

<http://dx.doi.org/10.32911/as.2014.v7.n2.471>

## Evaluación de la calidad del Agua de consumo humano de los Olivos y anexos

Evaluation of water quality for human consumption of the Olivos and annex

Edgar Olivera De la Cruz.<sup>1</sup>, Alejandro Barba Regalado.<sup>1</sup>, Walter Giraldo Ramírez.<sup>1</sup>, Víctor Martínez Montes.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El objeto es evaluar la calidad del agua de consumo humano de los Olivos y Anexos, del distrito de Independencia de la provincia de Huaraz y de la región Ancash. Para el efecto se realizaron los correspondientes muestreos y se analizaron 28 parámetros entre físicos, químicos y microbiológicos. Estos parámetros han sido determinados según los métodos normalizados, y luego contrastados con los valores máximos permitidos en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA) y las normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), llegando a la conclusión de que el agua de consumo de la localidad mencionada en cuanto al contenido de plomo y coliformes, sobrepasa al valor máximo permitido por las normas citadas, en tal sentido y para estos parámetro el agua no es apto para su consumo en forma directa. Para cumplir con el objetivo de evaluar la calidad del agua, se tomaron las muestras respectivas en cinco puntos de muestreo estratégicamente ubicados; con lo que se procedió a determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, las que se muestran en las tablas correspondientes.

**Palabras clave:** Calidad de agua; agua de consumo humano; parámetro de calidad; límite máximo permisible.

### ABSTRACT

The objective is to evaluating the quality of the water of human consumption of The Olive trees and Annexes, of the district of Independence of the county of Huaraz and of the department and region Ancash. For the effect they were carried out the corresponding samplings and 28 parameters were analyzed among physiques, chemists and microbiological. These parameters have been determined according to the normalized methods, and then contrasted with the maximum values allowed in the Regulation of the Quality of Water for Human Consumption (DS N° 031-2010-INC) and the norms settled down by the World Organization of the Health (OMS), reaching the conclusion that the water of consumption of the town mentioned as for the lead content and coliformes, surpasses to the maximum value allowed by the mentioned norms, in such a sense and for these parameter the water is not capable for its consumption in direct form.

To fulfill the objective of evaluating the quality of the water, they took the respective samples strategically in five sampling points located; with what you proceeded to determine the physical parameters, chemists and microbiological, those that are shown in the corresponding charts.

**Key words:** Quality of water; dilutes of human consumption; parameter of quality; permissible maximum limit.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Ancash - Perú.

## INTRODUCCIÓN

El Barrio de Los Olivos y Anexos se encuentra ubicado al Suroeste del distrito de Independencia de la provincia de Huaraz de la región Ancash. Cuenta con una población aproximada de 4500 habitantes, el problema que afronta la población es la calidad del agua que consume, toda vez que no existe ningún estudio de evaluación y no cuenta con un adecuado tratamiento para su potabilización. Por lo que esta agua presenta algunas características físicas inapropiadas como una turbiedad relativamente alta, apreciable presencia de partículas sólidas en suspensión especialmente en épocas de lluvia y la población lo consume directamente sin previo tratamiento adecuado.

Según información de los pobladores, el agua también produce pigmentado marrón en los inodoros, lavaderos y otros depósitos de almacenamiento, percude la ropa blanca; generando malestar, constantes quejas y frecuentes reclamos de los usuarios. Frente a esta situación el Presidente de la Asociación de Servicios de Agua Potable y Desagüe de Los Olivos y sus Anexos ha recurrido a la UNASAM solicitando una evaluación de la calidad del agua, por lo que la universidad en cumplimiento de una de sus funciones como es la proyección a la comunidad, no ha dudado en aceptar el pedido y ha encargado al equipo de docentes para la realización de la tarea, cuyo resultado se presenta en este trabajo.

El trabajo se realizó coordinadamente con los responsables de la administración del agua potable tal como en la ubicación de los puntos de muestreo y otras acciones pertinentes, y se realizaron la toma de las muestras para luego efectuar los análisis físicos, químicos y microbiológicos respectivos basados en los métodos normalizados.

Se analizaron los 28 parámetros entre características físicas, químicas y microbiológicas y los resultados obtenidos fueron contrastados con los valores máximos permitidos en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano y las normas establecidas por la OMS.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución: Los análisis se realizaron en:

a) Laboratorio de Química de la UNASAM: Se determinaron las características físicas y algunas químicas.

b) Laboratorio de Calidad Ambiental de la FCAM-UNASAM: Se determinaron las características microbiológicas y contenido de metales pesados.

Muestras para el análisis

Las muestras para el análisis se tomaron en cinco puntos estratégicos:

Punto 1: Captación Ramrashruri-Unchus (Muestra 1: M1)

Punto 2: Desarenador Ramrashruri-Unchus (Muestra 2: M2)

Punto 3: Ingreso al reservorio principal-Los Olivos (Muestra 3: M3)

Punto 4: Ingreso al tanque de distribución-Los Olivos (Muestra 4: M4)

Punto 5: Red de distribución-Los Olivos (Muestra 5: M5)

Toma, conservación de muestras y análisis *in situ*

a) Toma de muestra: El muestreo se realizó según la Norma 1060B los recipientes fueron de polietileno con tapa de seguridad previamente esterilizados y rotulados y de un litro de capacidad. El muestreo se realizó en época de lluvias el día 15 de Febrero del 2013 en horas de la mañana y en época de estiaje el día 11 de Setiembre del presente año, en horas de la mañana.

b) Determinaciones *in situ*. Las propiedades y componentes medidos *in situ* fueron los siguientes: Temperatura y pH.

## Métodos de análisis químico

Entre los métodos analíticos utilizados en el presente trabajo, fueron:

## Métodos gravimétricos:

Consistió en separar el constituyente deseado de la muestra que lo contiene, someterlo a un tratamiento térmico y pesado.

## Método volumétrico:

Consistió en medir el volumen de un reactivo (solución valorada) que se requiere para originar una reacción directa o indirecta con la sustancia, conociendo el volumen de la solución valorada consumida y su concentración se calculó la cantidad del analito.

## Método instrumental:

Entre los métodos instrumentales utilizados en el presente trabajo fueron: Turbidimetría, conductimetría, potenciometría, colorimetría y espectroscopia de emisión de llama.

## Características físicas

Las cinco características físicas más

importantes del agua fueron: Turbiedad, color, olor, sabor y temperatura. Se llaman físicas por que se pueden detectar con los sentidos y esto implica que tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas del agua.

## Características químicas

Las características químicas tomadas en cuenta fueron: Acidez total, alcalinidad total, pH, cloro residual, cloruros, dureza total, fluoruros, fosfatos, sulfatos, nitratos, aluminio disuelto, arsénico disuelto, cadmio disuelto, cobre disuelto, cromo disuelto, fierro disuelto, manganeso disuelto, mercurio disuelto, plomo disuelto y potasio disuelto.

## Características microbiológicas

La microbiología es la ciencia que estudia los microorganismos y sus actividades. En este estudio se consideró los coliformes fecales y los coliformes totales.

## RESULTADOS

### Resultados de los análisis

En las tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 se muestran los resultados de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua en los diferentes puntos de muestreo y en los dos períodos del año, determinados para este trabajo de investigación.

Tabla 1. Resultados de las características físicas en época de lluvias

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	M5	Valor DS N° 031 - 2010 - SA
Temperatura	°C	8,0	10,0	12,5	13,0	14,0	---
Conductividad	μS/cm	58	57	57	58	58	250
Salinidad	mg/L	100	99	98	97	98	---
Turbiedad	UNT	7,37	5,54	5,94	7,05	6,85	5
Sólidos en suspensión	mg/L	345,2	296,2	272,6	241,5	167,8	1500
Color	UCV/Pt - Co	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	---

Fuente: Resultados de los análisis obtenidos in situ y en laboratorios

Tabla 2. Resultados de las características químicas del agua en época de lluvias

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	M5	Valor DS N° 031 - 2010 -SA
Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	15	14	15	15	14	---
Acidez total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	1	1	1	1	1	---
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	52,64	55,41	56,04	56,00	56,18	500
pH	pH	6,5	6,0	6,5	6,5	6,5	6,5 -8,5
Cloro residual	mg/L Cl <sub>2</sub>	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	---
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	10,22	10,22	10,22	10,22	13,63	250
Fluoruros	mg/L F	0,62	0,55	0,66	0,68	0,60	1,5
Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	50
Fosfatos	mg/L PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	---
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	25	96	48	36	27	500
Aluminio disuelto	mg/L Al	< 0,020	< 0,050	< 0,060	< 0,020	< 0,020	0,20
Arsénico disuelto	mg/L As	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,01
Cadmio disuelto	mg/L Cd	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,005
Cobre disuelto	mg/L Cu	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,36	< 0,02	2,0
Cromo disuelto	mg/L Cr	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,05
Fierro disuelto	mg/L Fe	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	< 0,500	0,160
Manganeso disuelto	mg/L Mn	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	0,5
Mercurio disuelto	mg/L Hg	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,001
Plomo disuelto	mg/L Pb	0,060	0,070	0,060	0,040	0,050	0,01
Potasio disuelto	mg/L K	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	---

Fuente: Resultados de los análisis obtenidos en laboratorios

Tabla 3. Resultados de las características microbiológicas del agua en época de lluvias obtenidos en laboratorio

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	M5	Valor DS N° 031 - 2010 -SA
Coliformes totales (CT)	UFC <sup>(1)</sup> /mL	56	90	26	< 1	5	0,00
Coliformes fecales (CF)	UFC/mL	26	56	14	< 1	2	0,00

(1): Unidades Formadoras de Colonias

Tabla 4. Resultados de las características físicas del agua en época de estiaje obtenidos in situ y en laboratorio

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	M5	Valor DS N° 031 - 2010 - SA
Temperatura	°C	9,0	8,7	12,6	13,3	13,8	---
Conductividad	μS/cm	67,4	67,5	536,0	120,4	68,2	250
Salinidad	mg/L	101,2	99,3	98,2	98,1	99,1	---
Turbiedad	UNT	5,48	6,02	12,50	7,49	6,65	5
Sólidos en suspensión	mg/L	344,8	294,1	273,0	242,3	168,2	1500
Color	UCV/Pt - Co	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	---

Tabla 5. Resultados de las características químicas del agua en época de estiaje

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	M5	Valor DS N° 031 - 2010 -SA
Alcalinidad total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	18	16	104	32	17	---
Acidez total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	---
Dureza total	mg/L CaCO <sub>3</sub>	51, 64	54,42	57,00	56,02	56,80	500
pH	pH	6,0	6,0	6,5	6,5	7,0	6,5-8,5
Cloro residual	mg/L Cl <sub>2</sub>	< 0,0 5	< 0,05	4,00	< 0,05	< 0,05	---
Cloruros	mg/L Cl <sup>-</sup>	11, 62	11,06	12,27	11,92	12,83	250
Fluoruros	mg/L F	< 0,1 0	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	1,5
Nitrat os	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 1,0	1,1	< 1,0	< 1,0	< 1,0	50
Fosfatos	mg/L PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	---
Sulfatos	mg/L SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	25	42	28	40	139	500
Aluminio disuelto	mg/L Al	< 0,0 20	< 0,020	< 0,020	0,050	< 0,020	0,20
Arsénico disuelto	mg/L As	< 0,0 50	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,01
Cadmio disuelto	mg/L Cd	< 0,0 02	0,013	0,016	< 0,002	< 0,002	0,005
Cobre disuelto	mg/L Cu	< 0,0 2	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	2,0
Cromo disuelto	mg/L Cr	< 0,0 10	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,05
Fierro disuelto	mg/L Fe	0,0 30	0,040	< 0,005	0,040	0,030	0,160
Manganeso disuelto	mg/L Mn	< 0,2 5	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	0,5
Mercurio disuelto	mg/L Hg	< 0,0 25	0,088	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,001

Tabla 6. Resultados de las características microbiológicas del agua en época de estiaje obtenidos en laboratorio

PARÁMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4	M5	Valor DS N° 031 - 2010 -SA
Coliformes totales (CT)	UFC <sup>(1)</sup> /mL	1260	450	< 1	< 1	< 1	0,00
Coliformes fecales (CF)	UFC/mL	900	260	< 1	< 1	< 1	0,00

(1): Unidades Formadoras de Colonias

## DISCUSIÓN

### Características físicas

- Temperatura: El DS N° 031-2010-SA no fija un límite con respecto a la temperatura.
- Conductividad: La OMS fija 250µS/cm como límite máximo para este parámetro, y por tanto, el agua que consume la localidad de Los Olivos se encuentra dentro de los límites permitidos por esta norma.
- Salinidad: El DS N° 031-2010-SA fija un límite máximo de 1000 miligramos de sales totales disueltas por litro de agua. Por tanto el agua que consume la localidad de Los Olivos y Anexos es apta para su consumo.
- Turbiedad: El DS N° 031-2010-SA, que fija en 5 UNT, el agua de Los Olivos, se encuentra ligeramente superior a lo permitido. Sin embargo este valor, es manejable y que se da a conocer en nuestras sugerencias.
- Sólidos totales en suspensión: La OMS propone una concentración aceptable de 500 mg/L y una concentración máxima admisible de 1500 mg/L; por lo tanto, el agua que consume la población de Los Olivos se encuentra dentro de los valores permitidos por esta norma.
- Color: El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano en el Perú, fija en 15 UCV, por tanto es apto para su consumo.

### Características químicas

- Alcalinidad total: El Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano y las normas de la OMS, no fijan límites para este parámetro.
- Acidez total: El Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano y las normas de la OMS, no fijan límites para este parámetro.
- Dureza total: El Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano coincide con estos valores.
- pH: El Reglamento de la Calidad del Agua de Consumo Humano y las normas de la OMS fija un valor máximo admisible de 6,50 a 8,50. En este sentido el agua que viene consumiendo la población de Los Olivos y Anexos es prácticamente neutra y se encuentra dentro de los límites máximos permisibles.
- Cloro residual: Existe un déficit de cloro residual en la red de distribución domiciliaria y es la causante de los contenidos de coliformes, como puede observarse en la Tabla 7.
- Cloruros: La OMS que fija en 250 mg de cloruros por litro de agua y el DS N° 031-2010-SA no fija límites para este parámetro.
- Fluoruros: Según la norma DS N° 031-2010-SA para aguas potables, la

concentración límite recomendada es de 1,00 mg/L de fluoruros. En tal sentido, el agua que consume la población de los Olivos y Anexos es apta en lo que respecta a este parámetro.

- h) Nitratos: El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que fija en 50 mg de nitratos por litro de agua, por lo que se considera apto para su consumo en lo que respecta a este parámetro.
- i) Fosfatos: La OMS ni el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano no fijan ningún límite para este parámetro. En este sentido las aguas materia de estudio se pueden consumir sin ningún riesgo con respecto a este parámetro.
- j) Sulfatos: Para este parámetro la OMS fija una concentración deseable de 250-500 mg/L de iones sulfato, mientras que el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano establece un valor máximo permitido de 250 mg/L. El agua de Los Olivos se encuentra con concentraciones por debajo de los valores permitidos por estas normas.
- k) Aluminio disuelto: La concentración de este parámetro se encuentra por muy debajo del límite máximo permitido por la OMS y el DS N° 031-2010-SA, las mismas que fijan en 0,20 mg/L.
- l) Arsénico disuelto: El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y la OMS establece como valor máximo permisible de arsénico en aguas de consumo humano un valor de 0,01 mg/L. Los valores obtenidos para este parámetro se encuentran por debajo de 0,05 mg/L. Es necesario utilizar otro método analítico.
- m) Cadmio disuelto: El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, fija como máximo 0,003 mg/L, por tanto, el agua que consume la localidad de Los Olivos es apto para su consumo en lo que se refiere al contenido de este metal.
- n) Cobre disuelto: Según la OMS y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que fijan en 2,0 miligramos de cobre por litro de agua. Por

tanto esta agua es apta para su consumo en lo que concierne a este parámetro.

- o) Cromo disuelto: El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y la OMS que fijan en 0,05 miligramos de cromo por litro de agua. Por tanto esta agua que viene consumiendo la localidad de Los Olivos y sus Anexos es apta para su consumo en lo que concierne a este parámetro.
- p) Hierro: El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano la concentración máxima aceptable es de 0,300 mg/L de hierro. En este sentido el agua materia de estudio se considera apta para su consumo en lo referente al contenido de hierro.
- q) Manganeso disuelto: La OMS y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano fijan valores por debajo de las contenidas en el agua analizada. Por tanto esta agua es apta para su consumo en lo que respecta a este parámetro.
- r) Mercurio disuelto: El contenido de este parámetro en las aguas de Los Olivos y Anexos, analizado utilizando el método de Cetone de Michler arroja valores por debajo de 0,025 miligramos de mercurio. El valor máximo permitido tanto por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano como por la OMS para este parámetro es de 0,001 mg/L. Por tanto, no se puede afirmar que el valor encontrado se encuentra por encima de ello. Por lo que se debe utilizar otro método de análisis que permita establecer una contrastación válida.
- s) Plomo disuelto: En período de lluvias el contenido de plomo encontrado con el método PAR utilizado y, en la red domiciliaria, arroja un valor de 0,050 mg/L. Por otro lado, en época de estiaje, se encuentra por debajo de 0,010 mg/L. En este sentido, contrastando con el límite máximo permitido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y la OMS para el contenido de plomo en las aguas de consumo humano, que fijan en

0,010 mg/L, se puede decir que en época de lluvias no es apto y en época de estiaje es apto para su consumo. Sin embargo es recomendable utilizar otro método analítico más sensible a fin de determinar con mayor exactitud y precisión el contenido de este metal pesado.

#### Características microbiológicas

- a) Coliformes Totales: Para la OMS y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano en el Perú, no deben contener ninguna unidad de coliformes totales. En este sentido el agua de Los Olivos en época de lluvias y estiaje está sobrepasando estas normas. Por tanto es necesario mejorar la cloración del agua para garantizar la eliminación de estos coliformes.
- b) Coliformes Fecales: Para la OMS y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano en el Perú, no deben contener ninguna unidad de coliformes fecales. En este sentido el agua de Los Olivos en época de lluvias y estiaje está sobrepasando estas normas. Por tanto es necesario mejorar la cloración del agua para garantizar la eliminación de estos coliformes.

## CONCLUSIONES

1. La fuente de agua que consume los pobladores de la localidad de Los Olivos y sus Anexos, de acuerdo a los criterios establecidos por el Servicio de Salud Pública de los EE. UU., y conforme a la Guías Internacionales de agua potable de la OMS, pertenece al Grupo II de aguas crudas, por tanto no es apto para ser consumido directamente.
2. La fuente de agua que consume los pobladores de la localidad de Los Olivos y Anexos, es aceptable para el consumo humano, previo tratamiento de potabilización convencional tal como coagulación, sedimentación, filtración

rápida y desinfección con post cloración.

3. El contenido de coliformes fecales y totales en los puntos de captación y antes del punto de cloración son relativamente altos, que están alcanzando promedios de 580 UFC/mL. En tanto que en la red de distribución baja a valores menores a 1 UFC/mL. El comportamiento del contenido de los coliformes totales es muy similar. Lo que indica que la cloración es buena pero no suficiente.
4. El contenido de plomo, cloro residual libre y turbiedad, se encuentran con valores moderadamente altos con respecto a los valores permitidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano y las normas establecidas por la OMS. Con el propósito de descartar o confirmar estos valores, se considera necesario realizar los análisis de estos parámetros utilizando otros métodos más sensibles. En el presente trabajo no se relazaron por otros métodos por no contar con los instrumentos.

## AGRADECIMIENTOS:

Expresamos nuestro reconocimiento y agradecimiento a las autoridades y directivos del agua potable de Los Olivos y Anexos por su interés y apoyo para la realización del trabajo.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Carrión-Méndez-Cánepa, (1992) Programa Regional MPE/OPS/CEPIS de mejoramiento de la calidad del agua para consumo humano, Manual I: el agua calidad y tratamiento para consumo humano Junio.
- Dreisbach, R., (1978) Manual de Envenenamiento, University of Washington. Washington.
- Feinglass, E., (1993) Arsenic intoxication from well water in the United States.
- Galvao, L.-Crey, G., (1987) "Mercurio". Serie Vigilancia 7. Centro Panamericano de Ecología y Salud. OPS/OMS. Metepec-México.
- Gems/Agua. (1994) Programa sobre Monitoreo y Evaluación Global de la Calidad de agua, tercera Edición, Organización mundial de la salud, Ontario-Canadá.
- Ministerio de Salud. (2010) Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N° 031 2010-SA, Lima.
- Organización Mundial de la Salud. (1995) OMS, Guías para la calidad aguas de bebida.
- Otero, A.-Mora, V., (1987) Epidemiología de la intoxicación por plomo de agua domiciliaria y saturnismo. Valoración de parámetros para el estudio de grandes poblaciones.
- Rodier J. (1998) Análisis de las aguas, Editorial Omega S.A. Tercera reimpresión- Barcelona España.
- Vogel A. (1960) Química Analítica Cuantitativa, Editorial Kapelusz, Volumen II, Segunda Edición, Buenos Aires.

**Correspondencia**

Edgar Olivera De la Cruz