



CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE EFLUENTES DE BODEGAS MENDOZA (ARGENTINA)

CHEMICAL CHARACTERIZATION FROM VINERIES MENDOZA (ARGENTINA)

Graciela González
Armando Navarro
Liliana de Borbón

Liliana Albornoz
Andrea Hidalgo

Originales
Recepción: 26/08/2002
Aceptación: 05/11/2002

RESUMEN

La industria vitivinícola genera efluentes sólidos y líquidos en cantidad apreciable. Los sólidos son aprovechados en distintas aplicaciones e inclusive tienen valor comercial. En cambio, los líquidos pueden originar problemas cuando es necesario decidir cómo desecharlos o transformarlos en desechables. En Mendoza (Argentina), es común enviarlos después de su decantación a cauces y campos abiertos. En ambos casos aparece un serio riesgo de contaminación.

Visto que generalmente se desconoce la composición de tales efluentes, este trabajo pretende caracterizarlos físico-químicamente en el período de elaboración de vinos, determinando: pH, conductividad eléctrica, DBO, DQO, cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos, calcio, magnesio, sodio y potasio. La calidad de los efluentes varía notablemente con el agua empleada en los lavados, que aporta mayoritariamente aniones y cationes. Cuando el agua de lavado es abundante, los valores de pH, DBO y DQO de los efluentes permiten su eliminación junto con otros residuos cloacales o en campo abierto.

Palabras clave

bodega • efluentes industriales • características químicas • medio ambiente

ABSTRACT

The wine industry generates an important amount of solid and liquid effluents. Solids have several commercial applications while liquids cause problems when they have to be disposed of with or without transformation. In Mendoza (Argentina) the common way of disposal is by decanting after which liquids are poured into river flows or into the soil. Either of these forms of elimination may be cause of pollution because the actual chemical components are unknown.

The aim of this paper is to characterize the effluents produced during wine elaboration periods. From the physic-chemical point of view their pH, electric conductivity, OBD, OCD, chlorides, sulphates, carbonates, bicarbonates, calcium, magnesium, sodium and potassium will be determined. The incoming water is one of the determining factors of effluents composition, because it provides great amounts of anions and cationes. If used in great quantities, pH, OBD and OCD values are rather low and the effluent may be sent into the sewage system, or into the soil.

Key words

wineries • industrial effluents • chemical characteristics • environment

INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental actual es motivo de toma de decisiones. Su jerarquización en Argentina se inició en 1994 con la inclusión de una cláusula ambiental en la Constitución Nacional. En Mendoza existe una variada normativa y se evidencia creciente interés en el sector empresarial, derivado de la eventual aplicación de sanciones administrativas, como multas y clausuras por no ajustarse a dichas disposiciones (11). La industria vitivinícola mendocina ha comenzado a implementar sistemas de calidad y certificación del cuidado ambiental, según la Norma ISO 14 000 y las *Buenas Prácticas de Manufactura* (12). Sin embargo, persisten importantes problemas de contaminación en cursos de agua, producidos por el volcado de desechos industriales, principalmente de bodegas, con alta probabilidad de impacto en los mantos subterráneos. La situación de riesgo se revertirá favorablemente, en la medida en que se apliquen programas responsables de deposición de los líquidos de desechos. Pero para elegir una alternativa: vuelco al sistema cloacal o a un cauce de riego, tratamientos en el predio industrial, etc., es indispensable la caracterización fisicoquímica previa de los efluentes crudos.

Por su composición el agua utilizada en la industria vitivinícola muchas veces supera lo permitido para el vuelco en canales de riego y surgen dificultades para el cumplimiento de los valores máximos indicados por la reglamentación vigente (8). En el período 2000/2001, en la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo) se instrumentó el proyecto *Mejoramiento de la calidad en los procesos agroindustriales: una estrategia para el monitoreo y jerarquización de puntos de contaminación ambiental*. Su enfoque sistémico y la integración de herramientas estadísticas e informáticas, así como de técnicas bromatológicas: Análisis de Riesgo e Identificación de Puntos Críticos de Control (ARIPCC), Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y Procesos Operativos Normalizados (PON), pretendió lograr una estrategia accesible a empresas de cualquier tamaño, revalorizando el autocontrol en los lugares de trabajo. La aplicación se efectuó en dos procesos: uno vinícola y el otro, olivícola. El presente trabajo se encuadró dentro del precitado proyecto.

Objetivo

Caracterizar físico-químicamente los efluentes crudos de bodegas mendocinas que utilizan sistemas tradicionales de vinificación, producidos durante el período de elaboración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Efluentes de dos bodegas comerciales, representativas del tipo modal mendocino, identificadas como A y B. Las muestras se tomaron durante la molienda, cuando los efluentes principalmente provienen de operaciones de lavado. Se consideraron tres puntos de muestreo, cubriendo toda la bodega hasta la pileta de deposición final, en dos o tres momentos: mañana, mediodía y tarde.

Los puntos de muestreo fueron:

- entrada de agua
- canaletas a la salida de la bodega
- pileta de deposición

Frecuencia de la toma de muestras: 7 días.

Las canaletas a la salida de las bodegas son de cemento; luego, la circulación es a cielo abierto por acequias que desembocan en la pileta de desagüe.

Tabla 1. Análisis efectuados a las muestras de efluentes

Los valores que se toman como referencia para la conductividad eléctrica, los

Determinación	Método	Valor de referencia	Unidades
Ca ²⁺	complexometría	11,25	meq/l
Mg ²⁺	complexometría	3,17	meq/l
HCO ₃ ⁻	Warder	s/d	meq/l
Cl ¹⁻	Mohr	14	meq/l
SO ₄ ²⁻	benzidina	16,67	meq/l
Na ⁺	fotometría de llama	17,39	meq/l
K ⁺	fotometría de llama	0,33	meq/l
pH	pehachímetro	5,5 - 9	-----
Cond. eléctrica	conductímetro	2000	µS/cm
DBO	oxígeno disuelto	120	mg/l
DQO	oxidación	250	mg/l

aniones cloruro y sulfato, el catión sodio, pH, DBO y DQO corresponden a los fijados como máximo tolerable para vertidos al dominio público hidráulico (8). Los otros valores tienen como referencia los de la Laguna de Paramillo (8), que es la receptora de la mayoría de los efluentes industriales de la zona norte de Mendoza.

Análisis estadístico:

Cada punto de muestreo se caracterizó a través de los valores extremos (a), la media: (x) y la desviación típica (s) de las características consideradas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se dispusieron en tablas diseñadas para su utilización como documentación de datos de calidad.

Tabla 2. Análisis químico-biológico de los puntos de muestreo

	(mg/l)	Salida bodega		Pileta de deposición	
		a	x ± s	a	x ± s
Bodega A	DBO	19/04/01			
	DQO	s/d			
		24/04/01			
	DBO	82 - 53	68 ± 14,526	408 - 94	273,00 ± 161,558
	DQO	107 - 87	95,67 ± 10,263	526 - 163	355,67 ± 182,528
Bodega B		17/04/01			
	DBO	28,5 - 3,1	15,20 ± 12,742	88,8 - 46,15	69,52 ± 21,616
	DQO	46 - 8	25,67 ± 19,140	108 - 71	90,33 ± 18,556
		24/04/01			
	DBO	104 - 16	47,67 ± 48,911	64 - 15	32,00 ± 27,731
	DQO	138 - 37	74,33 ± 55,411	76 - 27	47,33 ± 25,541

Tabla 3. Caracterización físico - química de los puntos de muestreo

	Pileta de entrada		Salida bodega		Pileta de deposición	
	a	x ± s	a	x ± s	a	x ± s
Bodega A						
19/04/01						
Ca ²⁺	21,07 - 12,04	17,31 ± 4,699	16,12 - 5,37	10,21 ± 5,4553	24,18 - 7,52	14,44 ± 8,682
Mg ²⁺	10,09 - 2,47	7,4 ± 4,395	7,07 - 0,88	3,94 ± 3,095	10,6 - 1,06	4,71 ± 5,149
Na ⁺	9,35 - 8,69	9,13 ± 0,381	10,43 - 9,13	9,64 ± 0,696	10,87 - 9,35	10,23 ± 0,789
K ⁺	0,38 - 0,31	0,35 ± 0,036	8,97 - 1,54	6,49 ± 4,290	2,69 - 1,38	2,21 ± 0,722
HCO ₃ ⁻	0,7 - 0,7	0,70 ± 1,05E-08	1,1 - 0,9	0,97 ± 0,115	1,2 - 1	1,07 ± 0,115
Cl ⁻	15,9 - 12,6	13,77 ± 1,850	15,6 - 13	14,13 ± 1,332	14,6 - 12	12,97 ± 1,422
SO ₄ ²⁻	26 - 7,62	19,54 ± 10,335	26 - 3,98	14,33 ± 11,070	29 - 8,7	15,90 ± 11,364
C.E.	3200 - 3180	3190 ± 10	3760 - 3400	3633,33 ± 202,320	3560 - 3500	3526,67 ± 30,551
24/04/01						
Ca ²⁺	22,36 - 20,96	21,67 ± 0,700	21,6 - 18,92	20,53 ± 1,419	24,5 - 21,7	22,67 ± 1,583
Mg ²⁺	6,45 - 3,58	5,01 ± 1,435	12,72 - 6,8	10,15 ± 3,035	8,77 - 6,45	7,70 ± 1,170
Na ⁺	8,91 - 8,69	8,76 ± 0,127	10,43 - 10,43	10,43 ± 0	10,87 - 9,35	10,36 ± 0,878
K ⁺	0,44 - 0,4	0,42 ± 0,021	12,82 - 5,13	9,83 ± 4,120	3,85 - 0,71	2,80 ± 1,813
HCO ₃ ⁻	0,7 - 0,7	0,70 ± 1,05E-08	0,8 - 0,8	0,80 ± 0	1,3 - 0,8	0,97 ± 0,289
Cl ⁻	14,9 - 14,8	14,87 ± 0,058	16,1 - 16	16,07 ± 0,058	16,1 - 15,2	15,80 ± 0,520
SO ₄ ²⁻	21 - 19,4	20,13 ± 0,808	35 - 29,8	32,60 ± 2,623	27 - 25	26,33 ± 1,155
C.E.	3160 - 3140	3153,3 ± 11,547	3780 - 3480	3670,00 ± 165,227	3410 - 3370	3386,67 ± 20,817
Bodega B						
17/04/01						
Ca ²⁺	4,9 - 4,6	4,73 ± 0,152	5,2 - 4,8	5,00 ± 0,200	5,8 - 5,2	5,33 ± 0,416
Mg ²⁺	2,8 - 2,6	2,60 ± 0,2	2,7 - 2,4	2,57 ± 0,231	3,1 - 2,4	2,80 ± 0,361
Na ⁺	2,04 - 1,96	1,95 ± 0,085	1,96 - 1,61	1,77 ± 0,177	1,69 - 0,91	1,29 ± 0,391
K ⁺	0,33 - 0,007	0,19 ± 0,169	0,51 - 0,26	0,37 ± 0,129	0,69 - 0,38	0,53 ± 0,156
HCO ₃ ⁻	3,8 - 3,4	3,56 ± 0,208	3,8 - 3,6	3,70 ± 0,100	3,6 - 3,5	3,53 ± 0,058
Cl ⁻	1,9 - 1,8	1,87 ± 0,058	2 - 1,8	1,90 ± 0,100	2 - 1,9	1,93 ± 0,058
SO ₄ ²⁻	4,16 - 3,9	4,02 ± 0,131	4,17 - 4	4,06 ± 0,098	5,2 - 3,4	4,47 ± 0,945
C.E.	847 - 813	834 ± 18,357	857 - 846	850,00 ± 6,083	1032 - 878	926,67 ± 91,309
24/04/01						
Ca ²⁺	4,9 - 4,1	4,53 ± 0,404	5,6 - 4,2	4,87 ± 0,702	5 - 4,6	4,83 ± 0,208
Mg ²⁺	2,5 - 1,4	2,10 ± 0,608	3,6 - 2,6	2,93 ± 0,577	1,9 - 1,7	1,77 ± 0,115
Na ⁺	2,08 - 1,74	1,85 ± 0,196	2,17 - 1,74	1,91 ± 0,227	4,35 - 1,74	2,75 ± 1,399
K ⁺	0,89 - 0,77	0,81 ± 0,069	3,59 - 0,74	1,70 ± 1,637	1,79 - 0,97	1,48 ± 0,443
HCO ₃ ⁻	3,6 - 3,4	3,50 ± 0,100	4,2 - 0,8	2,87 ± 1,815	4 - 3,9	3,95 ± 0,071
Cl ⁻	2,3 - 2	2,17 ± 0,153	2,3 - 2,2	2,23 ± 0,058	3,2 - 2,2	2,60 ± 0,529
SO ₄ ²⁻	3,9 - 3,2	3,59 ± 0,357	7,4 - 4,11	6,27 ± 1,871	3,9 - 3,47	3,69 ± 0,304
C.E.	890 - 870	876,67 ± 11,547	1040 - 870	926,67 ± 98,150	1120 - 920	986,67 ± 115,470

I. Bodega A

De la tabla 2 resulta:

- DBO y DQO

Superan los valores permitidos sin llegar al máximo tolerable, debido a la alta concentración en las borras vínicas.

- pH

Disminuye respecto del agua de entrada por efecto de los desechos muy ácidos de la fermentación tomando valores por debajo de los tolerables (figura 1, pág. 103).

Valores medios de pH en los distintos puntos de muestreo

Figura 1. Bodega A

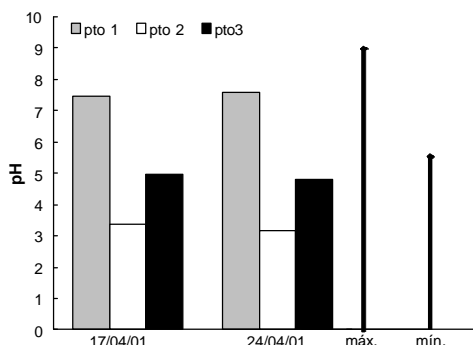
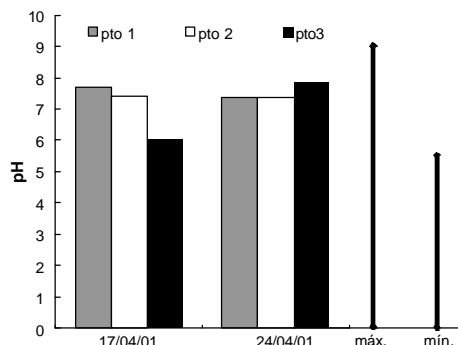


Figura 2. Bodega B



De la tabla 3 se desprende:

- Ca^{2+} y Mg^{2+}
Estos cationes se encuentran en exceso ya que provienen mayoritariamente del agua de pozo, siendo escaso el aporte de la materia prima.
- K^+
Se observa un incremento por efecto del aporte de los productos de vinificación a la salida de la bodega. La posterior disminución de la concentración en la pileta de deposición se debe a que en la misma se vuelca agua de lavados no provenientes de piletas de fermentación.
- Na^+
Su concentración se mantiene prácticamente constante. El proceso de vinificación no aporta este catión.
- Cl^- y HCO_3^-
No evidencian cambios notables de concentración por no estar involucrados en reacciones químicas ni fenómenos físicos que los eliminen.
- SO_4^{2-}
Cuando se produce un aumento en su concentración se debería a su formación por la oxidación del dióxido de azufre incorporado al proceso de vinificación.
- Conductividad eléctrica (C.E.)
Se verifica un exceso de iones desde el agua de entrada, debido a la salinización de las napas freáticas.

II. Bodega B

De la tabla 2:

- DBO y DQO
En esta bodega no se superan los valores máximos tolerables, debido a la gran dilución originada por los lavados.
- pH
Al consumir mayores volúmenes de agua en los lavados, el pH se mantiene cercano a 7, dentro de los límites tolerables. (figura 2)
En la tabla 3 se observa:

- Ca^{2+} y Mg^{2+}
Sus valores están dentro de los límites normales, comprobándose también en ese establecimiento industrial que la materia prima no los aporta en forma importante.
- K^+
Se puede realizar el mismo análisis que para la bodega A.
- Na^+
Cuando se produce un aumento en sus valores se debe a que en dicho establecimiento a la pileta de deposición también llegan los deshechos de soda cáustica de la elaboración de conservas de aceitunas.
- Cl^- y HCO_3^-
Como en la bodega A no se evidencian cambios notables de concentración.
- SO_4^{2-}
También aquí se observa un aumento durante el proceso de vinificación, que se debería a la misma causa que en la bodega A.
- Conductividad eléctrica (C.E.)
Se mantiene por debajo de los valores de referencia, lo que pone de manifiesto una mejor calidad del agua de entrada.

CONCLUSIONES

Los cuatro aspectos importantes de los efluentes de bodegas que deben ser tenidos en cuenta son:

- a. contenido de agua
 - b. concentración de sales inorgánicas
 - c. contenido de compuestos orgánicos
 - d. pH
- a. Contenido de agua
El agua proviene fundamentalmente de los lavados. En general, el agua utilizada en bodegas es subterránea. En este estudio puede evidenciarse que la calidad del agua subterránea es el factor más importante para lograr un efluente fácilmente tratable o reciclable. Mientras mayor sea el contenido en agua, es decir, mientras más abundantes sean los lavados, más fácilmente pueden ser reutilizados los efluentes, principalmente para irrigación o para ser volcados en redes cloacales.
 - b. Concentración de sales inorgánicas
El agua subterránea con bajo contenido de sales, es decir, baja conductividad, genera un efluente que puede ser utilizado para riego sin mayores inconvenientes. En cambio, aguas sobrecargadas en iones producen efluentes que deberán ser tratados para eliminar el exceso en contenido salino.
 - c. Contenido de compuestos orgánicos
Los compuestos orgánicos que se manifiestan mediante la DBO y la DQO indican que son uno de los componentes más importantes de los efluentes. Los restos

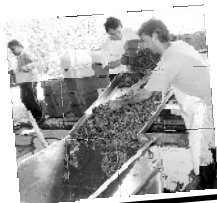
de materia prima y los productos de neoformación durante la fermentación alcohólica, sumados a la carga levaduriana, producen borras que son las responsables de esta caracterización orgánica tan acentuada. Cuando los lavados aportan cantidades importantes de agua, esta carga orgánica se diluye y puede permitirse su volcado a canales de riego o a redes cloacales. De la calidad de las prácticas de higiene de piletas o vasijas vinarias dependerá entonces el vuelco de estos efluentes y su posterior tratamiento. Lo aconsejable sería encontrar el volumen exacto de agua que reduzca DBO y DQO a valores recomendados para su vuelco a canales de riego o a cauces cloacales.

d. pH

La concentración de ácidos orgánicos crece cuando se utilizan volúmenes escasos en los lavados de piletas y maquinarias. Por esto es importante utilizar volúmenes de agua que lleven el pH lo más cercano a 7, buscando un equilibrio en la calidad de lavado sin llegar a su derroche.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bagini, R. et al. 1989. Uso de efluentes de bodegas para riego. INTA EEA Mendoza - Fac. Cs. Agrarias (UNCuyo) - INCYTH - CELA.
2. _____. 1986. Tratamiento de efluentes de industrias alimenticias mediante riego y fertilización en zonas áridas. Convenio marco INTA-INCYTH. Incidencia de cultivos regados con efluentes de industrias vitivinícolas. Caracterización de sitios y efluentes. INCYTH - CELA. Mendoza.
3. _____. 1986. Tratamiento de efluentes mediante riego y fertilización en zonas áridas. Incidencia en cultivos regados con efluentes de industrias vitivinícolas: Ensayo a campo. Convenio marco INTA-INCYTH. Mendoza.
4. Bell, D. y Pikeris, M. 1976. Un panorama general de alternativas para el tratamiento de efluentes vínicos, serie de problemas.
5. Calamante, A. J. et al. 1979. Estudio sobre efluentes de la industria vitivinícola. Centro de Tecnología del Uso del Agua. INCYTH. Mendoza.
6. Cavagnaro, B. et al. 1988. Tratamiento de efluentes de industrias alimenticias mediante riego y fertilización en zonas áridas. INCYTH - CELA. Mendoza.
7. Código Alimentario Argentino. 2002. Ed. De la Canal. Buenos Aires.
8. Dpto. Gral. de Irrigación. 1996. Resolución N° 778/96 y sus modificatorias. Gobierno de Mendoza. Argentina.
9. Gupta, D. B. 1992. The importance of water resources for urban socioeconomic development. International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century. Dublin. Irlanda.
10. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídrica. 1985. Reúso y tratamiento de los efluentes de la industria vitivinícola. Centro de tecnología del uso del agua.
11. Macchiavello, G. 2001. La responsabilidad. Revista Aidis: 46-51.
12. Ministerio de Economía. PEN. 1996. Resolución MERCOSUR 80/96. Argentina
13. PNUMA. 1991. Freshwater pollution. UNEP/GEMS. Environmental Library. N° 6. Nairobi.
14. Quiroga, M. et al. 1983. Las aguas residuales de la industria de alimentos y su efecto en la contaminación ambiental. Revista Alimentos. Vol 8. N° 4. Chile.



Universidad
Nacional
de
Cuyo



Facultad
de
Ciencias
Agrarias



Agronomía
Bromatología
Recursos
Naturales
Renovables



Agroturismo



En la Facultad de Ciencias Agrarias (UNCuyo), turistas, personas de la tercera edad y estudiantes de todos los niveles podrán efectuar visitas a los siguientes sectores:

Jardín botánico
Bodega experimental
Fábrica de conservas y Aceite de oliva
Granja educativa
Muestra histórica

En la Sección Ventas se exponen los productos elaborados artesanalmente.

Consultas e informes
Alte. Brown 500. Chacras de Coria.
Tel. (0261) 4960004
Internos 1009-1026-1027