes modelos de salinidad desarrollados con la información analizada. Estos modelos se los adquirirá a través de los socios de la alianza tales como el modelo PROSAL del CIDIAT de Venezuela, y modelos que están utilizando el Laboratorio de Suelos RIVERSIDE de los Estados Unidos.

b) Los modelos se seleccionarán basándose en los análisis de los resultados del monitoreo de aguas y suelos, de acuerdo a las variables que necesiten para su ejecución.

c) Se determinará el modelo que mejor se ajuste a la Península de Santa Elena, de acuerdo con la información básica obtenida en el campo.(Análisis Físico –Químico del Agua y del Suelo).

d) Con el modelo de salinidad seleccionado, se lo correrá en la computadora con toda la información disponible de los cultivos en la Península de Santa Elena, tales como la fenología, variedades, rendimientos, etc., de cultivos como cebolla, mango, cítricos, uva, tomate, cacao, plátano, etc. Para determinar su tolerancia y su disminución de los rendimientos por causa de la salinidad, se realizarán ensayos experimentales en cultivos establecidos en las granjas experimentales de CEDEGE. En función de los análisis previos se evaluarán diferentes láminas de riego para lavado de sales y se correlacionarán estos datos con los rendimientos que se obtengan. La validación del modelo por lo tanto se realizará comparando los resultados del modelo con los cultivos establecidos con relación a la producción, utilizando las aguas de los embalses.

e) Se indicará el tipo de manejo de estos suelos, para controlar la salinidad, así mismo se establecerán sugerencias de los cultivos a ser introducidos o que son explotados en la actualidad, según su tolerancia y adaptabilidad.

f) Se analizarán prácticas conservacionistas para la recuperación de suelos afectados por sales, tales como: preparación del suelo, prácticas sistemáticas de lavados, incorporación de enmiendas, u otros que se definan en el transcurso del proyecto. Estas prácticas conservacionistas se realizarán con ensayos experimentales en cultivos de ciclo corto, tales como cebolla, tomate, melón, etc., en las épocas secas de los años 2002 y 2003. Para cultivos permanentes se dará la base para que se desarrollen prácticas a mediano y largo plazo y se evaluarán los resultados preliminares que se obtengan.

**Objetivo 4.** - Estructurar una base de datos con los resultados obtenidos en la investigación.

**Actividad 4.1.** Creación de la base de datos.

#### **Metodología 4.1.**

a) La estructuración de la base de datos se realizará basándose en los resultados obtenidos de los modelos. Para ello se utilizará un programa (software) especializado para crear base de datos tal como ACCESS u otro.

b) Alimentación de la base de datos con la información generada por la investigación. Esta base se irá incrementando a medida que se vayan corriendo los modelos dentro de la ejecución del Proyecto. Los socios de la alianza participarán en la estructuración de esta base de datos.

c) Promoción de la base de datos a los productores de la zona. Tendrán acceso a la base de datos los productores, profesionales vinculados a las instituciones de la alianza, profesores de las diferentes universidades del país. Las ventajas y beneficios que tendrá la base de datos para planificadores, investigadores, técnicos y agricultores, consistirá en que podrán determinar los cultivos más adecuados de acuerdo con las características de suelo y agua existente en la zona y manejar practicas conservacionistas de estos recursos para preservarlos en el tiempo. Para ellos se creará un disco compacto (CD) con la información disponible y mapas elaborados.

**Objetivo 5.-** Contribuir a la formación de investigadores agropecuarios a través de módulos teóricos y prácticos en maestrías. Capacitar a productores, estudiantes, técnicos y profesionales en la conservación y manejo de los recursos agua y suelo. Difundir los resultados de esta investigación.

**Actividad 5.1.** Enseñanza de un modulo teórico práctico en las maestrías.

#### **Metodología 5.1**

a) La Universidad Agraria del Ecuador ofrece dos maestrías que tienen relación con la temática de esta alianza: Maestría en Recursos Naturales Renovables y para el segundo semestre del 2002 la maestría en Riego y Drenaje. La Universidad Estatal de Guayaquil tiene la maestría en Agricultura Tropical Sostenible, financiada con fondos del PROMSA. En estas tres maestrías para un total estimado de 60 estudiantes de postgrado en tres grupos diferentes y en diferentes tiempos, se impartirá un modulo, con la activa participación de los aliados internacionales y nacionales, sobre "Manejo eficiente del riego en la agricultura". El módulo tendrá 50 horas de duración (30 horas teóricas y 20 horas prácticas). El módulo consistirá de conferencias, grupos de discusión de temas seleccionados, identificación de problemas en el campo, presentación de trabajos individuales y evaluaciones. El contenido académico del módulo y mas detalles de su programación se presenta en el anexo H.

**Actividad 5.2.** Capacitación de productores, estudiantes, técnicos y profesionales en la conservación y manejo de los recursos suelo y agua.

**Metodología 5.2**

a) Este programa de capacitación constará de seminarios, conferencias, charlas y días de campo, donde participarán el equipo de investigadores, educadores y socios de la alianza internacional para el éxito de este programa.

**Actividad 5.3.** Difusión de resultados.

**Metodología 5.3.**

a) La difusión de resultados será en la misma línea e integrada a la actividad de capacitación. : Plan de difusión de resultados.

**RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO PRELIMINAR EN LA ZONA DE RIEGO EL AZÚCAR**

Las áreas más susceptibles a salinizarse fueron las zonas medias y bajas, las áreas de mayor explotación agrícola y sin programación de prácticas culturales adecuadas para esos suelos.

**Análisis de suelos**

**ÁREAS SIN CULTIVO**

No lab	No camp	Prof	pH	C.E.	CATIONES me/l				Sum	ANIONES me/l				Sum	PSI	RAS
					Na	K	Ca	Mg		Co3	CoH	So4	Cl			
		cm		dS/m												
24	12A	30	6,58	0,88	6,09	1,28	4	1,3	13,55		0,3	3,26	4,1	7,66	4,08	3,74
25	12B	60	6,47	0,8	6,52	1,28	2,4	1,2	12,2		0,2	3,77	2,8	6,77	5,58	4,86
26	12C	120	6,58	0,93	4,39	1,28	3	1	10,6		0,2	3,26	6,7	10,2	3,21	3,10

**AREA CON CULTIVO**

No lab	No camp	Prof	pH	C.E.	CATIONES me/l				Sum	ANIONES me/l				Sum	PSI	RAS
					Na	K	Ca	Mg		Co3	CoH	So4	Cl			
		cm		dS/m												
64	30A	15	7,4	2,96	5,22	3,5	14,6	5,2	31,48		0,2	13,2	15,2	28,6	1,17	1,66
65	30B	30	7,53	1,1	1,96	3,1	4,8	1,2	12,16		0,3	5,64	5,1	11,04	0,41	1,13
66	30C	80	7,83	1,2	3,52	3,8	3,6	0,9	13,02		0,6	4,77	7,4	12,77	2,15	2,35
67	30D	120	8,04	1,2	5,3	3,75	2,4	0,4	13,05		0,2	1,3	10,65	12,15	5,08	4,48

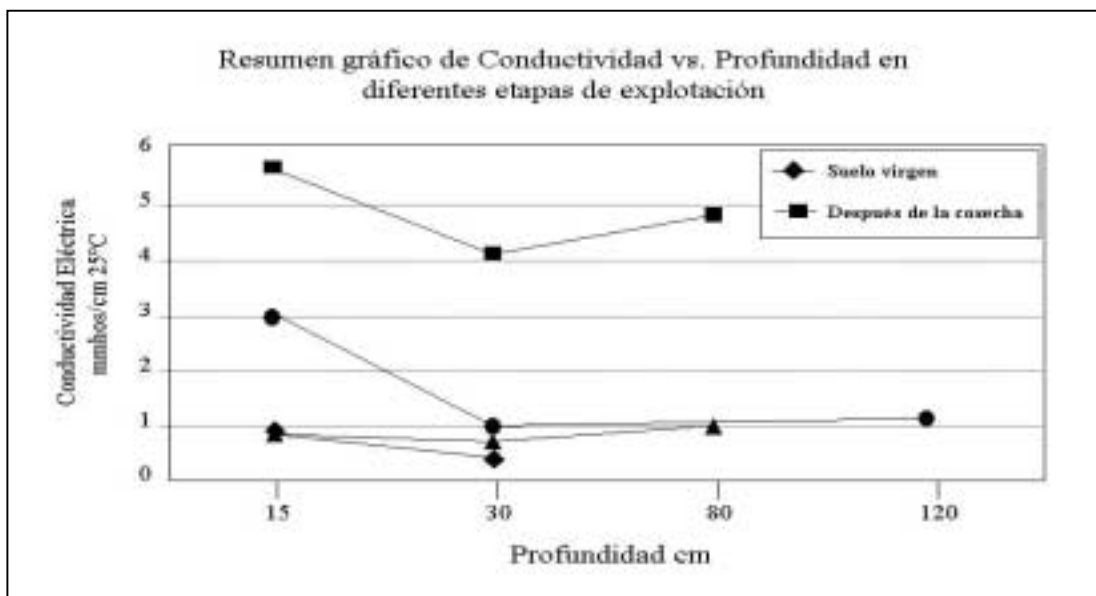
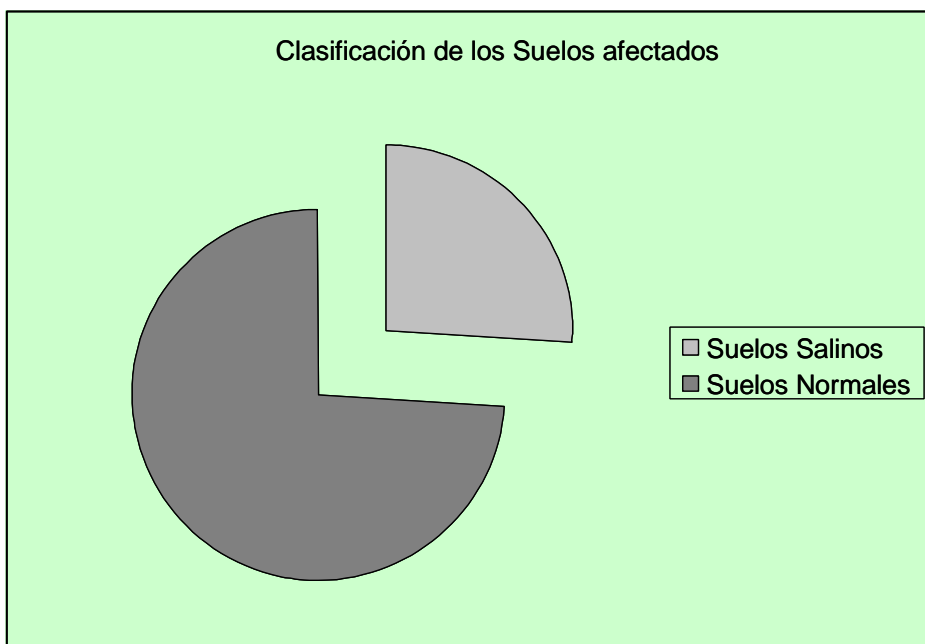
**ZONA VIRGEN**

No lab	No camp	Prof	pH	C.E.	CATIONES me/l				Sum	ANIONES me/l				Sum	PSI	RAS
					Na	K	Ca	Mg		Co3	CoH	So4	Cl			
		cm		ds/m												
1	1A	60	6,1	0,85	2,59	0,89	3,8	2,6	10,73		0,4	2,87	5,3	8,57	0,87	1,45
2	1B	90	5,14	0,54	1,17	1,28	2,4	1,2	6,59		0,2	1,49	3,65	5,34	0,03	0,87

DESPUES DE UN CULTIVO

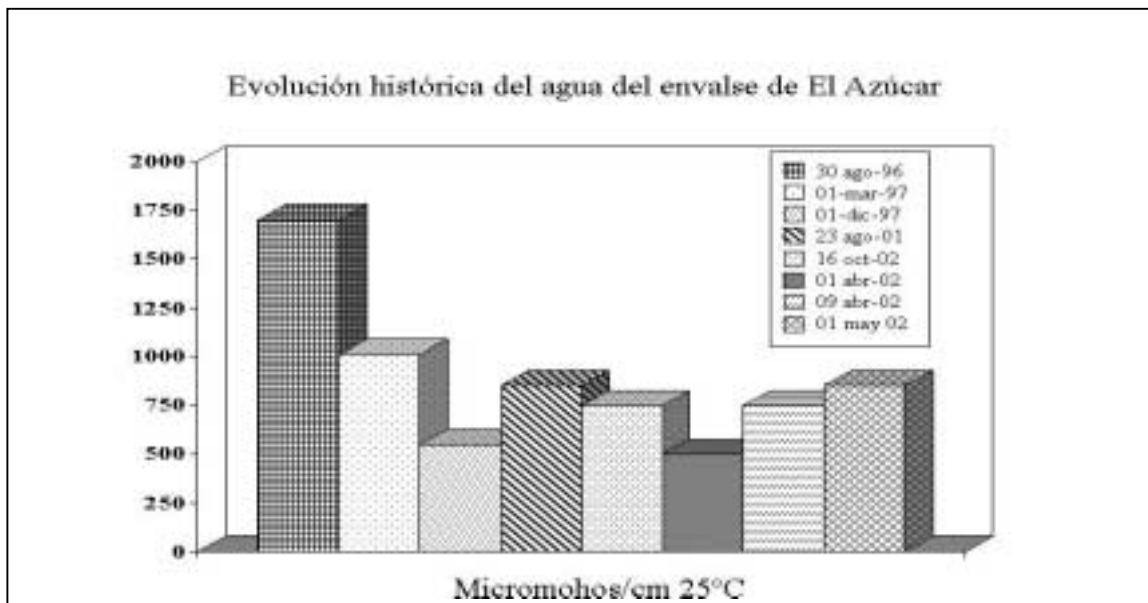
No lab	No Camp	Prof cm	pH	C.E. ds/m	CATIONES me/l				Sum	ANIONES me/l				Sum	PSI	RAS
					Na	K	Ca	Mg		Co3	CoH	So4	Cl			
12	7A	40	7,25	5,6	21,74	1,28	20,2	10,2	59,02		0,5	36	13,26	49,76	6,51	5,58
13	7B	80	7,3	4,1	22,74	6,89	9	1,8	44,53		0,6	17,98	21,89	40,47	11,64	9,79
14	7C	120	7,01	4,77	19	1,3	23,6	5	53,67		0,5	25,89	13,65	40,04	5,79	5,02

GRAFICOS DE RESUMEN



Análisis de aguas

INDICES Y NORMAS	Embalse El Azúcar	Valor Máximo permisible	Valor Mínimo permisible	Observaciones
INDICES: ST(mg/lt)	515	1000		Valores promedio en el perfil del agua
RAS	1.83	10		Valores < 10 no hay riesgo de alcalinización
Adj: SAR	3.2	8		Para CE entre 400-1600 umhos/cm y valores < 8 no hay riesgo de alcalinización
CSR (me/l)	-2.29	1.25		Valores < 1,25 meq/l son aguas recomendables, para valores entre 1,25 y 2,5 meq/l son poco recomendables.
DUREZA (GHF)	21,54	22		Agua medianamente dura
I. SCOTT	21.75		6	Valores > 18 determinan agua de buena calidad.
NORMAS				
RIVERSIDE	C3 S1			C3: peligro alto de salinidad S1: peligro bajo en Na
H. GREENE (me/l)	BUENA			
VILCOX PSI (me/l)	BUENA ADMISIBLE			





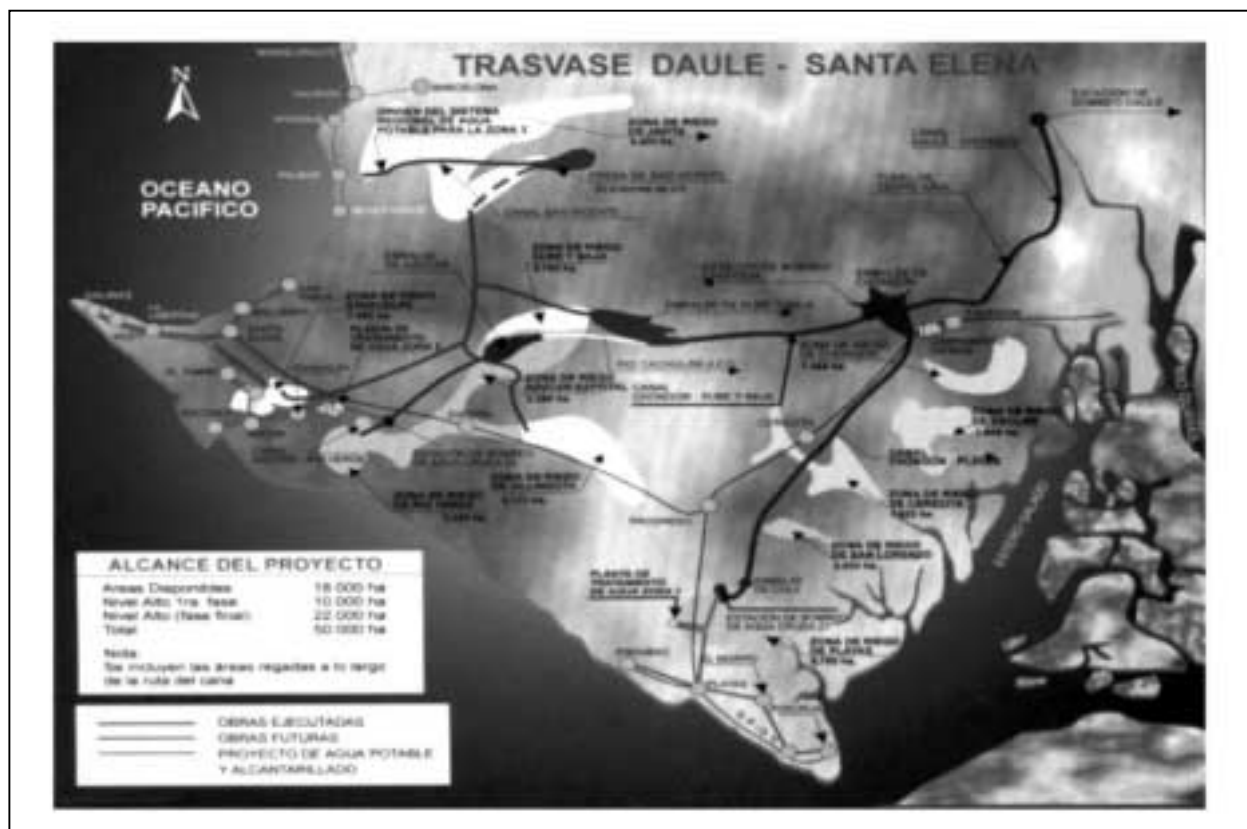
Cultivos recomendados para la zona según las Conductividades Eléctricas (Ce).

CEBOLLA
ESPÁRRAGO
LIMÓN TAHITÍ
MELÓN
MAÍZ
MANGO
PAPAYA
SANDIA

### CONCLUSIONES

- Se concluyó que en la zona de El Azúcar no existe un peligro severo por Sodio (Na). Solo existe problemas de salinidad ocasionada por la génesis del suelo y por una falta de programación del riego.
- El agua del embalse del Azúcar, en comparación con otros embalses presenta un alto contenido de salinidad.
- Existe una deficiencia en lo que es sistemas de drenaje en toda la zona.
- Muchos de los usuarios de la zona no conocen sobre los daños y manejo de la salinidad
- No se realizan estudios previos a la explotación agrícola

### PLANO DE OBRAS EN LA PENINSULA



**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Allison L. Y Brown J. 1981. Diagnostico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sodico, editorial Limusa Noriega. México.

Análisis de Suelos: [http://www.larural.es/servagro/fertilizacion/sueloagricola/analisis\\_suelos.htm](http://www.larural.es/servagro/fertilizacion/sueloagricola/analisis_suelos.htm)

Biblioteca de la Agricultura Lexus, Barcelona España 1997. primera Edición

Brouwer C, Goffeau A, Heibloem M. 1987. Manejo de agua de riego, Manual de campo #1. Edición Instituto Internacional de Recuperación y Mejora Técnica de Tierra, Wageningen, Italia – Roma.

Consortio de autores 1990. Ingeniería de Conservación de Suelos y Aguas. Editorial Noriega. México

Del Carmen P. 2000. El estudio del suelo como recurso natural renovable, <http://www.oei.org.co/fpciencia/art12.htm>. Panamá.

Edmundo G. 1921. Compendio de química agrícola: segunda edición. Editorial Omega. Barcelona - España

Enciclopedia practica de la agricultura y la ganadería. 1999. Océano / centrum, Edición Española.

FAO 1987. Estudio de riego y drenaje #31. Contaminación de las Aguas Subterráneas. Roma – Italia

Fassbender H. , Barnemiszo E. 1987. Química de los Suelos:., Edición Fanny de la Torre. México.

Jackson M. 1987. Análisis Químicos de Suelo. Cuarta Edición, editorial Omega. Barcelona – España.

La Salinidad 2000: <http://mvproduce.com/salinidad.html>

Pérez J. 1987. Salinidad Agrícola. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. (CIDIAT). Mérida, Venezuela

Vernen L. Snolyink, Jenkins D. 1990 Química del Agua: Editorial Limusa. México

Briones C. Suárez F. 2002. Estudio evolutivo de la salinidad y medidas de recuperación, control y manejo de las posibles áreas afectadas por sales en la zona del azúcar península de Santa Elena en tesis de grado, Guayaquil, Ecuador.