

## **EFLUENTES LIQUIDOS DEL PROCESAMIENTO DE LAS ACEITUNAS VERDES EN FRESCO. SITUACION EN LA PROVINCIA DE MENDOZA.**

J. Fernández Llano, M. Arreghini, S. Ugarte, C. Herrero, O. Herrero, S. Maya  
Grupo de Estudios Tratamiento de Aguas Residuales (G.E.S.T.A.R.) Inst Medio Amb. – Fac. Ing. (D.E.T.I.) - U.N.Cuyo  
Centro Universitario - 5500 Casilla de Correos 405 - Mendoza - República Argentina  
Teléfono: +54 (261) 4205115 - int. 2156, Fax: +54 (261) 4380120  
e-mail: jfernand@raiz.uncu.edu.ar

**RESUMEN.** En la Provincia de Mendoza, el 90% de la producción de aceitunas verdes se destina al consumo en fresco. La variedad más cultivada es la Arauco o Criolla (83% de la superficie) y la Manzanilla (7%). Las aguas residuales provenientes de las aceitunas verdes en fresco se estudian en el presente trabajo, dada su importancia en el mercado provincial. El análisis se centraliza en el Gran Mendoza.

El tratamiento con NaOH (desamarizado) en la elaboración de las aceitunas en conserva se concentra entre Marzo y Abril, mientras que la fermentación en salmuera alcanza hasta el mes de Setiembre. El envasado en salmuera fresca se extiende durante todo el año. Esta periodicidad en los procesos define la distribución de las cargas contaminantes durante el año.

Se presentan las principales características de los distintos tipos de efluentes obtenidos de la bibliografía y de análisis locales. Se analizan técnicas de minimización y reuso de las aguas residuales a nivel regional, y su incidencia en los caudales y concentraciones finales producidos en cada operación. Finalmente, se determinó la factibilidad del uso de la dilución en el sistema de tratamiento de líquidos cloacales para diferentes zonas de la región.

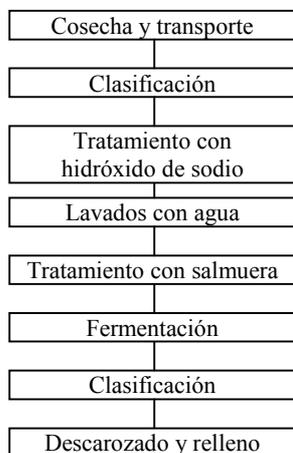
### **INTRODUCCIÓN**

El olivo es un cultivo milenario utilizado tanto para la elaboración de aceite como aceitunas de mesa y su origen se puede situar dentro del área Mediterránea y otras zonas cercanas, parte de Asia Menor y de la India, Africa y Europa. Desde allí se extendió a América por medio de los colonizadores (Fernández Diez, 1971).

Aproximadamente el 10% de la producción en el mundo se destina al uso de aceitunas de mesa, con un importante incremento del consumo a nivel mundial hacia la década del 90 (1.000.000 tn / año), con respecto a los años anteriores (650.000 tn / año). En nuestro país, el 80% de las aceitunas que se producen se destina a conserva (promedio período 1988-98: 45.000 tn), mientras que el 20% restante es utilizado para la elaboración de aceite. En Mendoza, se concentra aun mas el destino a conserva (90%) y el resto (10%) a aceite de oliva principalmente (Inst.Des.Rural, 1998). Dentro de las aceitunas en conserva, el 97% lo constituyen las aceitunas verdes.

En nuestro país la variedad de olivo más difundida es la Arauco o Criolla, la que ocupa el 50% de la superficie y se elabora para consumo directo de la aceituna. En Mendoza, en cambio esta variedad representa el 83% de la superficie cultivada y le sigue en orden de importancia la Manzanilla con solo el 7%.

El período óptimo de cosecha en la región para la elaboración de aceitunas verdes es Marzo / Abril. Las plantaciones se concentran en la Región Cuyana y en el Noroeste Argentino (NOA), comprende Mendoza, San Juan, La Rioja y Catamarca. Mendoza es la principal productora y a diferencia de los promedios mundiales, el 58% de la superficie cultivada se destina a conserva, el 21% a aceite, un 16% tiene olivos de doble propósito y el 5% restante es olivo no identificado.



Dado que las aceitunas verdes de mesa representan prácticamente el 100 % del mercado provincial, se estudiaron fundamentalmente las aguas residuales generadas por ellas. Su proceso productivo se esquematiza en Fig.Nº 1

\* **Tratamiento con hidróxido de sodio:** elimina gran parte del glucósido amargo oleuropeína. Sus concentraciones dependen de distintos factores: variedad de aceituna, temperatura y grado de madurez. En Argentina las concentraciones utilizadas varían entre 1,4 y 2%. El tiempo del tratamiento termina cuando la solución penetra hasta las 2/3 partes del fruto.

Cuanto mayor es la concentración alcalina, más rápido es el descenso de la concentración salina durante el tratamiento con salmuera. En la industria local, las aceitunas en piletas o tanques permanecen en esta solución durante 10 a 12 horas (1500 litros NaOH / 2000 kg. aceitunas).

La concentración, es de 2,5 a 2,8 % en épocas de altas temperaturas, mientras que se usa 3,2 % cuando baja la temperatura, para asegurar una buena penetración. Esta soda es reciclada 4 o 5 veces.

Figura Nº 1: Esquema del proceso productivo para las aceitunas verdes

- \* **Lavado:** se realiza 1 o más veces con agua hasta eliminar la mayor parte del hidróxido empleado en la etapa anterior. En nuestra Provincia, en general, dura 12 horas y se realizan 2 lavados.
- \* **Tratamiento con salmuera:** favorece la fermentación láctica y su duración depende del tratamiento previo, variedad, temperatura, microorganismos, etc. En la Argentina se utilizan distintas concentraciones entre 2 y 12%, aunque la de mayor uso es la del 5%, acidulada con ácido acético e incrementando hasta el 7%. En Mendoza la concentración de la solución de NaCl utilizada es del 7%. Además, a fin de favorecer la fermentación, es necesario ajustar el pH a 3,8 (HCl 2%), debido a que éste va aumentando gradualmente por disolución de la soda remanente en el fruto, hasta valores próximos a 7,0. Esta etapa dura 5 meses o más, obteniéndose mejores resultados. No obstante, podrían ser consumidas antes a costa de un sabor menos agradable y menor uniformidad en el color.
- \* **Despalado y tamañado:** El despalado es poco frecuente; en caso de ser necesario, se hace en forma manual conjuntamente con la selección y descarte de aceitunas dañadas. El tamañado se hace mecánicamente.
- \* **Envasado:** la comercialización se hace en envases de distinta capacidad con aceitunas enteras con carozo o sin él. En la industria local, las aceitunas se mantienen en salmuera en las piletas donde han sido elaboradas, hasta su venta. Luego, se hace el tamañado y envasado con salmuera madre en tambores de 200 litros. Generalmente, este líquido contiene un sedimento no deseable en el envasado. Por ello, antes de extraer la salmuera hacia los tambores de almacenamiento, se separan aproximadamente 50 litros de la misma, constituyendo una parte del efluente líquido.

## CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Existen antecedentes provenientes del Instituto de la Grasa y de análisis locales (PRODIA) ejecutados por esta unidad, relacionado con los coeficientes de evacuación para cada una de las operaciones (Tabla N° 1), como así también la carga contaminante que generan (Tabla N° 2).

Tabla N° 1: Coeficientes de evacuación de las aguas residuales por operación

	Coeficientes de evacuación (litros agua / kg de aceitunas)		
	Tratamiento con lejía	Lavados	Tratamiento con salmuera
Inst. de la Grasa	0.5	1	0.5
PRODIA	Sin datos	0.9 - 1	0.81

Las aguas provenientes de los lavados duplican a las que se originan en los tratamientos con NaOH y NaCl (Tabla N° 1).

Tabla N° 2: Características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales por operación

Parámetro	unidad	Lejías	Lavados			Salmueras	
			Primero	Segundo	Promedio	España	PRODIA
PH		12,2	11,2	9,8	10,5	3,9	4,1
DBO <sub>5</sub>	(mg/l)	15000	12300	15600	13950	9500	14347
DQO	(mg/l)	23000	24600	28400	26500	10700	41667
Sól. Disueltos Totales	(mg/l)	48200	6500	49600	48050	118500	95227
NaOH libre	(g/l)	11,0	1,5	0	0,75		
Na Cl						97	72,8
Sólidos Sed. 10'	(ml/l)			0,6		< 0,1	
Sól Sedimentables 2 hs	(ml/l)			4,3		0,3	
Sólidos Totales	(mg/l)				52165		
Cloruros	(g/l)						45,06
Sodio	(g/l)						28,63

Los casilleros en blanco corresponden a falta de datos, tanto en los análisis realizados (PRODIA) como en la bibliografía consultada. Las lejías presentan pH y sólidos disueltos elevados y alta carga orgánica (DBO – DQO), con una buena biodegradabilidad ( DBO/DQO = 0.65). A diferencia de lo que podría estimarse en un primer análisis, las aguas de lavados contienen una importante carga contaminante por su alcalinidad y materia orgánica. Además, éstas se incrementan entre el primero y segundo lavado. Si bien la biodegradabilidad sigue siendo buena, se reduce a 0.52 con relación a las lejías. Por otro lado, se encuentran los efluentes ácidos producidos por la fermentación con alto contenido de sales disueltas y carga orgánica. Es de destacar las diferencias importantes encontradas en la bibliografía con los análisis locales, especialmente en lo que respecta a la DQO y a la relación DBO/DQO. Los sólidos disueltos producidos por el NaCl son muy elevados y similares entre las distintas fuentes. En general, se observa en todas las aguas un reducido aporte en sólidos sedimentables.

## PRODUCCION DE ACEITUNAS: PERIODOS DE PRODUCCION Y SU LOCALIZACION

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
DESAMARIZADO												
LAVADOS												
FERMENTACION												
ENVASADO												

Figura N° 2: Periodos anuales en que se llevan a cabo las distintas operaciones en las aceitunas verdes de mesa

El desamarizado y posterior lavado se hace durante todo el período de cosecha de las aceitunas que dura aproximadamente 60 días (Fig. N° 2). La fermentación se realiza después de las operaciones anteriores y se conservan en la salmuera madre. Los

efluentes producidos por esta salmuera se extienden durante el año, ya que se producen al fraccionar en envases menores. Mendoza ocupa un lugar preponderante a nivel nacional, ya que es la principal productora de aceitunas de mesa.

Provincia Mendoza	Año 1996	Año 1997
Aceitunas verdes tn	33639	38665
Aceitunas negras tn	1201	1047

Tabla N°3: Producción de los principales tipos de aceitunas preparadas en la Provincia de Mendoza

La producción de aceitunas verdes es considerablemente mayor que la de las negras (Tabla N°3). Por ello, el presente análisis se orienta a los efluentes producidos por la elaboración de las aceitunas verdes. Dentro de la Provincia de Mendoza existe una desigual distribución en la producción de aceitunas, reflejada en la Tabla N°4

Ac Verdes en conserva	Gran Mendoza	Este	Noreste	Centro Oeste	Sur	Total Mendoza
tn	5157	2169	255	0	445	8026
%	64,3	27	3,2	0	5,5	100

Tabla N°4: Contribución % y en peso de aceitunas verdes de las principales regiones de la Prov. de Mendoza

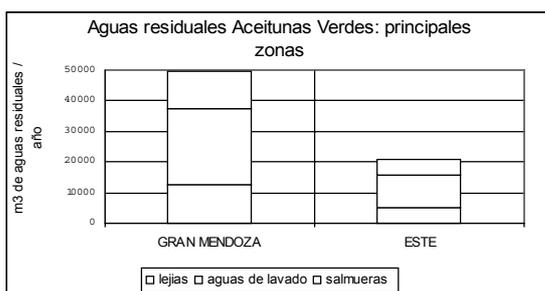


Fig. N°3: Aguas residuales producidas en la elaboración de aceitunas verdes por zona y por operación.

Como consecuencia de la desigual producción en las distintas zonas, se eligen las más representativas y se calcula el caudal de aguas residuales producidos por año, por zona y por operación (Fig. 3). En el cálculo se tuvieron en cuenta los coeficientes mencionados anteriormente.

Se observa una importante diferencia entre los caudales generados por las 2 principales zonas de la Provincia de Mendoza. Los volúmenes de aguas de lavado constituyen una importante contribución al total producido por zona y también a la contaminación, ya que se trata de aguas con elevadas concentraciones de impurezas como se observa en la Tabla N° 2

**Gran Mendoza.** El análisis se centraliza en esta zona que es la principal en la elaboración de aceitunas para consumo en fresco. Para determinar el impacto producido por esta actividad industrial se determinan las concentraciones de los contaminantes más importantes y cual es la operación que les da origen.

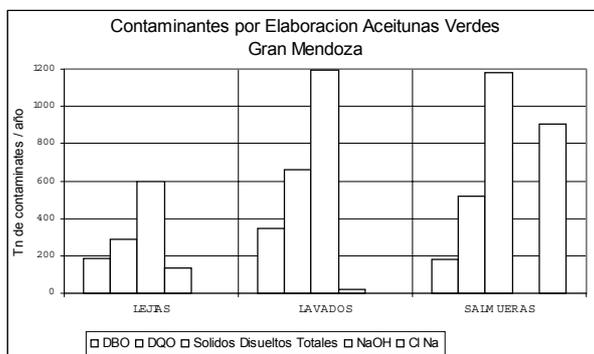


Fig. N° 4: Contaminantes en el Gran Mendoza [Tn. / año]

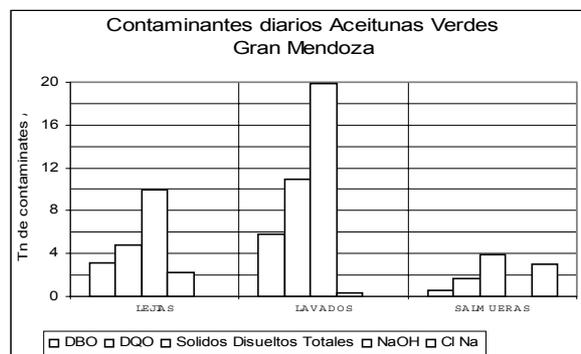


Fig. N° 5: Contaminantes en el Gran Mendoza [Tn. / día]

Las aguas residuales anuales provenientes del desamarizado (leja) tienen un menor aporte contaminante en cuanto a la carga orgánica (DBO-DQO) y sólidos disueltos, en relación con las de las otras operaciones: lavados y fermentación con salmuera. (Fig.4) Sin embargo, si se consideran los tiempos de duración de cada una de las operaciones, la carga diaria orgánica y sólidos, aportados por los lavados, pasa a tener la mayor importancia relativa ( Fig. 5).

Desde el punto de vista del tratamiento de aguas residuales, los aportes producidos por los lavados y por el desamarizado prevalecen sobre los de la salmuera.

El tipo y cantidad de contaminación producida por este sector industrial reviste gran importancia ya que se trata, como se puede observar, de aguas difíciles de tratar. Es por ello que se buscan soluciones alternativas previas al tratamiento final para reducir la magnitud del problema.

## INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE MINIMIZACIÓN Y REUSO DE LAS AGUAS

**Reutilización.** Existen técnicas de reutilización de lejías y salmueras que tienen como objetivo disminuir el consumo de estas corrientes y por lo tanto la generación de aguas residuales. A continuación se describen en forma resumida los resultados de investigaciones y aplicaciones de estas técnicas en otros países y también en nuestra región.

\* **Lejías.** La soda o leja del desamarizado puede utilizarse varias veces. Esta práctica se aplica en nuestro medio y en otros países productores en los que se ha reutilizado hasta catorce veces. La solución de hidróxido de sodio pierde su concentración inicial en cada desamarización, por lo que necesita ser re-titulada.

Características Lejías	(1 reuso)	(12, 13 y 14 reusos)
PH	12,0	12,0
NaOH libre (g/l)	8,4	9,1
Sólidos suspendidos (g/l)	0,2	0,2
Polifenoles (g/l)	1,3	2,9
DQO (g/l)	13,0	32,0
DBO (g/l)	18,0	38,0
Sólidos disueltos (g/l)		
Inorgánicos	16,2	35,4
Orgánicos	14,4	48,4
Totales	30,6	83,8

Los estudios realizados por autores españoles sobre reuso de la lejía (Tabla 3) llegan a resultados alentadores: la DQO de la lejía aumenta en los primeros reusos con un moderado incremento hasta alcanzar un valor casi constante, especialmente a partir del reuso número nueve o diez. Esto reduce la materia orgánica contenida en las aguas residuales al final de la temporada. Si bien en nuestra zona se emplea la práctica del reuso de lejía, no existe acuerdo en la cantidad de reciclados. Algunos productores sostienen que más de cuatro no se pueden realizar por problemas con el manejo de la soda, ya que se enriquece en sedimentos difíciles de remover y se producen espumas que interfieren en el bombeo del fluido.

Tabla 3: Características de la lejía por reuso (Inst.Grasa. España )

Sin embargo, se puede emplear la decantación y el filtrado de sedimentos para obtener resultados satisfactorios. Por otro lado, se propone el uso de compuestos tensoactivos de tipo alimentario para evitar las espumas

\* **Salmueras.** En nuestro medio, una vez concluido el proceso fermentativo en piletas con la salmuera madre, la práctica común es separar las aceitunas, clasificarlas por tamaño y almacenarlas en envases de 200 K.g. con la misma salmuera madre. Estos tambores son transportados para su fraccionamiento en envases menores (0.5 a 3 Kg ). Generalmente son transparentes y permiten visualizar el producto (aceitunas en salmuera).

Dado que la salmuera madre de fermentación contiene sustancias solubilizadas por el contacto con el fruto, como por los procesos metabólicos durante la fase fermentativa, su aspecto es un líquido coloreado en la gama del amarillo, pardo y rojizo, de acuerdo a la edad de la salmuera. Contiene además sólidos en suspensión (principalmente bacterias lácticas) que le confieren turbidez. Para mejorar las características organolépticas del producto antes de su venta minorista, la salmuera madre es reemplazada por fresca, con una concentración semejante y aun superior a la inicial. Así, el consumo de salmuera se duplica, y la cantidad de efluente a descargar o tratar (salmuera madre) se concentra en las fraccionadoras.

La problemática de disponer o tratar este efluente de características tan complejas, ha llevado a la investigación de la reutilización de la salmuera en una nueva fermentación. Sin embargo no se obtuvieron buenos resultados por su alta capacidad buffer (acidez combinada), y alto contenido de ácido láctico y polifenoles que interfieren seriamente en el desarrollo de bacterias ácido lácticas.

En lo que respecta al reuso como líquido final de envasado, es necesario realizar un tratamiento para decolorar y eliminar los sólidos suspendidos, mejorando de esta manera sus características organolépticas. Para ello, se han ensayado métodos como adsorción en carbón activado, utilización de tierras decolorantes, ultrafiltración, intercambio iónico y coagulación-filtración. Las experiencias realizadas presentan los mejores resultados para el uso del carbón activado-filtración y la ultrafiltración. Con respecto a la utilización de carbón activado, debido a que la efectividad varía notablemente con el tipo de carbón utilizado y los componentes de la salmuera, los cuales dependen a su vez de la variedad de aceitunas y del proceso fermentativo, se considera necesario realizar ensayos de tratamiento con salmueras obtenidas en la industria local, a fin de poder contar con resultados aplicables en esta zona.

\* **Aguas de lavado.** Los líquidos de lavado presentan un elevado pH y gran cantidad de azúcares fermentables, pero baja proporción de NaOH por lo que su reutilización con el fin de recuperar la soda no resulta atractivo. No obstante se puede utilizar para preparar nuevas lejías, con el fin de reducir los volúmenes de aguas residuales. Para ello basta con agregar la cantidad de soda necesaria para llegar a la concentración deseada.

#### Minimización de los efluentes.

\* **Eliminación de lavados.** La práctica más común en elaboración de aceitunas es realizar 2 lavados, generando una cantidad de agua residual contaminante que duplica prácticamente a la lejía. Esta aguas residuales contienen un elevado pH y carga orgánica dada no solo por polifenoles sino por azúcares de los frutos, necesarios para llevar a cabo el proceso de fermentación, lo cual constituye una pérdida si se descarta. Se han realizado investigaciones sobre la eliminación de lavados. La eliminación del segundo lavado no acusa una modificación notable tanto en las condiciones de la fermentación posterior, como en las características del producto final, pero la implementación de esta práctica es posible siempre y cuando se prolongue la duración del primer lavado. Con la eliminación de los dos lavados surgen algunos inconvenientes, ya que el remanente de soda que queda en los frutos actúa en la etapa posterior de fermentación, impidiendo que el pH baje a los valores necesarios. Se puede corregir mediante el agregado de ácido clorhídrico, durante distintas etapas del proceso. Se ha comprobado además que el sabor de las aceitunas cambia cuando se utiliza el CIH en cantidades excesivas. La práctica de un lavado puede ser una alternativa a estudiar en la industria local.

\* **Uso de lejías con baja concentración y transformación de lejía en salmuera:** Una alternativa es utilizar lejías mas diluidas para el desamarizado. Los valores reportados por la investigación de autores españoles son de 0,8 a 1,4 % de NaOH. Una vez terminado el cocido se agrega salmuera hasta alcanzar valores de acidez combinada de 0,1 a 0,15 N Los estudios reflejaron que la penetración de la soda es muy lenta, aún cuando se caliente a 38°C., temperatura a la cual las aceitunas se ablandan, por lo que para lograr la penetración adecuada deben aumentarse los tiempos de cocido. Se recomienda realizar más experiencias a nivel piloto.

De acuerdo con los estudios realizados, el empleo de las técnicas de reuso y minimización producen reducciones importantes de los contaminantes generados por un lado y por otra parte, su implementación no modifica sustancialmente la calidad del producto terminado. Como base del presente análisis para la Provincia de Mendoza, se considera la máxima reducción que produciría el uso de estas técnicas es decir, se toman los coeficientes encontrados por el Instituto de la Grasa, en lugar de los empleados por algunos productores regionales: Lejías: 10 reusos, 1 lavados y salmuera sin reutilizar.

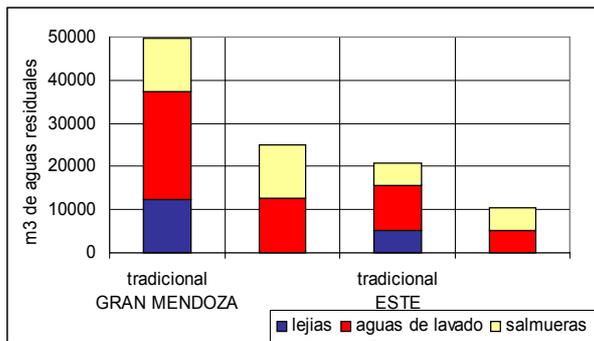


Fig. Nº 6 : Caudales de aguas residuales: con y sin reuso para Gran Menddoza y Este [m³/año]

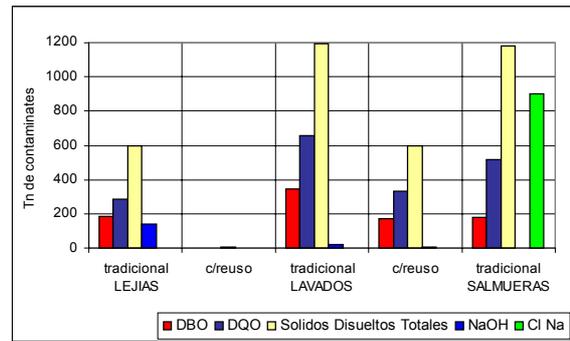


Fig. Nº 7 : Contaminantes específicos: con y sin reuso por operación en el Gran Menddoza [Tn/año]

En la Figura 6 se muestran los caudales anuales totales para la elaboración de aceitunas verdes en las principales zonas productivas y en 2 situaciones diferentes: proceso productivo normal y con el uso de las técnicas de reducción en el consumo de agua. Se observa una importante reducción en los caudales de aguas residuales cuando se hace un uso racional en el proceso productivo, especialmente en el reuso de las lejías. La Figura 7 muestra las concentraciones de los contaminantes anuales generados por el proceso productivo para la zona del Gran Mendoza en su situación normal, y con reuso y minimización. Se observa la mayor importancia del reuso de lejías y la menor incidencia, pero significativa de los lavados.

### DILUCIÓN EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LÍQUIDO CLOACAL

Dada la complejidad que presentan estos efluentes industriales para su tratamiento final por la elevada carga orgánica y salina, se trata de encontrar soluciones alternativas que minimicen esta problemática. Entre ellas se encuentra la dilución y posterior tratamiento en las plantas de aguas cloacales urbanas. Los líquidos se vierten a la red cloacal para su posterior tratamiento en las Plantas de Campo Espejo y Paramillos que captan las aguas provenientes del Gran Mendoza.

- **Inconvenientes.** Requiere el cumplimiento de las Normas establecidas por Obras Sanitarias Mendoza S.A para el vuelco de efluentes industriales a la red colectora. (Resolución N° 13/95, modificatoria de la Resolución N° 19/90)

La presencia de polifenoles con efecto inhibitor para los microorganismos, la alta concentración de sal y de hidróxido de sodio podría perjudicar el tratamiento biológico de lagunas de la planta municipal. El industrial debe asumir los costos establecidos por la Empresa responsable de las aguas servidas para el tratamiento de sus efluentes.

Genera un efecto contrario al uso racional del agua industrial limitado solo por las tarifas impuestas por la Empresa responsable ya que los problemas asociados con el tratamiento son ajenos a la industria.

La industria debe encontrarse bajo la zona cubierta por la Red Cloacal. En este sentido se puede analizar la situación del Gran Mendoza que posee el 74% de los establecimientos aceituneros de la Provincia, de los cuales prácticamente el 50% se ubica en el Departamento de Maipú. No obstante, al analizar la distribución de las industrias en cada uno de los Departamentos, una gran porcentaje se ubica en zonas rurales donde no se dispone de la Red de colección. La zona Este que posee el 20% de los establecimientos de la Provincia, presenta un panorama similar al del Gran Mendoza.

- **Ventajas:** es una de las formas más simples de evacuación y mínima inversión inicial. Si bien poseen valores elevados de DQO y de DBO el tratamiento es compatible con las cargas orgánicas producidas por las aceitunas.

- **Posibilidades de tratamiento integral:** la disposición de los efluentes para las industrias aceituneras de la provincia de Mendoza, requiere de una descripción del sistema de evacuación y tratamiento de líquidos cloacales existente, y la distribución de los establecimientos dedicados a la elaboración de aceitunas.

A continuación se hacen las consideraciones necesarias requeridas para el estudio del posible tratamiento de los efluentes de la industria aceitunera del Gran Mendoza y del Este en las Plantas de aguas residuales domiciliarias. Para ello, se asume:

- En un futuro la extensión de la Red Cloacal puede alcanzar a toda la zona donde se ubica esta industria.
- La industria procesa las aceitunas cultivadas en su zona de influencia. De esta manera, los 61 establecimientos ubicados en el Gran Mendoza (74%) producen 20.663 tn (65%). Para ello se asumió que la producción de la zona responde a los promedios provinciales (4 tn / Ha. Cultivada).
- Los siguientes porcentajes se obtienen relacionando la superficie cultivada para aceitunas en conserva en relación al total : Gran Mendoza. 76.7 % Este: 42 % Sur: 38 % Noreste: 41 %
- Existen experiencias en que una mezcla del 7% de las aguas residuales de la industria aceitunera con respecto a las cloacales, es adecuada para su tratamiento ya que reduce en un 90% la carga de DBO.
- En el caso de Palmira que no se tiene la capacidad de la industria local, se calcula haciendo una distribución equitativa para todas las industrias del Departamento de San Martín. De esta forma se calcula que para 4 establecimientos aceituneros le corresponde 1771 tn. de aceitunas procesadas.

Las aguas residuales se calculan en base a los índices establecidos para cada operación. Se puede observar en la Tabla N° 4 que todos los Departamentos estarían en condiciones de aplicar este método, teniendo en cuenta que un valor del 7% sería apto según las experiencias anteriormente mencionadas. En general, todas las plantas depuradoras de aguas residuales domiciliarias tienen una capacidad significativamente mayor (en la tabla se identifica por Total Admisible) que los caudales generados por el procesamiento de las aceitunas verdes (en la tabla: Total m³/día), tanto en la Zona del Gran Mendoza como en la del Este. Esta situación se presenta tanto para el tratamiento de las lejías y de los lavados (periodo Marzo/Abril) como para las salmueras (periodo Mayo/Febrero).

ZONA	DEPARTAMENTO	ACEITUNAS CONSERVADAS	LEJIA	LAVADO	SALMUERA	TOTAL	LEJIA	LAVADO	SALMUERA	TOTAL		PLANTA DEPURADORA	CAPACIDAD	TOTAL ADMISIBLE		
										Mayo / Febrero	Marzo / Abril					
										m <sup>3</sup> / año					m <sup>3</sup> / día	
GRANMENDOZA	Guaymallen	1873	937	1873	937	3746	16	31	3	3	47	Campo Espejo Paramillos	150000	120000	10500	8400
	Godoy Cruz	56	28	56	28	112	0,5	0,9	0,1	0,1	1,4	Campo Espejo	150000	150000	10500	8400
	Las Heras	361	181	361	181	722	3,0	6,0	0,6	0,6	9,0					
	Luján	1630	815	1630	815	3259	13,6	27,2	2,7	2,7	41					
	Maipú	14938	7469	14938	7469	29876	124	249	25	25	373	Paramillos	120000		8400	

Tabla Nº 4: Producción de aceitunas verdes en la principal zona productora de la Provincia de Mendoza, efluentes de las distintas operaciones y su relación con la capacidad de las Plantas de Efluentes Cloacales cercanas a las industrias.

## CONCLUSIONES

Esta industria de tipo artesanal por la pequeña dimensión media de las instalaciones, se encuentra distribuida desigualmente en toda la Provincia, con una mayor concentración en la zona del Gran Mendoza del 74% de los establecimientos industriales (61 industrias). De estos establecimientos, solo unos pocos son también fraccionadores.

Si bien el análisis de las aguas residuales se hizo en forma conjunta, es necesario diferenciar entre los distintos tipos de industrias: lejías y lavados (productores) por un lado y por otro, salmuera madre (fraccionadores).

Los efluentes de la elaboración de aceitunas verdes se caracterizan por alta concentración orgánica y elevado pH, producidos en forma distribuida y durante los meses de Marzo a Setiembre. Los efluentes con alta concentración orgánica y de sales, y bajo pH característicos de las fraccionadoras de aceitunas, se producen en unos pocos puntos y durante casi todo el año.

En general, se puede decir que la alta concentración orgánica de los efluentes, su elevado contenido de sales y pH dificultan el empleo de métodos clásicos de tratamiento de aguas residuales como los biológicos y físico-químicos convencionales, exigiendo procesos delicados y costosos que parecen de difícil adopción por estas industrias semiartesanales.

Dada la complejidad que presentan estos efluentes industriales para su tratamiento final, se trata de encontrar soluciones alternativas que minimicen esta problemática.

Existen técnicas de reutilización de lejías y salmueras que reducen el consumo de estas corrientes y por lo tanto, la generación de aguas residuales. Se observa una importante reducción en los caudales de aguas residuales de la región si se hiciera un uso racional en el proceso productivo, especialmente en el reuso de las lejías y en menor medida, pero significativa en los lavados.

Otra solución alternativa para este tipo de aguas es la dilución y posterior tratamiento en las plantas cloacales urbanas. Las plantas depuradoras de aguas residuales domiciliarias tienen una capacidad significativamente mayor que los caudales generados por el procesamiento de las aceitunas verdes, tanto en la Zona del Gran Mendoza como en la del Este. Esta situación se presenta tanto para el tratamiento de las lejías y de los lavados (periodo Marzo/Abril) como para las salmueras (periodo Mayo/Febrero). De todos modos, los vertidos deben hacerse en forma controlada ya que podrían inutilizar el funcionamiento de las depuradoras municipales urbanas por largos periodos.

**ABSTRACT** In Mendoza, the 90% of the production of green olives is destined to the consumption in fresh. The most cultivated varieties are the Arauco or Criolla (83% of the surface) and the Manzanilla (7%). Wastewaters from the green table olive packing are studied in this work, because of their importance for the market of the province. The analysis is focused on the Big Mendoza. The treatment with NaOH in the elaboration of the table olives is concentrated between the months of March and April, while the fermentation in brine reaches the month of September. The packing in fresh brine extends during the whole year. This periodicity of the processes determines the distribution of the contaminants charges contained in the wastewaters during all the year.

The main characteristics of the different types of wastewaters obtained from bibliography and local analysis are presented. Techniques of minimization and reuse of the wastewaters in the region are analysed as well as their incidence on caudals and final concentrations produced in every operation. Finally, it was determined the possibility of the use of dilution in the system of treatment of sewage for different zones of the region

## BIBLIOGRAFIA

- Instituto de Desarrollo Rural. Ministerio de Economía. Gob.Mendoza. (1998). Caracterización del sector olivícola.
- Brenes Balbuena, M., García García, P. and Garrido Fernández, A. (1989a). Influencia en el envasado de aceitunas verdes estilo español del reuso de salmueras regeneradas. *Grasas y Aceites*, 40, 182-9.
- Brenes Balbuena, J. de Vicente Fernández, P. García García y A. Garrido Fernández. Características de las aguas residuales generadas en la elaboración de aceitunas de mesa. *Grasas y Aceites* Vol. 40 Fasc.4-5. 1989
- García García, P. y Garrido Fernández, A. (1984) Depuración parcial por precipitación de lejías y aguas de lavado de la elaboración de aceitunas verdes estilo sevillano. *Grasas y Aceites*, 35, 295-9.
- Garrido Fernández, A. (1975). Tratamiento de las aguas residuales de la industria del aderezo. Métodos para su eliminación o reacondicionamiento para su posterior empleo. *Grasas y Aceites*, 26, 237-44.

- Garrido Fernández, A. (1982a). New wastewater free process to produce Spanish-green olives, in Proceedings of International Symposium on Food Industries and Environment, Budapest, pp 107-14.
- Garrido Fernández, A., González Pellissó, F., González Cancho, F., Sánchez Roldán, F., Rejano Navarro, L. Cordon Casanueva, J.L. and Fernández Díez, M.J. (1977). Modificaciones del proceso de elaboración y envasado de aceitunas verdes de mesa en relación con la eliminación y reuso de vertidos. *Grasas y Aceites*, 28, 267-85.
- Moffat, W.P. (1975) Neutralization of caustic effluents, in 53th Annual Technical Report, California Olive Association, Sacramento, California, USA, pp 45-50.
- Popper, K., Camirand, W.M., Waters, G.G. Bouthilet, R.J. and Boyle, F.P. (1967). Recycled process brines prevent pollution. *Food Engineering*, April, 78-80.
- Rauek, Teresa - Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable - PRODIA "Programa de Desarrollo Institucional Ambiental – Control de Contaminación Ambiental - Unidad de Control Pesca V. Informe Junio – Octubre 1998.
- Stepakoff, G.L., Siegelman, D., Johnson, R. and Gibson, W. (1974). Development of an eutectic freezing process for brines disposal. *Desalination*, 14, 25-38.