



Quinto  
Congreso Nacional  
de Riego y Drenaje  
**COMEII-AURPAES 2019**

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



**Artículo: COMEII-19046**

*Mazatlán, Sin., del 18 al 20*

*de septiembre de 2019*

## **DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL SUELO Y EL AGUA EN UNA PARCELA DE CACAO EN HUEHUETAN, CHIAPAS**

**José Rodolfo Namuche Vargas<sup>1\*</sup>; Erickdel Castillo Solis<sup>1</sup>; María Dolores Olvera Salgado<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Coordinación de Riego y Drenaje. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Paseo Cuauhnáhuac 8532, Progreso, Jiutepec, Morelos, C.P. 62550. México.

[jnamuche@tlaloc.imta.mx](mailto:jnamuche@tlaloc.imta.mx) – teléfono 7773293600 ext. 106 (\*Autor para correspondencia)

### **Resumen**

En este trabajo se presenta el diagnóstico de la calidad del suelo y agua en una parcela de cacao en el Distrito de Temporal Tecnificado 018, Huixtla, Chiapas. Para el muestreo se rehabilitaron nueve pozos existentes y se construyeron tres más, para obtener un total de doce pozos. A las muestras de suelo se les obtuvieron los siguientes parámetros; textura, cationes y aniones, pH, tipo de sales, y conductividad eléctrica. A las muestras de agua se les obtuvo el pH, conductividad eléctrica, cationes y aniones, tipos de sales, RAS, dureza y finalmente se clasificaron para su uso para el riego, según el criterio de Riverside. Los principales resultados muestran que el suelo es ácido y se recomienda aplicación de carbonato de calcio en 5 ton/ha, más 3 ton/ha de yeso. La calidad del agua es bicarbonatada cálcica magnésica en general. De acuerdo con el análisis de suelo y agua y tomando en cuenta la recomendación de dosis de Carbonato de Calcio y yeso anterior, el agua freática puede utilizarse para regar los cultivos en la época de déficit de humedad. En general, el suelo y el agua tienen la calidad suficiente para el desarrollo óptimo del cultivo del cacao en la zona de estudio.

**Palabras claves:** Muestreo suelo y agua, Análisis físico y químico, Trópico húmedo.

## Introducción

Con la finalidad de contar con alternativas tecnológicas para enfrentar con mayor éxito la problemática asociada con el manejo del agua que se presentan a lo largo del ciclo de producción de los cultivos principales en el Distrito de Temporal Tecnificado 018 Huixtla, Chiapas; es necesario elaborar diagnósticos de la calidad del suelo y del agua para obtener incrementos en la producción agrícola.

La parcela conocida como La Lima, en la cual se realizó el diagnóstico se localiza a 2.74 km del poblado de Huehuetán, en el estado de Chiapas. Dicha parcela tiene establecido cacao y cuenta con un sistema de drenaje superficial parcelario.

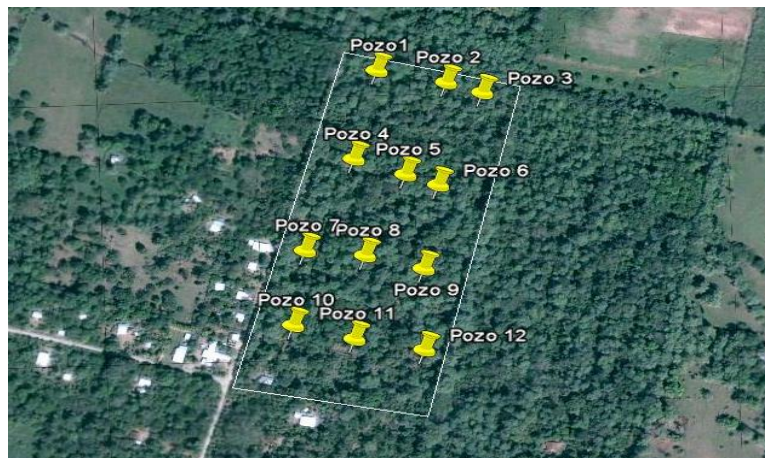
## Materiales y Métodos

### Muestreo de suelo

Para el muestreo se rehabilitaron nueve pozos existentes y se construyeron tres más (Figura 1), para obtener un total de doce pozos (Figura 2). Las muestras se tomaron en tres intervalos de profundidad, 0-30, 30-60 y 60-90 centímetros.



**Figura 1.** Rehabilitación de pozo de observación y muestreo de suelo.



**Figura 2.** Pozos de observación del predio La Lima.

## Potencial hidrógeno (pH)

La reacción del suelo es una de las características fisiológicas más importantes del suelo. Esto es debido a que los microorganismos y plantas superiores responden notablemente a su medio químico. El pH es el resultado de reacciones químicas complejas; donde suceden disociaciones iónicas que obrando en distintos sentidos dan como resultado final el pH del suelo, por lo tanto, se entiende como las reacciones específicas de ion hidrógeno con otros iones para dar origen a la acidez o alcalinidad del suelo.

El pH es la propiedad química más importante de un suelo como medio destinado al cultivo de plantas, debido a que las actividades químicas de los diferentes elementos generalmente están influenciadas por el ion hidrógeno. Además, se considera que el pH del suelo es ácido, neutro o básico en diferentes niveles (Cuadro 1), y que es un parámetro fundamental para determinar la especie vegetal que se cultivará en el suelo, ya que de él depende que éstos puedan establecerse de acuerdo a la resistencia de estos a la alcalinidad o salinidad del suelo. El pH tiene gran influencia sobre la actividad química del suelo. Así mismo, de acuerdo al pH, es el tipo de microflora de los suelo, por lo cual, también tiene una importancia en las actividades de los microorganismos.

**Cuadro 1.** Criterios de clasificación de los suelos en función de la acidez

Grado de acidez o alcalinidad	pH
Muy ácido	<5.5
Ácido	5.5-6
Ligeramente ácido	6-6.5
Neutro	6.5-7.3
Alcalino	7.3-8.3
Fuertemente alcalino	>8.3

## Conductividad eléctrica

La CE es el parámetro que permite determinar el grado de salinidad en el suelo. Su clasificación se realizó con base a los criterios de Richards (Vázquez, 1999) (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Clasificación de la salinidad del suelo en pasta de saturación

C.E. (ds/m)	Clasificación	Significado agronómico
<2	No salino	Efecto de la salinidad casi nulo
2-4	Poco salino	Los rendimientos de los cultivos más sensibles se afectan
4-8	Moderadamente salino	Se reduce el rendimiento en diferentes especies vegetales
8-16	Muy salino	Solo los cultivos tolerantes rinden apropiadamente
>16	Extremadamente salino	Solo las especies más tolerantes producen rendimientos satisfactorios

## Muestreo de agua

Se tomaron muestras del agua subterránea encontrada en los nueve pozos rehabilitados, y una muestra del agua descargada por el sistema de drenaje. Se analizaron las muestras en laboratorio para obtener el pH, conductividad eléctrica, cationes y aniones, tipos de sales, RAS, dureza y para finalmente obtener la clasificación del agua para el riego según el criterio de Riverside.

En cuanto al tipo de sales (composición hidrogeoquímica del agua freática), se utilizó el programa AQUACHEM. Para la clasificación del agua se empleó las directrices de la Universidad de California (1974) para clasificar el agua de riego según la RAS y el método de riego. Para riego superficial y de acuerdo con su grado de restricción las aguas se pueden clasificar como: a) ninguna ( $RAS < 3$ ), b) ligera a moderada ( $3 < RAS < 9$ ) y c) severa ( $RAS > 9$ ).

## Resultados y Discusión

### Análisis físico-químico de suelo

#### Textura

Las texturas de suelo que predominan son los francos limosos y francos arenosos, estas clases de suelos se consideran aceptables para el cultivo de cacao (Cuadro 3).

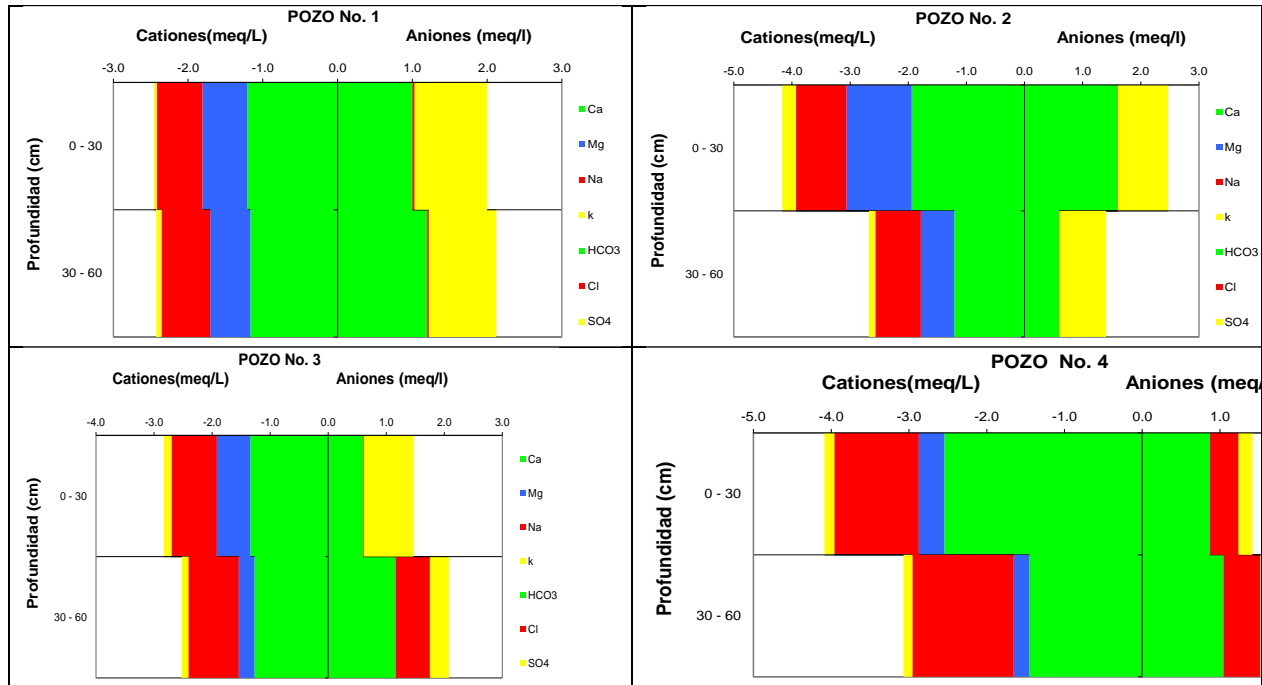
**Cuadro 3.** Resultados de la textura del suelo en los pozos de observación

Pozo	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clasificación de textura
1	0 - 30	15.76	28.56	55.68	Franco Arenoso
	30 - 60	15.76	52.66	31.58	Franco Limoso
2	0 - 30	15.76	58.56	25.68	Franco Limoso
	30 - 60	11.76	32.56	55.68	Franco Arenoso
3	0 - 30	9.76	30.56	59.68	Franco Arenoso
	30 - 60	29.68	53.28	17.04	Franco limoso
4	0 - 30	27.68	55.28	17.04	Franco limoso
	30 - 60	21.68	59.28	19.04	Franco limoso
5	0 - 30	23.68	57.28	19.04	Franco limoso
	30 - 60	55.68	29.28	15.04	Franco arenoso
6	0 - 30	27.68	61.28	11.04	Franco limoso
	30 - 60	25.68	55.28	19.04	Franco limoso
7	0 - 30	23.68	51.28	25.04	Franco limoso
	30 - 60	27.68	57.28	15.04	Franco limoso
8	0 - 30	25.68	53.28	21.04	Franco limoso
	30 - 60	29.68	51.28	19.04	Franco limoso
9	0 - 30	25.68	59.28	15.04	Franco limoso
	30 - 60	27.68	63.28	9.04	Franco limoso
10	0 - 30	25.68	57.28	17.04	Franco limoso
	30 - 60	35.68	53.28	11.04	Franco limoso
	60-90	25.68	59.28	15.04	Franco limoso
11	0 - 30	35.68	55.28	9.04	Franco limoso
	30 - 60	5.68	81.28	13.04	Franco limoso
	60-90	65.68	25.28	9.04	Franco arenoso
12	0 - 30	59.68	33.28	7.04	Franco arenoso
	30 - 60	79.68	13.28	7.04	Areno Franco
	60-90	55.68	37.28	7.04	Franco arenoso

En el perfil del suelo, de los pozos 1, 2 y 3, el catión predominante es el calcio (Ca), de los aniones predominan el bicarbonato (HCO<sub>3</sub>) según se muestra en el cuadro 4 y en la figura 3. Los resultados muestran que las sales con mayor probabilidad de formación en los suelos son las bicarbonatadas cálcicas, las cuales tienen la característica que se disuelve en cantidades muy pequeñas. Para los pozos 4 y 5, el catión predominante sigue siendo el calcio, pero el anión predominante es el cloro. En este caso las sales con mayor probabilidad de formación son los cloruros de calcio, los cuales son muy solubles y con el sistema de drenaje se lavan y no se tendría problemas de salinidad (Figura 3).

**Cuadro 4.** Cationes y aniones de las muestras de suelo

Referencia		meq/L							
No. Pozo	Prof. (cm)	Na	Ca	Mg	K	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cloruros	S-SO <sub>4</sub>
1	0 - 30	0.61	1.21	0.60	0.04	ND	1.00	0.03	0.97
	30 - 60	0.65	1.17	0.54	0.07	ND	1.20	0.02	0.90
2	0 - 30	0.87	1.94	1.12	0.24	ND	1.60	0.01	0.86
	30 - 60	0.78	1.21	0.58	0.11	ND	0.60	0.00	0.80
3	0 - 30	0.78	1.34	0.58	0.13	ND	0.60	0.01	0.86
	30 - 60	0.87	1.27	0.27	0.12	ND	1.16	0.59	0.33
4	0 - 30	1.09	2.54	0.33	0.13	ND	0.87	0.37	0.18
	30 - 60	1.30	1.45	0.20	0.12	ND	1.04	0.47	0.17
5	0 - 30	1.96	1.89	0.49	0.15	ND	1.45	0.68	0.27
	30 - 60	0.65	1.51	0.29	0.14	ND	1.16	0.39	0.36



**Figura 3.** Contenido de cationes y aniones en el suelo, en el pozo 4.





## Potencial hidrógeno (pH)

Con base en el cuadro 1 y los resultados de los análisis de suelos del módulo de drenaje (Cuadro 5), el pH varía de muy ácido a neutro. Todas las muestras se clasifican como “no salino” y se considera que tiene efectos despreciables de la salinidad.

**Cuadro 5.** Clasificación del potencial hidrógeno y conductividad eléctrica

Pozo	Profundidad (cm)	pH	Clasificación	C.E. (dS/m)
1	0 - 30	6.10	Ligeramente ácido	0.13
	30 - 60	6.00	Ácido	0.11
2	0 - 30	6.10	Ligeramente ácido	0.20
	30 - 60	5.90	Ácido	0.22
3	0 - 30	5.50	Muy ácido	0.15
	30 - 60	5.02	Muy ácido	0.11
4	0 - 30	5.68	Ácido	0.06
	30 - 60	5.00	Muy ácido	0.12
5	0 - 30	6.00	Ácido	0.07
	30 - 60	5.07	Muy ácido	0.04
6	0 - 30	5.48	Muy ácido	0.12
	30 - 60	4.69	Muy ácido	0.07
7	0 - 30	5.89	Ácido	0.07
	30 - 60	5.39	Muy ácido	0.06
8	0 - 30	5.59	Ácido	0.08
	30 - 60	5.00	Muy ácido	0.37
9	0 - 30	5.42	Muy ácido	0.14
	30 - 60	5.82	Ácido	0.11
10	0 - 30	6.34	Ligeramente ácido	0.23
	30 - 60	7.14	Neutro	0.14
	60-90	6.62	Neutro	0.13
11	0 - 30	6.01	Ligeramente ácido	0.12
	30 - 60	6.53	Neutro	0.08
	60-90	5.44	Muy ácido	0.06
12	0 - 30	5.55	Ácido	0.08
	30 - 60	5.56	Ácido	0.07
	60-90	5.75	Ácido	0.07
<b>Mínimo</b>		<b>4.69</b>	Muy ácido	<b>0.04</b>
<b>Máximo</b>		<b>7.14</b>	Neutro	<b>0.37</b>
<b>Promedio</b>		<b>5.71</b>	Ácido	<b>0.11</b>
<b>Desv. estándar</b>		<b>0.53</b>	Muy ácido	<b>0.07</b>

## Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica de los suelos varía de 0.04 a 0.37 dS/m (Cuadro 5), con base en la clasificación de Richards (Cuadro 2), los resultados muestran que el suelo no presenta problemas de salinidad en el módulo demostrativo de La Lima, por lo tanto, no se afecta el desarrollo del cultivo.

## Cationes y aniones

En cuanto a los elementos de potasio, calcio y magnesio, estos están en cantidades muy pobres en las muestras de suelo (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Clasificación de cationes de potasio, calcio y magnesio

Pozo	Profundidad (cm)	K	Clasificación	Ca	Clasificación	Mg	Clasificación
1	0 - 30	1.6	Muy pobre	24.2	Muy pobre	7.5	Muy Pobre
	30 - 60	2.7	Muy pobre	23.4	Muy pobre	6.7	Muy Pobre
2	0 - 30	9.4	Muy pobre	38.9	Muy pobre	14.0	Muy Pobre
	30 - 60	4.3	Muy pobre	24.2	Muy pobre	7.2	Muy Pobre
3	0 - 30	5.1	Muy pobre	26.9	Muy pobre	7.2	Muy Pobre
	30 - 60	4.5	Muy pobre	25.4	Muy pobre	3.4	Muy Pobre
4	0 - 30	5.0	Muy pobre	51.0	Muy pobre	4.1	Muy Pobre
	30 - 60	4.5	Muy pobre	29.1	Muy pobre	2.5	Muy Pobre
5	0 - 30	6.0	Muy pobre	37.8	Muy pobre	6.1	Muy Pobre
	30 - 60	5.5	Muy pobre	30.3	Muy pobre	3.6	Muy Pobre
6	0 - 30	5.0	Muy pobre	24.0	Muy pobre	2.5	Muy Pobre
	30 - 60	4.5	Muy pobre	28.9	Muy pobre	3.8	Muy Pobre
7	0 - 30	6.5	Muy pobre	45.8	Muy pobre	4.1	Muy Pobre
	30 - 60	4.0	Muy pobre	33.4	Muy pobre	2.3	Muy Pobre
8	0 - 30	5.0	Muy pobre	117.8	Muy pobre	2.7	Muy Pobre
	30 - 60	4.5	Muy pobre	33.4	Muy pobre	2.5	Muy Pobre
9	0 - 30	3.0	Muy pobre	58.5	Muy pobre	20.0	Pobre
	30 - 60	6.0	Muy pobre	73.0	Muy pobre	10.8	Muy Pobre
10	0 - 30	7.5	Muy pobre	38.5	Muy pobre	6.4	Muy Pobre
	30 - 60	3.5	Muy pobre	150.3	Muy pobre	4.9	Muy Pobre
	60-90	6.5	Muy pobre	70.6	Muy pobre	8.3	Muy Pobre
11	0 - 30	7.5	Muy pobre	38.1	Muy pobre	11.1	Muy Pobre
	30 - 60	6.0	Muy pobre	97.8	Muy pobre	5.9	Muy Pobre
	60-90	5.5	Muy pobre	25.6	Muy pobre	2.5	Muy Pobre
12	0 - 30	6.5	Muy pobre	40.6	Muy pobre	3.5	Muy Pobre
	30 - 60	7.5	Muy pobre	38.4	Muy pobre	6.4	Muy Pobre
	60-90	8.0	Muy pobre	25.1	Muy pobre	5.2	Muy Pobre
<b>Mínimo</b>		<b>1.60</b>	Muy pobre	<b>23.40</b>	Muy pobre	<b>2.30</b>	Muy Pobre
<b>Máximo</b>		<b>9.40</b>	Muy pobre	<b>150.25</b>	Muy pobre	<b>20.00</b>	Pobre
<b>Promedio</b>		<b>5.45</b>	Muy pobre	<b>44.56</b>	Muy pobre	<b>6.13</b>	Muy Pobre
<b>Desv. estándar</b>		<b>1.70</b>	Muy pobre	<b>30.00</b>	Muy pobre	<b>3.87</b>	Muy Pobre

## Sulfatos, cloruros y carbonatos

En sulfatos, las muestras de suelo varían de bajo a muy alto contenido, en cloruros la cantidad se clasifica como buena y sin limitaciones para los cultivos, y por último, en el contenido de carbonatos, se clasifica como adecuada (Cuadro 7). En todos los casos los cloruros se clasifican como “muy bueno, sin limitaciones” y el CO<sub>3</sub> como “adecuado”.

**Cuadro 7. Clasificación de aniones de sulfatos, cloruros y carbonatos**

Pozo	Profundidad (cm)	S-SO <sub>4</sub>	Clasificación	Cloruros	CO <sub>3</sub>
1	0 - 30	46.6	Muy alto	1.1	< 0.01
	30 - 60	43.2	Muy alto	0.8	<0.01
2	0 - 30	41.3	Muy alto	0.2	< 0.01
	30 - 60	38.4	Muy alto	0.1	<0.01
3	0 - 30	41.3	Muy alto	0.5	< 0.01
	30 - 60	15.7	Muy alto	12.5	< 0.01
4	0 - 30	8.5	Alto	13.1	< 0.01
	30 - 60	8.3	Alto	16.8	<0.01
5	0 - 30	12.9	Muy alto	15.4	< 0.01
	30 - 60	17.1	Muy alto	13.8	< 0.01
6	0 - 30	7.5	Medio	13.0	< 0.01
	30 - 60	8.5	Alto	12.2	< 0.01
7	0 - 30	15.2	Muy alto	12.0	<0.01
	30 - 60	8.5	Alto	12.0	< 0.01
8	0 - 30	17.8	Muy alto	3.3	<0.01
	30 - 60	11.2	Alto	14.4	< 0.01
9	0 - 30	2.8	Bajo	8.3	< 0.01
	30 - 60	8.3	Alto	11.0	< 0.01
10	0 - 30	15.1	Muy alto	16.3	<0.01
	30 - 60	2.4	Bajo	2.1	< 0.01
	60-90	15.9	Muy alto	16.0	< 0.01
11	0 - 30	12.5	Muy alto	14.8	< 0.01
	30 - 60	18.9	Muy alto	17.2	< 0.01
	60-90	3.0	Bajo	2.7	< 0.01
12	0 - 30	11.8	Alto	14.4	< 0.01
	30 - 60	8.5	Alto	9.4	< 0.01
	60-90	8.5	Alto	10.9	< 0.01
1a	0 - 30	6.8	Medio	6.2	< 0.01
	30 - 60	5.6	Medio	10.2	< 0.01
	60-90	3.9	Bajo	11.3	< 0.01
<b>Mínimo</b>		<b>2.40</b>	Bajo	<b>0.10</b>	< 0.01
<b>Máximo</b>		<b>46.60</b>	Muy alto	<b>17.20</b>	< 0.01
<b>Promedio</b>		<b>15.53</b>	Muy alto	<b>9.72</b>	< 0.01
<b>Desv. estándar</b>		<b>12.96</b>	Muy alto	<b>5.71</b>	

## Análisis físico-químico de agua

### Potencial hidrógeno y conductividad eléctrica

El pH del agua se encuentra en un rango ácido en todas las muestras (Cuadro 8). El agua muestreada no tiene sales disueltas en cantidades perjudiciales para el desarrollo del cultivo, su clasificación en las muestras es de buena calidad (Cuadro 8).



**Cuadro 8.** Potencial hidrógeno y conductividad eléctrica

Pozo	pH	C.E. (dS/m)	C.S.R. (meq/l)
1	5.99	0.19	0.00
2	6.30	0.14	0.00
3	5.90	0.12	0.00
4	5.93	0.11	0.00
5	6.20	0.11	0.00
6	6.01	0.20	0.00
7	5.89	0.15	0.00
8	5.88	0.17	0.00
9	5.92	0.17	0.00
10	6.00	0.15	0.00
<b>Mínimo</b>	<b>5.88</b>	<b>0.11</b>	<b>0.00</b>
<b>Máximo</b>	<b>6.30</b>	<b>0.20</b>	<b>0.00</b>
<b>Media</b>	<b>6.00</b>	<b>0.15</b>	<b>0.00</b>
<b>Desv. estándar</b>	<b>0.14</b>	<b>0.03</b>	<b>0.00</b>

### Cationes y aniones

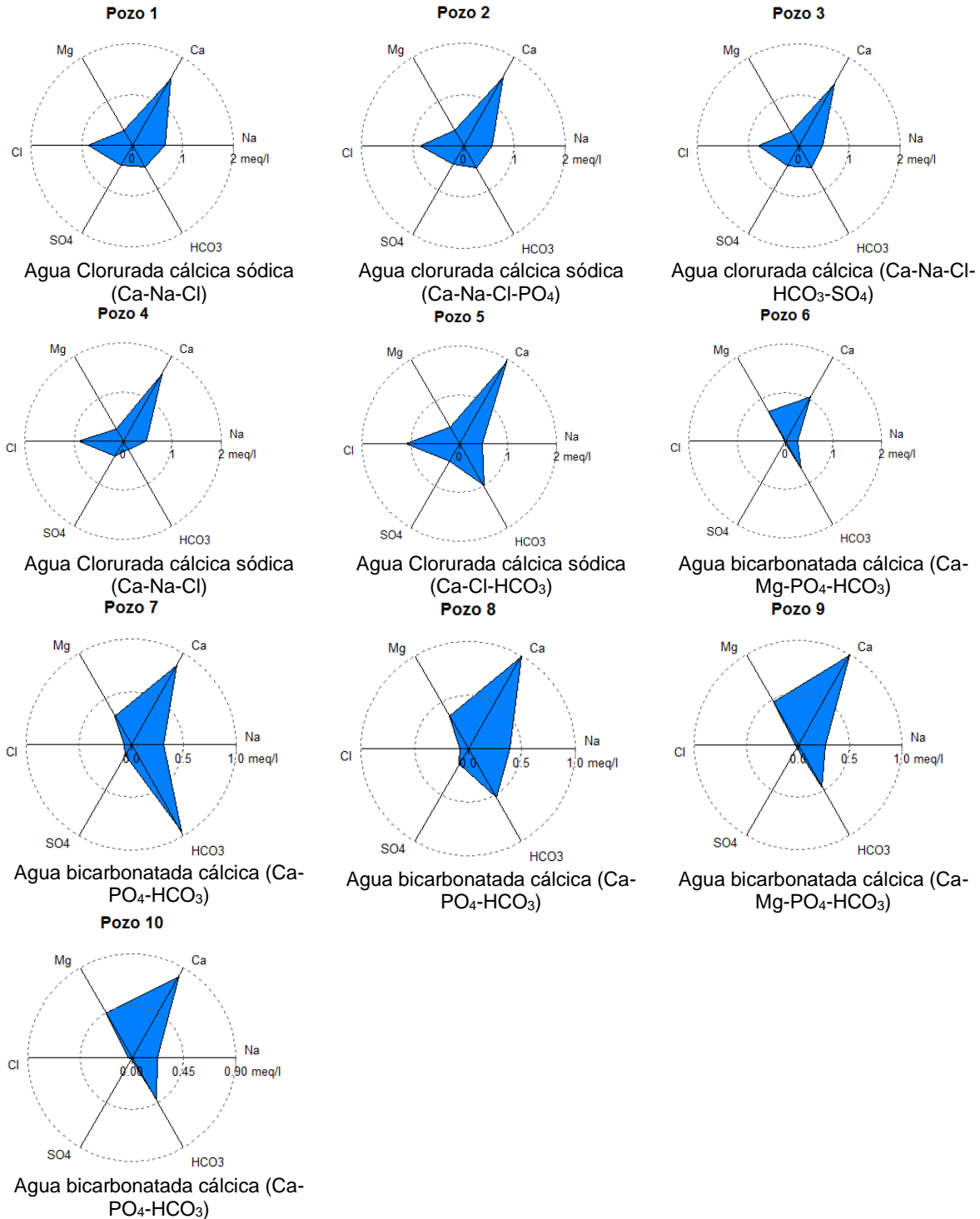
Para saber qué tipo de sales se encuentran en el agua, se realizó un análisis de los cationes y aniones que la componen (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Cationes y aniones de las muestras de agua

Pozo	Cationes (mg/ L)			Aniones (mg/ L)			
	Ca	Mg	Na	N-NO3	P-PO4	HCO3	Cl
1	30.1	4.1	15.0	0.1	0.5	30.5	31.1
2	31.0	4.3	13.0	0.4	0.6	30.5	30.1
3	28.4	3.7	11.0	0.1	0.4	30.5	28.4
4	31.9	3.5	11.0	0.1	0.1	12.1	31.9
5	39.0	4.8	11.0	0.1	0.1	61.2	39.0
6	21.3	8.5	6.0	1.6	1.2	40.1	27.6
7	17.5	3.8	7.0	1.4	1.7	58.2	32.5
8	20.0	4.3	9.0	0.8	1.8	32.1	30.0
9	20.0	5.8	6.0	1.4	1.2	28.2	38.3
10	16.3	5.4	5.0	1.1	2.9	25.6	26.6

## Tipos de sales

En la figura 3, se muestra la composición hidrogeoquímica del agua freática, las aguas son del tipo; Bicarbonatadas, cálcicas, como se puede ver en el cuadro 10.



**Figura 3.** Composición geoquímica de las muestras de agua

**Cuadro 10.** Minerales disueltos en las muestras de agua

Minerales disueltos (mg/l)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Halita (NaCl)	38.17	33.08	27.99	27.99	27.99	0.11	2.38	4.41	15.27	0.65
Silvita (KCl)	14.36	13.27	12.64	9.02	13.94	0.57	1.72	0.19	1.37	1.14
Carbonato (CaCO <sub>3</sub> )	35.99	39.58	32.39	47.50	57.38	16.56	22.53	23.94	24.65	17.57
Dolomita (CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	30.67	32.41	27.94	26.20	36.43	64.37	28.40	32.19	43.55	40.89
Anhidrita (CaSO <sub>4</sub> )	30.63	27.51	31.76	24.39	27.51	2.10	7.80	11.58	2.21	1.06

### Relación de adsorción de sodio (RAS) y dureza

El RAS estimado para las aguas de los pozos muestreados se encuentra por debajo de 3 meq/L, por lo tanto, no existe ninguna restricción para su uso (Cuadro 11). La dureza total en grados hidrotimétricos franceses obtenida del agua indica que se tienen aguas blandas en promedio (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** RAS y dureza total

Pozo	R.A.S (meq/L)	Clasificación	Dureza (GHF)	Clasificación
1	0.97	Sin restricción	9.18	Blanda
2	0.80	Sin restricción	9.50	Blanda
3	0.68	Sin restricción	8.60	Blanda
4	0.80	Sin restricción	9.38	Blanda
5	0.68	Sin restricción	11.71	Blanda
6	0.28	Sin restricción	8.80	Blanda
7	0.40	Sin restricción	5.91	Muy blanda
8	0.48	Sin restricción	6.74	Muy blanda
9	0.30	Sin restricción	7.36	Blanda
10	0.27	Sin restricción	6.28	Muy blanda
<b>Mínimo</b>	<b>0.27</b>	Sin restricción	<b>5.91</b>	Muy blanda
<b>Máximo</b>	<b>0.97</b>	Sin restricción	<b>11.71</b>	Blanda
<b>Media</b>	<b>0.57</b>	Sin restricción	<b>8.35</b>	Blanda
<b>Desv. estándar</b>	<b>0.25</b>		<b>1.78</b>	

### Clasificación del agua para el riego

Tomando en cuenta el RAS y la conductividad eléctrica, se obtiene la clasificación de Riverside, la cual, muestra que en todas las muestras, el agua es de buena calidad y es apta para el riego (C1S1).

### Análisis químico del agua drenada

Se tomó una muestra del agua del dren colector de la parcela y se envió al laboratorio para su análisis. Los resultados muestran que es de buena calidad y es apta para el riego, C1S1 (Cuadro 12).



**Cuadro 12.** Análisis del agua del dren

Referencia	Dato	Clasificación
R.A.S (meq/L)	0.30	Buena
Dureza (GHF)	7.37	Blanda
pH	6.72	Rango normal
C.E. (dS/m)	0.17	Buena
C.S.R. (meq/l)	0.16	Buena
Clasificación Riverside	C1-S1	Agua de buena calidad, apta para el riego.

## Conclusiones

El muestreo de suelo y agua, el suelo es ácido y se recomienda la aplicación de carbonato de calcio en 5 ton/ha, más 3 ton/ha de yeso. La calidad del agua es bicarbonatada cálcica magnésica en general.

De acuerdo con el análisis de suelo y agua y tomando en cuenta la recomendación anterior, el agua freática puede utilizarse para regar el cultivo en la época de déficit de lluvias.

En general, el suelo y el agua tienen la calidad suficiente para el desarrollo óptimo del cultivo de cacao en la zona de estudio.

## Referencias Bibliográficas

- FERTIMEX. (1989). Guía nacional de fertilización y combate de plagas. México, D. F.
- Maas, E. V. (1984). Salt tolerance of plants. *In Handbook of plant science in agriculture*. B. R. Christie (Ed), CRC Press Boca Raton, Florida. USA
- Soil Conservation Service (1972). Drainage of agricultural lands. Water Information Center.
- University of California Comité de Consultantes. (1974). Guidelines for interpretation of water quality for agricultural. University of California, Davis, USA.
- Vázquez A. A. (1999). Guía para interpretar el análisis químico del agua y suelo. Segunda edición. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. Chapingo, México.