

## GESTION DEL RIEGO Y LA SALINIDAD EN LOS CULTIVOS DE LA PENINSULA DE SANTA ELENA Y LA CUENCA BAJA DEL RIO GUAYAS

Jaime Proaño y Carlos Briones<sup>1</sup>

### RESUMEN

El problema de afectación de suelos por sales, ha sido y es uno de los más importantes, ya que limitan el desarrollo y permanencia de la agricultura bajo riego en el mundo. Aunque las condiciones que llevan al desarrollo de dichos suelos derivadas fundamentalmente de las características de las aguas y suelos, son esencialmente las mismas en todas partes del mundo, su manifestación cualitativa y cuantitativa en diferentes climas, y las prácticas de manejo de suelos y cultivos, pueden ser muy diferentes. Rhoades menciona que el riego ya ha desempeñado un rol importante en el aumento de la producción de alimentos en los últimos 50 años. Actualmente las tierras regadas representan el 15% de la tierra cultivada pero producen el 36% de los alimentos del mundo (FAO, 1988). En la actualidad las tierras regadas del mundo alcanzan aproximadamente unas 220 millones de hectáreas (Jensen et al., 1990).

Los ríos Samborondón, Vinces y Tarifa no presentan problemas significativos de salinidad en sus aguas, algo leve en los meses de septiembre a octubre sin cantidades significativas de sales tóxicas, los suelos tampoco presentan problemas de salinidad en la zona radicular, pero se evidencia acumulación de sales en las zonas más profundas de suelo, y el caso de la Victoria el agua freática es muy salina y ya hay evidencia de problemas de sodificación que empieza avanzar a las partes más superficiales, siendo sus aguas de buena calidad se puede realizar lavados, y para prevenir un posible problema a largo plazo se debe realizar infraestructura de drenaje.

### INTRODUCCION

El principal objetivo de la gestión del riego es proveer, en forma oportuna, la cantidad de agua apropiada a la planta para prevenir pérdidas de rendimiento y calidad de los productos agrícolas. Para determinar la cantidad óptima de agua a aplicar durante el riego se deben conocer los requerimientos hídricos de los cultivos, los cuales dependen de la interacción entre el clima (temperatura, velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa y pluviometría), suelo (textura, propiedades físicas e hídricas, etc), y características propias de la planta (variedad, porcentaje de cobertura del cultivo, sistema radical, etc).

Los objetivos que persigue esta investigación son los siguientes:

#### **General:**

Dar entrenamiento por medio de la capacitación y transferencia en la gestión del riego y la salinidad a los pequeños, medianos y grandes agricultores de la Península de Santa Elena y Cuenca Baja del Río Guayas.

#### **Específicos:**

- Entrenar a estudiantes para la capacitación en la gestión del riego y la salinidad.

---

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Agraria del Ecuador. Correo electrónico: [info@uagraria.edu.ec](mailto:info@uagraria.edu.ec); [www.uagraria.edu.ec](http://www.uagraria.edu.ec)

- Capacitar en gestión del riego y la salinidad en los principales cultivos de la Península de Santa Elena y Cuenca Baja del Río Guayas.
- Estudiar e investigar la gestión del riego y la salinidad en los principales cultivos de la Península de Santa Elena y Cuenca Baja del Río Guayas.

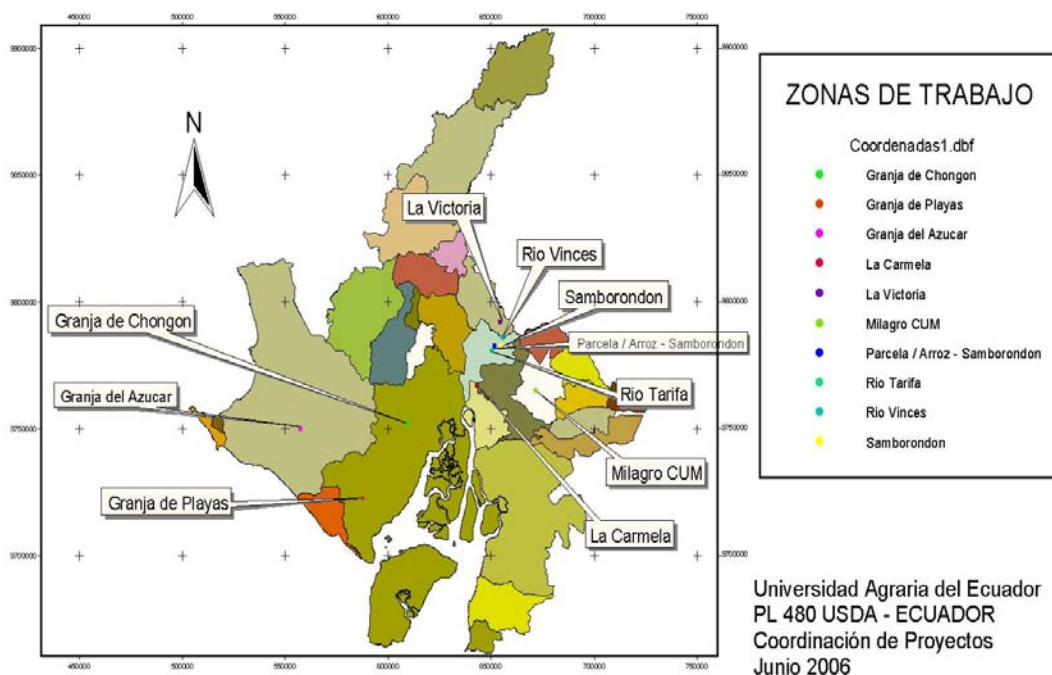
### METODOLOGIA

El área de influencia de la gestión del riego y manejo de la salinidad en los cultivos de la Península de Santa Elena, corresponde a uno de los sectores agrícolas más importantes de la Provincia del Guayas, donde existe una población importante de familias rurales asentadas en el potencial agrícola de 50000 mil hectáreas de tierra poco explotadas, que cubren en la actualidad aproximadamente unas 6000 hectáreas de pequeños y medianos productores en las zonas de Chongón, Daular, Cerecita, Playas y El Azúcar con cultivos de mango, cítricos, cacao, plátano, maíz, tomate, pimiento, cebolla, entre otros, haciendo uso de una agricultura semi-tecnificada, debido precisamente a la falta de un sistema apropiado de extensión, capacitación y transferencia de tecnología, que les permita mejorar su nivel de explotación.

La Cuenca Baja del río Guayas que abarca los ríos Naranjal, Bucay, Jagua, Balao Grande y Gala cubren unas 38.411 hectáreas de banano en producción que corresponde a la provincia del Guayas.

### ZONAS DE TRABAJO

## UBICACIÓN DE ZONAS



Las zonas pilotos para la aplicación de estas metodologías fueron las fincas de los productores ubicados en el área de influencia del Proyecto Trasvase a la Península de CEDEGÉ, así como las zonas de influencia por intrusión salina en la Cuenca Baja del Guayas.

El tamaño del proyecto plantea la necesidad de incorporar todas las zonas de influencia de riego de la península de Santa Elena: Chongón, Daular, Cerecita, Playas y El Azúcar, que en la actualidad cuentan con 6000 Ha. en producción y más de 500 productores entre pequeños, medianos y grandes.

La incorporación de las superficies de influencia de los principales cultivos de la Cuenca Baja del Río Guayas.

Los sitios de monitoreo de agua son los siguientes: Río Vinces, Río Samborondón, Río Tarifa, Piscina de Arroz (Samborondón), La Victoria, La Carmela, El Buijo.

Las áreas arroceras estudiadas fueron:

LOTE	CULTIVO	PROPIEDAD	CANTON	PARROQUIA	PROVINCIA
M1	arroz	Sr. Manuel Décker	Salitre	La Victoria	Guayas
S1	arroz	Ing. César López	Samborondón	Tarifa	Guayas
Y1	arroz	Coop. La Carmela	Yaguachi	La Carmela	Guayas

### ZONAS DE ESTUDIO EN LA PENINSULA DE SANTA ELENA

Las zonas de estudio fueron ubicadas en las Granjas de CEDEGÉ de: Playas, Chongón, y El Azúcar.

La Península de Santa Elena es una zona semiárida, por su origen y características edafoclimáticas pueden generar problemas de salinización de los suelos. 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 del valor de dichos suelos.

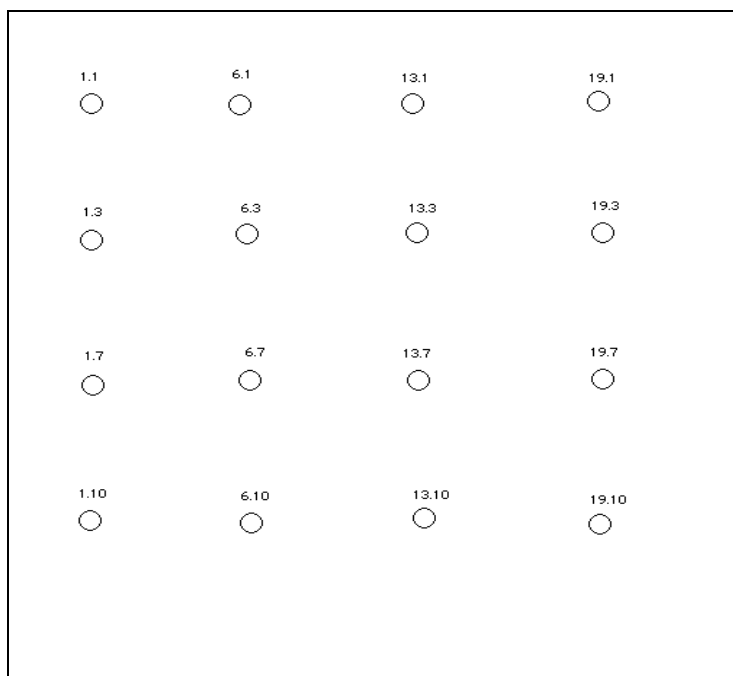
La zona de Chongón se encuentra a una distancia de 20 Km de Guayaquil con la que esta comunicada por la carretera Guayaquil-Salinas, Se extiende a ambos márgenes del río Chongon hasta la zona de manglares próximas al estero, geomorfológicamente esta formada por terrazas que desembocan en una gran llanura de inundación, aledañas a estas se encuentran zonas coluviales y valles estrechos aluviocoluviales, los suelos de terrazas aluviales son profundos francos a arcillosos, libres de sales en todo el perfil, su topografía es plana, la conductividad hidráulica es imperfecta y la barrera impermeable es profunda, taxonómicamente estos suelos son Typic Ustifluent, Typic Haplustert.

La zona de Playas está localizada a 80 km de la ciudad de Guayaquil, la topografía es casi plana a casi plana (< a 5% de pendiente), los suelos son arcilloso variando a francos, los valles aluviales corresponden al río San Miguel y otros tributarios, son estrechos de texturas medias a gruesas, profundos, en algunos sitios se encontraron suelos cuyos ordenes taxonómicos son suelos Calcitorrent Típico.

La zona del Azúcar, recorre la margen derecha del río Azúcar, con dominio de cota, a través del terreno colinado de este sector, en un recorrido Norte sur y luego Suroeste, está constituido por depósitos aluviales del cuaternario reciente, productos de los fenómenos erosivos en las áreas colinadas de las cuencas respectivas, en la zona se encuentran clasificaciones taxonómicas como Typic Haplotorrert, Torrifuvent, Chromic Haplotorrert, Entic Haplotorrert

### METODOLOGIA

En la zona de Playas se procedió a tomar muestras en forma cuadrangular en el cultivo de cacao, tomando en consideración las columnas número 1, 6, 13, 19 y los árboles número 1, 3, 7, 10, a las profundidades de 0-20 cm y 20-40 cm, tomando como parámetros a evaluar en el laboratorio: Conductividad eléctrica, pH, cationes y aniones en todas las muestras, y solo en la primera muestra de cada profundidad se realizó un completo donde se evalúa la fertilidad potencial y la actual, y la textura es decir, se lo realizó en 2 muestras.



**Figura 1.** Representación Gráfica del monitoreo, columnas versus filas: 1.3 significa primera columna, tercera fila de árboles.

En la Granja de Chongón y el Azúcar se procedió a tomar muestras compuestas, teniendo en ambos como cultivo Cacao. Los parámetros que se consideraron en estas muestras fueron: Conductividad eléctrica, cationes y aniones, Materia orgánica, pH, Fertilidad potencial y actual.

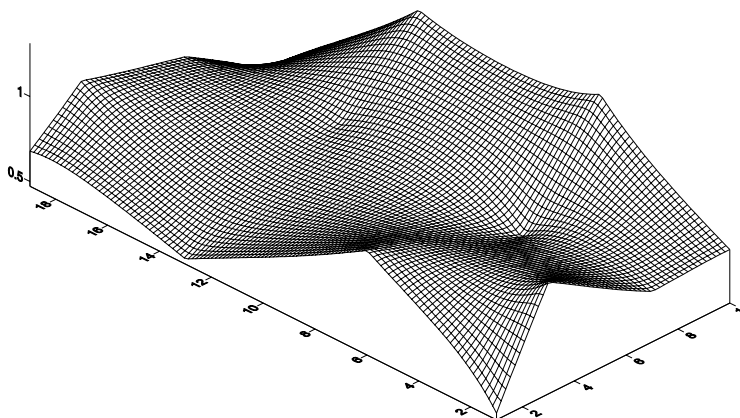
**RESULTADOS Y DIAGNOSTICO PLAYAS**

**CONDUCTIVIDAD ELECTRICA**

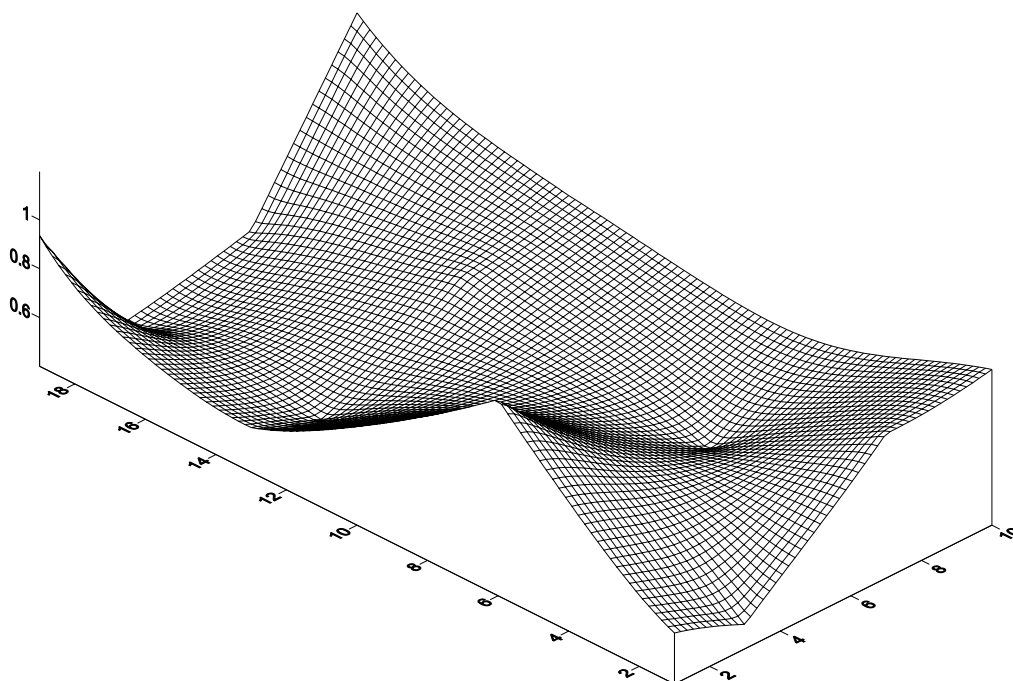
**Tabla 1.** Resultados de C.E en la Granja Playas con profundidades de 0-20 cm.

Profundidad (cm)	Sitio	C.E (ds/m)
0-20	1,1	0,512
0-20	1,3	1,13
0-20	1,7	0,769
0-20	1,10	0,787
0-20	6,1	1,078
0-20	6,3	0,98
0-20	6,7	0,715
0-20	6,10	1,318
0-20	13,1	0,502
0-20	13,3	0,67
0-20	13,7	0,842
0-20	13,10	1,279
0-20	19,1	0,678
0-20	19,3	0,94
0-20	19,7	0,776
0-20	19,10	0,472

Como podemos ver la máxima conductividad eléctrica se encuentra en la columna 6 de la fila 10, pero el resultado aun siendo el más alto de todos, no llega al rango de peligro, ya que para considerarlo peligro debería de estar en salinidad media, es decir 4 ds/m en adelante.



**Figura 2.** Representación de las conductividades en el sitio de estudio. Profundidad 0-20 cm, Se puede apreciar los sitios más altos de conductividad en la última fila (10).



**Fila 3.** Representación de las conductividades en el sitio de estudio. Profundidad 20-40 cm, Se puede apreciar el sitio más alto de conductividad en la columna 19 fila 10.

**Tabla 2.** Resultados de C.E en la Granja Playas con profundidades de 0-40 cm.

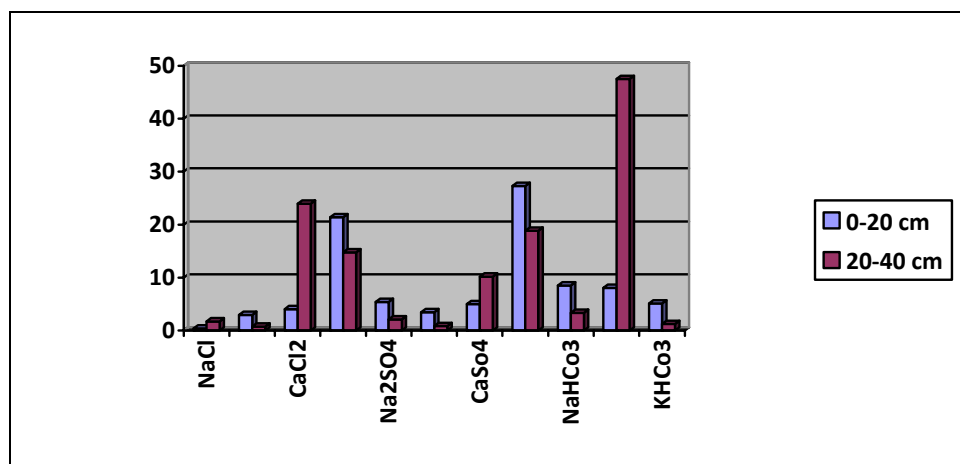
Profundidad (cm)	Sitio	C.E (ds/m)
20-40	1,1	0,61
20-40	1,3	0,501
20-40	1,7	0,992
20-40	1,10	1,038
20-40	6,1	1,204
20-40	6,3	0,925
20-40	6,7	0,572
20-40	6,10	0,794
20-40	13,1	0,584
20-40	13,3	0,473
20-40	13,7	0,773
20-40	13,10	0,883
20-40	19,1	0,935
20-40	19,3	0,398
20-40	19,7	0,524
20-40	19,10	1,197

A 20 cm de profundidad vemos que en la columna 6, fila 10 la conductividad eléctrica es de 1.318 ds/m y en el mismo sitio a 40 cm de profundidad fue de 0.794 ds/m; y en algunos casos se encuentra más concentración en la parte de 0-20 cm y menor en 20-40 cm, y viceversa.

La explicación para esto se debe a un posible desequilibrio de los coeficientes de uniformidad y distribución del agua en el riego. Puede ser que no todos los goteros estén dando el mismo caudal. Ya que la distribución de las sales está en función de la cantidad de agua que percola a las sales en gran parte solubles. Se lo puede apreciar mejor en el Grafico 2 y 3. Ya que los últimos goteros tienen la tendencia de llegar con menos caudal cuando existen problemas en el sistema por lo consiguiente podríamos tener mayor concentración de sales.

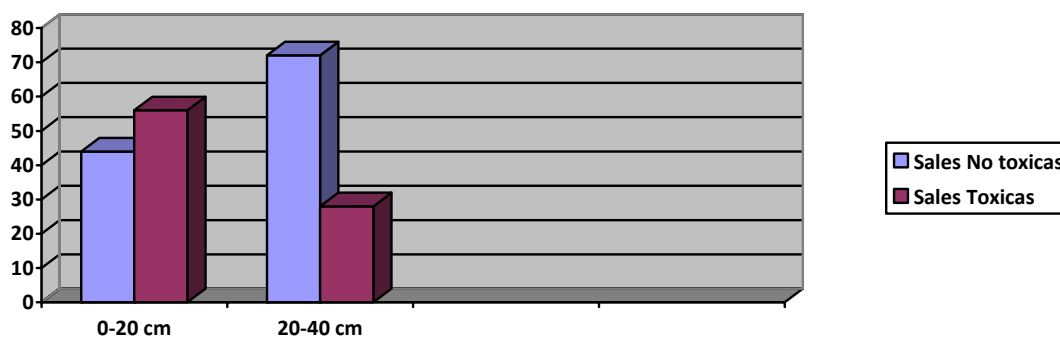
Este punto es importante en considerar, ya que si fuera el caso de un verdadero problema de salinidad, una mala distribución de agua nos daría como consecuencia plantas con síntomas de toxicidad y otras no, ya que el agua que es aplicada en todos los goteros es igual en calidad y eso no cambia, pero el cambio, está en el caudal del emisor. Entonces habrá plantas con mayor y menor humedad en un mismo modulo.

**TIPOS DE SALES**



**Figura 4.** Cantidad de sales en mg/100 gr de suelo en profundidades de 0-20 cm y 20-40 cm.

Las sales toxicas son: Cloruro de Sodio, Cloruro de Potasio, Cloruro de Magnesio, Sulfato de Sodio, Sulfato de Magnesio, el resto son consideradas no toxicas, debido a su baja solubilidad, encontrando en la primera profundidad de 0-20 cm el 56% de sales toxicas y el 44 % de sales no toxicas, cuando en las profundidades de 20-40 cm del mismo sitio 6.10 donde la conductividad eléctrica es de 0.794 ds/m, las sales toxicas se reducen al 28 % y las no toxicas están en 72%.



**Figura 5.** Porcentaje de sales toxicas y no toxicas en los sitios de C.E más altas, en las diferentes profundidades de estudio.

### pH

El pH en la gran mayoría de las muestras se encuentra ligeramente alcalino, es decir en las muestras de 0-20 cm tenemos el 68.75 % de muestras ligeramente alcalinas y en las profundidades de 20-40 cm se reduce al 37.5 %. (Véase Tabla 3 y 4).

**Tabla 3.** Valores de pH en diferentes sitios de muestreo de 0-20 cm de profundidad.

Profundidad (cm)	Sitio	pH
0-20	1,1	7,42 PN
0-20	1,3	7,2 PN
0-20	1,7	7,6 LA
0-20	1,10	7,6 LA
0-20	6,1	7,63 LA
0-20	6,3	7,5 PN
0-20	6,7	7,6 LA
0-20	6,10	7,62 LA
0-20	13,1	7,65 LA
0-20	13,3	7,52 LA
0-20	13,7	7,3 PN
0-20	13,10	7,63 LA
0-20	19,1	7,5 PN
0-20	19,3	7,56 LA
0-20	19,7	7,55 LA
0-20	19,10	7,55 LA



**Tabla 4.** Valores de pH en diferentes sitios de muestreo de 20-40 cm de profundidad.

Profundidad (cm)	Sitio	pH
20-40	1,1	7,6 LA
20-40	1,3	7,66 LA
20-40	1,7	7,5 PN
20-40	1,1	7,5 PN
20-40	6,1	7,74 LA
20-40	6,3	7,42 PN
20-40	6,7	7,3 PN
20-40	6,1	7,3 PN
20-40	13,1	7,4 PN
20-40	13,3	7,48 PN
20-40	13,7	7,6 LA
20-40	13,1	7,7 LA
20-40	19,1	7,7 LA
20-40	19,3	7,5 PN
20-40	19,7	7,45 PN
20-40	19,1	7,5 PN

**ZONA DE ESTUDIO:**

Yaguachi: La Carmela, Calentura.

**ANTECEDENTES DE LA ZONA**

De acuerdo al Estudio de suelos que CEDEGE realizó en 1970 (Zona VI apéndice G – suelos) y cuya cartografía se muestra las áreas correspondientes a la serie de suelos Jujan, “de origen marino” y con contenidos “relativamente alto en sodio y magnesio intercambiable y bajo en calcio”, está en los limitados análisis de laboratorio disponibles en aquella época.

Están caracterizados como suelos arcillosos, de permeabilidad baja, con un depósito aluvial reciente de unos 20 cm de espesor (capa Ap.) de color gris o parda oscuro a negra (IOYR <sup>2/1</sup> – <sup>3/2</sup>). A continuación una arcilla gris parduzco (2,5 y<sup>6/2</sup>) y gris oliva (5 y<sup>6/3</sup>) en profundidad (horizonte C) con colores de GLEY con presencia de agua freática salina. Además las áreas secundarias con arroz en el área de influencia del río Babahoyo, sus aguas de riego (ríos, esteros y arroyos de temporada) están sujetas a la influencia de las mareas y por tanto el incremento de la salinidad especialmente en época seca o verano.

El material de depósitos cuaternarios se origina en la cordillera occidental, en la que predomina roca volcánica con predominancia de feldespatos Calco-Sódicos y minerales ferros magnesianos.

## **METODOLOGIA**

En las zonas de La Calentura y La Carmela se procedió a realizar calicatas, un total de 5 calicatas, 4 en La Carmela y 1 en Calentura. Con profundidades de 1.5 metros donde se procedió a tomar muestras en cada uno de los horizontes para en el laboratorio proceder con los siguientes parámetros: pH, Macro y micro nutrientes, Capacidad de intercambio Cationico, textura, Salinidad, Materia Orgánica.

También se procedió a tomar muestras en forma periódica, en la toma de riego para esta zona (Las Delicias) para determinación de pH y conductividad eléctrica.

## **RESULTADOS Y DIAGNOSTICO**

### **Descripción de un perfil típico**

- PROYECTO: U.A.E. – PROGRAMA DE APOYO ALIMENTARIO PL-480.
- N° de perfil: Y5
- Ubicación: Cooperativa arrocera “La Carmela” – cantón Yaguachi
- Coordenadas: 629231 E; 9767360 N
- Clasificación Taxonómica: Typic Natraquerst (FAC)
- Precipitación: 1000 mm
- Temperatura: 30 °C
- Clasificación ecológica: Bosque muy seco tropical
- Uso del suelo: arroz
- Fisiografía: llanura aluvial – nivel bajo plano
- Topografía: plana
- Drenaje: imperfecto
- Nivel freático: a 80 cm de profundidad (Junio/2006)
- Presencia de sales o de alcalinidad:  
Água freática.- CE: 75200  $\mu$ S/cm (mayo 15 del 2006) pH: 7,0

Descripción de perfil Y5

Horizontes	Profundidad Cm	Características
Ap	0-25	<p>Arcilla; color 2,5 y<sup>4/1</sup> (h); masivo; consistencia firme, muy adherente, muy plástico; pocos poros; pocas raíces, sin manchas de color; concreciones ferromagnéticas en el límite de horizonte; pH: 6,7; CE: 30,6 mmhos/cm</p> <p>Arcillo-limoso, color pardo grisáceo 2,5 y<sup>5/2</sup> (h); estructura blocosa angular fina, grado fuerte; muy adherente, muy plástico; poros frecuentes, muchos microporos; pocas raíces, muy finas; manchas amarillas 2,5 y<sup>8/6</sup>, difusas concreciones ferromangánicas abundantes, pH: 6,8; CE: 30,3 mmhos/cm</p>
C1	25-70	<p>Arcillo-limoso, color de Gley gris verdoso 1y<sup>5/10</sup> (h); estructura blocosa angular, finas, grado fuerte; consistencia friable, muy adherente, muy plástica, mucha porosidad intersticial; muchas manchas amarillas 25 y<sup>7/6</sup> (20%), netas; concreciones ferromangánicas abundantes; presencia de nivel freático (a 80 cm) con rápido flujo de agua por orificios; pH: 6,9; CE: 25 mmhos/cm y CE de agua freática 70000 μS/cm</p>
C2g	70-120	<p>Arcillo-limoso, color de Gley gris verdoso 1y<sup>5/10</sup> (h); estructura blocosa angular, finas, grado fuerte; consistencia friable, muy adherente, muy plástica, mucha porosidad intersticial; muchas manchas amarillas 25 y<sup>7/6</sup> (20%), netas; concreciones ferromangánicas abundantes; presencia de nivel freático (a 80 cm) con rápido flujo de agua por orificios; pH: 6,9; CE: 25 mmhos/cm y CE de agua freática 70000 μS/cm</p>

**Clasificación taxonómica:**

Estos suelos corresponden a el orden de los vertisoles por tener arcillas expansivas y dentro de los subórdenes pertenecen a los Aquerts por se vertisoles con mal drenaje y dentro de los grandes grupos de los Aquerts, pertenece a los Natraquerts, y son Natraquerts debido a las cantidades importantes de Sodio que poseen dentro de los 100 cm.

**CONDUCTIVIDAD ELECTRICA**

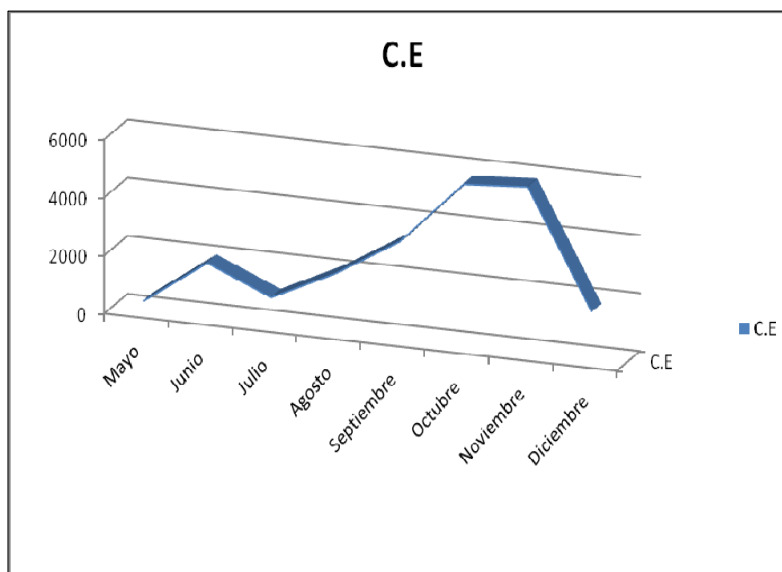
Cada calicata posee un código, Y1, Y2, Y3, Y4, Y5 y cada código posee algunos perfiles por ejemplo Ap, C1, C2, C3.

**Tabla 5.** Resultados de conductividad eléctrica en suelos de la zona de Yaguachi.

Profundidad (cm)	Código de calicata	C.E (ds/m)
0-35	Ap Y1	1,825
35-90	C1Y1	5,24
90-140+	C2Y1	5,99
0-20	Apy2	17,44
20-50	Ay2	18,04
50-75	AC Y2	14,27
75-150+	CY2	14,82
0-15	Ap Y3	0,88
15-33	AY3	2,31
33-120+	CY3	5,03
0-35	APY4	4,08
35-90	AY4	3,77
90-140+	CY4	8,67
0-35	ApY5	30,6
35-90	C1Y5	30,3
90-140+	C2Y5	25

**Tabla 6.** Valores de conductividad eléctrica, toma de riego. La Carmela.

Meses	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
CE.(µs/m)	335	1900	964	2030	3370	5600	5760	1700



**Figura 6.** Tendencia de la conductividad electrica en la toma de riego de la Carmela. Valores en ( $\mu\text{s}/\text{m}$ ). Monitoreo desde mayo del 2006 hasta diciembre del 2006.

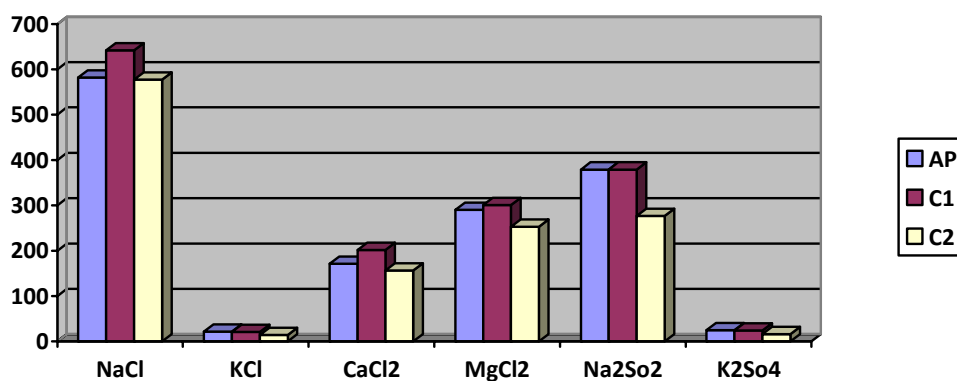
### TIPOS DE SALES

El estudio de los tipos de sales es de suma importancia ya que nos demuestran por los iones y las sales el origen de la salinidad, para este estudio se trabajó con el programa **ASAG**, desarrollado por la Universidad Agraria del Ecuador, y realiza la dilución de los cationes y aniones y su equivalente en sales.

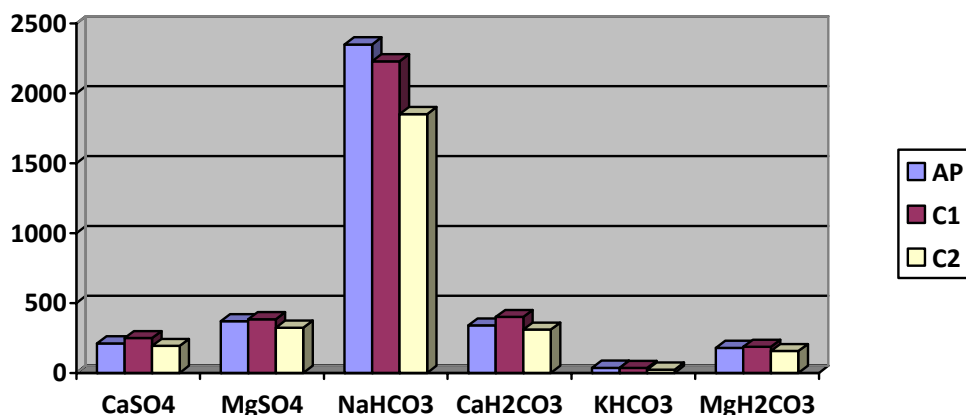
### TIPOS DE SALES EN EL SUELO

Las cantidades de sales en suelo vienen expresadas en  $\text{mg}/100$  gr de suelo.

#### Calicata Y5

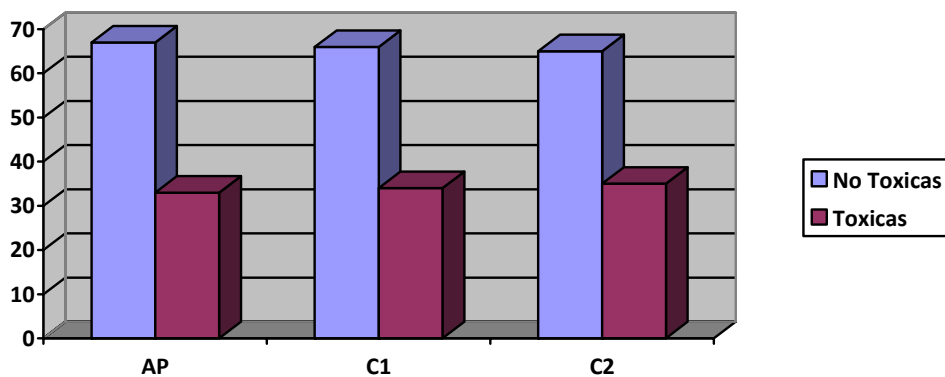


**Figura 7.** Cantidades de sales en  $\text{mg}/100$ gr de suelo, en diferentes horizontes del perfil Y5 en la zona de Calentura.



**Figura 8.** Cantidades de sales en mg/100gr de suelo, en diferentes horizontes del perfil Y5 en la zona de Calentura.

Este perfil presenta las siguientes profundidades, el horizonte AP se encuentra hasta 30 cm, el horizonte C1 hasta la profundidad de 95 cm y el último horizonte C2 hasta 150 cm.



**Figura 9.** Porcentaje de sales tóxicas y no tóxicas en el perfil Y5, zona Calentura.

Esta calicata es considerada la más salina de la zona encontrando sales de origen marino como Cloruro de Sodio, Sulfatos de Sodio, Cloruro de Magnesio, Bicarbonatos de Sodio en cantidades muy elevadas.

En este caso el Cloruro de Magnesio encontrado, es considerado una de las sales más perjudiciales debido a su alta solubilidad de 353 gr/lit se encuentra en suelos que tienen grandes cantidades de Cloruro de Sodio y asciende por capilaridad.

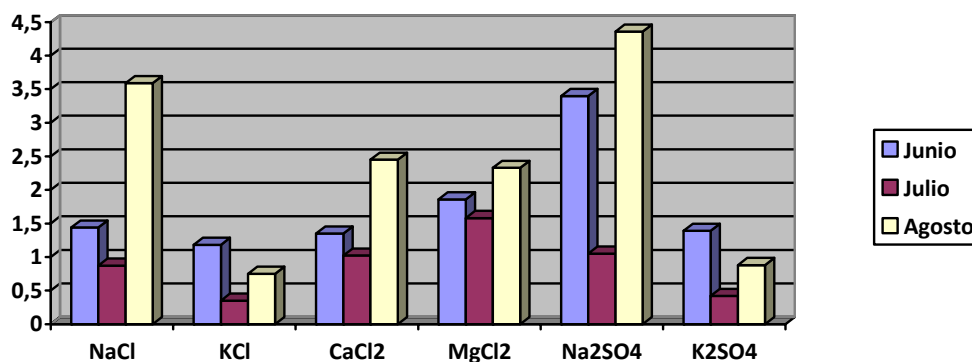
Aquí también se encontró durante una visita de campo agua freática a unos 55 cm con cantidades de conductividad eléctrica de 75200  $\mu\text{s/m}$  y con pH de 7.

Para hacer referencia el agua de mar tiene una conductividad eléctrica de 42000  $\mu\text{s}/\text{m}$ , esto nos da una clara muestra de la salinización de origen marino que este sitio está teniendo, como otra referencia este sitio de Calentura está más cercano a un río muy ancho llamado Babahoyo, cuyas conductividades en marea alta llegan a valores de 4000  $\mu\text{s}/\text{m}$  y en marea baja a 1500  $\mu\text{s}/\text{m}$ , conductividades tomadas durante el proyecto.

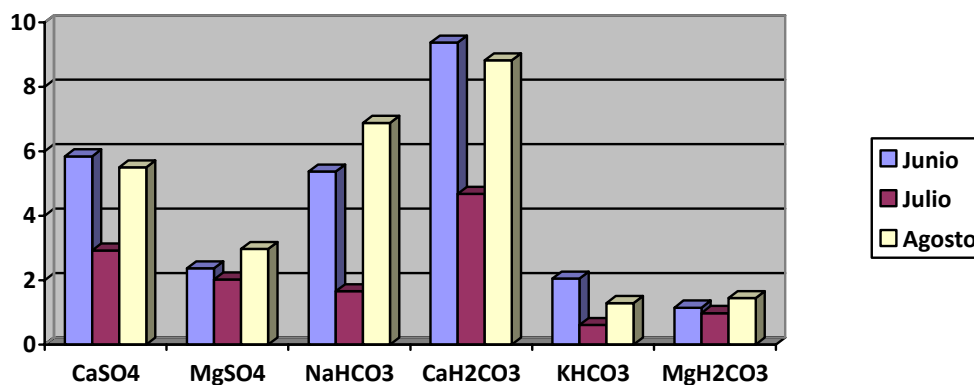
Existen grandes cantidades de sales de todo tipo pero las insolubles predominan más que las solubles.

Debido a los malos drenajes suelos con predominancia de arcilla, hacen o sirven como retención de diferentes tipos de sales, pero lo principal que se maneja en estos suelos en predominancia es el Sodio, como principal contaminante para el Suelo por su efecto nocivo y tóxico para las plantas o cultivos extensivos, en este caso el arroz.

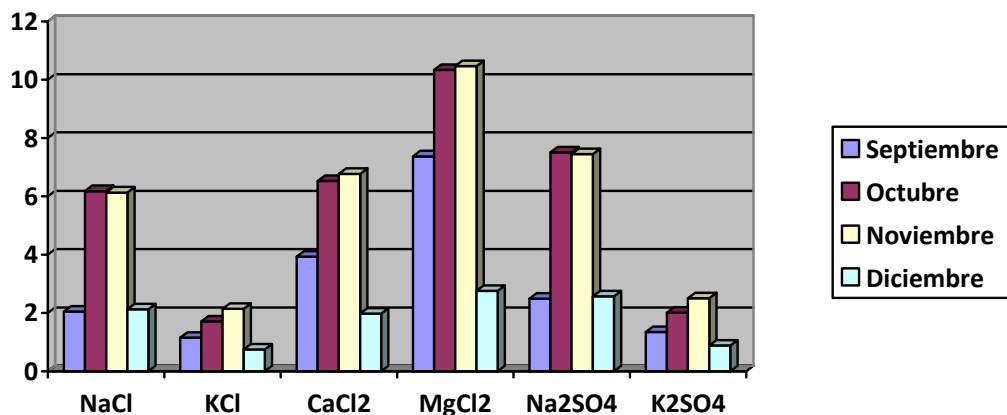
### Tipos de sales en agua de riego (Estero Las Delicias)



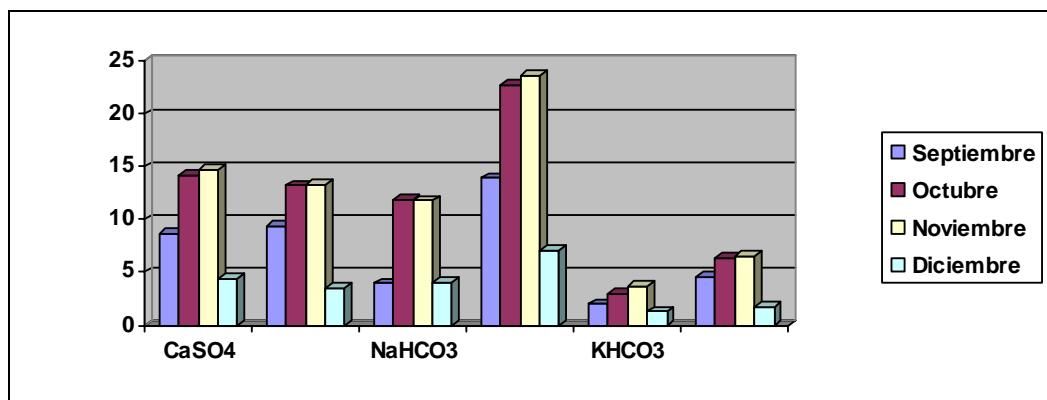
**Figura 10.** Cantidad de sales en Kg/Ha/mm de riego de Junio a Agosto, zona de riego La Carmela, Estero Las Delicias.



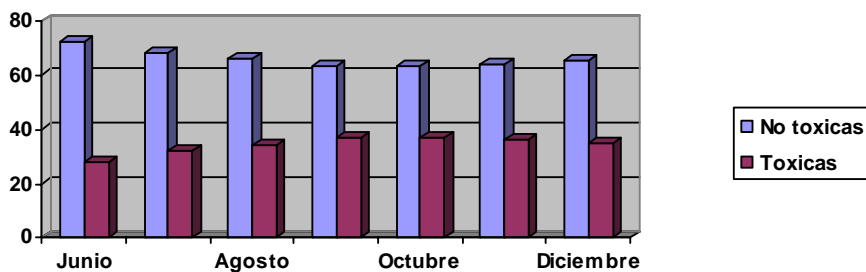
**Figura 11.** Cantidad de sales en Kg/Ha/mm de riego de Junio a Agosto, zona de riego La Carmela, Estero Las Delicias.



**Figura 12.** Cantidad de sales en Kg/Ha/mm de riego de Septiembre a Diciembre, zona de riego La Carmela, Estero Las Delicias.



**Figura 13.** Cantidad de sales en Kg/Ha/mm de riego de Septiembre a Diciembre, zona de riego La Carmela, Estero Las Delicias.



**Figura 14.** Porcentaje de sales toxicas y no toxicas de Junio a Diciembre del 2006, zona de riego La Carmela, Estero Las Delicias.



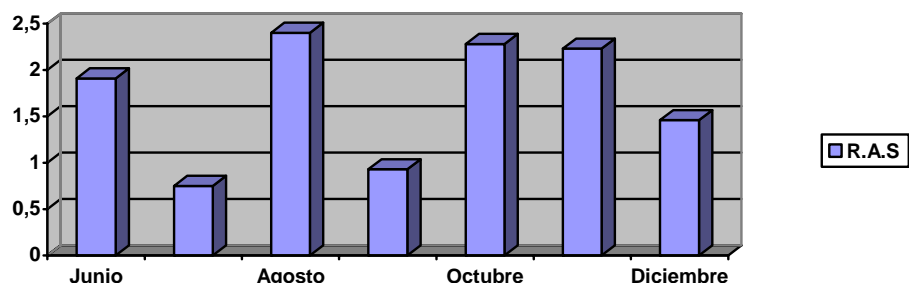


Figura 15. Rangos de adsorción de Sodio, zona de riego La Carmela.

### Origen de las sales y naturaleza de los suelos de la Zona de la Carmela y Calentura

Para los fines agrícolas, estos suelos representan un problema que requiere la aplicación de medidas especiales y prácticas de manejo adecuadas. Las sales solubles producen efectos dañinos en las plantas, al aumentar el contenido de sal de la solución del suelo y el grado de saturación de los materiales intercambiables del suelo, con sodio intercambiable. Este último efecto se presenta cuando los constituyentes solubles son en su mayoría parte de sales de sodio, que es el caso en estos suelos predominantes con Cloruro de sodio, Sulfatos de Sodio y bicarbonatos de sodio, y es de naturaleza más permanente que el contenido salino de la solución del suelo, ya que el Sodio intercambiable generalmente persiste después de que las sales solubles se han eliminado como en el caso de las calicatas Y1 y Y3 con valores de conductividad eléctrica bajos pero con altos porcentajes de Sodio intercambiable.

Tabla 7. Caracterización de salinidad y sodicidad en diferentes calicatas de la Carmela y Calentura (Y5).

Sitio	C.I.C	Na <sub>inter</sub> (Meq/100gr)	P.S.I (%)	CE(ds/m)	Denominación
Ap Y1	88	15.82	17.97	1.825	Sódico
Ap Y2	40.2	18.08	44.98	17.44	Salino –Sódico
Ap Y3	93.8	58.61	62.48	0.88	Sódico
Ap Y4	98.8	23.22	23.67	4.08	Salino-Sódico
Ap Y5	48	32	66	30.6	Salino-Sódico

### Calidad del agua para riego en la zona de La Carmela

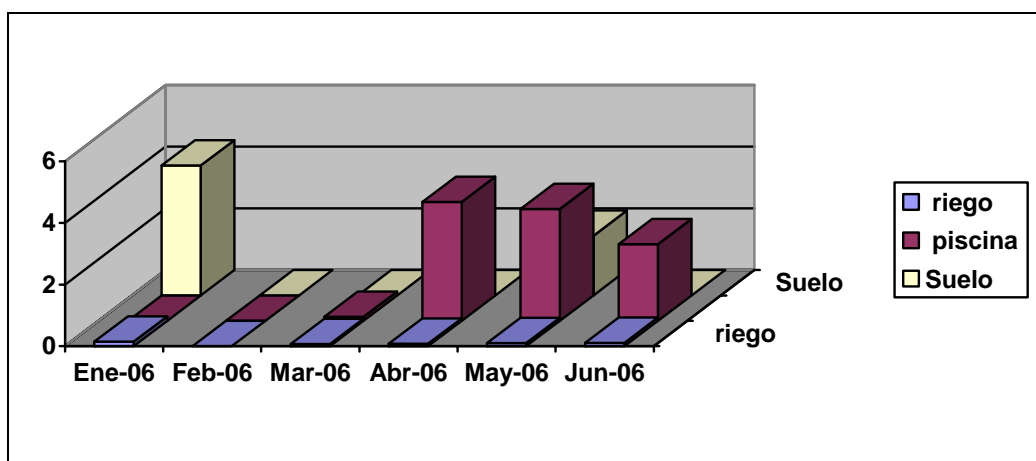
El estero las Delicias, sirve en esta zona como captación de agua de riego para arroz la cual fue monitoreada desde el mes de Mayo hasta diciembre en el 2006 y donde se determinó un ascenso de la salinidad a partir del mes de agosto llegando a un máximo en el mes de noviembre con 5760  $\mu\text{s/m}$ , calificando estas aguas según las normas de RIVERSIDE aguas C3 y C4, los valores de C4 se encuentran en los meses de septiembre, octubre y noviembre, ya que con estas calidades de agua el arroz tendría pérdidas hasta de un 50 por ciento solo por el factor calidad de riego.

La dureza de esta agua se la considera como Muy dura, la cual se restringe su uso para consumo humano, ya que podría causar algunas patologías.

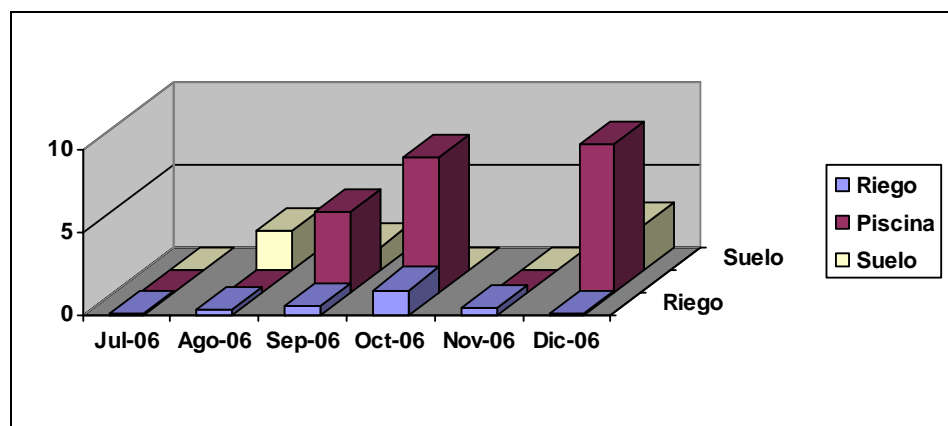
La aportación de cantidades significativas por cada mm de riego por hectárea de sales es evidente y perjudicial para los cultivos y la acumulación en los suelos que ya reciben aportaciones por las intrusiones salinas, llegando a la conclusión que este tipo de agua es de mala calidad para el uso de la agricultura para esta zona.

### CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

#### Samborondón



**Figura 16.** Niveles de conductividad eléctrica en dS/m de la fuente de riego (río Samborondón), piscina de arroz, muestras de suelo.



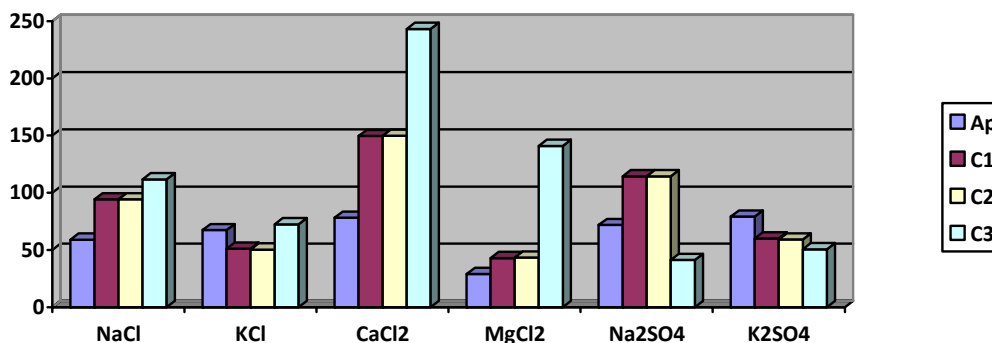
**Figura 17.** Niveles de conductividad eléctrica en dS/m de la fuente de riego (río Samborondón), piscina de arroz, muestras de suelo.

**Tabla 8.** Valores de conductividad eléctrica de calicata en el predio de estudio.

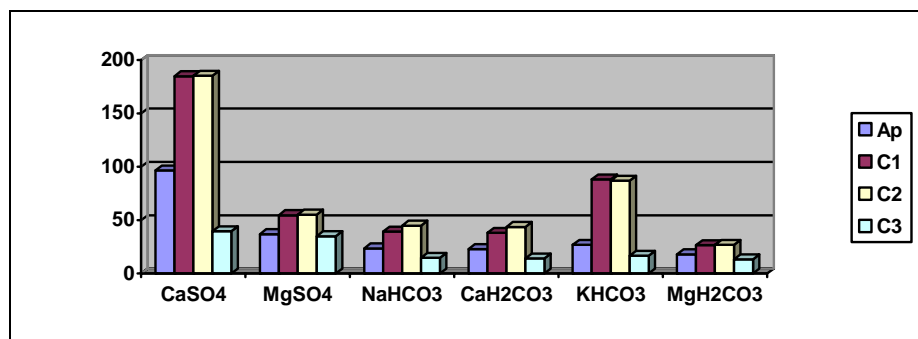
Profundidad (cm)	Código de calicata	C.E (ds/m)
0-25	Ap S1	4.21
25-70	C1 S1	6.61
70-120	C2 S1	6.157
120-150	C3 S1	10.53

En el Tabla 8 se muestra claramente la cantidad de sal que existe antes de comenzar la labores agrícolas y el movimiento de las sales a partes más profunda, el único problema que esto podría traer es que con el tiempo existan demasiados depósitos de sales en las partes más bajas y estos afloren por capilaridad a partes superficiales de los suelos, siempre y cuando no exista algún tipo de drenaje, aunque se asegura que esta posible salinización a largo plazo no estaría dada por el agua de riego sino mas bien por el uso inadecuado de fertilizantes.

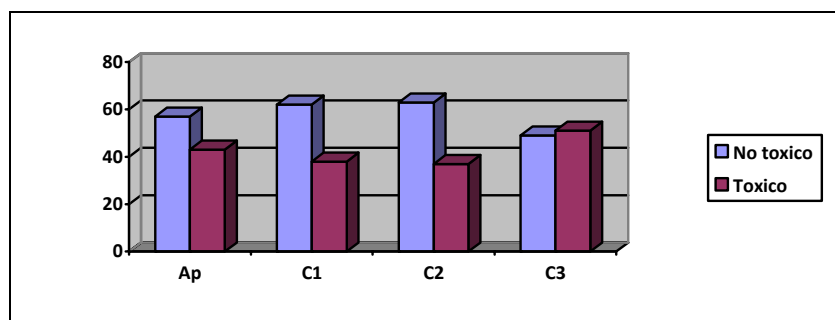
**TIPOS DE SALES**



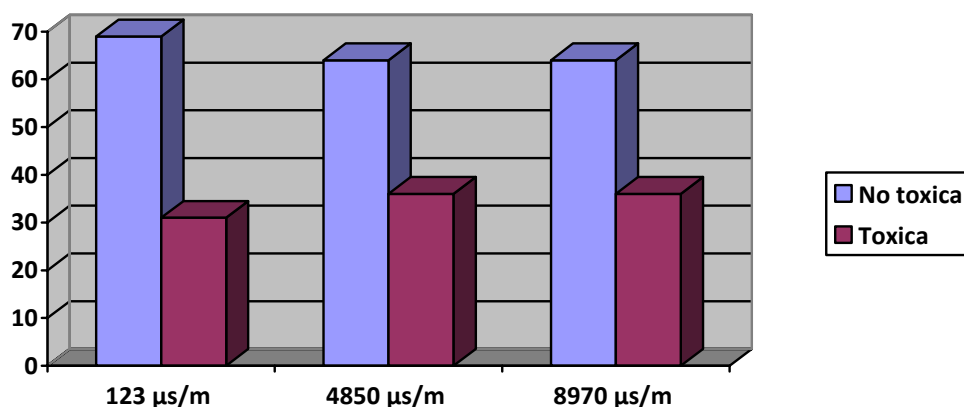
**Figura 18.** Cantidad de sales en mg/100 gr, en los horizontes de la calicata en predio de arroz, mes de enero de 2006.



**Figura 19.** Cantidad de sales en mg/100 gr, en los horizontes de la calicata en predio de arroz, mes de enero de 2006.



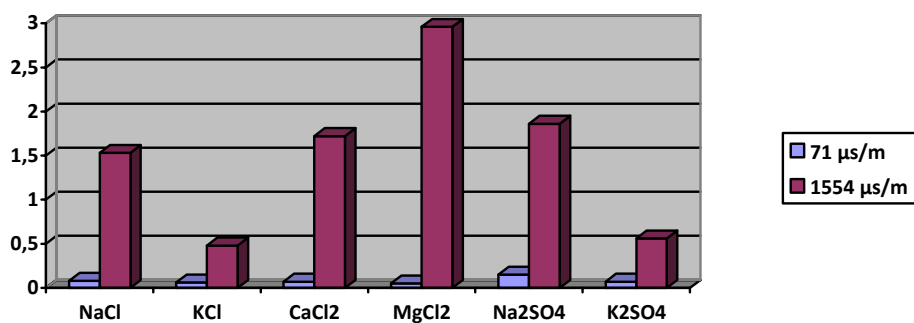
**Figura 20.** Porcentaje de sales tóxicas y no tóxicas presentes en los perfiles de la calicata en predio de arroz, mes de enero de 2006.



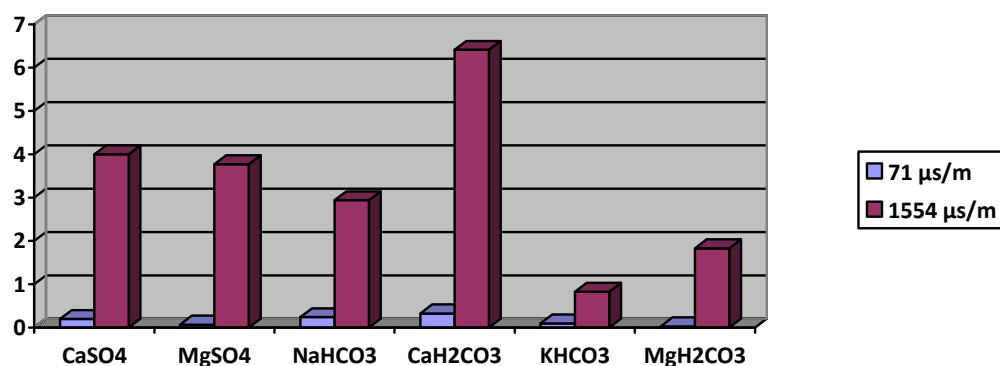
**Figura 21.** Porcentaje de sales tóxicas y no tóxicas en valores representativos de conductividad eléctrica en piscina de arroz.

**Agua de riego.**

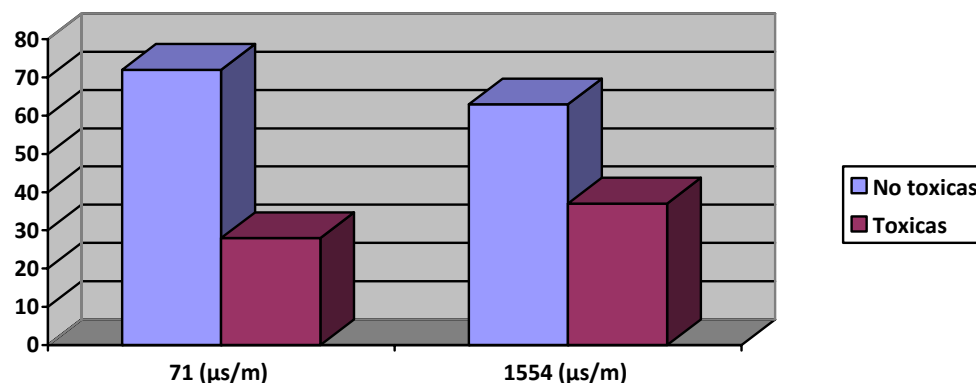
Para este caso se tomó el valor más bajo y más alto de la conductividad eléctrica.



**Figura 22.** Cantidad de sales (Kg/ha/mm de riego) en el agua de riego para el cultivo de arroz.



**Figura 23.** Cantidad de sales (Kg/ha/mm de riego) en el agua de riego para el cultivo de arroz.



**Figura 24.** Porcentaje de sales tóxicas y no tóxicas en el agua de riego para arroz.

Podemos observar que el incremento de la salinidad en la zona se pudo deber a algún tipo de entrada de agua de mar pero muy diluida, se lo puede ver por la cantidad de cloruros de sodio que existen, pero la cantidad de sales no tóxicas dominan la concentración, lo que hace que no ocurra algún daño para el cultivo.

**Conductividades y tipo de sales de los ríos de la zona de estudio.**

Los ríos estudiados en la zona fueron el Vinces, el Samborondón y el Tarifa, se logro realizar monitoreo de forma mensual, los valores de conductividad eléctrica fueron los siguientes.

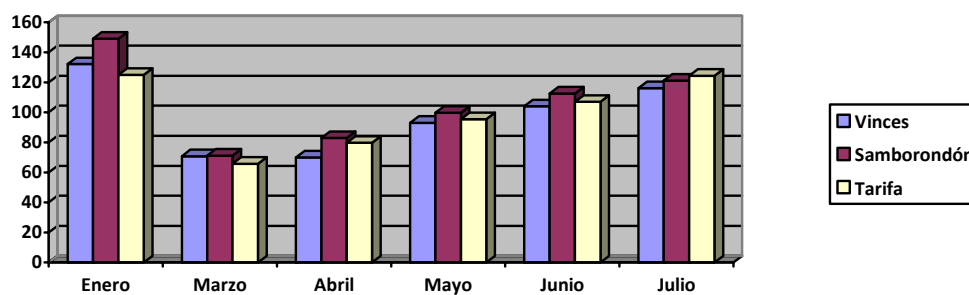


Figura 28. Conductividades eléctricas en ( $\mu\text{s/m}$ ) de los tres ríos de la zona de estudio.

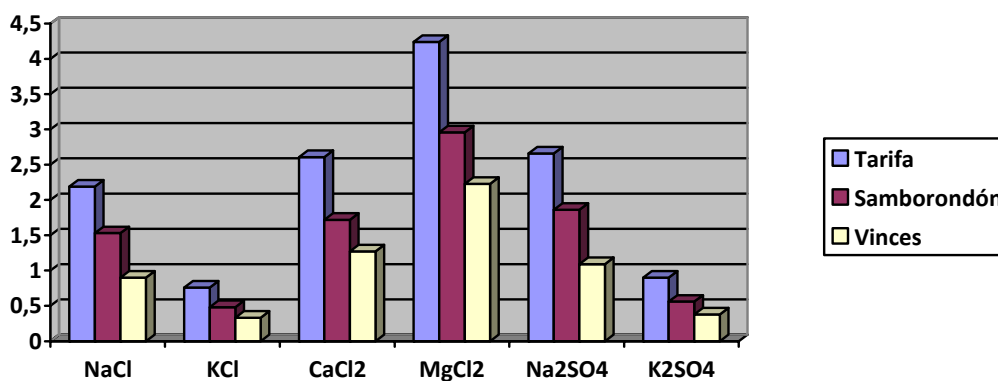


Figura 29. Tipos de sales en kg/mm/ha, de los tres ríos de la zona de estudio en la época de mayor salinidad.

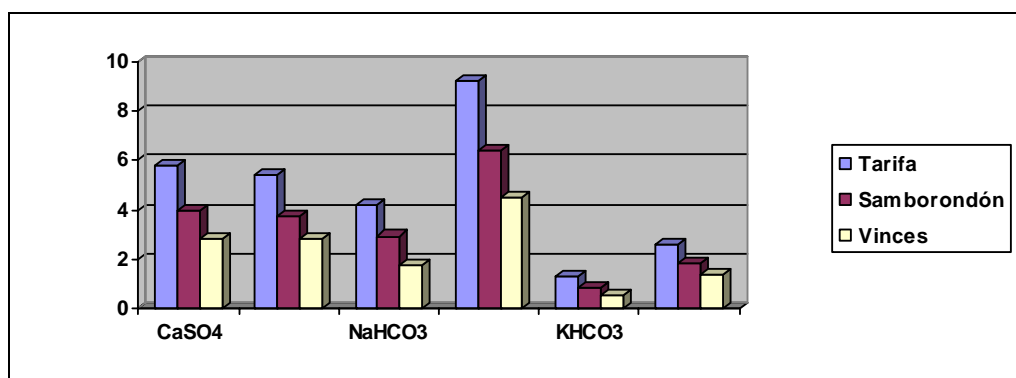


Figura 30. Tipos de sales en kg/mm/ha, de los tres ríos de la zona de estudio en la época de mayor salinidad.

Los tres ríos de la zona presentan muy buenas conductividades en la mayor parte del año, a excepción de los meses de septiembre donde comienza a incrementar la salinidad y octubre donde se hacen muy salinos, llegando a valores que podrían perjudicar a los cultivos, pero luego volviendo a valores de salinidad muy buenos.

Los tipos de sales en gran mayoría son de carácter no tóxico en un 63 %, de esta forma se puede apreciar que el agua de la zona no incide en problemas de salinidad.

### **RECOMENDACIONES PARA LA ZONA DE PLAYAS**

- Realizar evaluaciones de sistemas de riego.
- Fertilizar con fertilizantes ácidos como: Nitratos de Amonio, Sulfatos de Amonio, Sulfatos de Potasio, Superfosfato Triple, Acido Nítrico, Acido Sulfúrico, Urea (si no se realiza Fertirrigación).
- Fertilizantes inadecuados: Sulfatos de Magnesio debido a su toxicidad y las cantidades altas de magnesio que no son necesarias en estos suelos (ver Tabla 5 y Figura 1), y ningún Abono que contenga Calcio.
- Tomar las debidas correcciones con abonos foliares poniendo atención en K por los antagonismos producidos en el suelo con los iones Calcio y Magnesio y que sea completo en oligoelementos.
- Y para ayudar a mejorar la reacción de suelo se recomienda usar Ácidos Húmicos y Bioles.

### **RESUMEN DE LA ZONA DE PLAYAS, CHONGON Y AZUCAR**

Al parecer no existe ningún problema de salinidad en ninguna de las tres zonas, solamente la zona de playas presenta en su mayoría sales de carácter tóxico (sulfato de Magnesio, Cloruro de Magnesio), habrá que tener cuidado con fertilizantes como Muriato y Sulfato de Magnesio.

La reacción de los suelos, es decir el pH se encuentra más alto en la zona del Azúcar

En las otras zonas como Chongón y Azúcar, se encuentra controlado pero igual hay la tendencia a la alcalinidad, resolviendo para este problema fertilizar con fertilizantes que acidifiquen el suelo.

La fertilidad Potencial es muy elevada en las tres zonas teniendo esto como gran ventaja para estos suelos, en cambio la fertilidad Actual como está íntimamente relacionada con el pH, la cual se empezara regulando el pH para tener una disponibilidad actual de los nutrientes de manera deseable.

La textura de la zona es Fina, con porcentajes de Materia Orgánica deseable y altas al menos para zonas semiáridas son valores aceptables.

### RECOMENDACIONES

#### ZONA SAMBORONDON

- No utilizar fertilizantes a base de cloro (muriato de potasio), o si se usa máximo una aplicación por año y utilizar otras fuentes de Potasio como sulfato de Potasio.
- Realizar mapas a nivel de detalle de aptitudes de suelo para diferentes cultivos en la zona.
- Realizar análisis de suelo y foliar para diagnosticar problemas de manera más exacta.
- Evitar la quema de residuos de cosecha.
- Sembrar haciendo coincidir, el no uso de las aguas de riego en los meses de septiembre y octubre.
- Realizar aplicaciones foliares y de ácidos húmicos y fúlvicos, bioles, Materia orgánica, como practica de rutina en los cultivos de la zona para incrementar la fertilidad potencial.
- En la zona de la victoria principalmente y Samborondón se puede utilizar de vez en cuando fertilizantes a base de calcio como Nitrato de calcio, como fuente de Nitrógeno y mejorador para Sodio por el ion Calcio.
- Realizar las aplicaciones totales de fertilizante en un mayor número de aplicaciones para mayor provecho del cultivo y evitar la salinidad.
- Realizar un estudio de drenaje en la zona.

### CONCLUSIONES

- Entre los tratamientos evaluados se puede decir que todos los tratamientos son iguales desde el punto de vista estadístico, pero analizando el consumo de agua, los rendimientos y los costos puedo concluir que el tratamiento 2 (Capacidad de campo ) y tratamiento 4 ( tina de evaporación ) son los que se pueden recomendar a los agricultores.
- El área del ensayo tenía a su alrededor un lote baldío y lote frutícola por lo cual los controles fitosanitarios tuvieron que realizarse periódicamente y no descuidar las aplicaciones.
- El cultivo de tomate consume más agua en la segunda y tercera etapa cuando se encuentra en floración y formación y cuajado de frutos.
- La producción de frutos se vio afectada por una formación acuosa en la parte basal que provocaba el desprendimiento de los frutos y por ende la reducción de los rendimientos.



## BIBLIOGRAFIA

Avidán, F. 1994. Determinación del régimen del riego de los Cultivos. Fascículo 1. Factores que influyen sobre el régimen del riego ( HAIGUD - Sociedad para la Transferencia de Tecnología ).

Calderón, A. y B. Cevallos. 1994. Los Sustratos. [en línea ] mayo 2001. Disponible en: [www.angelfire.com/theforce/cotiledon/](http://www.angelfire.com/theforce/cotiledon/) [ Consulta: octubre 11 2004 ]

Calle, C. 2003. Determinación de la curva de retención de humedad para los principales tipos de suelo de la Península de Santa Elena, Provincia del Guayas. Tesis de Grado. Universidad Agraria. Guayaquil – Ecuador.

Carter, 1993. Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadá. Editorial Lewis.

Cevazos y Rodríguez, 1992. Física de los Suelos (Manual de Prácticas). México. Trilla S.A.

Clark, 1993. Programación de riego por Goteo en Hortalizas. Agricultura de las Américas

Correa, 2001. Tesis de grado. Determinación de la Programación del Riego y la Fertirrigación en el cultivo de mango (Mangífera indica L) y su efecto en el bulbo húmedo en la zona de Chongón, Península de Santa Elena. Guayaquil – Ecuador

DISAGRO. Cultivo del Tomate. Boletín Disagro 4(1):1-8. [en línea ] 1996. Disponible en: [www.disagro.com/tomate/tomate1.htm](http://www.disagro.com/tomate/tomate1.htm) [ Consulta: febrero 3 2005 ] EarthSystemsSolutions. El Tensiómetro [ en línea ] 2005. Disponible en: [www.earthsystemssolutions.com/assets/2tranSP.html](http://www.earthsystemssolutions.com/assets/2tranSP.html) [ Consulta: octubre 11 2004 ]

FAO, 1990. Programación del Riego. Manual de Campo No. 4. Roma – Italia.

Fernández, Orgaz, Fereres, López, Céspedes, Bonacheto, Gallardo. 2005. Programación del Riego de Cultivos Hortícolas bajo Invernadero en el sudeste español. [ en línea ] 2001. Disponible en: [www.laspalmerillas.cajamar.es/Documentos/PrgRieg.pdf](http://www.laspalmerillas.cajamar.es/Documentos/PrgRieg.pdf) [ Consulta: febrero 3 2005 ]

Gavilánez, 2003. Programación del riego mediante la utilización de los software CROPWAT y CRIWAR 2.0 en los principales cultivos de la península de Santa Elena, Provincia del Guayas. Milagro – Ecuador.

Henríquez y Cabalceta, 1999. Guía Práctica para el Estudio Introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. Universidad de Costa Rica.

Infoagro. 2004. Programación del Riego. [ en línea ] 2004. Disponible en: [www.infoagro.com/riegos/programacion\\_riegos.asp](http://www.infoagro.com/riegos/programacion_riegos.asp) [Consulta: octubre 11 2004]

Jara y Valenzuela, 2005. El Agua en el suelo. [ en línea ] Departamento Riego y Drenaje, facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción. 1998. Chile. Disponible en: [www.chileriego.cl/docs/015-02.doc](http://www.chileriego.cl/docs/015-02.doc) [Consulta: febrero 3 2005]

Juscáfresa e Ibar, 1987. Tomates, Pimientos, Berenjenas. Barcelona. Editorial Aedos

Kramer, 1989. Relaciones Hídricas entre Suelo y Planta. México D.F. Editorial Harla



- Larra, 2005. Estrés del tomate. [en línea ] 2005. Centro de Estudio: ETSIA de Albacete. España.  
Disponible en: [html.rincondelvago.com/estres-del-tomate.html](http://html.rincondelvago.com/estres-del-tomate.html) [Consulta: febrero 3 2005]
- Merchán, 2004. Tesis de Grado. Manejo del riego y salinidad en el cultivo de cebolla en la zona de Playas, Península de Santa Elena. Guayaquil – Ecuador.
- Océano, 1999. Biblioteca Práctica de la Agricultura y Ganadería. Barcelona. Editorial Oceano.
- Pérez, 1998. Biblioteca de la Agricultura. Barcelona. Editorial Lexus.
- Pizarro, 1996. Riego Localizado de Alta Frecuencia. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa.
- Proaño, Del Cioppo, y Correa, 2004. Boletín “El Tensiómetro “. Guayaquil. Publicado por Universidad Agraria del Ecuador
- Proaño, Del Cioppo y Correa, 2004. Boletín “Manejo y Programación del Riego “. Guayaquil. Publicado por Universidad Agraria del Ecuador
- Wosten, Nemes, y Le Bas, 1999. Development and use of a database of hydraulic properties of European soils. Geoderma 90: 169 – 185.