

## Calidad de los suelos y aguas para riego en áreas cacaoteras de Manabí

Quality of soils and water for irrigation in areas of cocoa production in Manabí

### Ing. Nelson Motato Alarcón Mg. Sc.

Responsable Dpto. Manejo de Suelos y Agua, EE Portoviejo - INIAP  
nelson.motato@iniap.gob.ec

### Ing. Joffre Pincay Menéndez

Asistente Técnico Dpto. Manejo de Suelos y Agua, EE Portoviejo - INIAP  
joffre.pincay@iniap.gob.ec

### RESUMEN

Para determinar la calidad de los suelos y aguas que se utilizan en la irrigación del cacao, se muestrearon seis agro ecosistemas de Manabí. Los suelos tuvieron reacción prácticamente neutra, alta disponibilidad de P, K, Ca y Mg, y Fe, en casi todos los sitios, así como déficit de N, S y MO, y en Cu, Zn, Mn y B (en la mayoría). Relaciones Ca/Mg adecuadas y Ca+Mg/K y Mg/K no, la  $\Sigma$  de bases fue buena. El agua de pozo tuvo CE que podría afectar a las plantas en Higuerón Adentro (Portoviejo) y El Níspero (Santa Ana), y contaminación en todos los lugares por TSD,  $\text{CO}_3=$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Cl}^-$ . Para el agua de los ríos limitaciones en TSD,  $\text{CO}_3=$  y  $\text{HCO}_3^-$ . Según la calidad, el agua de pozos en Higuerón Adentro (Portoviejo) y El Níspero (Santa Ana) no fue óptima para su empleo; el agua de todos los ríos, puede usarse sin impedimentos.

**Palabras clave:** Conductividad eléctrica, cultivo, fertilidad, contaminación, salinidad.

### ABSTRACT

In order to determine the quality of soils and water used for growing cocoa, samples were taken from six agro-ecosystems of Manabí. The soils had an almost neutral reaction; high availability of P, K, Ca and Mg, and Fe (in almost all sites); and deficit of N, S and MO, and Cu, Zn, Mn and B (in the majority). The Ca/Mg ratio was appropriated, while the Ca+Mg/K and Mg/K ratio was not, the  $\Sigma$  of the alkalis was good. Water extracted from wells showed CE values that could affect crops in Higuerón Adentro (Portoviejo) and El Níspero (Santa Ana), and contamination in all areas by TSD,  $\text{CO}_3=$ ,  $\text{HCO}_3^-$  and  $\text{Cl}^-$ . The water taken from rivers had limitations of TSD,  $\text{CO}_3=$  and  $\text{HCO}_3^-$ . The water quality results indicated that the water sampled from wells in Higuerón Adentro and El Níspero is not optimal for cocoa farming; on the other hand the sample from rivers can be used without restriction.

**Key words:** Electrical conductivity, crops, fertility, contamination, salinity.



Recibido: 5 de enero, 2015  
Aceptado: 6 de mayo, 2015

## 1. INTRODUCCIÓN

**L**a provincia de Manabí cuenta con aproximadamente 100 000 ha de cultivo de cacao. Este rubro de producción tradicional se caracteriza por mostrar un promedio muy bajo de rendimiento (3,5 qq de cacao seco/ha), debido a una serie de factores entre los que sobresalen: plantaciones de avanzada edad, deficiente manejo agronómico (control de malezas, plagas y enfermedades, podas, fertilización y riego) e inadecuado manejo postcosecha.

Entre otras prácticas agronómicas que perjudican a las plantaciones de cacao, destaca el riego suplementario en la época seca, y cuyo pobre nivel de aplicabilidad incide significativamente en la productividad. El último Censo Agropecuario (SICA, INEC y MAG, 2000) señala que el 1,2 % de los predios cacaoteros reciben agua de manera artificial, proveniente de ríos y/o pozos que pueden presentar contaminación química.

Esto último conduce a lo que se conoce como salinidad o salinización de los suelos. Todas las aguas que se utilizan para el riego, tienen mayor o menor contenido de contaminantes (sales solubles y minerales) traduciéndose esto en términos de calidad; sin embargo, en las regiones que se necesita riego, esa salinidad es con frecuencia mucho mayor o de mala calidad.

La calidad de las aguas se define en función de tres criterios: 1) **Salinidad**, influenciada por altas concentraciones de sales (carbonatos y bicarbonatos) en el suelo, con el correspondiente efecto osmótico y disminución del rendimiento de los cultivos; 2) **Sodicidad**, determinada por la posibilidad de que se produzca en el suelo un elevado porcentaje de sodio intercambiable, con deterioro de la estructura, y 3) **Toxicidad**, expresada por los peligros que pueden provocar determinados iones (excesos en cloruros, sulfatos, hierro y boro) (Proaño, Del Cioppo y Correa, 2004).

La salinidad de los suelos representa una de las más grandes preocupaciones para la humanidad (González, 2005). Este autor señala que en las regiones tropicales el área de suelos salinizados aumenta progresivamente, ya sea por vía natural (salinidad primaria) o por la acción de factores antrópicos (salinidad secundaria), entre los que destacan las prácticas agrícolas que no están en armonía con el medio natural como el riego sin sistemas de drenaje, uso de aguas de mala calidad y permanencia del agua en suelos descubiertos, donde se favorece la evaporación y ascenso de sales.

Investigaciones señalan limitaciones con las aguas de algunas áreas donde se cultiva cacao en Manabí, debido principalmente al excesivo contenido de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), sodio ( $\text{Na}^+$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3=$ ), bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), cloruros ( $\text{Cl}^-$ ), total de sólidos disueltos (TSD), conductividad eléctrica (CE) alta, entre otros parámetros (Barriga, Mite y Calvache, 2004; Motato, Corral y Pinoargote, 2010). Estas aseveraciones son respaldadas por análisis químicos de agua de algunas áreas de la provincia (INIAP, 2009, 2010 y 2011; Motato, Solórzano y Cedeño, 2009).

La disponibilidad de humedad es un factor clave en el manejo del cultivo de cacao, lo cual implica no solo entradas de agua por las precipitaciones, sino también asegurar el suministro en la época seca, desde fuentes que provienen de ríos y pozos. Sin embargo, debido al irregular manejo del riego, los cacaoteros observan algunos síntomas en las hojas de las plantas, lo cual se puede atribuir al efecto de salinización. Al respecto, Amores *et al.* (2009) señalan que la salinidad es un riesgo para el cultivo de cacao cuando no se controla el proceso de acumulación de sales transportadas por el agua de riego, particularmente si esta es de mala calidad.

El uso de aguas con altas concentraciones de sales genera cambios en las condiciones del suelo y lo vuelve infértil, por cuanto la acumulación

ocasiona desbalance iónico y estrés osmótico, afectando desfavorablemente el crecimiento o desarrollo de las plantas. Esta investigación permitió visualizar sintomatologías derivadas del exceso de sales y Na, ante lo cual se planteó como objetivo cuantificar el potencial de fertilidad de los suelos y determinar la calidad de las aguas a través de parámetros físicos y químicos que puedan limitar su uso en el cultivo de cacao, en seis agroecosistemas.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó entre diciembre de 2011 y noviembre de 2012. Mensualmente se obtuvo porciones de suelos y muestras de agua de ríos y pozos, en los siguientes lugares:

| Área de Estudio  |            |                              |
|------------------|------------|------------------------------|
| Sitio            | Cantón     | Coordenadas                  |
| Higuerón Adentro | Portoviejo | LS 01°02'00"<br>LW 80°30'00" |
| El Nispero       | Santa Ana  | LS 01°11'00"<br>LW 80°24'00" |
| Loma Seca        | Junín      | LS 00°56'00"<br>LW 80°13'00" |
| El Arrastradero  | Bolívar    | LS 00°10'00"<br>LW 80°04'00" |
| Mosquito         | Chone      | LS 00°41'00"<br>LW 80°06'00" |
| Chamisa          | Chone      | LS 00°34'00"<br>LW 80°12'00" |

Las muestras fueron depositadas en recipientes (fundas y botellas) limpios de contaminantes y luego procesadas para su análisis en el Laboratorio de Análisis Químico del Departamento de Manejo de Suelos y Agua de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), para sus determinaciones en las aguas: CE (Método del conductímetro); pH (Método del

potenciómetro); Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup> y Fe<sup>++</sup> (Absorción atómica); CO<sub>3</sub>=, HCO<sub>3</sub>- y Cl<sup>-</sup> (Titulación: ácido sulfúrico + fenoltaleína, ácido sulfúrico + metil naranja y dicromato de potasio + nitrato de plata, en su orden); B y SO<sub>4</sub>= (Colorimetría: método curcumina y cloruro de bario + goma de acacia, respectivamente); y, cálculo del TSD y de la Relación Absorción sodio (RAS). En los suelos: pH (método del potenciómetro); N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn (Solución extractora Olsen modificado); S y B (Colorimetría), y materia orgánica (MO, con ayuda de ácido sulfúrico y ácido orto fosfórico); estimación de las relaciones Ca/Mg, Mg/K y Ca+Mg/K, y la sumatoria de bases ( $\Sigma$  Bases).

Para la interpretación de los resultados y su discusión, estos se compararon con niveles críticos de análisis de suelos establecidos por el INIAP (Programa Fertigrama, SOFTWARE) y con los de aguas, los indicados por Motato, Solórzano y Cedeño (2009). Además se estimó la calidad de las aguas a través del cálculo de la dureza (Grados Hidrométricos Franceses), del coeficiente alcalimétrico (Índice de Scott) a las normas L. V. Wilcox (relaciona la CE con el porcentaje de Na del resto de cationes) a las normas combinadas Riverside (relaciona la CE con la relación absorción sodio – RAS) y las relaciones de la permeabilidad del suelo con los riegos de salinidad (CE) y sodio (RAS) (Proaño, Del Cioppo y Correa, 2004).

## 3. RESULTADOS

La disponibilidad de nutrientes en los sitios de muestreo señaló bajos contenidos de N, S, Zn, Cu (excepto en Higuerón Adentro y Loma Seca), B (menos en Higuerón Adentro), Mn (no en Chamisa) y MO; altos valores en P, K, Ca, Mg, Fe (aparte de Higuerón Adentro y Loma Seca); y, pH "Prácticamente Neutro". Las relaciones nutricionales, Ca/Mg, fueron adecuadas en todos los sitios con excepción de Higuerón Adentro y las de Ca+Mg/K, las de Mg/K estuvieron por debajo del nivel mínimo del rango adecuado, y

la  $\Sigma$  de Bases fue normal en todos los lugares (Tabla 1).

La variación en el tiempo de los contenidos nutritivos de los suelos confirma los resultados de cada uno de los sitios, es decir déficit en N, S, Zn (con excepción de octubre/2012), Cu (solo en diciembre/2011, enero, febrero y marzo/2012), B (únicamente en mayo, junio, julio, agosto, octubre y noviembre/2012), Fe (menos en octubre/2012) y MO; alta disponibilidad en P, K y Ca. También hay coincidencia respecto a las relaciones nutricionales Ca/Mg, Mg/K y Ca+Mg/K y en la  $\Sigma$  de Bases (Tabla 2).

En el agua de los pozos y ríos, a más del problema que representa sus elevados contenidos en  $\text{CO}_3^{=}$  y  $\text{CHO}_3^{-}$ , la de pozo también es, en su mayoría, alta en  $\text{Cl}^{-}$  (Tablas 3 y 4).

Para el agua de los ríos, los promedios señalaron valores superiores a los niveles críticos en TSD,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{CO}_3^{=}$  y  $\text{HCO}_3^{-}$  en los lugares analizados. A pesar de ello, en el TSD no hubo inconvenientes en El Níspero, Arrastradero y Mosquito que mostraron valores inferiores a los encontrados en los otros sitios. Las cuantificaciones de  $\text{Cl}^{-}$  en Higuieron Adentro y Chamiza, fueron altas en comparación con los otros lugares, influenciando así el promedio.

Los comentarios expresados respecto a las características del agua de pozo no se aplicarían en este caso, ya que los ríos no tuvieron riesgo de salinidad por CE (Figura 6).

En cuanto a la "dureza" (ppm  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ) respecto a los **Grados Hidrométricos Franceses**, el agua de los pozos fue "Muy dura" en Higuieron Adentro y El Níspero, "Semi dura" en Loma Seca y Chamiza, "Semi blanda" en Arrastradero y "Blanda" en el sitio Mosquito (Tabla 5).

Respecto a las normas de clasificación de calidad de el agua de riego, el coeficiente

alcalimétrico (**Índice de Scott**) determinó que la de Higuieron Adentro fue "Mediocre" y la de El Níspero "Tolerable", las de los otros lugares fue "Buenas". Según las **Normas L.V. Wilcox**, la de Higuieron Adentro fue "Dudosa a no válida", las de El Níspero y Loma Seca como "Buenas a admisibles", y las de Arrastradero, Mosquito y Chamiza "Excelentes a buenas". Cuando la permeabilidad del suelo se relacionó con la **Conductividad Eléctrica (CE)** las de Higuieron Adentro y El Níspero fue "Aguas marginales (dudosas)"; la de Loma Seca y Chamiza como "Aguas medianas"; y la de Arrastradero y Mosquito como "Aguas superiores". Al asociar la permeabilidad del suelo con el **Relación Absorción Sodio (RAS)**, el agua de todos los sitios se clasificó como "Aguas superiores."

Adicionalmente, las normas **Riverside**, que relacionan la CE con el RAS, establecieron que el agua de Higuieron Adentro fue de "Muy alta salinidad no apta para el riego"; la de El Níspero de "Alta salinidad pudiendo usarse en el riego, en suelos con buen drenaje pero con cultivos muy tolerantes a la salinidad", aunque el cacao no es tolerante en este aspecto. El agua de los demás lugares es de "Salinidad media", apta para el riego.

El método de Riesgo de Sodio (RAS) calificó al agua de todos los pozos como "Aguas superiores", precisamente porque los valores ( $\text{Na}^{+}$ ) obtenidos están muy debajo del límite crítico establecido.

Para el agua proveniente de los ríos, la clasificación de la calidad (Tabla 5) señala que la de los sitios El Níspero, Loma Seca, Arrastradero y Mosquito, son utilizables para el riego del cacao, sin riesgo. Solamente las **Normas Riverside** definen a la de Higuieron Adentro y Chamiza, como de "Salinidad alta", aspecto que no es congruente con los otros métodos, ya que las estimaciones en CE fueron bajas en comparación con el patrón que se utiliza.

**Tabla 1.** Caracterización química de las muestras de suelos de los sitios donde se condujo el experimento.

| Parámetros | Valores de referencias | SITIOS                        |                        |                   |                           |                  |                 | Promedios |
|------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|------------------|-----------------|-----------|
|            |                        | Higuerón Adentro (Portoviejo) | El Níspero (Santa Ana) | Loma Seca (Junín) | El Arrastradero (Bolívar) | Mosquito (Chone) | Chamiza (Chone) |           |
| pH         | 6.0 - 7.5              | 7.50                          | 6.84                   | 6.55              | 7.20                      | 6.55             | 6.43            | 6.85      |
| N          | 40 ppm                 | 23.67                         | 25.67                  | 29.67             | 31.58                     | 23.42            | 27.75           | 26.96     |
| P          | 14 ppm                 | 48.42                         | 61.58                  | 72.58             | 172.92                    | 89.50            | 60.67           | 84.28     |
| K          | 0.38 meq/100ml         | 1.63                          | 2.40                   | 1.47              | 2.42                      | 1.84             | 1.94            | 1.95      |
| Ca         | 8.9 meq/100ml          | 15.58                         | 15.08                  | 16.33             | 16.92                     | 16.17            | 16.42           | 16.08     |
| Mg         | 2.3 meq/100ml          | 6.50                          | 4.58                   | 3.70              | 2.46                      | 4.05             | 3.67            | 4.16      |
| S          | 20 ppm                 | 10.67                         | 8.08                   | 7.42              | 6.25                      | 5.67             | 6.00            | 7.35      |
| Zn         | 7 ppm                  | 3.13                          | 1.94                   | 3.04              | 7.71                      | 3.99             | 5.06            | 4.15      |
| Cu         | 4 ppm                  | 6.67                          | 3.83                   | 4.53              | 3.25                      | 3.21             | 3.47            | 4.16      |
| Fe         | 40 ppm                 | 35.67                         | 63.42                  | 39.00             | 63.67                     | 79.08            | 70.08           | 58.49     |
| Mn         | 15 ppm                 | 6.82                          | 9.35                   | 12.28             | 5.84                      | 10.19            | 15.11           | 9.93      |
| B          | 0.49 ppm               | 0.42                          | 0.51                   | 0.38              | 0.33                      | 0.32             | 0.38            | 0.39      |
| MO         | >5 %                   | 3.67                          | 2.72                   | 3.98              | 3.48                      | 2.47             | 3.93            | 3.38      |
| Ca/Mg      | 2.6 – 8.0              | 2.36                          | 3.28                   | 4.44              | 7.00                      | 3.95             | 4.48            | 4.25      |
| Mg/K       | 7.5 – 15               | 4.51                          | 2.10                   | 2.63              | 1.06                      | 2.56             | 2.09            | 2.49      |
| Ca+Mg/K    | 27.5 – 55.0            | 15.18                         | 8.90                   | 14.26             | 8.47                      | 12.72            | 11.35           | 11.81     |
| Σ Base     | 15 – 30 meq/100ml      | 23.71                         | 22.05                  | 21.50             | 21.04                     | 22.05            | 22.02           | 22.06     |

Fuente. Departamento de Manejo de Suelos y Agua – EEP, 2013.

|            |
|------------|
| Deficiente |
| Adecuado   |

**Tabla 2.** Caracterización química de las muestras de suelos en el tiempo de duración del experimento.

| Parámetros | Valores de referencias | MESES |       |       |       |       |        |       |       |        |       |       | Promedios |       |
|------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------|-------|
|            |                        | 2011  |       | 2012  |       |       |        |       |       |        |       |       |           |       |
|            |                        | Dic.  | En.   | Feb.  | Mar.  | Abr.  | May.   | Jun.  | Jul.  | Ag.    | Sept. | Oct.  |           | Nov.  |
| pH         | 6.0 - 7.5              | 6.93  | 6.60  | 6.80  | 6.65  | 6.63  | 6.85   | 6.68  | 6.85  | 7.07   | 7.13  | 6.93  | 7.02      | 6.85  |
| N          | 40 ppm                 | 24    | 30    | 29    | 24    | 29    | 14     | 32    | 30    | 31     | 34    | 26    | 20        | 27    |
| P          | 14 ppm                 | 48.33 | 64.67 | 84.50 | 76.17 | 95.50 | 102.17 | 85.17 | 90.83 | 113.17 | 58.83 | 86.33 | 105.67    | 84.28 |
| K          | 0.38 meq/100ml         | 2.86  | 2.07  | 2.76  | 1.86  | 1.80  | 1.95   | 1.68  | 1.69  | 1.89   | 1.57  | 1.72  | 1.55      | 1.95  |
| Ca         | 8.9 meq/100ml          | 15.50 | 16.00 | 16.00 | 15.50 | 21.83 | 14.00  | 14.83 | 14.33 | 15.00  | 18.50 | 16.00 | 15.50     | 16.08 |
| Mg         | 2.3 meq/100ml          | 3.92  | 3.75  | 3.93  | 3.83  | 4.87  | 4.02   | 3.98  | 4.08  | 3.67   | 5.02  | 4.43  | 4.42      | 4.16  |
| S          | 20 ppm                 | 13.67 | 9.50  | 6.17  | 5.50  | 11.50 | 6.33   | 4.33  | 5.17  | 6.33   | 5.83  | 7.83  | 6.00      | 7.35  |
| Zn         | 7 ppm                  | 1.50  | 1.70  | 2.22  | 2.52  | 3.62  | 5.75   | 5.42  | 4.73  | 4.50   | 4.65  | 7.30  | 5.85      | 4.15  |
| Cu         | 4 ppm                  | 1.60  | 1.85  | 1.93  | 2.13  | 3.42  | 7.18   | 5.08  | 4.70  | 4.73   | 4.03  | 5.56  | 7.68      | 4.16  |
| Fe         | 40 ppm                 | 10.33 | 12.17 | 14.00 | 14.33 | 44.17 | 121.17 | 77.17 | 89.33 | 90.17  | 97.33 | 62.33 | 69.33     | 58.49 |
| Mn         | 15 ppm                 | 13.93 | 14.18 | 7.90  | 3.08  | 2.25  | 24.85  | 14.55 | 2.30  | 2.50   | 3.22  | 17.15 | 13.27     | 9.93  |
| B          | 0.49 ppm               | 0.73  | 0.61  | 0.60  | 0.48  | 0.69  | 0.13   | 0.15  | 0.15  | 0.18   | 0.60  | 0.19  | 0.20      | 0.39  |
| MO         | >5 %                   | 3.18  | 4.15  | 3.50  | 3.55  | 4.27  | 4.18   | 3.45  | 3.55  | 3.32   | 3.27  | 1.87  | 2.20      | 3.37  |
| Ca/Mg      | 2.6 – 8.0              | 4.22  | 4.50  | 4.48  | 4.28  | 5.02  | 3.97   | 4.30  | 3.88  | 4.60   | 3.87  | 4.03  | 3.87      | 4.25  |
| Mg/K       | 7.5 – 15               | 1.49  | 2.08  | 1.47  | 2.56  | 2.80  | 2.09   | 2.85  | 2.50  | 2.37   | 3.97  | 2.73  | 3.04      | 2.50  |
| Ca+Mg/K    | 27.5 – 55.0            | 7.08  | 10.48 | 7.59  | 12.36 | 15.55 | 9.52   | 12.93 | 11.17 | 11.20  | 17.75 | 12.57 | 13.57     | 11.81 |
| Σ Base     | 15 – 30 meq/100ml      | 22.28 | 21.82 | 22.69 | 21.19 | 28.50 | 19.97  | 20.49 | 20.10 | 20.55  | 25.08 | 22.15 | 19.96     | 22.07 |

Fuente. Departamento de Manejo de Suelos y Agua – EEP, 2013.

|            |
|------------|
| Deficiente |
| Adecuado   |

**Tabla 3.** Características físicas y químicas de las muestras de las aguas de los pozos obtenidas en los sitios.

| Parámetros         | Valores de referencias     | SITIOS                        |                        |                   |                           |                  |                 | Promedios |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|------------------|-----------------|-----------|
|                    |                            | Higuerón Adentro (Portoviejo) | El Níspero (Santa Ana) | Loma Seca (Junín) | El Arrastradero (Bolívar) | Mosquito (Chone) | Chamiza (Chone) |           |
| CE                 | 2.0 dS/m                   | 2.26                          | 1.96                   | 0.72              | 0.60                      | 0.37             | 0.68            | 1.10      |
| TSD                | 450 mg/L                   | 1492                          | 1533                   | 637               | 508                       | 283              | 583             | 839       |
| Ca <sup>++</sup>   | 100 mg/L                   | 299                           | 215                    | 76                | 52                        | 31               | 56              | 122       |
| Mg <sup>++</sup>   | 63 mg/L                    | 36                            | 36                     | 18                | 15                        | 13               | 20              | 23        |
| Na <sup>+</sup>    | 70 mg/L                    | 83                            | 93                     | 34                | 46                        | 23               | 46              | 54        |
| K <sup>+</sup>     | 50 mg/L                    | 18.04                         | 15.63                  | 18.87             | 6.77                      | 5.47             | 12.42           | 12.87     |
| CO <sub>3</sub> =  | 3 mg/L                     | 28.05                         | 30.50                  | 19.95             | 28.80                     | 9.40             | 24.90           | 23.60     |
| HCO <sub>3</sub> - | 40 mg/L                    | 427                           | 446                    | 230               | 159                       | 111              | 183             | 259       |
| Cl <sup>-</sup>    | 70 mg/L                    | 414                           | 287                    | 89                | 84                        | 51               | 78              | 167       |
| SO <sub>4</sub> =  | 250 mg/L                   | 62.01                         | 55.08                  | 15.43             | 3.78                      | 2.91             | 15.75           | 25.83     |
| Fe <sup>++</sup>   | 0.1 mg/L                   | 0.06                          | 0.06                   | 0.05              | 0.04                      | 0.04             | 0.04            | 0.05      |
| B                  | 0.5 mg/L                   | 0.06                          | 0.07                   | 0.06              | 0.05                      | 0.05             | 0.06            | 0.06      |
| pH                 | 7.5                        | 7.20                          | 7.62                   | 7.13              | 7.18                      | 6.73             | 7.17            | 7.17      |
| RAS                | (3,0 meq/L) <sup>1/2</sup> | 1.24                          | 1.57                   | 0.95              | 1.46                      | 0.90             | 1.36            | 1.25      |
| * Dureza           |                            | 898                           | 633                    | 271               | 194                       | 129              | 223             | 425       |

Fuente. Departamento de Manejo de Suelos y Agua – EEP, 2013.

|                          |                       |              |
|--------------------------|-----------------------|--------------|
| * ppm Ca CO <sub>3</sub> | Mod. dura : 220 – 320 | Con problema |
| Blanda : 70 – 140        | Dura : 320 – 540      | Sin problema |
| Lig. dura : 140 – 220    | Muy dura : >540       |              |

**Tabla 4.** Características físicas y químicas, de las muestras de las aguas de los ríos, obtenidas en los sitios.

| Parámetros         | Valores de referencias     | SITIOS                        |                        |                   |                           |                  |                 | Promedios |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|------------------|-----------------|-----------|
|                    |                            | Higuerón Adentro (Portoviejo) | El Níspero (Santa Ana) | Loma Seca (Junín) | El Arrastradero (Bolívar) | Mosquito (Chone) | Chamiza (Chone) |           |
| CE                 | 2.0 dS/m                   | 0.97                          | 0.40                   | 0.51              | 0.33                      | 0.36             | 0.92            | 0.58      |
| TSD                | 450 mg/L                   | 958                           | 383                    | 483               | 333                       | 350              | 767             | 546       |
| Ca <sup>++</sup>   | 100 mg/L                   | 59.7                          | 32.5                   | 55.5              | 31.8                      | 33.5             | 905             | 186.3     |
| Mg <sup>++</sup>   | 63 mg/L                    | 26.6                          | 12.5                   | 14.4              | 9.8                       | 11.6             | 25.5            | 16.7      |
| Na <sup>+</sup>    | 70 mg/L                    | 44                            | 19.9                   | 22.6              | 17.6                      | 23.6             | 49.6            | 29.6      |
| K <sup>+</sup>     | 50 mg/L                    | 12.6                          | 5.8                    | 6.2               | 6.7                       | 5.4              | 12.8            | 8.25      |
| CO <sub>3</sub> =  | 3 mg/L                     | 23.4                          | 18.3                   | 18.6              | 12.6                      | 12.2             | 22.4            | 17.92     |
| HCO <sub>3</sub> - | 40 mg/L                    | 222                           | 102                    | 134               | 105                       | 87               | 254             | 151       |
| Cl <sup>-</sup>    | 70 mg/L                    | 112                           | 51                     | 58                | 38                        | 46               | 122             | 71        |
| SO <sub>4</sub> =  | 250 mg/L                   | 46.3                          | 6.2                    | 5.8               | 3.5                       | 3.7              | 25.2            | 15.12     |
| Fe <sup>++</sup>   | 0.1 mg/L                   | 0.09                          | 0.09                   | 0.05              | 0.06                      | 0.17             | 0.10            | 0.09      |
| B                  | 0.5 mg/L                   | 0.03                          | 0.06                   | 0.03              | 0.05                      | 0.05             | 0.07            | 0.05      |
| pH                 | 7.5                        | 7.21                          | 7.2                    | 7.2               | 7.1                       | 7.2              | 7.5             | 7.24      |
| RAS                | (3,0 meq/L) <sup>1/2</sup> | 1.10                          | 0.75                   | 0.71              | 0.70                      | 0.86             | 1.20            | 0.89      |
| * Dureza           |                            | 222                           | 144                    | 202               | 120                       | 128              | 334             | 192       |

Fuente. Departamento de Manejo de Suelos y Agua – EEP, 2013.

|                          |                       |              |
|--------------------------|-----------------------|--------------|
| * ppm Ca CO <sub>3</sub> | Mod. dura : 220 – 320 | Con problema |
| Blanda : 70 – 140        | Dura : 320 – 540      | Sin problema |
| Lig. dura : 140 – 220    | Muy dura : >540       |              |

**Tabla 5.** Clasificación de la calidad de las aguas de los pozos y ríos.

| Normas de clasificación de calidad de las aguas de riego | SITIOS                        |                        |                        |                           |                   |                   |                   |
|--|-------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  | Higuerón Adentro (Portoviejo) | El Níspero (Santa Ana) | Loma Seca (Junín)      | El Arrastradero (Bolívar) | Mosquito (Chone)  | Chamiza (Chone)   |                   |
| Grados Hid. Franceses                                    | Pozo                          | Muy dura               | Muy dura               | Semidura                  | Semiblanda        | Blanda            | Semidura          |
|  | Río                           | Semidura               | Semiblanda             | Semiblanda                | Blanda            | Blanda            | Dura              |
| Índice de Scott  | Pozo                          | Mediocre               | Tolerable              | Buena                     | Buena             | Buena             | Buena             |
|  | Río                           | Buena                  | Buena                  | Buena                     | Buena             | Buena             | Buena             |
| Normas Riverside   | Pozo                          | C4 – S1                | C3 – S1                | C2 – S1                   | C2 – S1           | C2 – S1           | C2 – S1           |
|  | Río                           | C3 – S1                | C2 – S1                | C2 – S1                   | C2 – S1           | C2 – S1           | C3 – S1           |
| Normas L.V.Wilcox  | Pozo                          | Dudosa a no válida     | Buena a admisible      | Buena a admisible         | Excelente a buena | Excelente a buena | Excelente a buena |
|  | Río                           | Buena a admisible      | Excelente a buena      | Excelente a buena         | Excelente a buena | Excelente a buena | Buena a admisible |
| Riesgo de salinidad (CE)                                 | Pozo                          | Agua marginal (Dudosa) | Agua marginal (Dudosa) | Agua mediana              | Agua superior     | Agua superior     | Agua mediana      |
|  | Río                           | Agua mediana           | Agua superior          | Agua superior             | Agua superior     | Agua superior     | Agua mediana      |
| Riesgo de sodio (RAS)                                    | Pozo                          | Agua superior          | Agua superior          | Agua superior             | Agua superior     | Agua superior     | Agua superior     |
|  | Río                           | Agua superior          | Agua superior          | Agua superior             | Agua superior     | Agua superior     | Agua superior     |

Fuente. Departamento de Manejo de Suelos y Agua – EEP, 2013.

- C2 – S1 = Agua de salinidad media, con bajo contenido de sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos.
- C3 – S1 = Agua de salinidad alta, con bajo contenido de sodio. Puede usarse en el riego, en suelos con buen drenaje y en cultivos muy tolerante a la salinidad.
- C4 – S1 = Agua de salinidad muy alta, no apta para riego, pero con bajo contenido en sodio.

#### 4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la caracterización química de los suelos son similares y congruentes con otras áreas cacaoteros de Manabí (INIAP, 2009, 2010 y 2011; Intriago, 2010). Las tendencias en las relaciones nutricionales Mg/K y Ca+Mg/K, evidencian un desequilibrio ocasionado por el Mg que, aunque alto en su disponibilidad, habría que adicionarlo como fertilizante en futuros planes de abonamiento a fin de mejorar estas relaciones y posiblemente incrementar la  $\Sigma$  de bases, haciendo más potenciales a los suelos en cuanto a su fertilidad.

Según Beatty y Loveday (1974), las altas concentraciones en  $CO_3^{=}$  y  $HCO_3^-$  en el agua y su uso en el riego de los cultivos permite inferir que estos se precipiten con el  $Ca^{++}$  y  $Mg^{++}$ , resultando un aumento del RAS lo cual favorece la absorción del  $Na^+$  con el consecuente perjuicio para las plantas debido al exceso de este elemento ( $Na^+$ ).

Esta tendencia no se presentó en esta investigación, ya que las determinaciones de  $Na^+$  en las aguas fueron bajas en la mayoría de los casos, con excepción de los pozos en los sitios Higuerón Adentro y El Níspero.

Adicionalmente, Tucker y Beatty (1974) y Beatty y Loveday (1974) manifiestan que los  $\text{Cl}^-$  tienen una alta reacción con el  $\text{Na}^+$ , siendo muy móviles en el suelo y conocida su toxicidad para las plantas. Ante esto se afirma que el agua de los pozos en la mayoría de los sitios fue alta en  $\text{Cl}^-$  y solo en Higuerón Adentro y El Níspero fue en  $\text{Na}^+$ . La de los ríos lo fue únicamente en Higuerón Adentro y Chamiza, en  $\text{Cl}^-$ .

Los promedios generales de los contenidos químicos del agua de los pozos, en los diferentes sitios de muestreo, indican problemas en cuanto a TSD,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{CO}_3=$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  y dureza, al ubicarse por arriba de los niveles críticos establecidos por el Laboratorio de Análisis Químico del Departamento de Manejo de Suelos y Agua, de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP.

Sin embargo, los inconvenientes son puntuales, en el caso de la CE solo en Higuerón Adentro y El Níspero; del TSD en todos los lugares, con excepción de Mosquito (Figura 1); para  $\text{Ca}^{++}$  solo en Higuerón Adentro (diciembre/2011, enero/2012 y de abril a noviembre/2012), El Níspero (diciembre/2011, enero y febrero/2012, y de abril a noviembre/2012), Loma Seca (diciembre/2011, junio/2012, y de agosto a noviembre/2012, y Chamiza (diciembre/2011 y mayo, junio y septiembre/2012) (Figura 2); en  $\text{CO}_3=$  y  $\text{HCO}_3^-$  en todos los sitios (Figuras 3 y 4); los  $\text{Cl}^-$  fueron aceptables únicamente en Mosquito en la mayoría de los meses, y no en los otros lugares (Figura 5).

Aun cuando el promedio no señaló problemas en CE, los valores obtenidos en Higuerón Adentro superaron el nivel crítico, siendo superior a los logrados en los otros lugares. La Figura 6 refleja claramente que el agua de los pozos en este sitio mostró la tendencia señalada, y en las muestras conseguidas en diciembre/2011, y de abril a noviembre/2012; también en El Níspero el valor de la CE estuvo muy cerca del nivel crítico (Figura 6), pues durante los muestreos de los meses diciembre/2011, enero a abril/2012,

agosto, octubre y noviembre/2012, tuvieron un comportamiento similar.

De acuerdo a la CE,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{CO}_3=$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Cl}^-$  determinados en estos dos sitios, el riego del cultivo del cacao y otros con el agua de los pozos podría limitar seriamente el crecimiento y productividad, al inducir al suelo un carácter salino, provocando déficit hídrico (disminución de absorción y presión radicular por el transporte de agua), toxicidad y desequilibrio iónico, inhibición de la absorción y el transporte del  $\text{Ca}^{++}$ ; disminución en fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas y fitohormonas, de acuerdo a lo expresado por Ronen (2010), así como Cordero García y Parra Galán (2004) quienes indican que el efecto principal de la salinidad sobre los cultivos es la disminución de sus rendimientos y calidad de los frutos.

Los excesos encontrados con TSD,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{CO}_3=$  y  $\text{HCO}_3^-$  podrían solucionarse cuando en la labor de riego se haga algún tratamiento de filtrado específico (caso de riego por goteo y/o microaspersión) o cuando el suministro de agua se realice por gravedad (surcos o piscinas) como se practica en la mayoría de las fincas cacaoteras. Además, la lluvia lavará estos iones hacia capas más profundas de los suelos arreglando el posible perjuicio (para la época seca) de manera momentánea.

En el caso del agua de pozo, su calidad definida por los **Grados Hidrométricos Franceses**, **Índice de Scott**, **Riesgo de Salinidad (CE)** y **las Normas Riverside** coincide en que la de Higuerón Adentro y El Níspero no debe ser utilizada en el riego artificial del cacao. No obstante que el **Índice de Scott** y las **Normas L.V. Wilcox** señalan que la de El Níspero fue "Tolerable" y "Buena a admisible", en su orden, no hay que descartar que las otras normas no lo consideran así y que su nivel (valoración) de CE este muy cerca del límite crítico y que las **Normas Riverside** señalan su utilidad en cultivos muy tolerantes a la salinidad, pese a que el cacao no lo es.



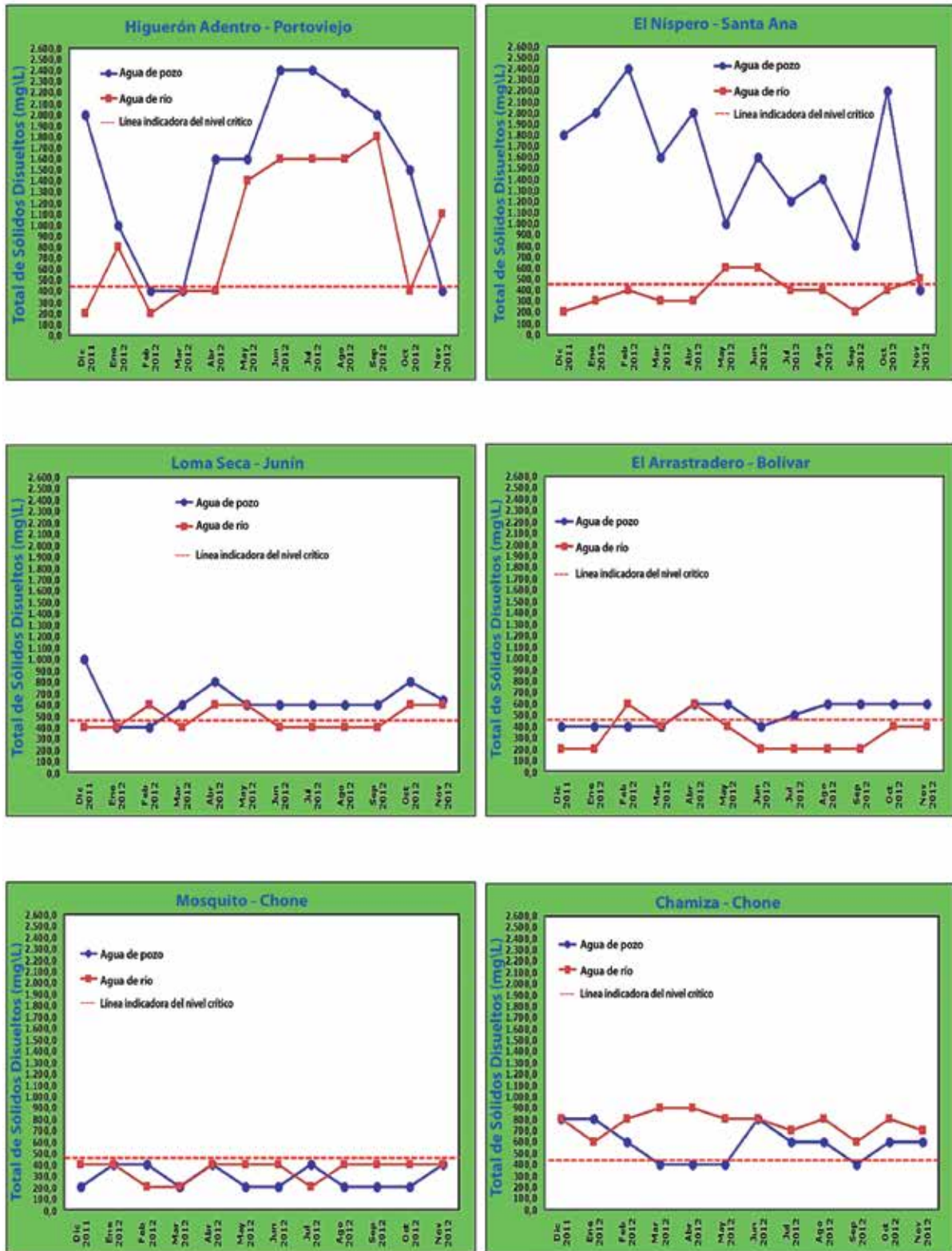


Figura 1. Variación en el tiempo, del total de sólidos disueltos (Nivel Crítico: 450 mg/L, a partir del cual hay restricción en el uso del agua).

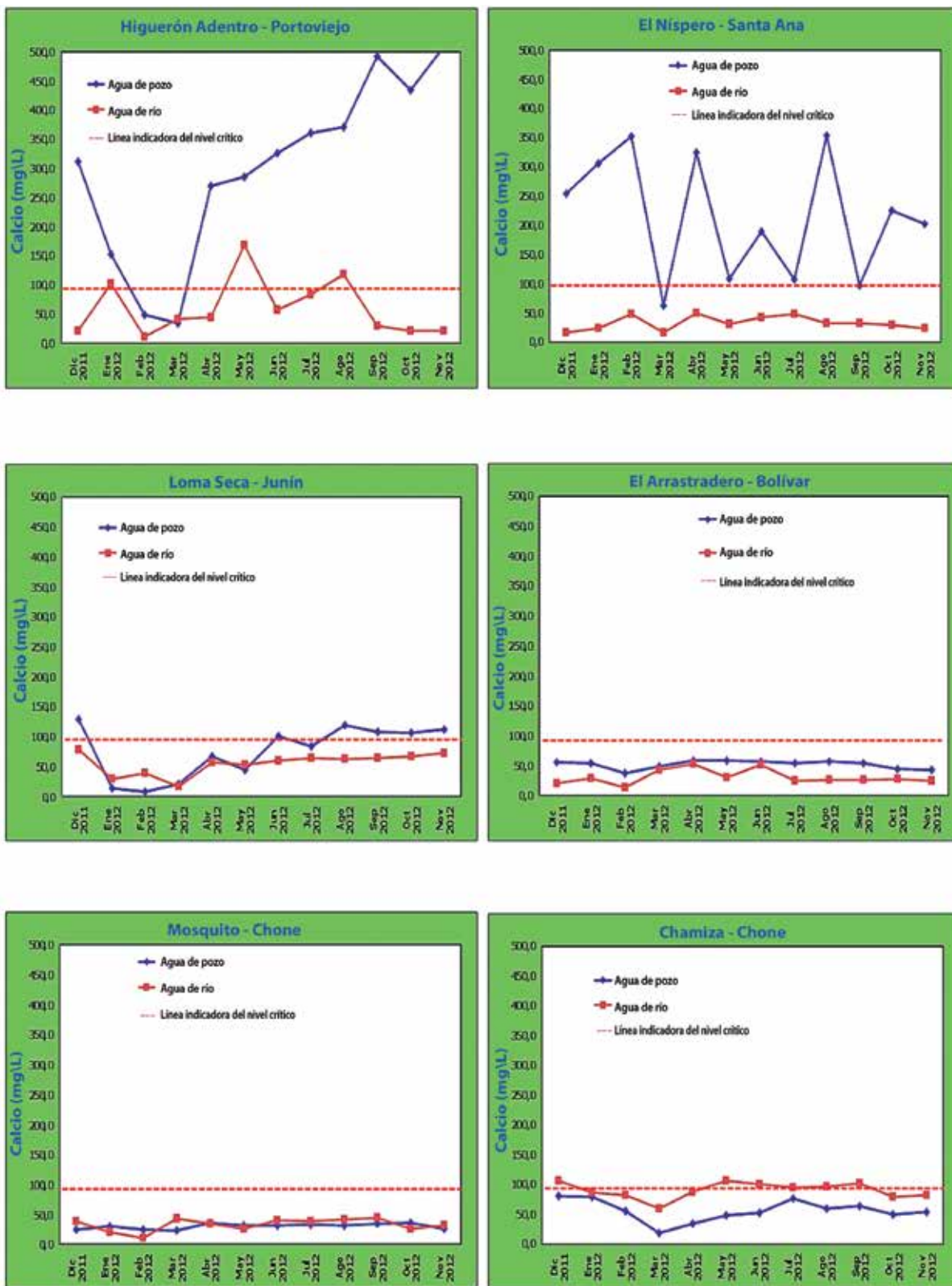


Figura 2. Variación en el tiempo de los contenidos en calcio (Nivel Crítico: 100 mg/L, a partir del cual hay restricción en el uso del agua).

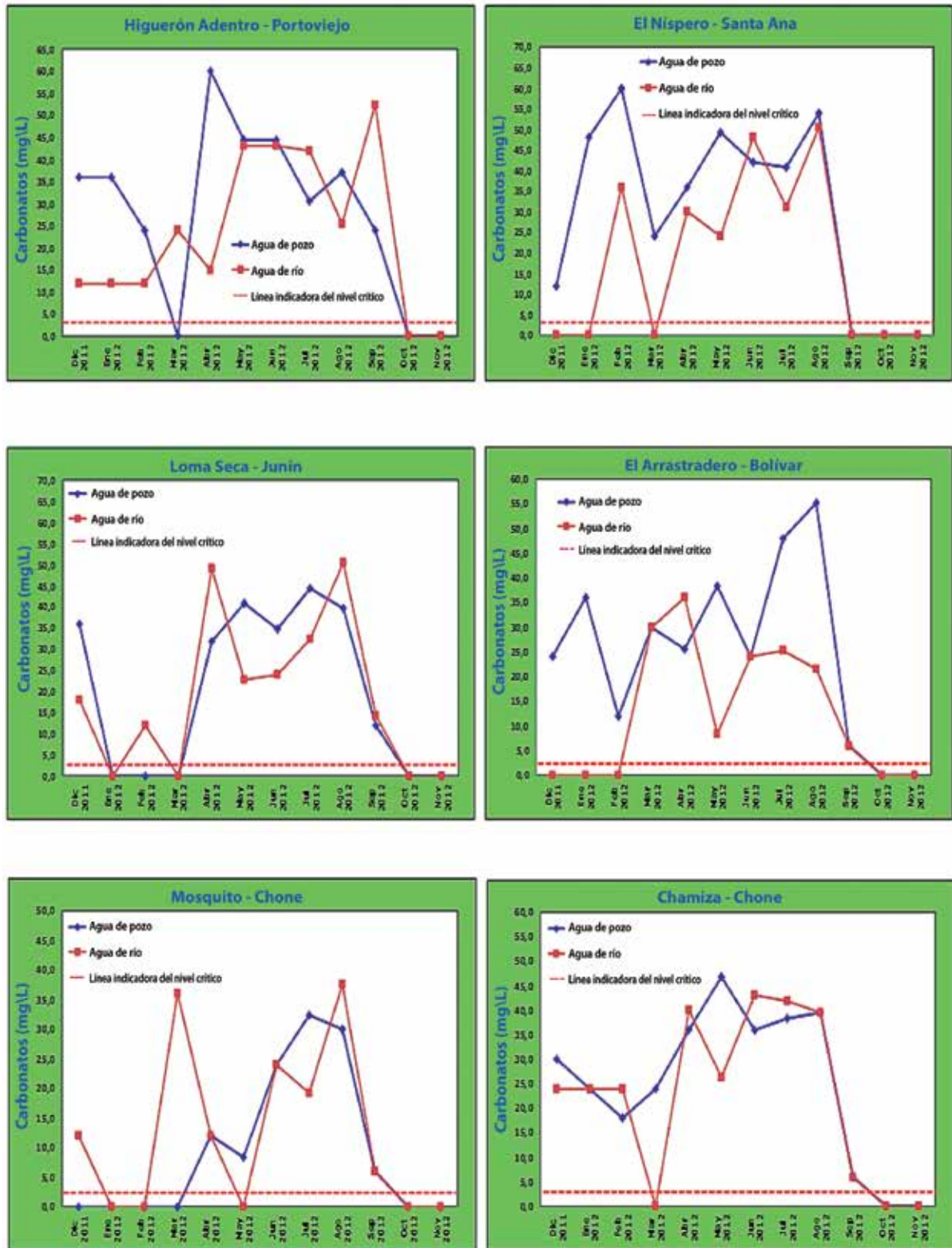


Figura 3. Variación mensual de los contenidos en carbonatos (Nivel Crítico: 3 mg/L, a partir del cual hay restricción en el uso del agua).

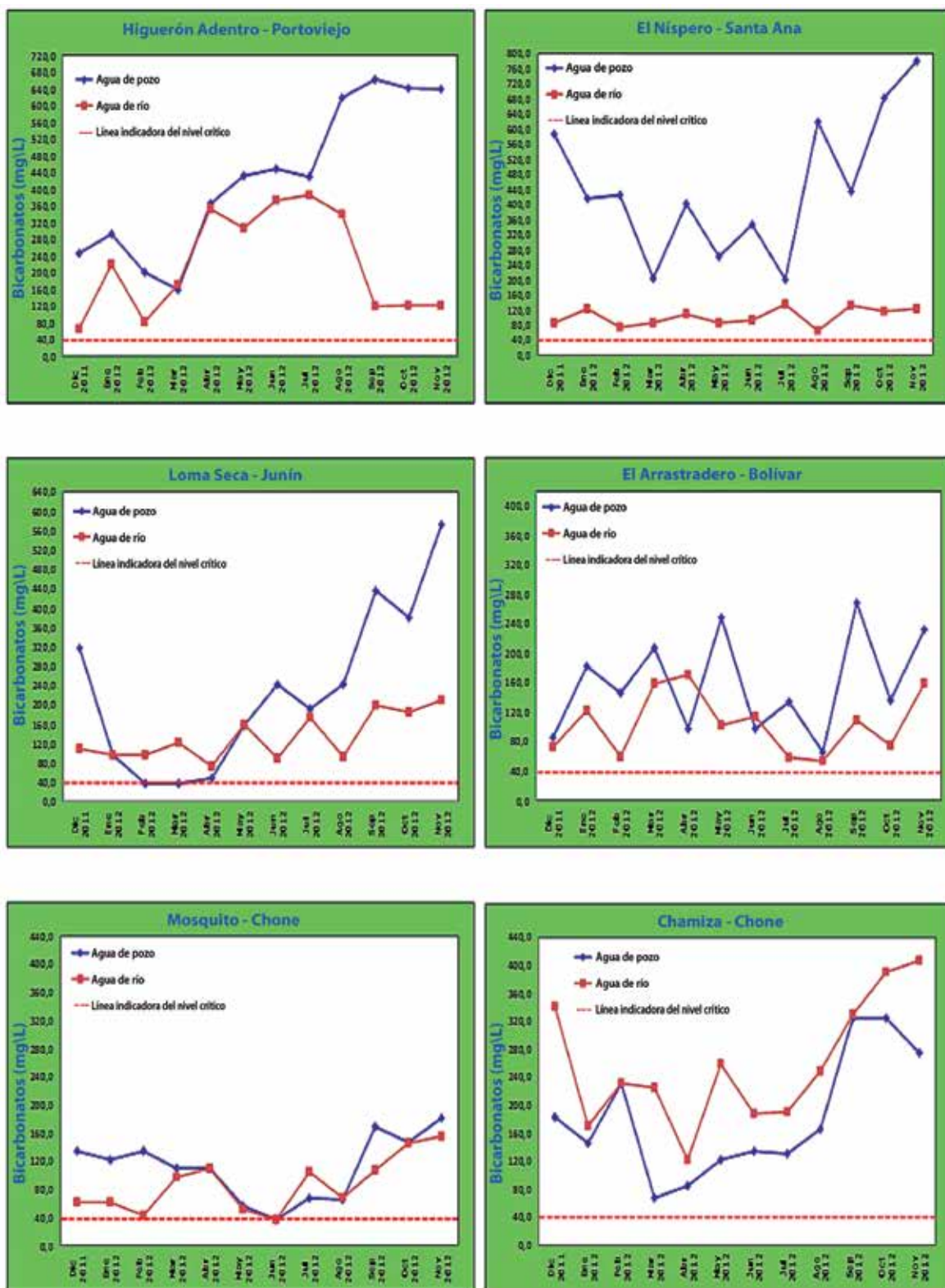


Figura 4. Variación mensual de los contenidos en bicarbonatos (Nivel Crítico: 40 mg/L, a partir del cual hay restricción en el uso del agua).

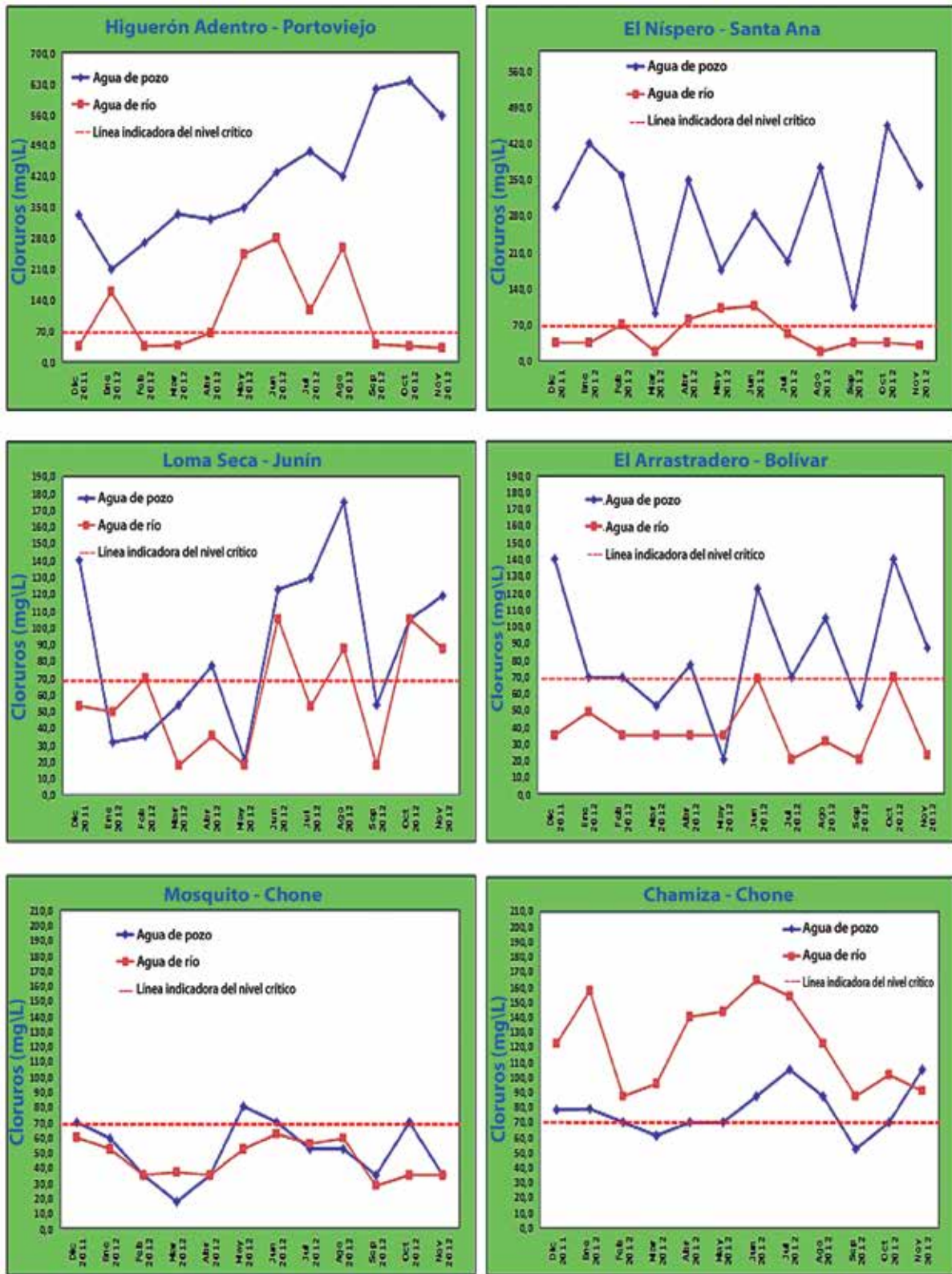


Figura 5. Variación mensual de los contenidos en cloruros (Nivel Crítico: 70 mg/L, a partir del cual hay restricción en el uso del agua).

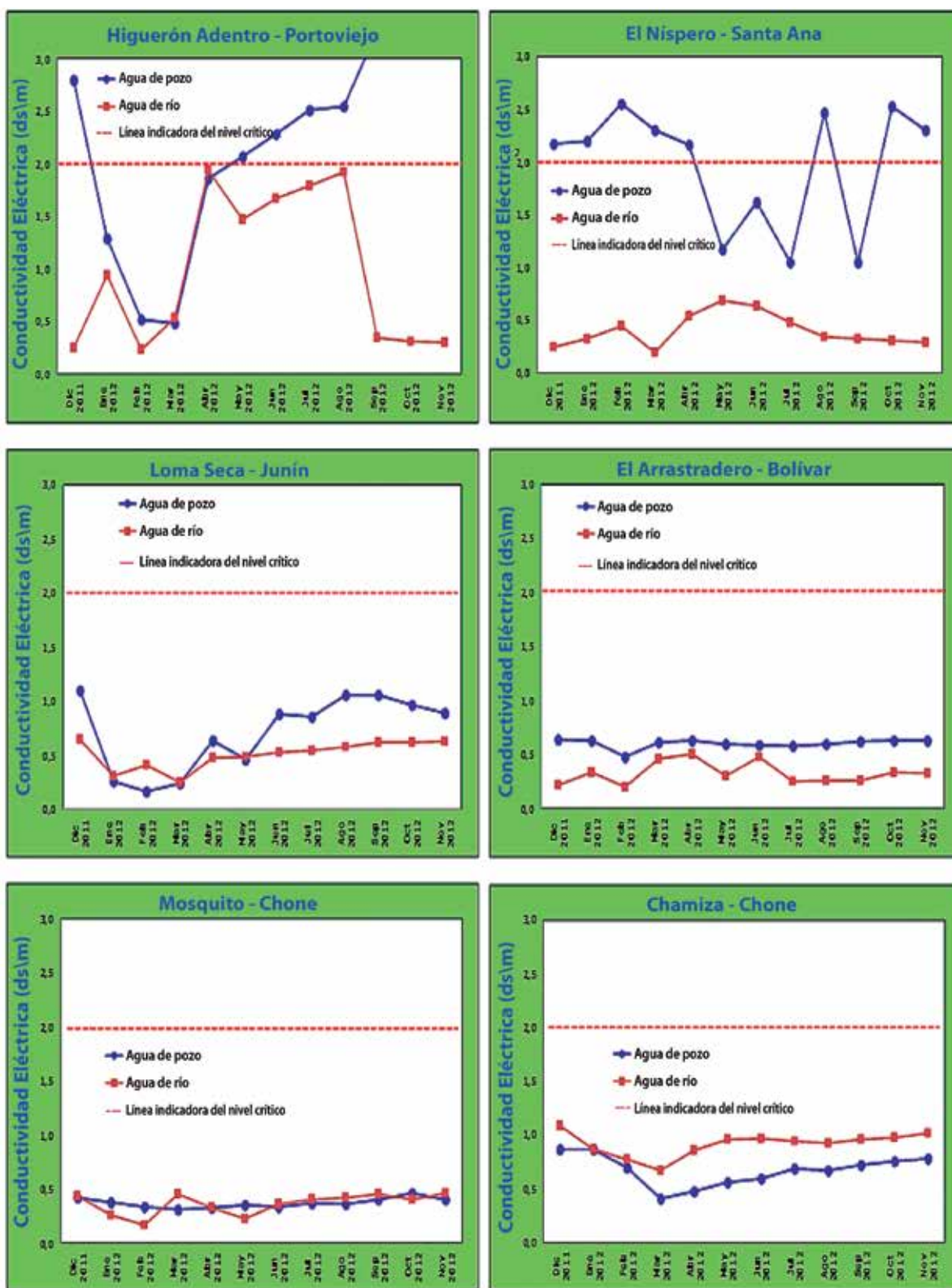


Figura 6. Variación mensual de la conductividad eléctrica (Nivel Crítico: 2.0 ds/m, a partir del cual hay restricción en el uso del agua).

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El potencial de fertilidad de los suelos indicó buen suministro en P, K, Ca, Mg y Fe en todos los lugares, pobre disponibilidad nutrimental en N, S y MO en los sitios, y en la mayoría déficit en Cu, Zn, Mn y B. En cuanto a las relaciones Ca, Mg y K, hay desequilibrio en la Ca/Mg (solo Higuierón Adentro) y en Mg/K y Ca+Mg/K, en todos los lugares que están por debajo del límite inferior.
2. Las determinaciones químicas en las aguas de los pozos, señalan problemas en CE, Na<sup>+</sup> y Ca<sup>++</sup>, (Higuierón Adentro y El Níspero), TSD, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> CO<sub>3</sub><sup>=</sup> y Cl<sup>-</sup>. Con excepción de Mosquito (TSD); Loma Seca, Arrastradero, Mosquito y Chamiza (Ca<sup>++</sup>), y Mosquito (Cl<sup>-</sup>).
3. En la variación en el tiempo, en el agua de pozo, se cuantificaron valores excesivos: en TSD en la mayoría de los meses en casi todos los sitios con excepción de Mosquito; en Ca<sup>++</sup> solo en Higuierón Adentro y El Níspero; en CO<sub>3</sub><sup>=</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, en todos los lugares; y en Cl<sup>-</sup>, en Higuierón Adentro, El Níspero, en Loma Seca (diciembre/2011, abril, junio, julio, agosto, octubre y noviembre/2012), en El Arrastradero (diciembre/2011, enero, febrero, abril, junio, julio, agosto, octubre y noviembre/2012), y en Chamiza (diciembre/2011, enero, febrero, abril, mayo, junio, julio, agosto, octubre y noviembre/2012).
4. Para el agua de los ríos hubo inconvenientes en TSD (Higuierón Adentro, Loma Seca y Chamiza), en Ca<sup>++</sup> (Chamiza), en CO<sub>3</sub><sup>=</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (todos los lugares) y en Cl<sup>-</sup> (Higuierón Adentro y Chamiza).
5. En los meses de muestreo, en el agua de los ríos se determinaron valores altos, en TSD en Higuierón Adentro (enero, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y noviembre/2012), El Níspero (mayo, junio, noviembre/2012), Loma Seca (febrero, abril, mayo, octubre y noviembre/2012), Arrastradero (febrero y abril/2012) y Chamiza (diciembre/2011, mayo, junio, julio, agosto y septiembre/2012); en Ca<sup>++</sup>, Higuierón Adentro (enero, mayo, y agosto/2012) y Chamiza (diciembre/2011, mayo, junio, julio, agosto y septiembre/2012); en CO<sub>3</sub><sup>=</sup>, Higuierón Adentro (menos, octubre y noviembre/2012), El Níspero (no en, diciembre/2011, enero, marzo, septiembre, octubre y noviembre/2012), Loma Seca (menos, enero, marzo, octubre y noviembre/2012), El Arrastradero (no en: diciembre/2011, enero, febrero, octubre y noviembre/2012), Mosquito (menos, enero, febrero, mayo, octubre y noviembre/2012), y en Chamiza (no en, marzo, octubre y noviembre/2012); en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, en todos los sitios y meses; y en Cl<sup>-</sup>, Higuierón Adentro (enero, mayo, junio, julio, y agosto/2012), El Níspero (febrero, abril, mayo, y junio/2012), Loma Seca (febrero, junio, agosto, octubre y noviembre/2012), El Arrastradero (junio y octubre/2012) y Chamiza, en todos los meses.
6. De acuerdo a la dureza (ppm de Ca CO<sub>3</sub>, **Grados Hidrométricos Franceses**) el agua de los pozos fue muy dura, en Higuierón Adentro y El Níspero. La de los otros lugares varió entre moderadamente duras y ligeramente duras. A las de los ríos les correspondió el carácter de blandas a las de Arrastradero y Mosquito, ligeramente duras las de El Níspero y Loma Seca, moderadamente dura la de Higuierón Adentro y dura la de Chamiza.
7. En cuanto a la calidad del agua, se determinó que la de pozo fue de "Muy alta salinidad, no apta para el riego" (Higuierón Adentro); de "Alta Salinidad", pudiendo usarse en el riego, en suelos con buen drenaje (El Níspero); y, de "Salinidad media", apta para el riego las de los otros sitios. Respecto a la de ríos, se estableció que aunque la CE fue baja en Higuierón Adentro y Chamiza, fue de "Alta salinidad", pudiendo usarse en el riego, en suelos con buen drenaje, y las de los demás lugares de "Salinidad media", apta para el riego.

**En consideración a las conclusiones, se recomienda:**

1. Sugerir que en las áreas de influencia de los sitios Higuerón Adentro y El Níspero, no utilizar el agua de pozo en la labor del riego suplementario en cacao. La de los otros lugares puede usarse en esta labor.
2. El agua de los ríos de diferentes lugares objeto de este estudio, pueden emplearse sin restricción en las fincas cacaoteras como suministro de humedad en la época seca.
3. Conducir investigaciones respecto al tratamiento del agua de pozo de los lugares Higuerón Adentro y El Níspero, para su uso correcto en el cultivo de cacao.
4. Planificar y ejecutar trabajos científicos relacionados con el suministro de elementos menores (Cu, Zn, Mn, y B) en fincas cacaoteras, ya que el déficit encontrado podría estar limitando la productividad.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amores, F., Agama, J., Mite, F., Jiménez, J., Loor, G., y Quiroz, J. 2009.** EET – 544 y EET – 588 Nuevos clones de cacao Nacional para la producción bajo riego en la Península de Santa Elena. INIAP – USDA. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo, Ecuador. Boletín técnico N° 134. p. 10-12.
- Barriga, S., Mite, F., y Calvache, M. 2004.** Diagnóstico de la salinidad de los suelos cultivados en las principales áreas bajo riego en el Ecuador. In. XVI Congreso Latinoamericano y XII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo (Programa y Memorias). Cartagena de Indias, Colombia. p. 94.
- Beatty, H. J., and Loveday, J. 1974.** Soluble Cations and Anions. In Methods for Analysis of Irrigated Soils. Loveday, J. ed. Commonwealth Bureau of Soil. Clayton, Australia. Technical Communication No. 54. p. 108-117.
- Cordero García, J., y Parra Galant, G. 2004.** Aplicación de un sistema de información geográfica en el estudio y análisis de los problemas derivados de la salinidad de las aguas de riego en la vega baja del río Segura. Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Universidad Miguel Hernández de Elche. Elche, España. Consultado 10 de mayo de 2013. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1019091>
- González, L. 2005.** Algunas reflexiones para el manejo sostenible de los suelos afectados por salinidad. O. B. ACTAF Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, Granma. Agricultura Orgánica 1. Cuba. Consultado 3 de mayo de 2013. Disponible en: [http://www.actaf.co.cu/revistas/revista\\_ao\\_95-2010/Rev%202005\\_1/03%20Reflexiones%20manejo%20de%20suelos.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202005_1/03%20Reflexiones%20manejo%20de%20suelos.pdf)
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2009.** Archivos resultados análisis químico de suelos y agua. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2010.** Archivos resultados análisis químico de suelos y agua. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador.
- INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2011.** Archivos resultados análisis químico de suelos y agua. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador.
- Intriago, A. 2010.** Validación de la nutrición química y orgánica en el cacao (Theobroma



cacao L.) bajo riego, en el cantón Junín. Tesis Ingeniero Agropecuario. Manta, Ecuador. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 87 p.

**Motato, N., Solórzano, G., y Cedeño, J. 2009.** Riego suplementario para el cultivo de cacao en Manabí. 2 ed. INIAP-GTZ. Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador. 20 p.

**Motato, N., Corral, R., y Pinoargote, M. 2010.** Calidad de las aguas utilizadas en el riego de cultivos en áreas de influencia de los ríos Portoviejo y Chico en Manabí. In. XII congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. UTE-SECS. Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. 9 p.

**Proaño, J., Del Cioppo, J., y Correa, M. 2004.** Determinación de la calidad de las aguas para riego. Proyecto AG-CV-018. CEDEGE-INIAP-CIDIAT-EMBRAPA-VOLCANI CENTUR-UNIVERSIDAD DE VALENCIA. Universidad

Agraria-PROMSA MAG. Guayaquil, Ecuador. Publicación Técnica RD-5. 31p.

**Ronen, E. 2010.** Nitrato de potasio. Una posible solución para los Problemas de Salinidad. Red. Agrícola. Israel. Consulta 20 de abril de 2013. Disponible: <http://www.fertilizando.com/articulos/Nitrato%20de%20Potasio%20Multik.asp>

**SICA (Servicio de Información y Consejo Agropecuario, Ecuador), INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ecuador), MAG (Ministerios de Agricultura y Ganadería, Ecuador). 2000.** III Censo Nacional Agropecuario. Quito, Ecuador. 1 disco compacto. 8 mm.

**Tucker, B. M., and Beatty, H. J. 1974.** pH, Conductivity and Chlorides. In Methods for Analysis of Irrigated Soil. Loveday J. (ed). Commonwealth Bureau of Soil. Clayton, Australia. Technical Communication N° 54. p. 100-107.

## ANEXOS

---



Plantitas de cacao con síntomas de salinidad creciendo en viveros (bordes y puntas quemadas en las hojas).



Síntomas de salinidad en plantas de cacao en Higerón Adentro – Picoazá – Portoviejo.