

Análisis de dos aguas

I

La muestra de agua analizada procede de un pozo, ubicado en Sayago en los terrenos de la Sección Agronomía de la Universidad de Montevideo, en el rincón Oeste que forma la línea del Ferrocarril con el Camino Millán. Estos terrenos se cultivan, exceptuando la parte más baja, donde precisamente se encuentra abierto el pozo. Aquella parte baja es parcialmente pantanosa, transformándose en laguna después de fuertes lluvias. El subsuelo es formado de esquistos micáceos compactos, parcialmente duros y parcialmente de fácil desagregación.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS CUALITATIVO

1 litro se evaporó, reduciéndolo hasta la mitad y se filtró

Exámen del filtrado

SO ₄ ''	hay.
Cl'	hay — mucho.
H PO ₄ ''	no hay.
H CO ₃ '	(combinado á Na' ó K') hay.
NO ₃ '	hay
H Si O ₃ '	hay — poco.
Na·	hay.
K·	no hay.
Ca··	hay — muy poco.
Mg··	hay — relativamente considerable.

Exámen del depósito

Fe···	vestigios.
Ca··	hay — mucho.
Mg··	hay.
H Si O ₃ ''	hay — vestigios.

H PO₄" no hay.
 (N H₄)' no hay.
 NO₂' no hay.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO

1. Residuo de evaporación:

1/2 litro de agua evaporada contenía 0,295g. de residuo, secada á 120-130°; son.....	590 mg. p. lt.
1/2 litro idem, 0,294 g. idem son.....	588 „ „
	<hr/>
promedio	589 mg. p. lt.

2. Sulfatos:

El residuo evaporado con H ₂ SO ₄ y calcinado con añadidura de carbonato de amoniam, hasta peso constante, pesaba 0,363 g. son.....	726,0
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------

3. S O₃.

500 cms. contenían 0,0090 g. son.....	18,0 „
---------------------------------------	--------

4. Acido clorhídrico (Cl').

En 1.000 cm ³ . de agua evaporada hasta 1/5, se precipitó el Cl' por 7,05 ccm de nuestra solución de Ag NO ₃ ; en otros 1.000 cm ³ . de agua, idem, se precipitó el Cl' por 7,00 cm ³ . de la solución de Ag NO ₃ ; en promedio por 7,025 cm ³ . Ag NO ₃ , el agua contenía Cl'.....	29,048 „ „
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

5. Si O₂.

1.000 cm ³ . de agua, evaporados totalmente, secado el residuo á 110°, ese contenía 0,06414 g. son.....	64,14 „
1.000 idem; ese contenía 0,06104 g. son.	61,04 „ „
	<hr/>
promedio	62,5 g. mg. p. lt.

6. CaO; precipitado en forma de oxalato y pesado en forma de Ca CO₃.

1.000 cm ³ . agua contenían 0,13483 g. son.	134,83 mg. p. lt.
1.000 „ „ „ 0,13466 „	134,66 „ „
	<hr/>
promedio	134,74 mg. p. lt.

7. MgO.

1.000 cm³. agua contenían 0,0634 g. son 63,4 mg. p. lt.

8. NO₃'

500 cm³. agua, evaporados hasta quedar un pequeño resto, analizados por el método de Schloesing, modificado por Schulze-Tiemann contenían 0,02303 g.

NO₃', son..... 46,06

500 cm³. agua ídem contenían 0,02292 g.

NO₃' son..... 45,84 » »

promedio 45,95 mg. p. lt.

9. Materias en suspensión en el agua:

2 litros se filtraron, quedaron en el filtro 0,0023 g, son.....

1,15 » »

10. Cálculo del Na.

Sulfatos + ácido silícico = 0,7260 g.

SiO₂ = 0,0625 g.

Ca SO₄ = 0,1831 »

Mg SO₄ = 0,18920 » = 0,43498 »

Queda para Na₂ SO₄ = 0,29102 g.

ó sea Na = 0,09426 » son. 94,26 » »

CÁLCULO DE LA COMPOSICIÓN DEL RESÍDUO DE EVAPORACIÓN

Na Cl	47,9105 mg. por litro
Na ₂ CO ₃	173,0000 » » »
Ca SO ₄	29,9350 » » »
Ca(NO ₃) ₂	69,7630 » » »
CaCO ₃	75,8050 » » »
MgCO ₃	132,2800 » » »
SiO ₂	72,5909 » » »

582,0935 mg. por litro

IONES CONTENIDOS EN EL AGUA

I. Cationes

Hidrógeno H'	g pro lt. 0,005045
Sodio Na'	0,09426
Calcio Ca''	0,096314
Magnesio Mg''	0,038267

II. Aniones

Cloro Cl'	0,029048
Acido carbónico HCO'' ⁴	0,48274
» silisico HSiO ₃ '.....	0,080205
» sulfúrico SO ⁴ ''.....	0,02095
» nítrico NO ₃ '.....	0,04595

DUREZA TOTAL DEL AGUA POR CÁLCULO

Dureza total:

40	grados	franceses
22,35	»	alemanes
27,93	»	ingleses

APRECIACIÓN DE LOS RESULTADOS

El agua es clara, incolora, inódora, sin sabor.

— Temperatura en 13° C.— Es dura el residuo de evaporación — 589 mg. en 1 litro — es muy alto; aunque se conozcan buenas aguas, cuyo residuo de evaporación alcanza una proporción igual ó superior. Desfavorable para la apreciación del valor higiénico del agua son las circunstancias siguientes:

1.) El residuo de evaporación, calcinado se vuelve oscuro y negro, no desapareciendo el color, sino continuando la calcinación durante unos 10 minutos — Una agua de consumo no debe dar un residuo que ennegrece al calcinarlo. (Konig, Die Untersuchung etc. p. 348).

2.) El agua, aunque no contenga ni amoníaco, ni ácido nitroso, encierra una proporción muy fuerte de ácido clorhídrico y nítrico y sobre todo de sales alcalinas (Na²CO³). El agua tiene una reacción alcalina pronunciada.

Proporción en el agua analizada

N ₂ O ₅	40,02
Cl.....	29,04

Límites admitidos para el agua de consumo (Tiemann - Gärtner)

mg pro litro.....	5—15
» » »	20—30

De allí deducimos que las superficies lavadas por el agua que infiltra en el pozo, ó las capas que atraviesa contienen produc-

tos de la putrefacción de materias orgánicas, pero completamente oxidados; que en los terrenos que rodean el pozo los fenómenos de oxidación son activos. En este caso la higiene requiere que para el consumo y para ciertos usos industriales — fabricación de manteca, cervecería, destilería etc. — el agua se filtre.

II

El agua, cuyo análisis dió los resultados que siguen, la suministra un pozo abierto en los terrenos de la granja modelo «Sayago» que forma parte de la Sección Agronomía, y más precisamente á proximidad de los edificios de la referida granja. Está ubicado en lo alto de la cuchilla contrariamente al pozo cuya agua analizamos antes. Entre los dos hay una distancia de unos 1.000 metros.

El agua está límpida, sin olor, pero con sabor salado, aunque tan débil que no todas las personas lo perciben.

Fué analizada según los mismos métodos que el agua anterior, y todas las determinaciones pudieron verificarse tantas veces que fuera necesario, lo que no sucedió con el primer agua, por haber sido demasiada escasa la muestra llevada al laboratorio: efectivamente $\text{SO}_4^{4''}$, Mg^{\cdot} y los sulfatos no pudieron determinarse sino una vez.

Resultados del análisis calitativo:

1 litro de agua se hirvió hasta reducirlo á $\frac{1}{2}$ litro más ó menos. Se filtró. El residuo se trató con ácido clorhídrico. (Fresenius, **A**nálisis calitativo).

Exámen del filtrado:

$\text{SO}_4^{4''}$ hay.

Cl^{\cdot} hay en cantidad notable.

Carbonatos alcalinos hay.

NO_3^{\cdot} hay; reacción con el difenilamina y también con el sulfato ferroso.

SiO_2 hay.

$\text{Ca}^{\cdot\cdot}$ hay.

$\text{Mg}^{\cdot\cdot}$ hay cantidad apreciable.

Na^{\cdot} hay.

K^{\cdot} vestigios.

Exámen del residuo tratado con HCl.

- Fe ... hay vestigios.
 SiO² — hay.
 HPhO^{4''} — no hay.
 Ca .. hay mucho.
 Mg .. hay mucho.
 Amoníaco no hay.
 NO^{2'} no hay.

I.—Residuo.

a) 500 cm ³ de agua, dejaron como residuo secado a 110°-120° C 4.862 gr. En un litro	972.4	mgr.
b) 1.000 cm ³ evaporados dejaron como residuo.....	969.8	»
Promedio.....	971.1	mgr.

II.—Sulfatos.

a) El residuo Ib, de 1.000 cm ³ de agua, tratado con ácido sulfúrico y calcinado en una atmósfera de carbonato de amonium, pesó.....	1171.8	»
b) 500 cm ³ de agua, acidulada con ácido sulfúrico, evaporada y calcinado el residuo en una atmósfera de carbonato de amonium, dejaron como residuo 0.586 gr. Por litro.....	1172.0	»
Promedio.....	1171.9	mgr.

III.—Sílice.

a) 1.000 cm ³ evaporados con ácido clorhídrico, tratado el residuo con ácido clorhídrico, abandonaron.....	58.680	»
c) 500 cm ³ tratados del mismo modo, dejaron	61.280	»
Promedio.....	59.98	mgr.

IV. Óxido de calcio.

a) El filtrado de III a, de 1000 cm ³ de agua, alcalinizado y precipitado en caliente por el oxalato de calcio, dió, pesado en forma de carbonato de calcio.....	114.58	»
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------	---

b) El filtrado de III b, tratado del mismo modo dió por litro	114.48	mgr.
Promedio	114.53	mgr.

V. Óxido de magnesio.

a) El filtrado de IV a, en forma de fosfato amoníaco-magnesiano, pesado como pirofosfato de magnesio.....	145.24	mgr.
b) 500 cm ³ dieron 0.07243 gr. de óxido de magnesio; por litro	144.86	»
Promedio.....	145.05	mgr.

VI. Ion sulfúrico—SO^{4'}.

a) 1000 cm ³ evaporados parcialmente después de acidulados con ácido clorhídrico, precipitados en caliente por el cloruro de calcio, dieron.....	34.36	»
b) 1000 cm ³ tratados idénticamente dieron.....	34.895	»
Promedio	34.627	mgr.

VII. Ion cloro—Cl'.

a) 500 cm ³ , evaporados hasta pequeño resto y titulados con una solución de nitrato de plata de concentración conocida, necesitáron.....	22.45	cm ³
b) 500 cm ³ , tratados del mismo modo, necesitáron	22.55	»
Promedio.....	22.50	cm ³
Por litro 45 cm ³ correspondiendo á Cl'...	187.00	mgr.

VIII.— Ion nítrico.—NO^{3'}.

a) 500 cm ³ evaporados con hidrato de potasio y examinados por el procedimiento de Schlessing, modificación Schulze - Tieman, diéron por litro	103.95	mgr.
b) 500 cm ³ , tratados idénticamente, dieron por litro.....	105.88	»
Promedio.....	104.91	mgr.

IX.— Ion Na.

Se encuentra por el cálculo, que los sulfatos, 1.171.9 mgr. contienen 394.42 mgr. de sulfato de sodio: 1.000 cm³ de agua contienen por consiguiente 127.901 mgr.

COMPOSICIÓN DE RESÍDUO

A partir de los datos que preceden, se calcula para el residuo salino del agua, la composición siguiente:

Sílice	59.98 mgr. por litro
Cloruro de sodio	308.58 » » »
Carbonato de sodio	14.54 » » »
Sulfato de calcio	49.06 » » »
Nitrato de calcio	138.73 » » »
Cárbonato de calcio	83.88 » » »
Cárbonato de magnesio	303.18 » » »
Total	<u>957.95 mgr. por litro</u>

Encontramos: residuo secado á 110°—120°: 971.1 mgr. por litro. La diferencia, ó sean 13.2 mgr., representan la materia orgánica y un poco de agua de cristalización de ciertas sales.

Al calcinar el residuo, enegrece, y se desprenden abundantemente gases con olor característico de productos de la descomposición de materias orgánicas calcinadas.

Materias orgánicas oxidables por el permanganato de potasio.

a) 100 cm³ de agua, necesitaron para oxidar la materia orgánica oxidable, en solución alcalina primeramente, ácida después, 1.35 cm³ de nuestra solución de KMnO⁴.

b) 100 cm³ de agua necesitaron, del mismo modo, 1.25 cm³ de nuestra solución de KMnO⁴.

1.25 cm³ de nuestra solución de KMnO⁴=1.41 cm³ ¹/₁₀₀ normal.

1 litro de agua necesita para la oxidación de la materia orgánica oxidable 1.128 mgr. de oxígeno ó 4.45 mg. de permanganato de potasio.

Dureza del agua—La dureza total del agua corresponde á

$$\frac{114.53 + 145.05 \times 1.4}{10} = 31.7 \text{ grados alemanes}$$

ó sea 39.6 grados ingleses ó sea 56.7 grados franceses.

Iones contenidos en el agua.—1000 cm³ de agua contienen los siguientes iones en las cantidades indicadas, admitiéndose que todos los carbonatos se encuentran al estado de bicarbonato.

Cationes:

H.	1.299 mgr.
Na.	127.901 »
Ca.	81.806 »
Mg.	87.548 »

Aniones:

Cl'	187.000 »
HCO ^{3'}	557.68 »
HSiO ^{3'}	76.571 »
LO ^{3''}	34.627 »
	104.91 »

Apreciación de los resultados.— El agua examinada es transparente, incolora, limpia, sin olor, sin sabor. La cantidad de las materias disueltas — expresada por el residuo de la evaporación secado 110° — 120° — es muy considerable. Lo componen en primer lugar sales de calcio y de magnesio en proporción tal que el agua resulta *muy dura*, razón porque no conviene, *tal cual* ni para cocer, ni para lavar, ni tampoco para alimentar las calderas; tanto menos conviene directamente á la alimentación de calderas de vapor que el residuo contiene parte del calcio al estado de sulfato.— El residuo también contiene materias orgánicas: Dicho residuo es blanco; pero calcinándolo después de tratado por el H²SO⁴ y eliminado el exceso del último — se pone muy obscuro y desprende abundantemente gases con olor característico á materias orgánicas descompuestas por el color. Sin embargo, la cantidad de materias orgánicas

contenidas en el residuo es inferior á 14 mgr., y también el índice de oxidación (4.45 mgr. de permanganato) es reducido. El agua no contiene ni amoníaco, ni ácido nitroso (ión nitroso $\text{NO}^{2'}$).— Uno y otro son, por lo general, productos de la putrefacción, el primero directo, el segundo indirecto, resultando de la oxidación del primero.— El límite de la oxidación de materias ozoadas lo representa el ácido nítrico, Ahora bien, el agua analizada contiene *ácido nítrico* (ion nítrico $\text{NO}^{3'}$) *en proporción muy considerable* (casi 105 mgr. por litro) y al mismo tiempo clorione (Cl') en cantidad muy notable (187 mgr. por litro). Estas circunstancias permiten sospechar que el agua esta ensuciada por materias derivadas de deyecciones humanas y animales, basuras, etc.

Apoya está presunción el hecho de que el pozo de la Granja Modelo no está muy apartado de los estábulos y demás edificios; y lo apoya también la comparación de los resultados del análisis de las dos aguas cuyos pozos distan unos 500 metros uno de otro.

	<u>Pozo de la Quinta</u>	<u>Pozo de la Granja</u>
NaCl	47.9 mgr.	308.59 mgr.
Ca (NO^3) ²	75.8 »	138.73 »

Para resolver el problema de una polución probable por materias provenientes de deyecciones y residuos domésticos, sería necesario examinar el agua de algunos pozos más, en la vecindad.

El agua analizada debe de apreciarse desfavorablemente, en último lugar, por la cantidad notable de magnesio que contiene. (Mg. 87 mgr).

H. VANDE VENNE.