

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS – UNCuyo

Tesis de Grado

**DIAGNÓSTICO SOBRE LOS EFLUENTES GENERADOS Y
VERTIDOS EN LA INDUSTRIA OLIVÍCOLA EN EMPRESAS
DEL GRAN MENDOZA – SECTOR ACEITUNAS VERDES EN
CONSERVA**



TESISTA: Estefanía Borgo

DIRECTORA: Mariela Beatriz Maldonado

2013

Mendoza – Argentina

AGRADECIMIENTOS

- A mi directora, Mariela Maldonado, por guiarme de manera tan paciente y con pasión en la realización de este trabajo.
- A mi familia, amigos y novio, por la paciencia, ayuda, ideas y apoyo.
- A todas aquellas empresas que accedieron a responder la encuesta y brindarme información al respecto.
- A los jurados, por sus observaciones, aportes y buena predisposición, que ayudaron al mejoramiento de la tesina.

INDICE

RESUMEN	5
PALABRAS CLAVE	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. FUNDAMENTOS	9
3. OBJETIVOS	11
3 Objetivo general.....	11
4 Objetivos particulares	11
4. MARCO GENERAL	12
5 Historia de la Olivicultura	12
6 Escenarios de producción de aceitunas en conserva.....	13
6.1 Escenario internacional de la producción de aceitunas en conserva.....	13
6.2 Escenario de la producción en Argentina.....	15
6.3 Datos provinciales – Mendoza	18
6.3.1 Superficie frutícola provincial	18
6.3.2 Estimación de la producción de aceitunas en Mendoza (campaña 2011-2012) ..	20
7 Proceso de elaboración de aceitunas verdes en conserva	20
7.1 Definición del producto	20
7.2 Elaboración de aceitunas verdes en conserva	21
7.3 Generación de efluentes – caracterización	23
7.3.1 Resumen	26
5. MATERIALES Y MÉTODOS	28
8 Recopilación bibliográfica	28
9 Encuestas.....	28
9.1 Principales empresas del sector	28
9.2 Departamento General de Irrigación (DGI) y Aguas Mendocinas (AySAM).....	29
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
10 Resultados de las encuestas	31
10.1 Utilización de agua vs efluentes generados	33
10.2 Tipo de tratamiento.....	35
10.3 Técnicas de disminución de aguas residuales	36
10.3.1 Reúso de soda.....	36
10.3.2 Disminución de lavados	39
10.3.3 Reúso de salmuera.....	41
11 Comparación de los efluentes con las reglamentaciones mendocinas.....	46
12 Técnicas para la depuración de efluentes.....	49
12.1 Biológicos	49
12.2 Físico.....	53
12.3 Físico y biológico	56

13	Opciones de Gestión Ambiental.....	57
7.	CONCLUSIONES	61
8.	BIBLIOGRAFÍA	65
	ANEXO I – PEDIDOS DE INFORMACIÓN	74
	ANEXO II – CÁLCULOS	75

RESUMEN

La principal problemática proveniente de la elaboración de aceitunas verdes en conserva son los residuos y vertidos que genera, sumado a la gran cantidad de agua utilizada en el proceso, la cual puede llegar a ser de $2\text{m}^3/\text{t}$ de aceituna procesada en fábricas eficientes; la relación puede verse aumentada hasta 10 veces en las menos eficientes.

Este estudio se elaboró con el objetivo de realizar un diagnóstico sobre la generación, tratamiento y vertido de efluentes en fábricas del Gran Mendoza, debido a que a la fecha no se tienen registros de estudios similares. Como eje de este análisis, se llevaron a cabo encuestas a 18 empresas del sector, poniendo énfasis en la producción de aceitunas al “Estilo Sevillano”, que es el que mayor nivel de producción tiene en la provincia, y por lo tanto, el que mayor cantidad de efluentes genera. Las encuestas se basaron en la cantidad de agua utilizada en el proceso de elaboración, cantidad de efluentes generados, tipo de tratamiento realizado al efluente antes del vuelco y técnicas de disminución de efluentes (reúso de soda, disminución de lavados y reutilización de salmuera). También se elevaron cartas de pedido de información a las principales instituciones encargadas de la administración del recurso, que a la fecha de presentación del presente trabajo, no respondieron a las mismas.

Como principales resultados se obtuvo que el 44% de las empresas no accedió a responder la encuesta, por lo tanto, la contabilización se hizo respecto del 56% de empresas de las que se logró obtener información. De allí se obtuvo que en el Gran Mendoza se utilizan entre 1,2 L y 20 L de agua potable por kg de aceituna, de los cuales entre el 25% y el 75% se estaría volcando como efluente.

Respecto de los tratamientos llevados a cabo, resultó que el 67% de las empresas realiza un tratamiento primario al efluente (neutralización del pH, decantación y desbaste) y el 37% vuelca los mismos en balsas de evaporación ubicadas en el mismo predio de la empresa.

Del 67% que realiza tratamiento primario, el 37,5% de las empresas está conectada al sistema cloacal, 37,5% conectada al sistema de ducto cerrado del Canal Pescara y el 25% retira sus efluentes mediante camiones atmosféricos con posterior vuelco a cloaca o colector abierto.

Por otra parte, se obtuvo que el 50% de las empresas lleva a cabo la técnica de reúso de soda, el 60% realiza disminución de lavados y ninguna de ellas reutiliza la salmuera madre en sus procesos.

A partir de estos valores obtenidos, se estudiaron las principales técnicas de tratamiento de efluentes, y posibles medidas de Producción Limpia que podrían ser llevados a cabo por las empresas.

De ello se concluye que la utilización de balsas de evaporación puede ser una técnica inicial para tratar estos efluentes, teniendo los recaudos adecuados para que no se produzca contaminación de suelos y agua subterránea, mientras se encuentran, por medio de la investigación, alternativas de tratamiento, tanto económicas, como ambientalmente viables.

Por otro lado, el “tratamiento biológico anaeróbico y aeróbico combinados y separados de los efluentes provenientes del cocido de las aceitunas”, estudiado por Aggelis *et.al.* en 2001, se considera un buen antecedente para comenzar a investigar a nivel nacional y provincial, y poder llegar así a dar con una solución a la problemática planteada.

PALABRAS CLAVE

Diagnóstico - Efluentes olivícolas — tratamiento de efluentes – aceitunas verdes en conserva

1. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de aceitunas en conserva ha experimentado un constante crecimiento desde 1990 (Consejo Oleícola Internacional), el cual ha sido de un 75,3% para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2010. Dentro del mismo periodo considerado, la Argentina creció en un 279,3%, convirtiéndose de este modo, en la novena productora mundial de aceitunas en conserva (Secretaría de Comercio Internacional, 2010).

Mendoza ocupa el cuarto lugar respecto a superficie cultivada de olivo, y el segundo en superficie destinada a aceitunas en conserva, después de La Rioja (Censo Nacional Agropecuario, 2002).

La problemática emergente más importante en el proceso de elaboración de aceitunas verdes en conserva son los residuos y vertidos que genera, sumado al alto consumo de agua potable que demanda el proceso, el cual puede alcanzar los dos metros cúbicos por tonelada de aceituna procesada. Esta proporción podría verse aumentada hasta diez veces, dependiendo del tamaño de la fábrica y de su eficiencia (Pedro García García, comunicación personal).

Los efluentes provenientes de la elaboración de aceituna verdes en salmuera se caracterizan por poseer una elevada carga contaminante. Estos valores dependen de la variedad de aceituna utilizada, la concentración de sales empleadas, el método de cosecha, etc, de manera que cada vertido puede ser distinto en la composición de estos elementos contaminantes (Kopsidas, 1994). En algunos casos estos desechos son vertidos en lagunas de evaporación, mas en Argentina, la mayoría de las veces se vierten a cauce público (Maldonado, *et.al.*, 2011).

Garrido Fernández A., en 1975, estudió las aguas residuales en la industria del Aderezo y en 1977, Garrido Fernández A. *et al.*, evaluaron modificaciones en el proceso de elaboración y envasado de aceitunas relacionados con la eliminación y reúso de vertidos.

Específicamente se han estudiado la reutilización de las lejías de cocido y supresión de lavados (Garrido et al., 1979). Castro Gómez- Millán *et al.* (1983) también estudiaron la reutilización de lejías y supresión de lavados en la variedad Gordal.

Dada la problemática planteada, sumado que a la fecha no se tiene registro de estudios similares, es que se pretende realizar un diagnóstico sobre los efluentes generados y vertidos en el sector de aceitunas en conserva de empresas del Gran Mendoza. Para ello se llevó a cabo una encuesta a las principales empresas del sector y con ello generar recomendaciones para su tratamiento y/o disminución.

Las encuestas son una herramienta muy accesible para ser utilizadas como método de evaluación y diagnóstico, las cuales permiten, para el caso en estudio: CONOCER la situación actual y las variaciones respecto de estándares aplicados; IDENTIFICAR limitaciones y obstáculos y DECIDIR/PROPONER cambios estratégicos y operativos para lograr metas propuestas (Bustos, *et.al.*, 1996).

Hoy en día se busca que la producción y el desarrollo sean:

Sustentables: aquellos que atienden las expectativas y requerimientos de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.

Sostenibles: aquellos que continúan creciendo y proyectándose como ha venido sucediéndose, pero con dirección a enfrentar el cambio, el caos y la inestabilidad del presente y del mañana.

La intención última del presente trabajo es evitar la contaminación ambiental (tanto de cauces, suelos y agua) y lograr una eficiencia en el uso del agua, recurso muy importante para el desarrollo económico y social de la provincia.

2. FUNDAMENTOS

En Mendoza, el agua es el principal condicionante para el desarrollo de sus actividades. Esta situación ha determinado históricamente sus asentamientos, su paisaje y sus actividades productivas. Actualmente, el 97% de la población está ubicada en el 3% de la superficie que comprenden los oasis (Wagner, 2010)

En lo que respecta a la actividad agropecuaria, del total de las tierras implantadas en la provincia, la vid ocupa, en promedio, el 65%. Le siguen en importancia los frutales y las hortalizas, con un promedio del 17% y 12%. El olivo ocupa el 7% de la superficie cultivada, con 20.646 ha, y el 74% del total de los establecimientos aceituneros se localizan en el Gran Mendoza (Fernández Llano, *et. al.*, 2001).

Los problemas emergentes más importantes en el proceso de elaboración de aceitunas verdes en salmuera son los residuos y vertidos, además del alto consumo de agua potable que hacen estos procesos, los cuales pueden alcanzar los 2 m³/t de aceituna procesada, y dependiendo del tamaño de la fábrica, podría aumentarse esta relación hasta diez veces (Pedro García García, comunicación personal). Por otro lado, también se producen efluentes producto del lavado de aceitunas, envases y embalajes, que representan un buen porcentaje del total, aunque no se ha encontrado bibliografía que los cuantifique.

Los efluentes provenientes de la elaboración de aceituna verdes en salmuera se caracterizan por poseer elevados contenidos de sodio (producto del cocido y lavados), cloruro de sodio, pH variables, dependiendo de la etapa de elaboración (cocido o salmuera), presencia de polifenoles, altos valores de DBO₅ y DQO y alto contenido de sólidos disueltos. Estos valores dependen de la variedad de aceituna utilizada, la concentración de sales empleadas, el método de cosecha, etc, de manera que cada vertido puede ser distinto en la composición de estos elementos contaminantes (Kopsidas, 1994).

Dadas las características de estos vertidos, otra problemática que se presenta, es que no son fácilmente tratables, ya que las tecnologías convencionales de depuración no son adecuadas para este tipo de agua residual y hasta la fecha no hay experiencias industriales de un tratamiento adecuado y viable, tanto a nivel técnico, como económico para su depuración (Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y Alimentación).

En la provincia de Mendoza, si bien se están llevando a cabo investigaciones sobre técnicas de reducción de efluentes (Maldonado, 2011), no se conoce el estado actual de las empresas productoras en lo que respecta a la puesta en marcha de estas técnicas, a la cantidad de agua utilizada en sus procesos y la cantidad de efluentes volcados.

3. OBJETIVOS

3 Objetivo general

Este proyecto de tesina tiene por objetivo realizar un diagnóstico sobre la situación actual del tratamiento de los efluentes generados en la industria olivícola del Gran Mendoza, en especial del sector aceitunas en conserva. A partir de este diagnóstico se pretende generar recomendaciones que lleven a un mejor manejo de estos efluentes y/o a su disminución.

4 Objetivos particulares

- Conocer el marco general dentro del cual se desenvuelve la temática estudiada. Para ello se realizará la búsqueda bibliográfica referida a la producción de aceitunas y elaboración de aceitunas de mesa, respectivamente. Tipo y composición de efluentes generados. Problemática ambiental por contaminación con estos efluentes, poniendo énfasis en el “Estilo Sevillano o Español”, que es el que se produce mayormente en la provincia, y por lo tanto, el que mayor cantidad de efluentes genera.
- Obtener un conocimiento acabado de la producción de aceitunas verdes en conservas llevado a cabo en el Gran Mendoza. Para ello se realizarán encuestas a las principales empresas del sector, con la finalidad de obtener conocimiento sobre su tipo de producción, generación de efluentes y tipo de tratamiento llevado a cabo.
- Analizar los diferentes procesos de tratamiento de efluentes y técnicas de disminución de los mismos, que posiblemente puedan aplicarse.

4. MARCO GENERAL

5 Historia de la Olivicultura

Tal y como la palabra lo indica, la olivicultura es el estudio de las técnicas de mejoramiento del cultivo del olivo y del aceite de oliva. La actividad olivícola comprende principalmente dos sectores industriales: el de la elaboración de aceitunas de mesa y de la extracción del aceite de oliva.

Los orígenes del olivo se remontan muy atrás en la historia. La primera referencia escrita sobre esta planta se encuentra recogida en el libro del Génesis. En sus orígenes su cultivo se extendía por toda la zona mediterránea, y zonas limítrofes, abarcando Europa, África, Asia Menor e incluso la India (Fernández Díez, 1971).

De allí, la expansión de su cultivo se aceleró gracias a los colonizadores españoles, que lo prolongaron por el Nuevo Continente. Emigrantes y misioneros, italianos y españoles, hicieron llegar el olivo hasta Australia, África del Sur y Japón, completándose así la superficie de extensión en ambos hemisferios, que está distribuida, aproximadamente, entre los 25° y 45° de latitud norte y los 15° y 35° latitud sur. La aceituna, fruto del olivo, se utilizó inicialmente para la extracción de aceite, también se conocen referencias, en el Siglo I de nuestra era, que indican su consumo como aceituna de mesa (Fernández Díez, 1971).

El olivo es propio del clima templado-frío, característico de la Cuenca del Mediterráneo, zona que se encuentra delimitada por las latitudes 30° y 45°, tanto en el hemisferio norte y sur. Fuera de esa zona, el olivo puede vegetar bien, pero la fructificación se estropea por el exceso o falta de temperatura en la estación fría.

Argentina se encuentra situada geográficamente en esa franja del hemisferio sur que le permite contar con las condiciones climáticas y de suelo propicias para este tipo de cultivo.

6 Escenarios de producción de aceitunas en conserva

6.1 Escenario internacional de la producción de aceitunas en conserva

Como se mencionó en el apartado anterior, el olivo y su cultura, desbordaron las zonas mediterráneas y se difundieron sobre todos los continentes de la Tierra (exceptuando la Antártida). Existen olivares en Sudáfrica, China, Vietman, Oceanía, Norte, Centro y Sur de América. La producción completa mundial está en constante crecimiento desde el 1900 (Figura 1).

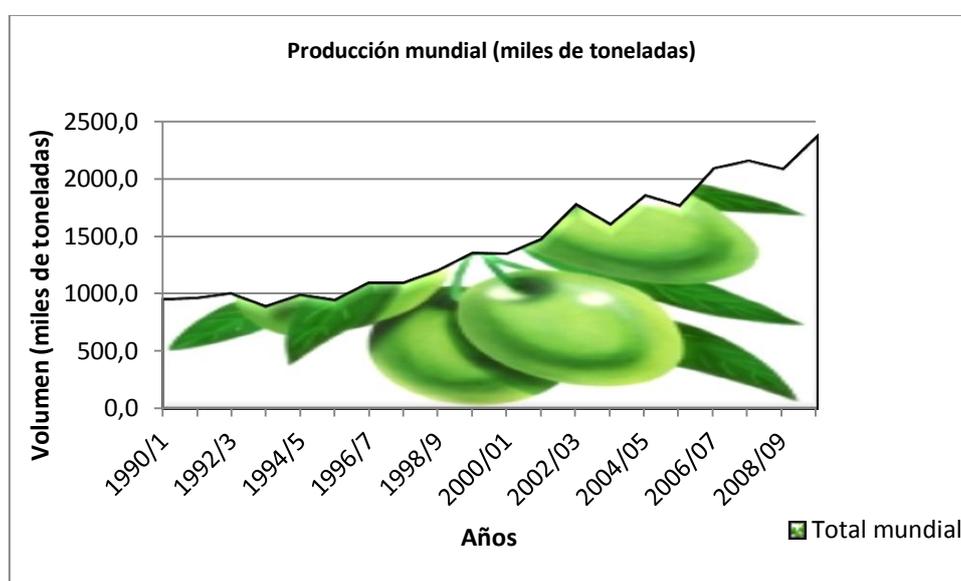


Figura 1. Evolución de la producción mundial desde 1990 a 2010

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del COI, 2011

De acuerdo a los datos suministrados por el Consejo Oleícola Internacional (COI), la producción mundial de aceitunas en conserva creció en un 75,3% para el periodo comprendido entre los años 2000 y 2010, siendo Egipto el que presentó mayor crecimiento (381,2%), seguido por Argelia y Argentina, con un 294,2% y 279,3% respectivamente.

Tanto histórica, como actualmente, la Unión Europea (UE) ha liderado la producción, alcanzando en la campaña 2009/10 una producción de 675.000 toneladas, un 28,5% del total mundial, aunque su participación disminuyó respecto de la campaña 1999/00, donde la producción alcanzó cerca del 46%. Del total de la UE, España es el país con mayor

producción (475.000 t), lo que representa el 70% de la producción del bloque, y a su vez el 22,7% de la producción mundial (Antuña, 2010).

A continuación se presenta la siguiente Tabla, donde se muestran las producciones de los principales países productores de aceitunas en conserva, variación porcentual y participación dentro de la producción internacional.

Tabla 1. Volúmenes producidos por los principales países productores, variación porcentual y participación. Campañas 1999/00 – 2009/10

País	Volumen (miles toneladas)			Variación (%)	Participación actual (%)
	1999/00	2004/05	2009/10	1999/2010	2009/10
Argelia	34,5	85,5	136,0	294,2	5,7
Argentina	58,0	60,0	220,0	279,3	9,3
Egipto	85,0	194,5	409,0	381,2	17,3
Marruecos	80,0	80,0	90,0	12,5	3,8
Siria	93,0	200,0	135,0	45,2	5,7
Turquía	150,0	240,0	390,0	160	16,5
UE	620,5	739,5	675,0	8,8	28,5
Total mundial	1.351,0	1.852,5	2.369,0	75,3	

Fuente: Elaboración a partir de datos del COI, campañas 1999/00 a 2009/10.

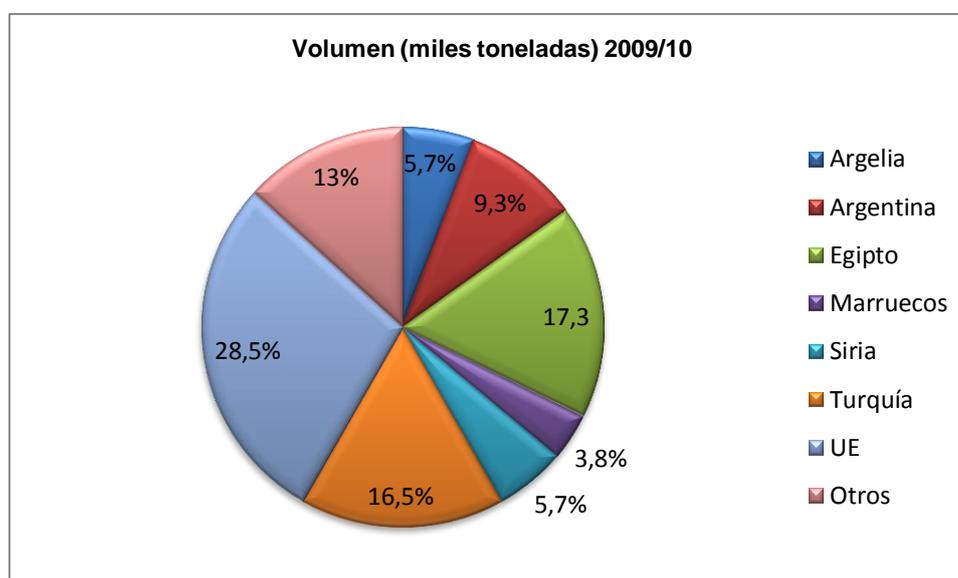


Figura 2. Porcentaje de participación de los países productores de aceitunas de mesa

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del COI, periodo 2009/10.

De la Figura 2 se desprende que los principales productores a nivel mundial son la Unión Europea (UE), con España a la cabeza, con aproximadamente el 23% de la producción

mundial, Egipto, con el 17,3% y Turquía, que elaboró el 16,5%. Argentina sería el noveno productor mundial (Subsecretaría de Comercio Internacional, 2010), con el 9,3%.

6.2 Escenario de la producción en Argentina

La olivicultura en la Argentina está representada por dos sectores; la elaboración de aceite de oliva y aceitunas en conserva. Ambos han experimentado un crecimiento en la última década, haciendo de nuestro país, el 12° productor de aceite de oliva y el 9° de aceitunas de mesa (Subsecretaría de Comercio Internacional, 2010).

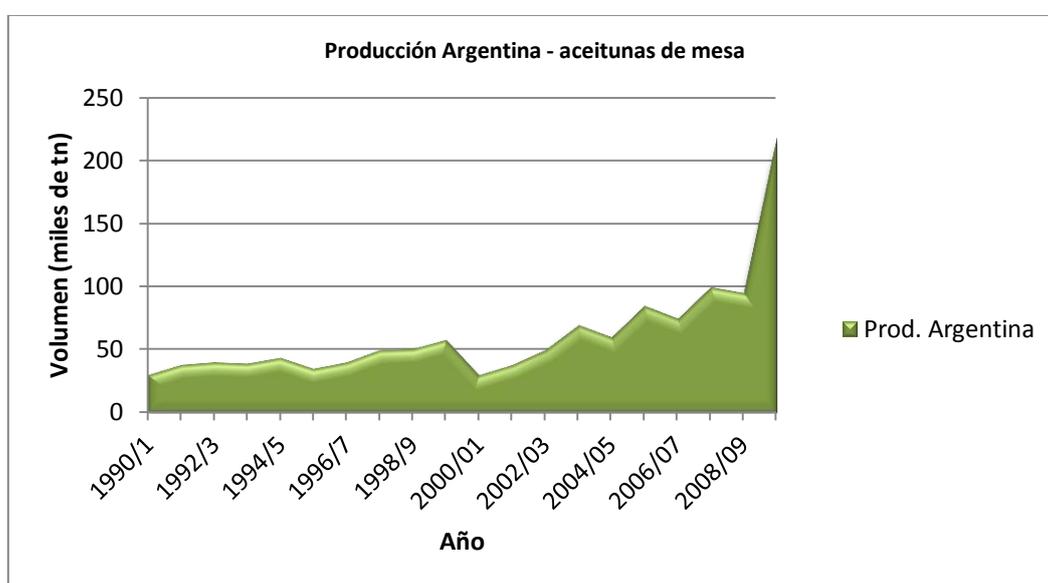


Figura 3. Evolución de la producción de aceitunas de mesa. Periodo 1990-2010

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del COI, 2011.

En Argentina, la actividad olivícola ha sido una producción tradicional en las zonas irrigadas de los valles áridos del NOA y Cuyo. Al inicio de la década del 90, contaba con un total de 29.500 ha. implantadas con olivos, distribuidas principalmente en las provincias de Mendoza, San Juan y Córdoba. Con alrededor de 3 millones de plantas, la producción promedio rondaba las 140 mil toneladas de aceitunas, de las cuales, aproximadamente 50 mil toneladas se destinaban a conserva, mientras que entre 6 mil y 8 mil toneladas, a aceite de oliva. Mendoza producía el 70% del aceite y el 40% de las aceitunas de mesa. La Rioja elaboraba otro 40% de las aceitunas en conserva.

Luego, con la aplicación de la Ley de Diferimientos Impositivos (Ley 22.021¹), sancionada en la década del 70, y que adquiere para este sector un mayor ímpetu en la década pasada, las plantaciones de olivos comienzan a extenderse a regiones en las que, dado el grado de inversión necesario, resultaba dificultoso desarrollar olivares, con lo cual, la importancia relativa de las regiones productivas, comenzó a experimentar cambios (Subsecretaría de Comercio Internacional, 2010). Esta ley benefició a los valles áridos de La Rioja, Catamarca y San Juan (zonas con dificultades para el desarrollo agropecuario, en las que los niveles de lluvia no alcanzaban los 300 mm).

Para el año 2010, la producción nacional de aceitunas en conserva representaba el 9,3% del total mundial (Figura 2), y la superficie destinada al cultivo del olivo se estimaba en 90.100 ha, de las cuales el 32,9% pertenecía a plantaciones tradicionales y el resto a plantaciones intensivas. De esta superficie, aproximadamente el 30% se destinaba a la producción de aceitunas de mesa, el 50% a aceite de oliva y el 20% a variedades doble propósito. Actualmente, la actividad se desarrolla en las Provincias de Catamarca, La Rioja, San Juan, Mendoza, Córdoba, Buenos Aires y Río Negro (Alimentos Argentinos, 2010).

De acuerdo al Censo Nacional Agropecuario 2002 (CNA), Mendoza ocupa el 4° lugar a nivel nacional en cuanto a superficie cultivada, luego de La Rioja, Catamarca y San Juan, respectivamente, (Figura 4) y el 2° en superficie destinada a aceitunas en conserva, después de la Rioja (Figura 5).

¹ La Ley 22.021 contempla que empresas de cualquier sector pueden diferir el pago de impuestos nacionales durante un periodo determinado, utilizando este monto para realizar inversiones en el sector agropecuario. En el cultivo del olivo este lapso es de 16 años, después de los cuales se comienza la devolución sin intereses.



Figura 4. Principales provincias con cultivo de olivo en Argentina

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CNA 2002.

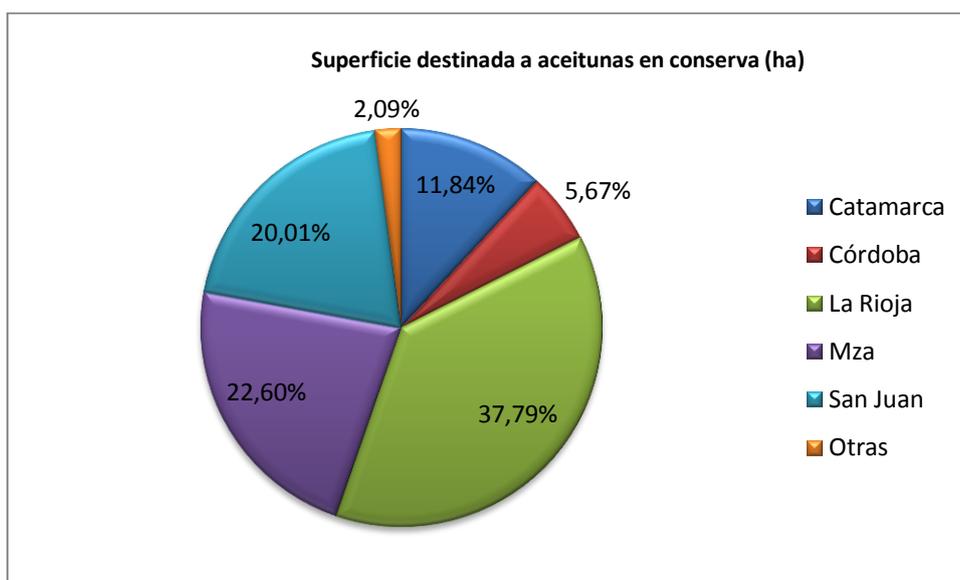


Figura 5. Superficie (ha) ocupadas para aceitunas en conserva, por provincia

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del CNA, 2002.

Aclaración: Las Figuras 4 y 5 se realizaron a modo representativo para demostrar la participación de las principales provincias dentro de un marco nacional. No se poseen datos estadísticos oficiales a nivel nacional (por provincia) más actualizados. En el siguiente apartado se presentan estadísticas actualizadas, pero sólo para la Provincia de Mendoza.

6.3 Datos provinciales – Mendoza

La provincia de Mendoza ha sido históricamente una de las principales productoras de aceitunas en Argentina, tanto destinadas a aceite de oliva, como a la elaboración de conservas.

Hasta hace algunos años fue la principal productora del país, pero luego de la aplicación de la Ley de Diferimientos Impositivos, sumado a la baja en los precios de las aceitunas, fue perdiendo su lugar, ocupando actualmente el 4° lugar en superficie implantada para el cultivo del olivo (CNA, 2002), luego de Catamarca, La Rioja y San Juan (Censo Frutícola Provincial, 2010).

En la provincia, el cultivo se concentra principalmente en las regiones Norte, Este y Sur².

6.3.1 Superficie frutícola provincial

En el año 2010, la superficie total implantada en Mendoza con frutales fue de 75.568,2 ha, sin tener en cuenta el cultivo de la vid, la cual contaba para el año 2009 con 160.704 ha (Informe de Registro de Viñedos y Superficie, Instituto Nacional de Vitivinicultura, 2009).

El olivo es la especie de mayor participación en el total de la superficie cultivada, abarcando 20.646 ha. El Norte representa el 1° lugar, siendo junto con el Sur, las principales regiones productoras, ya que aportan el 80% del total (Figura 6).

² Regiones mendocinas: Norte: Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo y Maipú. Región Este: Junín, La Paz, Rivadavia, San Martín y Santa Rosa. Región Valle de Uco: Tunuyán, Tupungato y San Carlos. Región Sur: General Alvear y San Rafael.

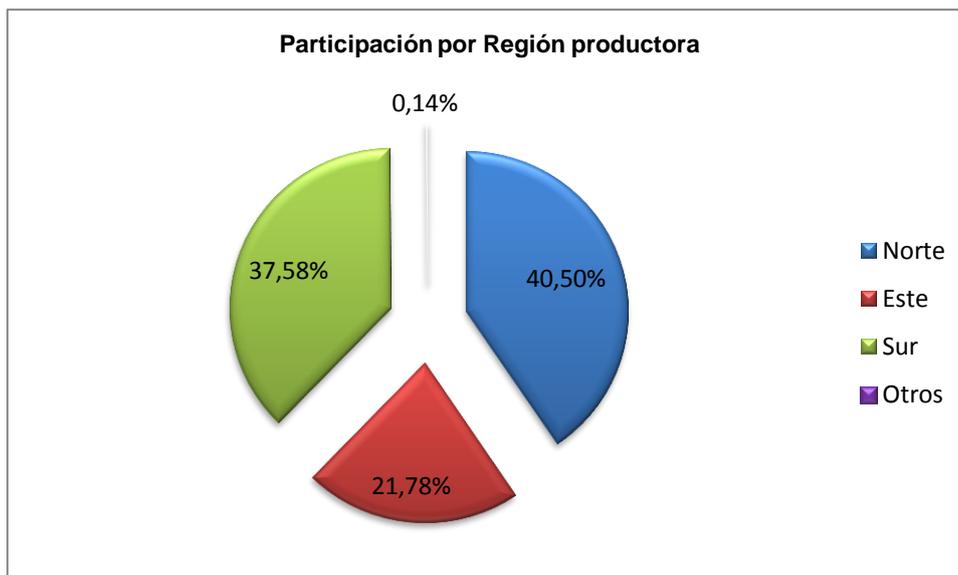


Figura 6. Participación por regiones productoras del total de la Provincia de Mendoza

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo Frutícola Provincial 2010.

Dentro de la provincia, la mayor superficie destinada al cultivo del olivo la posee San Rafael, con 7.678 ha, le siguen Maipú con 4.117 ha, Lavalle, con 2.579 ha y Rivadavia, con 2.385 ha, aportando el 19,9%, 12% y 11%, respectivamente (Censo Frutícola Provincial, 2010).

Ahora bien, en cuanto a superficie implantada con destino a la elaboración de aceitunas en conserva, se tiene, de acuerdo al CNA 2002, que se cultivaban 5.369,9 ha, ocupando el primer lugar Maipú, con 2.995,9 ha, luego Rivadavia, con 484,1 ha, Guaymallén con 471,6 ha y Junín, con 365,5 ha, representando el 56%, 9%, 8,7% y 6,8%, respectivamente. De estos números se deduce que la principal región productora de aceitunas para conserva es la Región Norte.

De acuerdo a datos suministrados por el IDR (Instituto de Desarrollo Rural, 2012), del total de la superficie cultivada en la provincia, el 61% se encuentra en estado productivo. Las variedades cultivadas más representativas son la Arauco y la Arbequina, representando en la provincia el 28,2% y el 23,2%, respectivamente. Las variedades mencionadas se concentran en el Departamento de Maipú, la primera, y San Rafael, la segunda.

6.3.2 Estimación de la producción de aceitunas en Mendoza (campaña 2011-2012)

De acuerdo a datos suministrados por el IDR (2012), la estimación de la producción total de aceitunas para este año es de 36.003 t, de las cuales 29.732 t son destinadas a conserva y 6.271 t a aceite de oliva. Si bien no se encontraron registros de la campaña anterior respecto a volumen total, ciertos indicadores muestran que la presente cosecha representará un volumen equivalente al 40% respecto del año anterior, el cual se consideró un año de gran volumen de cosecha (IDR, 2012).

A continuación se presenta la siguiente Tabla, donde se muestra el volumen de cosecha total esperado para la provincia de Mendoza. Se discrimina de las variedades Arauco y Arbequina de otras.

Tabla 2. Producción estimada de aceitunas para la provincia de Mendoza, cosecha 2012.

Variedad	Zona	Superficie (ha)	Producción total (kg)
Arauco	Maipú	2.047,5	14.293.446*
	Resto	1.547,4	7.817.208*
Arbequina	San Rafael	2.571,9	2.206.688
	Resto	387,0	497.891
Resto Aceite	Mendoza	4.818,8	3.566.508
Resto Conserva	Mendoza	1.370,0	7.621.250*
Total Mendoza		12.742,0	36.002.991

Fuente: IDR, 2012. Se marcan con asterisco las proporciones que se destinan a conserva.

7 Proceso de elaboración de aceitunas verdes en conserva

7.1 Definición del producto

Según la norma cualitativa unificada del COI (1980), se denomina “aceituna de mesa” al fruto de variedades determinadas de olivo cultivado (*Olea europea sativa Hoffg, Link*), sano, cosechado en el estado de madurez adecuado y de calidad tal que, sometido a las preparaciones adecuadas, de un producto de consumo y de buena conservación como mercancía comercial. Estas preparaciones pueden, eventualmente, incluir la adición de diversos productos o aromatizantes de buena calidad alimenticia.

De acuerdo al Código Alimentario Argentino (CAA), se entiende por “Aceitunas verdes en salmuera” el producto obtenido por fermentación láctica de los frutos de las distintas

variedades del olivo (*Olea europea* L), envasadas en un envase bromatológicamente apto; con una solución de cloruro de sodio; con o sin la adición de ácidos; acético, cítrico, tartárico, málico, láctico o ascórbico; con o sin la adición de ácido sórbico o su equivalente en sorbato de potasio o calcio hasta no más de 600 mg por mil (600 ppm) a la salmuera de cobertura, esterilizado o no y que se ajuste a las disposiciones generales que deben reunir las conservas vegetales.

7.2 Elaboración de aceitunas verdes en conserva

Existen numerosos métodos para producir aceitunas de mesa, no obstante, la preparación más utilizada y la que cubre el mayor mercado internacional es la denominada “Aceitunas verdes aderezadas en salmuera a la Sevillana” o “Aceitunas tipo Español o Sevillano”, por lo que éste será el objeto de estudio en el presente informe.

El proceso de aderezo, consiste esencialmente en un tratamiento con lejía alcalina (NaOH) y un tratamiento posterior con salmuera en la que se favorece la fermentación láctica natural. En la Figura 7 se presenta el esquema general de su elaboración.

Existen variantes a este método, uno en el cual la fermentación se da de manera parcial y su conservación posterior, con valores de pH dentro de los estándares, se puede realizar por esterilización o pasteurización, por adición de productos conservantes, por refrigeración o por gas inerte, sin salmuera. Este tipo de denomina “verdes aderezadas en salmuera”. El otro tipo es el denominado “aceitunas verdes al natural”, en el que las aceitunas verdes se preparan, sin tratamiento alcalino previo, colocándolas directamente en salmuera, provocando la fermentación natural.

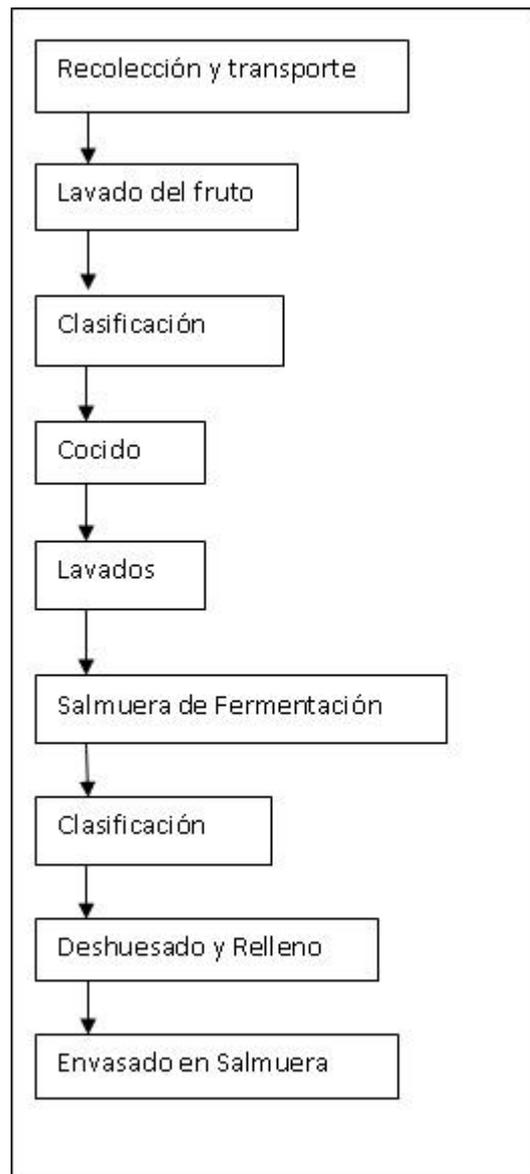


Figura 7. Esquema de la elaboración de aceitunas verdes tipo “Sevillano”

Fuente: Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, 2007.

Los pasos más importantes dentro del proceso tipo Sevillano son:

- El “cocido” con lejía alcalina, en el cual se trata la aceituna con solución diluida de hidróxido de sodio (NaOH) para eliminar el sabor amargo del fruto, dado por un compuesto natural de la aceituna, la oleoeuropeína³ y para aumentar la permeabilidad del fruto. La concentración de NaOH utilizada depende de la variedad

³ La oleoeuropeína es responsable del sabor amargo de las aceitunas, descubierto por Bourquelot y Vintilesco en 1908.

de la aceituna, de la temperatura y el grado de madurez. Este proceso se realiza hasta que la lejía penetra en la pulpa aproximadamente hasta dos tercios de la distancia al hueso. El consumo de agua en el proceso es de aproximadamente 0,5 L/kg aceituna.

- El, o los lavados, se realizan principalmente para eliminar la mayor cantidad de NaOH (lejía) adherida a la superficie de los frutos y parte de la que penetró en el interior. Como objetivos secundarios se logran, por un lado, la eliminación del sabor amargo característico de las aceitunas, por el otro, valores de pH para favorecer la posterior fermentación láctica. El número de lavados es variable, dependiendo de la concentración de lejía utilizada, aunque actualmente hay una tendencia en realizar sólo uno durante unas 12-15 hs (López Núñez, 2007), consumiéndose generalmente entre 0,5 – 1 L/kg de aceituna, en las fábricas más eficientes.
- Colocación en salmuera y la consecuente fermentación láctica, permitiendo la conservación del producto final, preservando las aceitunas de posibles deterioros, debido a la proliferación de microorganismos que producen alteraciones (Ruiz Barba, et al., 2004). El consumo de salmuera en el proceso es de aproximadamente 0,5 L/kg de aceituna. En los casos de las empresas fraccionadoras, se consumen 0,5 L/kg más de salmuera para obtener el producto final.

A continuación se presenta la Tabla 3, resumiendo la información presentada.

Tabla 3. Cantidad de agua utilizada en el proceso de elaboración de aceitunas verdes

	Litros de agua utilizada por kg de aceituna			
	Cocido	Aguas de lavado	Salmuera	Total
Proceso tradicional de aceitunas verdes en salmuera	0,5	1,00	0,5-1,00	2,00-2,5

Fuente: Instituto de la Grasa y sus derivados, 1985.

7.3 Generación de efluentes – caracterización

En la elaboración de aceitunas verdes en conserva (salmuera) se producen diversos efluentes, que dependen del tipo de elaboración, entre otros factores. Las aceitunas al Estilo

Sevillano son las que más se producen a nivel mundial, y por lo tanto, la que mayor cantidad de vertidos líquidos genera.

Dentro del proceso de elaboración, se distinguen ciertos puntos donde se genera agua residual, estos son: Lavado del fruto, Cocido, Lavados, Salmuera de fermentación, Deshuesado y relleno y Envasado en salmuera. De éstos, los más importantes desde el punto de vista del tipo de efluente generado, son: Cocido, Lavados y la Salmuera de Fermentación.

Las características de los efluentes de la elaboración (Garrido Fernández, 1982) se pueden separar en dos grandes grupos: las de tipo alcalino, provenientes del cocido y aguas de lavado; y las de carácter ácido, debido a las salmueras de fermentación, además de un color amarronado (Maldonado *et.al.* 2011), el cual se puede visualizar en la siguiente Figura.



Figura 8. Coloración del efluente proveniente de la producción de aceitunas en conserva.

A continuación se presentan las siguientes Tablas que detallan las características principales de estos dos grupos de vertidos.

Tabla 4. Aguas residuales del proceso de elaboración (cocido más dos lavados)

	unidad	Cocido	1°Lavado	2°Lavado
pH		12,2	11,2	9,8
NaOH	g/l	11,0	1,5	--
DQO	g/l	23,0	24,6	28,4
DBO ₅	g/l	15,0	12,3	15,6
Sólidos Volátiles	g/l	30,2	35,1	39,7
Sólidos fijos	g/l	18,0	11,4	9,9
Azúcares reductores	g/l	8,6	8,0	7,1
Polifenoles	g/l	4,1	4,0	6,3

Fuente: López Núñez, 2007.

Como se mencionó anteriormente, hay una tendencia a disminuir la cantidad de lavados, reduciéndolos a uno de 12 a 15 horas de duración, con lo cual, las características de los efluentes se resumen en la siguiente Tabla.

Tabla 5. Aguas residuales del proceso de elaboración (cocido más un lavado)

	unidad	Valor
pH		11,2
C.E	dS/m	10,1
Sólidos en suspensión	g/l	0,27
Sólidos disueltos	g/l	25,2
Alcalinidad total	meq/l	75,8
Sodio	mg/l	2.695
Potasio	mg/l	1.452
Cloruros	mg/l	1.139
Calcio	mg/l	36,2
Magnesio	mg/l	58,8
N-Nitrato	mg/l	13,7
P-Fosfato	mg/l	12,0
P-Total	mg/l	26,8
Hierro	mg/l	2,43
Cobre	mg/l	1,08
Zinc	mg/l	0,77

Fuente: López Núñez, 2007

Se trata de aguas de tipo alcalino, con elevada cantidad de soda (NaOH), azúcares y polifenoles. Estas aguas se producen durante los meses de campaña.

Por último, el efluente proveniente del proceso de fermentación en salmuera, posee las siguientes características.

Tabla 6. Aguas residuales del proceso de fermentación

		López Núñez	PRODIA
	Unidad	Valor	Valor
pH		3,9	4,1
DQO	g/l	10,7	41,667
DBO ₅	g/l	9,5	14,347
Sólidos fijos	g/l	100,7	
Sólidos volátiles	g/l	17,8	
Acidez libre	gláct t/l	6,0	
NaCl	g/l	97,0	72,8
Polifenoles	g/l	6,3	

Fuente: López Núñez, R, (2007); Fernández Llano, (2002).

Estas aguas son fuertemente ácidas, con elevada cantidad de sal y materia orgánica. Se producen durante todo el año.

7.3.1 Resumen

Los vertidos provenientes de la producción de aceitunas verdes en conserva se caracterizan por poseer elevados contenidos de sodio (producto del cocido y lavados), cloruro de sodio, pH elevado o bajo, presencia de polifenoles, altos valores de DBO₅ y DQO y sólidos disueltos; todos estos, dependiendo de la variedad de la aceituna, la época del año, la concentración de sales empleada, el método de cosecha, etc.



Figura 9. Representación a nivel esquemático el efluente generado en el proceso de producción.

La principal característica de estos efluentes es que son difíciles de tratar mediante tecnologías convencionales de depuración, ya que no son adecuadas para este tipo de agua residual y hasta la fecha no hay experiencias industriales de un tratamiento adecuado y viable, tanto a nivel técnico, como económico (Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y Alimentación, España).

Por otra parte la gran cantidad de agua que se utiliza en el proceso, hace necesaria la implementación de técnicas que disminuyan los volúmenes generados. Dentro de éstas, se pueden mencionar: el reúso de soda de cocido, disminución de lavados y reutilización de salmueras (Instituto de la Grasa, 1985), las mismas se discutirán en secciones posteriores.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el propósito de cumplir con el objetivo del presente trabajo, se detalla a continuación la metodología llevada a cabo.

8 Recopilación bibliográfica

Con el objetivo de obtener un marco general del tema tratado, como primer paso se buscaron antecedentes a nivel mundial, nacional y provincial de la producción de aceitunas en conserva. Los mismos se buscaron, además de otra bibliografía, principalmente en las publicaciones del Consejo Oleícola Internacional (COI), Censo Nacional Agropecuario (CNA, 2002) y Censo Frutícola Provincial 2010, de la provincia de Mendoza.

Se obtuvieron datos de producción anual, actual y futura (estimada), en cada uno de los escenarios, centrándose luego en la Provincia de Mendoza.

Por otro lado, se estudió la elaboración de aceitunas en conserva tipo “Español o Sevillano”, variedad que es objeto de estudio; se caracterizaron mediante búsqueda bibliográfica los efluentes resultantes de la producción y se analizó problemática ambiental emergente de este tipo de elaboración.

Por último se estudiaron los diferentes tipos de tratamiento de efluentes que se han investigado, con la finalidad de poder arrojar luz en una problemática compleja de la Provincia de Mendoza.

9 Encuestas

9.1 Principales empresas del sector

En base a la información recopilada en la sección anterior se elaboró una encuesta para ser elevada a las empresas del sector en estudio, centrándose en aquellas pertenecientes al Gran Mendoza. Se llevaron a cabo en total 18 encuestas anónimas, de estas, 10 se realizaron de manera directa, en 2 se obtuvo información a través del Departamento General de Irrigación (DGI) respecto al punto de vuelco de sus efluentes y 6 que no respondieron.

De las 12 empresas de las que se pudo obtener información, 7 pertenecen al departamento de Maipú, coincidente con la mayor región productora de aceitunas, 4 pertenecen al departamento de Guaymallén y 1 al departamento de Godoy Cruz.

La Figura 10 muestra la ubicación relativa de las empresas que se encuestaron

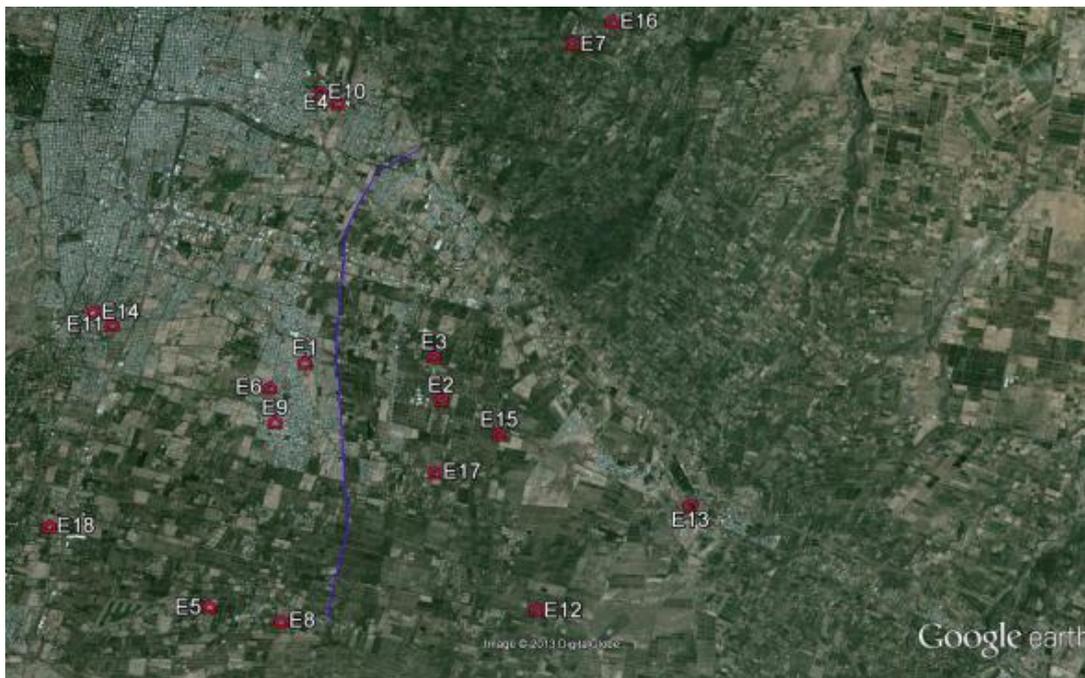


Figura 10. Ubicación relativa de las empresas encuestadas

Fuente: Imagen proporcionada por Google Earth.

La encuesta que se llevó a cabo se detalla a continuación:

1. ¿Qué tipo de elaboración se lleva a cabo en la empresa?
2. ¿Qué cantidad de agua que se utiliza en todo el proceso (l H ₂ O/ kg aceituna)?
3. ¿Qué cantidad de efluentes se generan en todo el proceso (l H ₂ O/ kg aceituna)?
4. ¿Se lleva a cabo algún tratamiento al efluente?
5. ¿El efluente se vuelca? ¿Dónde?
6. ¿La empresa realiza Reutilización de soda? (SI-NO)
7. ¿Se realiza supresión de lavados? (SI-NO)
8. ¿Se reutiliza la salmuera madre para envasado? (SI-NO)

9.2 Departamento General de Irrigación (DGI) y Aguas Mendocinas (AySAM)

Como complemento de las encuestas nombradas arriba, se llevaron a cabo conversaciones personales con diferentes actores del DGI y Aguas Mendocinas, con la finalidad de obtener

datos más exactos para la provincia de Mendoza, específicamente del Gran Mendoza. Se elevó una carta a cada institución, solicitando la siguiente información (Anexo I).

- Volumen (Litros) de efluentes volcados y registrados de empresas pertenecientes al Gran Mendoza, correspondientes a los códigos 105, 219, 224 y 241, del Registro Único de Establecimientos.
- Número de camiones atmosféricos registrados y si los mismos se pueden identificar como provenientes de la industria de aceitunas en conserva (Exclusivamente a DGI).
- Número de empresas del rubro (aceite de oliva y aceitunas en conserva) que vuelcan sus efluentes al sistema cloacal (exclusivamente a AySAM) y a cuerpos receptores (exclusivamente al DGI).

Como entidad dependiente del DGI, se llevó a cabo una pequeña encuesta a la Inspección del Canal Pescara, en la cual se intentó recaudar la siguiente información:

- Número de empresas del rubro de elaboración de aceite de oliva y aceitunas en conserva conectadas al Colector Pescara.
- Volumen (Litros) de efluentes volcados y registrados por parte de las empresas elaboradoras de aceite de oliva y aceitunas en conserva que se encuentran conectadas al Colector.
- Capacidad total del Colector.

Cabe aclarar que a la fecha de entrega de este trabajo, ninguna de las instituciones respondió a la carta de solicitud de información elevada. Los datos que se lograron obtener fueron dados en conversaciones personales con trabajadores de las instituciones mencionadas, no habiendo logrado obtener datos certeros, sino aproximaciones.

Es por ello que muchos de los resultados y discusión serán redactados en base a esta información estimativa, y no de acuerdo a datos oficiales.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10 Resultados de las encuestas

Esta industria, que es en general de tipo artesanal en Mendoza, por la pequeña dimensión de sus instalaciones, las cuales producen entre 1.800 y 7 mil toneladas al año (dato extraído de conversaciones personales con productores), se encuentra distribuida desigualmente en toda la provincia, con una mayor concentración en la zona del Gran Mendoza, con el 74% de los establecimientos industriales (61 industrias)⁴. De estos establecimientos, sólo unos pocos son también fraccionadores. (Fernández Llano, 2002).

En Mendoza, son dos los organismos que controlan los parámetros de calidad de los efluentes:

- AySAM (Aguas y Saneamiento Mendoza) con la Resolución 19/90 y su modificatoria 35/96, controla a toda industria que esté conectada al sistema cloacal. Para el caso de las olivícolas, son aproximadamente 6 las conectadas⁵ (comunicación personal con empleado de la institución).
- DGI (Departamento General de Irrigación) mediante la Resolución 461/98 como norma de vuelco al “Sistema de Conducto Cerrado” del Pescara, y la 627/00, Anexo I-a “Normas para vertido de líquidos a cuerpos receptores”. Las empresas del rubro estudiado que están conectadas al primero, suman 10. Lamentablemente al momento de realizar este trabajo, no se dispone de información respecto del número de empresas que vuelcan sus efluentes a cauce público (o a cuerpos receptores), sin embargo, las que disponen sus efluentes mediante camiones atmosféricos, se rigen mediante la segunda resolución.

⁴ Dato al año 2001. Al momento de redactar este trabajo, no se logró obtener información actualizada al respecto.

⁵ Debido a que no se obtuvo respuesta sobre la carta elevada a AySAM el dato consignado no es exacto. El mismo se obtuvo por medio de una conversación personal con un empleado de la institución.

Ninguno de los sistemas posee restricciones respecto del volumen de efluentes a volcar, sin embargo, cada empresa conectada debe llenar una declaración jurada respecto al volumen mensual vertido a los sistemas mencionados, debiendo pagar un canon proporcional en caso de sobrepasarlo.

A continuación se presenta la siguiente Tabla en la que se resumen las respuestas de las diferentes empresas encuestadas.

Tabla 7. Resultados de las encuestas realizadas

ID	Agua utilizada (l/kg)	Efluentes generados (l/kg)	Tipo de tratamiento	Punto de vuelco	Reúso de soda**	Disminución lavados	Reúso de salmuera***
E1	3	2	Corrección pH y dilución	Sistema del Pescara	Si	No	No
E2*	--	--	Balsas de evaporación	--	--	--	--
E3	2	1	Corrección pH y dilución	Camiones atmosféricos	Si	No	No
E4*	--	--	Corrección pH y dilución	Cloaca	--	--	--
E5	1,5	0,8	Corrección pH y dilución	Camiones atmosféricos	No	Si	No
E6	20	12	Balsas de evaporación	--	Si	Si	No
E7	5	2,5	Corrección pH y dilución	Cloaca	No	Si	No
E8	2	0,5	Balsas de evaporación	--	No	Si	No
E9	3	1	Balsas de evaporación	--	No	No	No
E10	2	1,5	Corrección pH y dilución	Sistema del Pescara	Si	No	No
E11	1,2	0,5	Corrección pH y dilución	Cloaca	No	Si	No
E12	2	1	Corrección pH y dilución	Sistema del Pescara	Si	Si	No
E13	No accedieron a responder la encuesta						
E14							
E15							
E16							
E17							
E18							

Nota:

*E2 y E4 no aceptaron responder la encuesta, los datos que se pudieron obtener corresponden a una charla personal con empleados del DGI.

**Dependiendo de la cantidad de aceitunas producida.

***El reúso de la salmuera depende del destino final de la aceituna, ya sea fraccionada o a granel.

Como primera aproximación se estimó que el 44% de las empresas no accedieron a responder la encuesta. Si bien no se tiene explícito conocimiento de esta causa, al contactar a los responsables de las empresas, la mayoría de los encuestados presentó cierta

inquietud, e inclusive desconfianza sobre el origen de las preguntas, y por más que hubo intenciones de visitar la empresa (con el objetivo de dar a conocer la finalidad del trabajo), no respondieron las preguntas. Otros, por su parte, no accedieron a responder, alegando que no tenían conocimiento exacto sobre los procesos llevados en la organización.

En síntesis, ya sea porque no se conoce el proceso, o por la desconfianza que genera una encuesta, se puede inferir que la temática tratada en este trabajo podría presentar una situación controversial, en especial a lo referente al tratamiento de efluentes, fuentes de contaminación y utilización del agua en zonas donde la misma es un factor delimitante en la producción.

En este aspecto, se tiene conocimiento, por datos no oficializados en estadísticas y obtenidos mediante conversaciones personales, de la existencia de establecimientos aceituneros en Mendoza que no están declarados. Existe una gran cantidad de productores (abastecedores más pequeños, cuya sumatoria podría igualar a los declarados) que no realizan ningún tipo de tratamiento o medida de disminución a sus efluentes. Esto pone en evidencia no solo el desconocimiento de la problemática, sino la deficiencia del poder de policía de las entidades encargadas del control, como también la falta de promoción política en la solución y gestión de la problemática planteada, en definitiva la falta de conciencia a todo nivel de los estratos sociales.

Ahora bien, utilizando los datos de las empresas que respondieron, se obtienen a continuación ciertos parámetros que permitirán realizar un diagnóstico, al menos aproximado, de la utilización del agua para la producción de aceituna verdes en conserva en el Gran Mendoza, con su consecuente generación de vertidos y los tratamientos llevados a cabo por parte de las industrias.

10.1 Utilización de agua vs efluentes generados

Con una media de 4,14 L/kg, dentro del Gran Mendoza, en el proceso de elaboración de aceitunas se utilizan entre 1,2 L y 20 L de agua potable por kg de aceitunas (Tabla 7). De

aquí se desprende que, si una empresa llega a su máxima producción (7.000 t/año), como se mencionó anteriormente, se estarían utilizando entre $8,4 \times 10^3 \text{ m}^3$ y $1,4 \times 10^5 \text{ m}^3$ de agua potable al año (entre 8.400.000 L y 140.000.000 L). En adición, si se llegaran a producir las 29.732 t estimadas de cosecha del año 2012, se estarían utilizando en promedio 123.090.480 L de agua potable.

Por otra parte, y como puede observarse en la Tabla 7, de esta cantidad de agua, entre el 25% y 75% son liberados como efluentes, es decir, entre 0,5 L y 12 L por kg producido (con una media de 2,28 L/kg), esto se traduce en un promedio de 67.788.960 L de efluentes vertidos.

Dichos efluentes son volcados ya sea, al sistema cloacal, al sistema de conducto cerrado del Pescara o extraídos mediante camiones atmosféricos, los cuales son desechados finalmente a cauce público, con la posible contaminación del suelo y agua subterránea e incluso superficial.

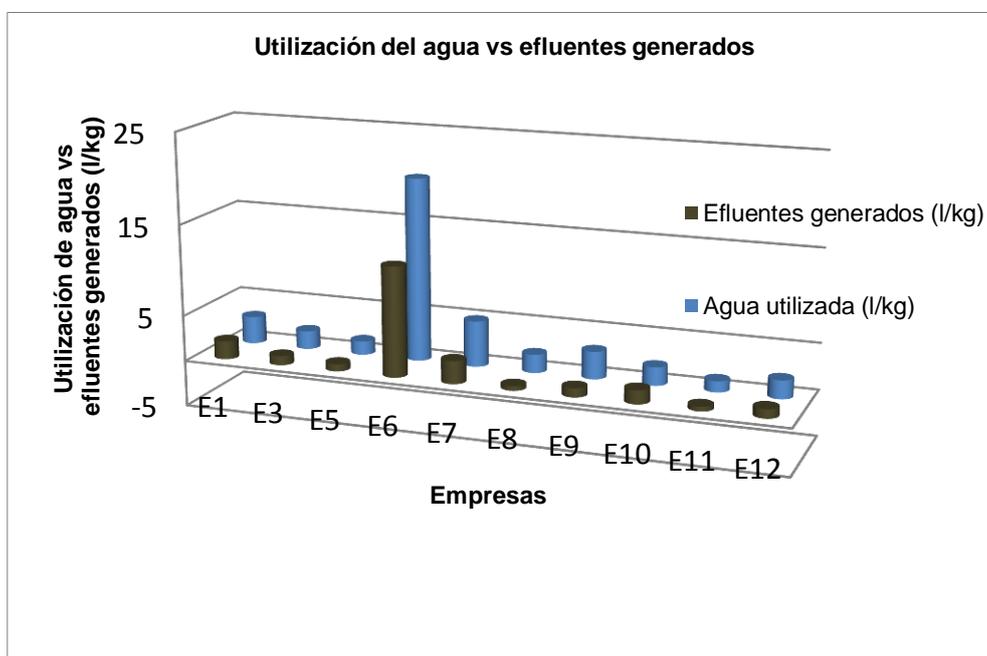


Figura 11. Utilización de agua vs efluentes generados

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas.

10.2 Tipo de tratamiento

De las encuestas realizadas, se destaca que aproximadamente el 67% de las empresas realizan un tratamiento primario (neutralización del pH y decantación con separación de grasas y aceites y desbaste). La dilución se realiza por lo general para bajar la conductividad eléctrica al efluente y no se tienen valores exactos y aproximados sobre la cantidad de agua utilizada en la dilución

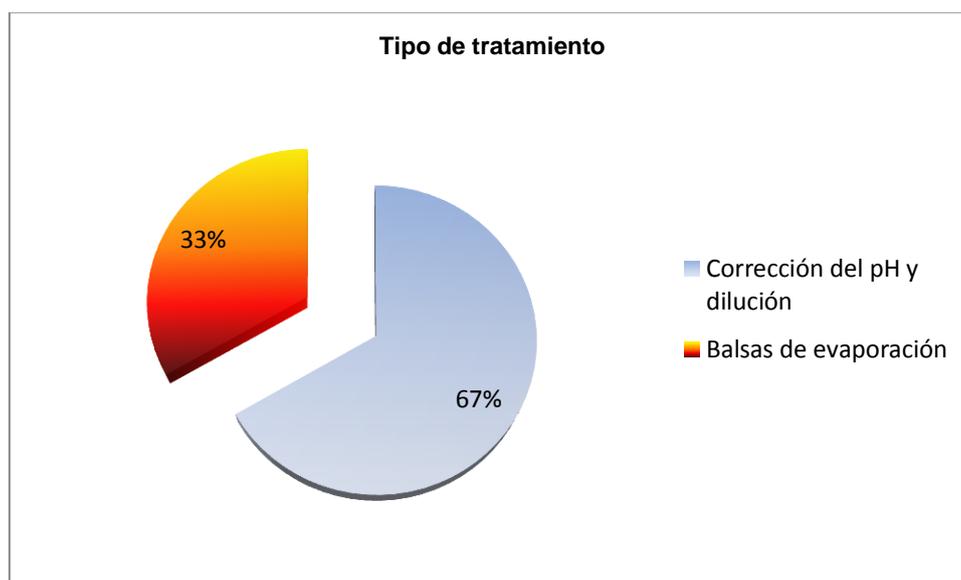


Figura 12. Tipo de tratamiento

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas.

Por lo general, las empresas que realizan estos tratamientos son las que están conectadas al sistema cloacal (37,5%), al Sistema de conducto cerrado del Canal Pescara (37,5%) o disponen sus efluentes mediante camiones atmosféricos y posterior vuelco a cauce público (25%) (Figura 13).

El otro 33% no realiza ninguna de las actividades nombradas arriba, sino que el tratamiento es la disposición mediante balsas de evaporación que se encuentran dentro del mismo predio donde se instala la empresa.

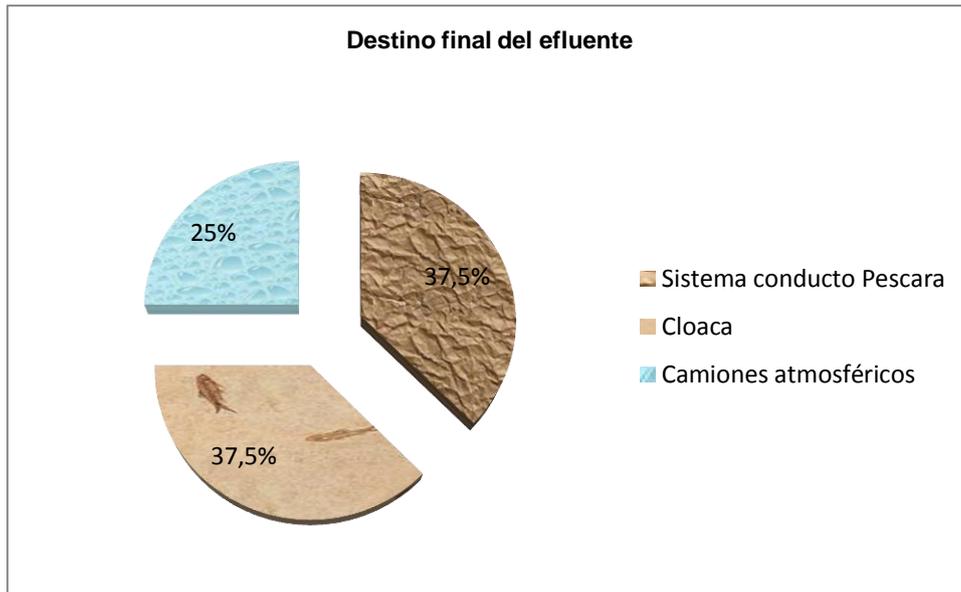


Figura 13. Destino final del efluente

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas.

10.3 Técnicas de disminución de aguas residuales

10.3.1 Reúso de soda

De acuerdo a los resultados obtenidos, el 50% de las empresas encuestadas no realiza esta técnica, principalmente porque, dependiendo del volumen producido, no resulta rentable para la pequeña y mediana empresa el llevarlo a cabo. Consideran que la inversión necesaria para lograrlo es mayor a las ganancias que obtienen por año productivo (conversación personal con productor).

En el caso de empresas que producen mayores volúmenes, si lo realizan, correspondiendo al otro 50%.

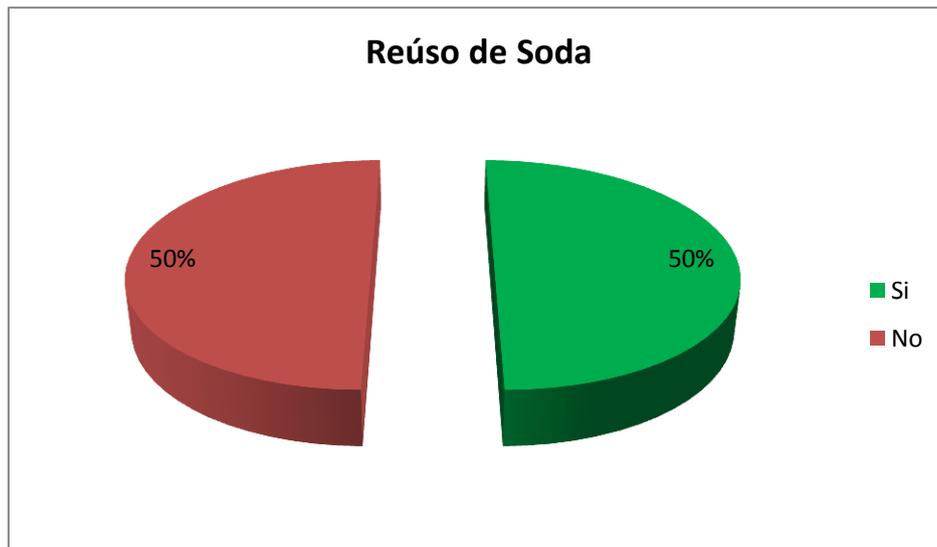


Figura 14. Reúso de soda

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas.

No obstante, se conoce que la reutilización de soda sería la medida de control cuya aplicación parece más atractiva, ya que las mismas contienen una cantidad residual de NaOH bastante considerable. Para ello, bastaría con añadirle la cantidad de NaOH consumida. La única dificultad radica en que entonces, tanto para estimar la concentración que contiene la solución vertida, como la enriquecida, es necesario recurrir a la valoración, preferentemente potenciométrica.

La soda de cocido se ha llegado a utilizar hasta 14 veces (Garrido Fernández et al. 1979), donde a partir del cuarto reúso el aumento en la carga orgánica alcanza un equilibrio y la carga contaminante no aumenta más, según el autor los niveles de contaminación alcanzados en el catorceavo reúso no llegan a ser tres veces los del proceso tradicional. Los efectos descontaminadores de esta medida de control resultan de importancia, ya que mediante la aplicación de esta medida de control, se ha evitado verter aproximadamente en un 90% la materia que se habría vertido sin la aplicación de estas medidas (Fernández Díez, et al., 1985).

De acuerdo a un estudio realizado en la provincia de Mendoza se concluyó que se puede reusar la soda hasta 7 veces sin afectar las características organolépticas de las aceitunas

(Maldonado, 2011), así los valores de residuos están dentro de los normales y no difieren estadísticamente de hacer un sólo uso de la soda de hacer varios reúsos. Para esto sólo harían falta pocas instalaciones complementarias, pues sólo bastaría con una bomba y un depósito auxiliar (Figuras 15 y 16).



Figura 15. Implementación de depósitos auxiliares en fábrica de Mendoza.



Figura 16. Implementación de depósitos auxiliares y bombas en fábrica de Mendoza.

Es con esto que el ensayo a nivel laboratorio podría extenderse a ensayos de fábrica con la consecuente disminución de los volúmenes de efluente vertidos. Se conocen experiencias a nivel provincial donde la aplicación de esta práctica ha dado resultados positivos y se ha logrado reducir el consumo de agua.

Como desventaja, según Garrido Fernández (1979), se tiene que la manipulación de estos líquidos suele provocar la formación de espumas si no se toman precauciones. No obstante serían solucionables mediante el empleo de equipos de bombeo que no introduzcan aire y realizar la agitación mediante paletas. También podrían emplearse compuestos tensioactivos de tipo alimentario para controlar dicha espuma, pudiendo alcanzar resultados positivos (hay tensioactivos biológicos generados por bacterias tipo *Bacillus* que pueden usarse perfectamente en alimentos (comunicación personal Dr. Mario Baigori).

10.3.2 Disminución de lavados

Como se mencionó en secciones precedentes, normalmente se hacen entre dos y tres lavados para quitar el residuo de soda que queda en el fruto, aunque existe una tendencia mundial de reducirlos a un lavado de 12-15 hs de duración.

De las empresas encuestadas, el 60% realizan disminución de lavados dentro de su proceso productivo, coincidente con la tendencia mundial mencionada, mientras que el 40% queda fuera de esta tendencia, básicamente porque las aguas de lavado contienen menos proporción de NaOH, por lo que el aprovechamiento de las mismas para la preparación de lejías no presenta un atractivo económico importante (conversación privada con los encuestados).

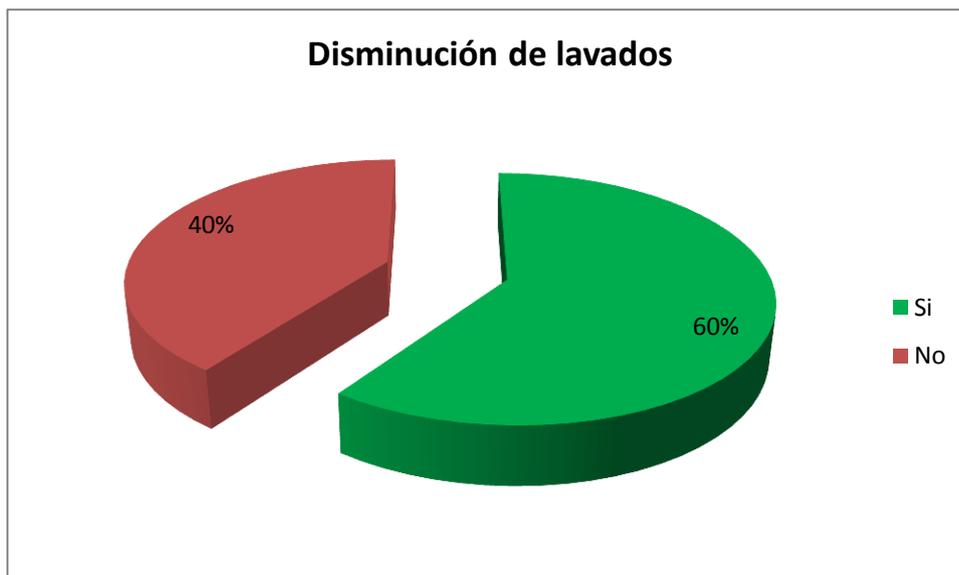


Figura 17. Disminución de lavados

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas.

Por otra parte, las concentraciones de azúcares reductores que contienen estos líquidos son muy notables, por lo que la eliminación de algún lavado podría dar lugar a la obtención de una lejía residual más elevada durante la fermentación. El resto de la carga contaminante, en principio, parece no ser útil, ni puede ser depurada fácilmente, por lo que lo más conveniente es disminuir su volumen al mínimo.

Las modificaciones ensayadas (Garrido Fernández, et. al, 1982) han abarcado la supresión de una o dos aguas de lavado. En el primero de los casos, los resultados que se obtienen de la fermentación no parecen ser muy diferentes de los que se producen siguiendo el proceso tradicional. En el segundo, los frutos presentan un sabor más acentuado (amargo) que, en general, puede considerarse como excesivo. La producción de acidez libre se beneficia con ello y llega a ser más alta. Además, la relación entre ácidos fijos, láctico y volátiles, constituidos casi exclusivamente por acético, es significativamente más elevada con esta modificación del proceso, lo que indicaría un mayor rendimiento de la fermentación. La velocidad con que ello ocurre tampoco se afecta y el desarrollo de microorganismos es normal.

La principal desventaja de este método es que la lejía residual se estabiliza en valores ligeramente más altos que los habituales, con lo que el pH no desciende lo suficiente. Por ello, cuando se suprimen dos lavados es necesaria la corrección de dicha característica mediante la adición (entre otras) de HCl de tipo alimentario, realizada en diferentes momentos del proceso. No obstante ello, se debe ser prudente con la utilización de HCl, ya que, en ocasiones podría comunicar un cierto sabor a las aceitunas.

Otra medida de corrección se podría efectuar sustituyendo una proporción adecuada de la salmuera de fermentación por otra blanca. Sin embargo, desde el punto de vista de la contaminación, da lugar al vertido de unas aguas residuales tan cargadas o más que las que se habían tratado de evitar.

En resumen, según el estado actual de la tecnología, sería posible la eliminación del segundo lavado, prolongando la duración del primero, sin ningún inconveniente para las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas del producto final. De este modo se estaría reduciendo en un 50% el vertido de efluentes, con la consecuencia positiva de reducir también el consumo de agua potable en la misma proporción.

10.3.3 Reúso de salmuera

El empleo de las salmuera de fermentación no puede evitarse, independientemente de si fueron obtenidas a partir de lejías o se añadieron como soluciones nuevas o frescas. Sus características diferenciales fundamentales, en relación con las soluciones de NaOH o aguas de lavado, son su alto contenido en NaCl (sal) y ácido láctico, con el consiguiente bajo pH.

Al haber tenido lugar en la misma un proceso fermentativo, la reutilización no parece aconsejable, ya que la presencia de metabolitos de las bacterias desarrolladas representa un inconveniente para el crecimiento de las mismas en la campaña siguiente. Además, tampoco serían adecuados el pH y la concentración salina.

A la vista de esta composición tampoco sería aconsejable la depuración de estas salmueras por métodos biológicos, convencionales o anaeróbicos. Sin embargo, dada su concentración moderada de ácido láctico y sal, su regeneración para el empleo en el envasado podría ser ventajosa.

La regeneración de esta salmuera se puede lograr mediante las siguientes acciones.

- a. Separación de los sólidos en suspensión mediante centrifugación o filtración, la cual, aunque se ha estudiado a nivel de laboratorio (Garrido Fernández, 1979), no debería presentar mayores dificultades, ya que en otros procesos industriales (Elaboración de vino), su uso es bastante común.
- b. Separación de sustancias orgánicas en disolución mediante adsorción con carbón activo, ósmosis inversa y la ultrafiltración.

Los estudios llevados a cabo a nivel de laboratorio (Garrido Fernández, 1979), han mostrado unas características adecuadas para este tipo de efluente, y su uso presenta mejores perspectivas si se considera la regeneración del mismo. Sin embargo, antes de llevar este procedimiento a nivel industrial, resulta imprescindible realizar las correspondientes experiencias previas para la selección del mejor carbón adsorbente y la estimación de los demás parámetros para el diseño de la instalación adecuada, ya que las eficiencias de adsorción cambian con el tipo de efluente y adsorbente.

Los envasados que se realizan utilizando salmueras regeneradas por este método no se distinguen en pruebas organolépticas, de aquellos otros en los que se emplean soluciones frescas (Garrido Fernández, 1977).

- c. Separación de las sustancias orgánicas de disolución mediante ultrafiltración y ósmosis inversa

La ultrafiltración no ha dado resultados satisfactorios en cuanto a la clarificación ni retención de microorganismos, por lo que, en todo caso, se recurre a la ósmosis inversa.

En experiencias con esta última, la DQO se redujo a la tercera parte y los microorganismos se eliminaron casi completamente (Briston, 1968). El efecto negativo más importante, según este autor, se ha encontrado en la disminución del flujo en el transcurso de la operación, llegándose, en algunos casos, a permeabilidades muy bajas al cabo de sólo algunas horas de funcionamiento.

En resumen, la ósmosis inversa presenta un indudable interés para la depuración de salmueras. Sin embargo, dada la desventaja presentada, en la actualidad su aplicación no es viable, tanto por las membranas utilizadas, como por la gran inversión necesaria para poner en marcha el proceso.

De acuerdo a los datos obtenidos de las encuestas, ninguna de las empresas realiza esta técnica, es decir, no utilizan la salmuera madre para el fraccionamiento. Sin embargo, cuando la venta es a granel, el producto final queda en la salmuera original, reduciéndose el volumen de efluente en 100%, es decir, la cantidad de líquido residual vertido, disminuye de 1 L de salmuera / kg de aceituna a cero, por lo tanto, reduciéndose también la cantidad de agua potable utilizada en la misma proporción.

Ahora bien, las técnicas que se enumeran en este punto, resultan inviables también por los grandes costos que debería afrontar la empresa para invertir en la tecnología necesaria. No resulta económicamente viable para una pequeña o mediana empresa invertir en tal infraestructura, cuando las ganancias de las ventas no las superan.

Por su parte, en el caso especial del tratamiento por ósmosis inversa, las principales desventajas son que el sistema pierde 4 litros de agua por cada uno que se filtra, es decir es poco eficiente, lo que no resulta un tratamiento adecuado a la hora de disminuir los vertidos, además de las grandes superficies que deberían ser destinadas para su construcción y el alto costo de los equipos.

Ahora bien, si todas las empresas del sector llevaran a la práctica al menos las dos primeras medidas de reducción de efluentes (y por lo tanto agua potable utilizada) y considerando

también que estas fueran eficientes, se estarían disminuyendo los vertidos en un 47,5%, es decir, que del total producido en el estimado de la cosecha del 2012, el volumen vertido quedaría reducido a 64.622.502 L y ahorrando en promedio 58.467.978 L de agua potable.

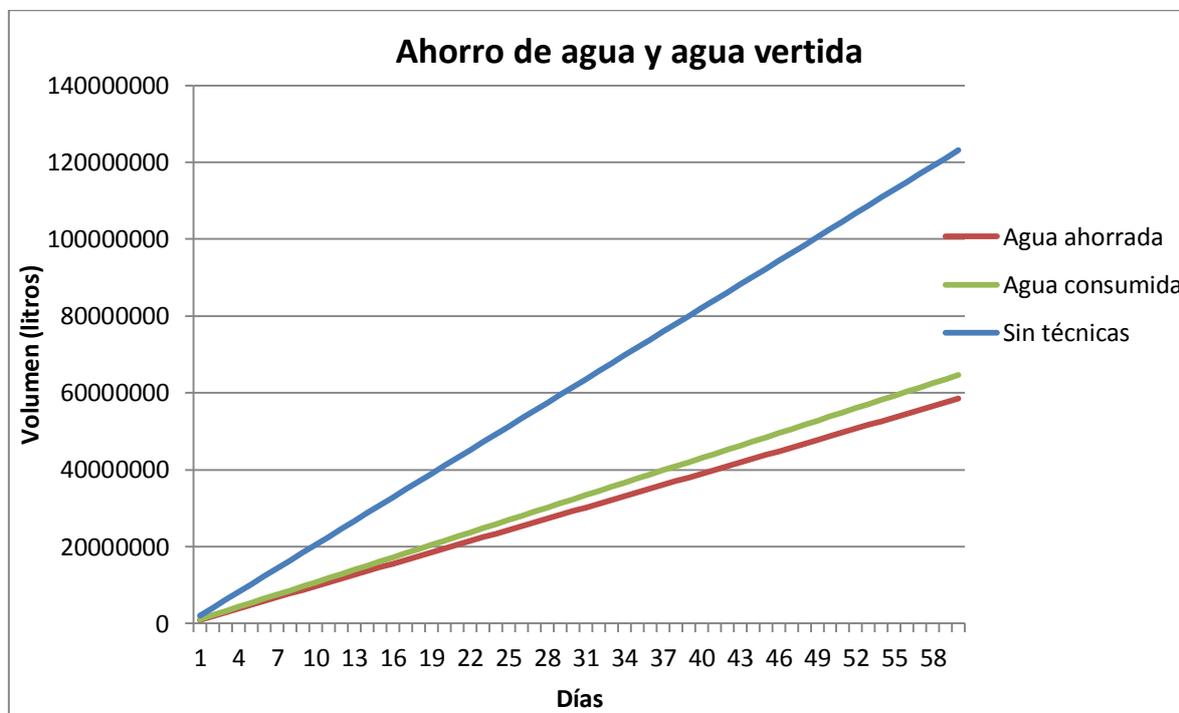


Figura 18. Agua ahorrada y agua consumida

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) una persona necesita 50 litros diarios para satisfacer sus necesidades domésticas, por lo tanto, este volumen ahorrado serviría para abastecer de agua potable a 3.203 personas al año, lo cual significa proveer de agua corriente a un 1,65% de la población de Mendoza o, por ejemplo, al 21% de la población de Luján de Cuyo que no tiene acceso a la misma (Censo Nacional 2001).

Por otra parte, se calculó el costo estimativo⁶ de potabilización del agua, que resultó ser de 0,013 \$/l (13,0 \$/m³) (Tabla 8). Teniendo en cuenta que la producción retrospectiva del año 2012 fue de 29.732 t, resulta que si no se optimizaría el consumo del agua por parte de las empresas, el Estado gastaría \$1.600.504 al año en proveer de agua potable a las fábricas.

⁶ Al momento de presentar el trabajo no se habían logrado obtener datos respecto de cuánto cuesta potabilizar un volumen de agua. Por lo tanto, el cálculo se basó en costos y fuentes buscadas en internet, pero pueden no ser reales para la provincia de Mendoza.

Dicho costo se trasladaría a la sociedad, la cual termina pagando el derroche ocasionado por las empresas. Caso contrario a esto, si las empresas llevaran a cabo un uso sustentable del recurso (realizando técnicas de reúso y disminución de lavados), se estarían gastando \$840.264 al año, un 47.5% menos que lo anterior (Tabla 9). Estos valores refuerzan el hecho de que siempre es recomendable la utilización de técnicas de reúso o disminución de lavados presentadas anteriormente.

El costo estimativo se basó en los siguientes cálculos:

Tabla 8. Cálculo estimativo de potabilización del agua

Insumos básicos	Costo unitario	Total
Volumen de piletas potabilizadoras (1050 m ³) x 5 piletas diarias	1050 m ³	5220
Sulfato de aluminio: 8 bolsas de 25 kg por pileta (40 bolsas diarias)	\$1200	48.000
Cloro puro por día (80 l/d)	3,3 \$/l	264
100 personas en planta con sueldo medio de \$6000		
Sueldo diario medio de las personas (6000/30*100)	\$200/día	20.000
Total		68.264
Costo por volumen (68.264/5220) \$/m ³		13,002
Costo \$/l		0,013

Y luego, para calcularlo en base a la producción anual del año 2012, discriminando entre la media de agua potable utilizada (123.090.480 litros) y el agua realizando reúsos (64.225.502 litros), se hizo mediante el siguiente cálculo.

Costo anual: costo unitario de potabilización x volumen anual utilizado.

Tabla 9. Diferencias de costos de provisión de agua

	Costo (\$)
Sin técnicas de disminución	1.600.504
Con reúso y disminución de lavados	840.264

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos



Figura 19. Costos sin técnicas de disminución vs costos con técnicas de disminución

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

11 Comparación de los efluentes con las reglamentaciones mendocinas

Como se mencionó anteriormente, existen en la Provincia de Mendoza tres reglamentaciones que controlan la calidad del efluente a volcar en cada uno de los sistemas también mencionados.

De acuerdo a la caracterización de los efluentes que se describió en la Sección 7.3, se presenta a continuación la comparación de estos parámetros con las diferentes reglamentaciones.

Tabla 10. Cocido más dos lavados – comparación con las reglamentaciones

Parámetros	unidad	Cocido	2°Lavado	Reglamentaciones		
				Res. 627/00 – DGI	Res 461/98 – DGI	Res 35/96 - AySAM
pH		12,2	9,8	5,5-9,0	6-9	5,5-9
NaOH	g/l	11,0	--	N/E	N/E	N/E
DQO	g/l	23,0	28,4	0,25	N/E	0,33
DBO ₅	g/l	15,0	15,6	0,12	1	N/E
Sólidos disueltos totales	g/l	48,2	49,6	0,08	N/E	0,2
Azúcares reductores	g/l	8,6	7,1	N/E	N/E	N/E
Polifenoles	g/l	4,1	6,3	N/E	N/E	N/

N/E: No especificado por ley.

Las celdas marcadas con rojo, superan los valores establecidos por las tres reglamentaciones.

Tabla 11. Cocido más un lavado – comparación con las reglamentaciones

Parámetros	unidad	Valor	Reglamentaciones		
			Res. 627/00 – DGI	Res. 461-98- DGI	Res. 35/96- AySAM
pH		11,2	5,5-9	6-9	5,5-9
NaOH	g/l	1,5	N/E	N/E	N/E
C.E	dS/m	10,1	2	2	3
Sólidos en suspensión	g/l	0,27	N/E	N/E	N/E
Sólidos disueltos	g/l	25,2	0,08	0,08	0,2
Alcalinidad total	meq/l	75,8	N/E	N/E	N/E
Sodio	mg/l	2.695	400	300	N/E
Potasio	mg/l	1.452	N/E	N/E	N/E
Cloruros	mg/l	1.139	500	500	350
Calcio	mg/l	36,2	N/E	N/E	N/E
Magnesio	mg/l	58,8	N/E	N/E	N/E
N-Nitrato	mg/l	13,7	45	45	N/E
P-Fosfato	mg/l	12,0	0,7	N/E	N/E
P-Total	mg/l	26,8	N/E	N/E	N/E
Hierro	mg/l	2,43	6	5	N/E
Cobre	mg/l	1,08	1	0,2	N/E
Zinc	mg/l	0,77	3	2	N/E
DQO	g/l	24,6	0,25	N/E	0,33
DBO ₅	g/l	12,3	0,12	1	N/E
Polifenoles	g/l	4,0	N/E	N/E	N/E
Azúcares reductores	g/l	8,0	N/E	N/E	N/E

N/E: No especificado por ley.

CE: Conductividad eléctrica

Las celdas marcadas con rojo, superan los valores establecidos por una o las tres reglamentaciones.

Tabla 12. Fermentación – Comparación con las reglamentaciones

Parámetros	Unidad	Valor	Reglamentaciones		
			Res. 627/00 – DGI	Res. 461-98- DGI	Res. 35/96- AySAM
pH		3,9	5,5-9	6-9	5,5-9
DQO	g/l	10,7	0,25	N/E	0,33
DBO ₅	g/l	9,5	0,12	1	N/E
Sólidos disueltos totales	g/l	118,5	0,08	0,08	0,2
Acidez libre	gláct t/l	6,0	N/E	N/E	N/E
NaCl	g/l	97,0	N/E	N/E	N/E
Polifenoles	g/l	6,3	N/E	N/E	N/E

N/E: No especificado por ley.

Las celdas marcadas con rojo, superan los valores establecidos por una o las tres reglamentaciones.

Para las tres tablas precedentes, se tiene que los niveles guía que han sido establecidos por las tres reglamentaciones son superados por los parámetros evaluados en cada caso.

La principal problemática surge de la variabilidad del pH en cada parte del proceso, y la elevada conductividad eléctrica que presentan estas aguas.

Por su parte, de los parámetros que no contemplan las legislaciones, se conoce que el hidróxido de sodio (NaOH) es un residuo peligroso, estando bajo la clasificación de la Ley 5.917 y su Decreto Reglamentario 2.625/99, como Y34 e Y35 “ácidos y bases en forma sólida o en disolución”. De acuerdo a una conversación mantenida con un profesional que

trabajaba en la Dirección de Protección Ambiental (DPA), se dejó de realizar a los efluentes el análisis de contenido de NaOH, porque no se tiene la tecnología ni la infraestructura necesaria para tratar este tipo de residuo, por lo que las empresas que lo utilizan y vierten, ya no se ven obligadas a separarlo del resto de sus vertidos.

Por otro lado, en muchos casos se le atribuye a los polifenoles la característica de elevada toxicidad a los efluentes. En general, varios de los polifenoles son extremadamente tóxicos para los vegetales, células animales, microorganismos e insectos, lo que justifica el elevado efecto contaminante de estas aguas. Los polifenoles existentes en las aguas provenientes de la elaboración de aceitunas en conserva son de naturaleza muy variada (Moreno, et. Al, 1990) y según su composición, algunos pueden presentar serios problemas al poseer una elevada toxicidad para el desarrollo de microorganismos. Por otro lado, existen otros que deben ser considerados como útiles (Capasso, 1997). Estos podrían ser utilizados bajo una perspectiva farmacéutica, ya que poseen propiedades antioxidantes, como ocurre con el tirosol e hidroxitirosol.

Si bien en el Gran Mendoza el principal tratamiento de estos efluentes es un tratamiento primario y dilución, con el posterior vuelco a cloaca, conducto cerrado del sistema del Pescara o cauce público; dadas las tablas comparativas, la situación planteada para el NaOH y Polifenoles y que sólo el 26% de las organizaciones está conectada a alguno de los dos sistemas comentados, se considera que es importante el tratamiento de estos efluentes.

Maldonado *et.al.*, (2011) estudiaron el efluente proveniente del uso y reúso de la soda del primer y segundo lavado, de donde dedujeron que la relación DBO/DQO de este tipo de vertido hacen del mismo biodegradable⁷ y por lo tanto tratable mediante procesos biológicos (Gatto, 2012).

⁷ La biodegradabilidad expresa la relación DBO/DQO, de la cual se obtiene un resultado que puede dar una idea de la posibilidad de tratar el efluente mediante tratamientos biológicos. La relación obtenida es la siguiente: DBO/DQO<2,5, es un compuesto biodegradable.(Cisterna Ososrio (n.d).

Es por esta razón que a continuación se presentan los principales tipos de tratamiento investigados para aguas con características similares a las estudiadas, presentando las ventajas y desventajas de cada proceso.

12 Técnicas para la depuración de efluentes

Se han estudiado a escala de laboratorio diversas técnicas de depuración de efluentes provenientes de la elaboración del aceite de oliva. Si bien no son los provenientes de la elaboración de aceitunas en conserva, ambos comparten muchas de las características que se mencionaron y discutieron anteriormente, es por esto que se toman como referencia los estudios que se presentan a continuación.

Los tratamientos que se describirán se pueden clasificar como físicos, biológicos y una combinación de ambos. A continuación se presenta un resumen de cada uno de ellos.

12.1 Biológicos

- Degradación de efluentes recalcitrantes provenientes de una almazara mediante el hongo blanco de la pudrición (*Lentinula edodes*)

D'Annibale, et, al., en 1998, estudiaron la biodegradación del alpechín (residuo líquido proveniente de la elaboración de aceite de oliva), mediante un micelio de poliuretano de *L. edodes*, en tres ciclos consecutivos de tratamiento del efluente. En dicho estudio se observaron significativos abatimientos de sus características contaminantes: se logró una reducción del contenido de Carbón Orgánico Total (COT) entre un 73% y 88%, de fenoles totales, entre 83,5% y 88,5% y orto-difenoles totales. En adición, se evidenció una decoloración significativa del efluente, entre un 72% y 75%.

Del estudio se concluyó que el tratamiento con este hongo resultó en un completo abatimiento de los compuestos fenólicos y aromáticos, como así también en la gran pérdida de color del efluente y en una aparente depolimerización de la fracción de gran peso molecular.

Por otra parte, la declinación dramática en la habilidad decolorante de la biomasa luego del tercer ciclo, indican que el límite de vida del sistema debe ser de unos 25 días. No ocurrió lo mismo con la remoción de fenoles, donde la misma fue similar en los tres ciclos, indicando que el metabolismo biodegradativo de estos componentes, no está asociado con la decoloración.

- Comunidades microbianas y su rendimiento en un reactor anaeróbico continuamente agitado, tratando dos fases de alpechín sólido a una baja carga orgánica

A escala de laboratorio, Rincón, B, et al, (2005) estudiaron el rendimiento y las comunidades microbianas de un reactor anaeróbico continuamente agitado donde se trataron dos fases de alpechín sólido. Se obtuvieron eficiencias de depuración en el rango del 95,6% al 97%.

Al mismo tiempo se caracterizaron las comunidades microbianas dentro del reactor, obteniéndose que Firmicutes (representados mayormente por Clostridiales) fue el grupo más abundante, seguido de Chloroflexi y Gamma-proteobacterias (*Pseudomonas* fue el mayormente representado dentro de este grupo). Otros grupos bacterianos fueron identificados dentro del reactor, entre ellos Actinobacteria, Bacteroidetes y Deferribacteres

El análisis molecular de la diversidad microbiana mediante el reactor estudiado, muestra una importancia decisiva de organismos específicos en el proceso estudiado. Los datos representan la base de un estudio pionero en el análisis de microorganismos que participan en el proceso anaeróbico del tratamiento del alpechín y específicamente a bajas cargas orgánicas. Se ha mostrado la relación entre los cambios de las comunidades microbianas y el crecimiento de las cargas orgánicas durante la descomposición anaeróbica del alpechín. Entendiendo la implicancia de microorganismos específicos, se estará en una posición privilegiada en mejorar el rendimiento de los reactores para el tratamiento del alpechín en dos fases.

- Biodegradación del alpechín por *Corilus versicolor* y *Funalia trogii*: sus efectos de la agitación, concentración de la demanda química de oxígeno, tamaño del inóculo e inmovilización

Este estudio fue realizado a escala de laboratorio por Yesilada, et, al., (1998). A partir de éste se encontró que la concentración inicial de la DQO, la agitación y el tamaño del inóculo resultaron ser significativos para la biodegradación del efluente. Por el contrario, la adición de glucosa, sulfato o nitrógeno no tuvieron efecto en la biodegradación. Durante el crecimiento bacteriano en condiciones óptimas, *C. versicolor* degradó aproximadamente el 63% de la DQO, el 90% de los fenoles y el 81% del color del efluente usado en el estudio. Los hongos excretaron grandes cantidades de lacasa extracelular al medio. Grandes tasas de biodegradación también se obtuvieron mediante el hongo inmovilizado en geles de alginato de calcio.

Para el presente estudio no fue necesaria la adición de carbón, energía u otras fuentes al alpechín original, ya que la reducción de los fenoles, la cual fue paralela al crecimiento de los hongos, indicaría su uso como fuente primaria de carbón.

Sanjust et al. (1991) y Martirani et al. (1996) reportaron que *Pleurotus spp.* removió los fenoles e indujo a una remarcable reducción de su toxicidad. La gran extensión de los compuestos polifenólicos reducidos por los hongos utilizados en este estudio son importantes al respecto. Los resultados muestran que estos hongos fueron capaces de reducir la DQO, fenoles y el color de este efluente.

- Biotratamientos anaeróbicos y aeróbicos combinados y separados de los efluentes provenientes del cocido de las aceitunas

Con el objetivo de investigar el potencial del tratamiento biológico de las aguas de cocido, Aggelis, G. G, et. al, (2001) evaluaron el rendimiento de procesos anaeróbicos, aeróbicos y la combinación de ambos. La digestión anaeróbica del efluente alcanzó una máxima eficiencia del 49%, reduciendo en un 12% la materia orgánica y compuestos polifenólicos.

Este proceso pareciera ser fuertemente influenciado por un factor inhibitorio, dada la baja remoción de la DQO, acumulación de ácidos grasos volátiles y la baja producción de biogás. El tratamiento aerobio del efluente fue más eficiente que su contrapartida, resultando en una eficiencia de la biodegradación de 71,6%-75,9%. Sin embargo, es severamente afectado por los compuestos polifenólicos, con la desventaja adicional de la necesidad de corregir el pH y la gran producción de biomasa. Por otro lado, el tratamiento aeróbico del efluente resultante del tratamiento anaeróbico, logró una eficiencia en la reducción de la DQO y polifenoles del orden del 74% y 19,6%, resultando en una reducción total de estos compuestos del 83,5% y 28% respectivamente. Más aún, el tratamiento combinado resultó en una menor cantidad de lodo aeróbico y no requiere de la corrección del pH del efluente.

De los resultados expuestos, se podría sugerir el uso del biotratamiento combinado (anaeróbico-aeróbico), como un tratamiento efectivo en la reducción de las cargas orgánicas de los efluentes provenientes del cocido de las aceitunas. Incluso, se podrían obtener mejores resultados con el uso de un pretratamiento especializado en remover los compuestos polifenólicos, los que podrían resultar en un incremento en la eficiencia del tratamiento, sin embargo, resulta imprescindible realizar las pruebas al respecto.

- Decoloración fermentativa del alpechín por *Lactobacillus plantarum*.

En este estudio Lamia-Moktar, 2002, investigaron el crecimiento de *L. plantarum* por la decoloración reductora y la degradación de compuestos fenólicos. El crecimiento de *L. plantarum* en alpechín fresco durante 6 días produjo un incremento del número de células viables y un decrecimiento del pH debido a la producción de ácido láctico. El crecimiento de *L. plantarum* condujo a la despolimerización de compuestos fenólicos de gran peso molecular, con el resultado de una decoloración del alpechín y una reducción significativa de los fenoles totales en proporción a la dilución del alpechín. Aproximadamente un 58% del color, 55% de la DQO y un 46% de los compuestos fenólicos fueron removidos cuando el alpechín fue diluido diez veces.

En este aspecto, se podría considerar que el uso *L. plantarum* en la decoloración y biodegradación de compuestos fenólicos, como una nueva y atractiva aproximación a obtener resultados satisfactorios. Sin embargo, deberían llevarse a cabo estudios a nivel industrial, para asegurar el correcto rendimiento de este microorganismo en el tratamiento del efluente estudiado.

12.2 Físico

- Procesos de membrana para el fraccionamiento del alpechín.

A escala de laboratorio, Paraskeva, C.A, et al (2005), utilizaron diferentes combinaciones de procesos de membrana para el fraccionamiento del alpechín y obtener subproductos que luego puedan ser utilizados en la reducción de gastos involucrados. Los procesos de Ultrafiltración en combinación con nanofiltración y/o ósmosis inversa resultaron ser muy eficientes en el fraccionamiento del alpechín. El producto final obtenido fue un efluente transparente y limpio, con bajos contenidos de compuestos orgánicos y sales disueltas.

La composición química del efluente post-tratamiento muestra que es posible su disposición final en cuerpos receptores y usado para propósitos de irrigación. Los mejores rendimientos

en el tratamiento del alpechín fueron en los que se trató mediante ósmosis inversa luego de la ultrafiltración.

Si bien se obtuvieron resultados satisfactorios, se necesitan llevar a cabo más estudios para determinar la sustentabilidad del proceso a nivel industrial, en especial, porque requiere de una gran inversión inicial para lograrlo.

- Disposición del efluente en balsas de evaporación

Si bien este tipo no se considera un tipo de tratamiento al efluente, es el único método y el más difundido de eliminación que no necesita del suministro de grandes cantidades de energía. La evaporación depende de la climatología y puede oscilar entre 5 y 10 mm al día, por lo que el volumen y superficie de las mismas debe tener en cuenta la pluviometría y la producción de la fábrica.

Las balsas recogen la lejía que no sea reutilizada en el proceso de cocción de la aceituna verde, así como la procedente de los lavados posteriores y de la salmuera que no se ha utilizado para fraccionar, por lo que su carga contaminante puede ser significativa, tal y como se ha explicado en las secciones precedentes.

De acuerdo a Jarboui et, al (2008), las lagunas de evaporación no pueden ser consideradas como la mejor solución para la prevención de la contaminación por aguas residuales de la industria olivícola, ya que esta práctica conlleva muchas desventajas: olores desagradables, riesgos de pérdidas en el transporte, infiltración hacia los suelos, con la posible contaminación de las aguas subterráneas. Este autor considera que el suelo donde se va a instalar la laguna, debe ser impermeable (arcilloso) y en la construcción de la misma se debe impermeabilizar su superficie mediante la colocación de membrana, para evitar infiltraciones al suelo y aguas subterráneas.



Figura 20. Imagen de un sistema de balsas de evaporación en España.



Figura 21. Balsas de evaporación impermeabilizadas.

El costo aproximado de construir una balsa de evaporación (dimensiones de 50mx30x1m) de este tipo es de aproximadamente USD 37.477 (aproximadamente \$300.000) (Anexo II), por lo que si llevara a cabo, por ejemplo, la técnica de reúso de lejías para disminuir la cantidad de efluente generado, las dimensiones de la balsa serían menores, y por lo tanto, conllevarían a un menor gasto de inversión en la construcción de la misma.

Sin embargo, y a pesar de las investigaciones, es la forma más extendida de evitar la contaminación por esta agua residual, no obstante, su empleo debería considerarse como una etapa transitoria.

12.3 Físico y biológico

- El efecto del pretratamiento de la actividad anaerobia del alpechín, utilizando sistemas continuos y en tándem.

Este estudio, Sabbah, et.al, 2003 investigaron varios métodos físicoquímicos y biológicos que pueden promover la reducción de la carga orgánica en alpechines. En este estudio, se alcanzó la remoción del 95% de los compuestos fenólicos utilizando filtración por arena y el subsecuente tratamiento con carbón activado enriquecido en un sistema en tandas. Con este pretratamiento se mejoró significativamente la actividad anaeróbica de los lodos en el sistema de tandas.

De aquí se deduce que la eficiencia en el tratamiento anaeróbico se incrementa cuando el efluente procede de un pretratamiento físicoquímico como lo es con carbones activados y filtración con arena, los cuales pueden mejorar esta eficiencia en más de un 20%, en la remoción de la DQO.

Los resultados también indican, que un fuerte absorbente, como lo es el carbón activado, pueden remover compuestos tóxicos como los polifenoles, lo que se ve luego reflejado en la mejor eficiencia del tratamiento anaeróbico.

Ahora bien, todos estos tipos de tratamiento estudiados, con excepción de las balsas de evaporación, han sido llevados a cabo a escala de laboratorio, por lo que resulta imprescindible llevarlos a la práctica a nivel industrial, con el objetivo de asegurar que se obtienen resultados satisfactorios con mayores volúmenes de efluentes.

Por otro lado, muchos de ellos se hacen realmente efectivos cuando se lleva a cabo una etapa primaria de pretratamiento, lo que, para el caso de la provincia de Mendoza, donde las empresas son de pequeña y mediana envergadura, muchas veces resulta poco aconsejable por las grandes dimensiones de las instalaciones de tratamiento, y por los costos a los que se incurre. Lo aconsejable sería desarrollar una prueba piloto, para evaluar la sustentabilidad, tanto ambiental, como económica del tratamiento escogido.

13 Opciones de Gestión Ambiental

Como alternativa de reducción de efluentes generados por la industria aceitunera, también se pueden mencionar ciertas estrategias que podrían adquirir las empresas del sector, para lograr optimizar sus procesos.

La **Producción Limpia** es una estrategia en las empresas aplicada a productos, procesos y organizaciones de trabajo, cuyo objetivo principal es “*minimizar emisiones y/o descargas en el origen, reduciendo riesgos para la salud humana y el ambiente, elevando simultáneamente su competitividad*”⁸.

Hoy en día, los países y las empresas que son más competitivos, no son aquellos que acceden a los más bajos costos de recursos, sino aquellos que emplean las tecnologías y los métodos más avanzados para utilizar los recursos.

En décadas pasadas, las naciones industrializadas respondieron a la contaminación y a la degradación ambiental por cuatro vías características:

- Primero ignorando
- Después diluyendo la contaminación, de modo que los efectos aparentes sean menos perjudiciales.
- Luego, tratando de controlar la contaminación y los residuos, lo cual se denomina “al final de la línea”
- Recientemente, previniendo la contaminación y la generación de residuos en origen.

Esta evolución responde a los nuevos tiempos, ya que protege el ambiente, los consumidores y los trabajadores; a la vez que mejora la eficiencia, rentabilidad y competitividad del sector productivo.

⁸ Poter, Michael. Green and compite, Harvard Business Renew, Spt. October 1995

Las opciones de Producción Limpia, además de ser eficientes desde el punto de vista ambiental, normalmente son de menor costo y/o tienen reducidos periodos de pago de la inversión. Por tal motivo son denominadas costo-eficientes.

La prevención o reciclaje en la fuente disminuyen o eliminan la necesidad de reciclaje fuera de la planta o el tratamiento de los residuos y posterior disposición. La reducción de residuos es siempre más barata que la recolección, tratamiento y disposición de los mismos. También permite disminuir riesgos ambientales para los trabajadores, la comunidad y el ambiente. (Castro Correa, 2005).

La Argentina desde el año 2004, y mediante Resolución SAyDS 288, creó la Dirección de Producción Limpia y Consumo Sustentable, en la cual, a nivel nacional hay un Programa Federal de Producción Limpia, cuyo objetivo principal es contribuir al desarrollo ambientalmente sustentable de la actividad productiva. Como objetivo específico, entre otros, busca promover la adopción de prácticas de Producción Limpia por parte de las PyME como estrategia de gestión ambiental empresarial.

Aplicación de **Normas ISO 14000** (IRAM ISO Serie 14000 en Argentina)

La tendencia actual de desarrollo industrial impulsa un modelo de desarrollo y producción que debe tener en cuenta la prevención de la contaminación y el aprovechamiento eficiente y responsable de los recursos, tanto naturales, como humanos y económicos.

En ese sentido, con propósitos de protección del ambiente, los gobiernos responden a ello estableciendo un marco legal de disposiciones que atienden a distintos aspectos del entorno, que en algunos casos o escenarios, pueden resultar insuficientes, poco claros y de difícil implementación y control, variando también con cierta frecuencia, de acuerdo con los avances tecnológicos, resultando muchas veces de difícil aplicación (Elliot, 2003).

Una perspectiva para lograr la protección ambiental, sin depender sólo de la normativa legal vigente, sería que las empresas apliquen en sus operaciones de producción normas,

patrones o estándares ambientales internos, aceptados a nivel internacional. Las Normas ISO 14000 están destinadas a facilitar a las empresas una metodología apropiada para implementar convenientemente un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), orientado a proteger el ambiente. El SGA debería ser una parte del sistema de gestión ambiental de la empresa, debe incluir la organización, planificación, responsabilidades, prácticas y procedimientos para mantener e implementar la política ambiental.

La Norma ISO 14000 es de adopción voluntaria para las empresas, prefija objetivos ambientales de alto valor para la sociedad, tales como “mantener la prevención de la contaminación y la protección del ambiente en equilibrio con las necesidades socioeconómicas”. (Clemens, 2000).

Entre los beneficios resultantes, tanto para el ambiente y la sociedad, pueden citarse:

- Contribuir al desarrollo sostenible
- Prevenir la contaminación
- Proteger el ambiente
- Identificar los sectores donde puede reducirse el consumo de agua, energía, etc.
- Reducir la contaminación, las emisiones y la generación de residuos.
- Disminuir el riesgo ambiental
- Apoyar el cumplimiento del marco legal y la generación de legislación ambiental adecuada.
- Exhibir el liderazgo ambiental a través del cumplimiento certificado de normas internacionales.
- Responder a las demandas de los consumidores, ONG´s, etc.
- Ganar la buena voluntad de la sociedad
- Aprovechar la demanda de productos “verdes”
- Demostrar la intención de generar productos y/o servicios de alta calidad.

Si bien, la adopción de ciertas metodologías de gestión ambiental y de la mejor tecnología disponible puede contribuir a un mejor desempeño ambiental, la norma no garantiza, por si misma, óptimos resultados ambientales, sino que también corre por cuenta de la misma empresa, tomar esas metodologías y asegurar que se cumplan en el día a día. Es por estos que se presentan a continuación las siguientes estrategias:

Buenas prácticas de manejo: son acciones voluntarias, basadas en el sentido común y que se pueden aplicar con el objetivo de racionalización de uso de materias e insumos, energía y tiempo.

Capacitación: la capacitación permanente de los operadores podría evitar muchos problemas en seguridad industrial, salud ocupacional y en el proceso mismo, lo que podría disminuir la posibilidad de derrames y accidentes.

Mantenimiento de equipos e instalaciones: una mantención preventiva podría evitar muchos problemas en los equipos. Por ej. Las cañerías y válvulas que no han sido renovadas pueden presentar muchos puntos de fugas de agua.

7. CONCLUSIONES

Como primera aproximación, es importante resaltar el gran porcentaje de empresas que no accedió a responder la encuesta. Si bien no se puede deducir nada al respecto, el número es preocupante en cuanto a la información que se pierde y a lo poco que se puede llegar a conocer de la temática, creando un sesgo entre la teoría conocida y la realidad propia de la industria en el Gran Mendoza.

Por otra parte, en el Gran Mendoza, resulta alarmante la cantidad de empresas que no están conectadas, ya sea al sistema cloacal o Irrigación, las que llegan a sumar 45, más las que se conoce que no se encuentran en regla, y que retiran sus efluentes mediante camiones atmosféricos. Ésta metodología no se considera una solución viable, ya que el efluente es finalmente dispuesto a cauce público sin ningún tipo de tratamiento convencional, vertido que podría llegar a interceptar nuevos cursos de agua superficial, napas freáticas e inclusive contaminar el suelo, con el consecuente impacto ambiental. Por otro lado, la contaminación del agua supone que deja de estar disponible para otros usos consuntivos (provisión de agua potable, por ejemplo), y la del suelo, dejando inutilizadas tierras que podrían usarse para otros usos, sumando a la problemática ambiental, un problema social difícil de solucionar.

El conflicto se agrava aún más en la provincia, dada la problemática constante en el tema del agua; existe una fragmentación y desarticulación de la administración pública hídrica, todavía organizada en función de cada uno de los múltiples usos y no desde un abordaje integrado, lo que lleva a perder el papel de policía y de administración de las entidades. Esto también crea un sesgo de información y la pérdida de capacidad de abordar la problemática desde un punto de vista integral y sistémico.

Otra de las principales desventajas resultantes de este diagnóstico, es que no se han encontrado muchos estudios o investigaciones específicas a nivel mundial y nacional sobre los posibles tratamientos de efluentes provenientes de aceitunas verdes en conserva,

impidiendo, por lo tanto, llevar a cabo acciones que puedan dar una solución adecuada a la problemática en cuestión.

Como aspecto positivo, cada vez se está adquiriendo mayor conciencia ambiental respecto del recurso agua y lo vital que resulta para la vida y actividades cotidianas. Esto se ve reflejado en el porcentaje de empresas que realizan reúso de aguas de cocido y/o disminución de lavados en sus procesos.

A lo largo de la historia, las empresas han podido consumir y contaminar el agua, la tierra y el aire, con pocas o ninguna consecuencia. La sociedad en su conjunto sufraga los costos, como los daños ocasionados por las inundaciones y el gasto que representa el tratamiento de enfermedades o la eliminación de toxinas del suelo. Cualquiera sea la forma que adopte tal abuso, la mala administración de cualquier recurso público y la política del “liberalismo” pueden considerarse insostenibles e inaceptables desde un punto de vista ético y ambiental.

Desde esta perspectiva, la Emergencia Hídrica en Mendoza, hace necesario que no sólo se genere una conciencia del uso eficiente del agua a nivel individual, sino que las empresas deban también generar acciones que eviten el uso irracional del recurso.

Es necesario comprender la necesidad de llegar a una solución adecuada para el tratamiento del agua residual del proceso de elaboración de este tipo de aceitunas, ya que constituye hoy en día un importante problema ambiental debido al vacío que existe en torno al mismo.

Es por esto, y con la intención de comenzar a dar una solución al problema, que a partir de los antecedentes, y los resultados obtenidos, se detallan las siguientes recomendaciones:

- Se debería promover, por controles periódicos por parte de las autoridades, la cuantificación del uso de agua que se realiza en cada parte del proceso, incluyendo también el agua utilizada en el lavado de maquinaria, diluciones, etc.

- Si bien los resultados de las encuestas son alentadores respecto del reúso de lejías y disminución de lavados, se considera que la metodología debería hacerse extensa a todas las empresas del sector, promoviendo, e incluso premiando dichas acciones. De este modo, se logrará reducir la utilización de agua potable en un 47,5%, dejándola disponible para consumo de la población. Además, se conoce que los costos de potabilización de agua (\$13,00/m³) son siempre menores que los costos de tratamiento de aguas residuales (\$16.72/m³) (Castro, 2005). Por lo tanto, este es otro justificativo para promover las técnicas mencionadas, disminuyendo tanto el impacto ambiental, como el social ocasionados.
- Si bien las balsas de evaporación no se consideran un tratamiento propiamente dicho, la construcción e implementación de las mismas, se pueden considerar como una etapa transitoria, que no necesita grandes montos de energía ni costos de construcción. No obstante esto, las mismas deben ser construidas correctamente, procurando que las mismas cumplan su función y no se conviertan en “balsas de acumulación”.
- Debería considerarse la aplicación de normas que legislen la obligatoriedad por parte de las empresas a reducir la cantidad de agua consumida y efluentes volcados.
- Las instituciones encargadas de la administración del recurso hídrico deberían cruzar información y dejarla abierta al público, para comenzar a generar información estadística que permita abordar las soluciones de manera sistémica e integral.
- Se considera que el “biotratamiento combinado anaeróbico y aeróbico de las aguas de cocido”, estudiado por Aggelis, *et.al.* en 2001, es un buen antecedente para que en la provincia y nación, se comience a investigar respecto de este método, ya que podría dar aún mejores resultados y evitar verter así grandes cantidades de aguas, las cuales, de ser tratadas correctamente, podrían ser destinada a un uso específico.
- También se menciona que existen antecedente respecto de la reutilización de agua residuales de origen industrial para la obtención de concreto (cemento), el cual puede llegar a ser un foco de investigación en la provincia de Mendoza.

- Los siguientes estudios realizados a nivel académico, se consideran valiosos para su seguimiento y difusión, ya que de sus resultados puede obtenerse información valiosa en cuanto a la disminución de efluentes o su reutilización para otros fines:

TESIS DE GRADO: Marinageles Amarilla: “Puesta a punto de técnica para la extracción de polifenoles de los efluentes aceituneros”. Directora Mariela Maldonado y co directora: Dra. Viviana Jofré.

TESIS DE GRADO: Sofía Dicésare: “Elaboración de aceitunas en conserva con reúso de aguas del primer y segundo lavado”. Directora Mariela Maldonado. EN EJECUCIÓN.

Proyecto INTA PNA 1130043 “Tratamientos de Preservación y Aprovechamiento de Co-productos de la industria aceitunera”. Responsable Mariela Maldonado.

Proyecto PNNAT 1128042. “Contaminación en sistemas agropecuarios y agroindustriales. Reúso de lejías y reducción de efluentes durante la elaboración de aceitunas”. Responsable Mariela Maldonado.

“El agua es un bien público fundamental para la vida y la salud. El derecho humano al agua es el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable y asequible para uso personal y doméstico”.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Abdelhafidh Dhouib, Fathi Aloui, Naima Hamad, Sami Sayadi. (2006) "*Pilot-plant treatment of olive mill wastewater by Phanerochaete chrysosporium coupled to anaerobic digestion and ultrafiltration*". Process Biochemistry: 41: 159-167.
- Aggelis, G.G., Gavala, H.N., Lyberatos, G. (n.d). "*Combined and separate aerobic and anaerobic biotreatment of green olive debittering wastewater*". Laboratory of Biochemical Engineering & Environmental Technology, Department of Chemical Engineering. University of Patras, Panepistimioupoli, Rion, GR-26500 Patras, Greece.
- Atuña, J. C. (2009). "*Olivo. Aceitunas en conserva: análisis de la situación internacional y exportaciones*". Anuario 2010, años 2000-2009. Ediciones INTA 2010. Buenos Aire. 118 p.
- Ajmia Chouchene, Mejdí Jeguirim, Basma Khiari, Fathi Zagrouba, Gwénaëlle Trouvé. (2009) "*Thermal degradation of olive solid waste: influence of particle size and oxygen concentration*". Resources Conservation and Recycling xxx xxx-xxx.
- Awni Khatib, Fathi Aqra, Nader Yaghi, Yousef Subuh, Bassam Hayeek, Mohammed Musa, Subhi Basheer and Isam Sabbah. (2009). "*Reducing the environmental impact of olive mill wastewater*". American Journal on Environmental Sciences 5 (1): 1-6:
- Ayed Lamia, Hamdi Moktar (2003). "*Fermentative decolorization of olive mill wastewater by Lactobacillus plantarum*". Revista Science Direct. Process Biochemistry 39 59-65.
- Boari, G., I.M. Mancini, E. Trulli. (1997) "*Technologies for water and wastewater treatment*". Universtà degli Studi della Basilicata. Dipartimento di Ingegneria e fisica dell' Ambiente. Otenza, Italy. Serie A/N°31.

- Briston, C. S. (1968) "*Low pressure applications of reverse osmosis*" 47th An Technical Report. California Olive Association, pp: 18-24.
- Bustos, M. E. y Meregalli, M. A. (1996). "*La investigación por encuestas*". Publicación de la Asociación Bioquímica Argentina. Revista ABA, vol. 60 – N°3.
- Cáceres, R., Novello, R., Robert, M. (2009). "*Análisis de la cadena del olivo en Argentina*". Proyecto Específico 2742: Economía de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales. Área Estratégica de Economía y Sociología. Proyecto propio de la Red Competitividad de las Cadenas Agroalimentarias y Agroindustriales. INTA.
- Castro Correa, C. E. (2005). "*Minimización de descargas de residuos líquidos generados por una empresa aceitunera*". Universidad de Santiago de Chile. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Geográfica. Chile.
- Castro Gómez- Millán, A., Durán Quintana, M.C.; García García, P.; Garrido Fernández A.; Gonzalez Cancho, F.; Rejano Navarro L.; Sánchez Roldán F.y Sánc Sánchez Roldán F.; Sánchez Tebar, J.C. (1983) *Grasa y Aceites*. Vol. 34. Fasc. 3:162-167.
- Capasso, R. (1997). "*The chemistry. Biotechnology and ecotoxicology of the polyphenols naturally occuing in vegetable wastes*". *Curreny topics in Phitochemistry*, 1: 145-156.
- Centro Tecnológico Nacional de la Conserva y Alimentación (CTC) (n.d) "*Reutilización agrícola de aguas procedentes de la industria de la conserva vegetal – 2°Fase*".
- Cisterna Osorio, P. y Peña, D. (n.d). "*Determinación de la relación DBO/DQO en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes de la VII Región*". Univerisdad Tec Federal de Santa María.
- Clements, R. B. (2000). "*Guía completa de las Normas ISO 14000*". Barcelona: Gestión.

- D'Annibale, Alessandro, Crestini, Claudia, Vinciguerra, Vittorio, Giovannozzi Sermanni, Giovanni. (1998). "*The biodegradation of recalcitrant effluents from an olive mill by a white-rot fungus*". Journal of Biotechnology. 61 209-218.
- Demuru, C. (2011). "*Diagnóstico del Sector Olivícola. Escenario Mundial, Argentina y Mendoza*". Fundación Fundar – Desarrollo Regional.
- Dirección de Oferta Exportable. Dirección General de Estrategias de Comercio Exterior. Subsecretaría de Comercio Internacional. Informe Sector Alimentos Industrializados: Aceite de Oliva y Aceitunas. 2010.
- Elliot, C. (2003). "*A WWF perspective on ISO 14001*". En <http://iso.org/iso/en/pdf>.
- Estrada Cabezas, José, M. (n.d). "*La aceituna de mesa: nociones sobre sus características, elaboración y cualidades*". Aceituna de Mesa. Fundación para fomento y promoción. Sevilla. España.
- Fasoli, L., Pagano, Ros Burnat, C. (2012). "*Estudio preliminar para localizar tratadora de efluentes industriales aceiteros olivícolas*". Publicado en la Plataforma de información para políticas públicas de la Universidad Nacional de Cuyo. URL del artículo (<http://www.politicaspublicas.uncu.edu.ar/articulos/index/estudio-preliminar-para-localizar-tratadora-de-efluentes-industriales-aceiteros-olivícolas>).
- Fernández Díez, Matías, J. y colaboradores (1985). "*Biología de la aceituna de mesa*". Unidad Estructural de Investigación de Química, Microbiología y Tecnología de Aceitunas de Mesa y otros productos vegetales. Instituto de la Grasa y sus derivados. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Sevilla, España.
- Fernández Díez, M, J. (1971). "*The Biochemistry of fruits and their products*". (A.C. Hulme, Ed.), vol. 2, pp. 255-279, Academic Press, Londres.
- Fernández Llano, M. Arreghini, S. Ugarte, C. Herrero, O. Herrero, S. Maya. (2002). "*Efluentes líquidos del procesamiento de las aceitunas verdes en fresco. Situación en*

la Provincia de Mendoza". 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.

Galiatsatou, Polymnia, Metaxas, Michail, Arapoglou, Dimitrios, Vasilía Kasselouri-Rigopoulou. (2002). "*Treatment of olive mill wastewater with activated carbons from agricultural by-products*". Revista Waste Management 22: 803-812.

García Tobar, Julio A. (1981). "*Determinación de las posibilidades de producir alimentos balanceados a partir de la vid, olivo y nogal. Provincia de La Rioja*". Consejo Federal de Inversiones (CFI).

Garrido Fernández A.; Gonzalez Pellissó, F.; Gonzalez Cancho, Sánchez Roldán F.; Rejano Navarro L.; Cordón Casanueva, J.L. y .Fernández Diez M. (1977) "*Modificaciones de los procesos de elaboración y envasado de aceitunas verdes de mesa en relación con la eliminación y reúso de los vertidos*". Grasa y Aceites. Vol. 28. Fasc. 4:267-285

Garrido Fernández, A.(1975). "*Tratamiento de las aguas residuales en la industria del aderezo. Métodos para su eliminación o reacondicionamiento para su posterior empleo*". Grasas y aceites. 26: 237-244.

Garrido Fernández, A.(1982). "*Aguas residuales del aderezo de aceitunas. Posibilidades de tratamiento y reutilización*". Seminario sobre tratamiento y reciclado de aguas residuales de bajos costos económicos y energéticos. OCDE. Ministerio de Obras Públicas. Madrid.

Garrido Fernández, A. (1982). "*New waste water free process produce Spanish green olives*". International Symposium of Food and their Environment. International Commission for Food Industry and Hungarian Scientific Society. CIIA/NETE. Budapest.

- Gatto, E. (2012). *“Impacto ambiental. E reúso de lejías en la industria aceitunera. En busca de una alternativa menos contaminante”*. Facultad de Don Bosco de Enología y ciencias de la Alimentación. Universidad Católica de Cuyo.
- Gerassimos C. Kopsidas. (1995). *“Multiobjective optimization of table olive preparation systems”*. European Journal of Operational Research 85 383-398.
- Giacinti, M. A, Jury, C., Gallego, M.C. *“Agendas Olivícolas Provinciales”*, 2001-2002.
- Giacinti, M.A. (2005). *“Recopilación de estudios y perfiles de Mercado del Aceite de Oliva”*. Consejo Federal de Inversiones.
- Goleman, D (2009). *“ Inteligencia Ecológica: cómo el hecho de conocer las consecuencias ocultas de lo que compramos puede cambiarlo todo”*. DR. Ediciones B S.A. de C.V., 2009. Bradley 52. Colonia Azúcares. México D.F.
- Instituto de Desarrollo Rural. *“Censo Frutícola Provincial 2010”*. Mendoza-Argentina.
- Instituto de Desarrollo Rural (2012). *“Estimación de la cosecha de olivos”*. Mendoza-Argentina.
- IRAM (1997). *“Normas IRAM-ISO. Serie 14000”*.
- Jarboui, Raja, Sellami, Fatma, Kharroubi, Adel, Néji Gharsallah, Emna Ammar. (2008). *“Olive mil wastewater stabilization in open-air ponds: Impact on clay-sandy soil”*. Revista Science Direct. Bioresource Technology 99:7699-7708.
- Jury, Carlos. (2000) *“Primer panorama del Sector Olivícola Nacional”*. Consejo Federal de Inversiones (CFI).
- Landa, Pedro A. (2004). *“Visión sobre el consumo mundial de Aceite de Oliva”*. Consejo Federal de Inversiones.

- López Núñez, R. (2007). *“Características y tratamiento de las aguas residuales de la industria del aderezo de aceitunas de mesa”*. Instituto de RR.NN y Agrobiología de Sevilla, CSIC.
- Maldonado, M.; Gatto E. Callejón D. Barbero M. A; Barbero M.N., Crespo D. Santi A. Polenta. G. (2011). *“El reúso de leñas: una alternativa para disminuir la contaminación en aguas residuales obtenidas en la elaboración de aceitunas verdes”*. Segundo Congreso Internacional de Medio Ambiente y Energías Renovables.9, 10 y 11 de noviembre. Villa María Córdoba.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. (2011). *“La Olivicultura en Argentina”*.
- Moreno, E., Quevedo, S. y Ramos Comenzana, A. (1990). *“Antibacterial activity of wastewaters from olive oil mills”*. En Encyclopedia of Environmental Control Technology. 731-757. Ed. PN. Cheremisinoff. Gulf Publishing Co.
- Navarro, A., Gez, María Inés, Mercado, Laura, Senatra, Liliana, González, Graciela. (2006). *“Caracteres físico-químicos de efluentes de fábricas de aceite de oliva. Mendoza Argentina”*. Revista FCA UNCuyo. Tomo XXXVIII. N°1. 87-97.
- Olivieri, G., Marzocchella, Antonio, Salatino, Piero, Giordina, Paola, Giovanna Cennamo, Giovanni Sannia. (2006). *“Olive mil wastewater remediation by means of Pleurotus ostreatus”*. Biochemical Engineering Journal 31: 180-187.
- Ortega, D. (2003). *“Herramientas productivo-comerciales para el manejo sustentable y rentable de los montes olivícolas de Cruz del Eje y Cuenca Pichanas, Provincia de Córdoba”*. Consejo Federal de Inversiones (CFI),
- Paraskeva, C.A, Papadakis, V.G., Tsarouchi, E., Kanellopoulou, D.G.y Koutsoukos, P.G. (2007). *“Membrane processing for olive mil wastewater fractionation”*. Revista Science Direct. Desalination 213: 218-229.

Poter, M., (1995). "*Green and compite*". Harvard.

Ramos Comerzana, A. y Monteviola Sánchez, M. (2000). "*Potencial biofarmacéutico de los residuos de la industria oleícola*". Departamento de Microbiología. Facultad de Farmacia. Granada, España.

Rearte, E.H., M.F. Fillippini, M. Cony, L. Dupertuis. "*Tratamiento de los efluentes de la industria del aceite de olive mediante el uso de lombricultura*". FCA, UNCuyo, IADIZA-CRICyT. Mendoza.

Revista The Olive. "*Setting up a network of technological dissemination centres to optimize SMES in the olive and olive oil sector*".

Revista Alimentos Argentinos N°47 (Enero 201). "*Olivicultura: Ventajas y oportunidades*".

Rincón, B., Raposo, F., R. Borja, J.M. Gonzalez, M.C. Portillo, C. Saiz-Jimenez. (2006). "*Performance and microbial communities of a continuous stirred tank anaerobic reactor treating two-phases olive mill solid wastes at low organic loading rates*". Revista Science Direct. Journal of Biotechnology 121:534-543.

Rojas Romero (2000). "*Tratamiento de aguas residuales por lagunas de estabilización*". Ingeniería Sanitaria. Editorial Alfaomega, pp: 23-115.

Ruiz Barba, J. y Giménez Díaz, R. (n.d). "*Aceitunas de mesa: de la fermentación tradicional a la utilización de cultivos indicadores*". Departamento de Biotecnología de Alimentos. Instituto de la Grasa. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Sevilla.

Sabbah, Isam, Taisir Marsook, Sobhi Basheer. (2004) "*The effect of pretreatment on anaerobic activity of olive mill wastewater using batch and continuous systems*". Revista Process Biochemistry 39: 1947-1951.

Sampedro, I., Giubilei, M, Cajthaml, Tomas, Ermanno Federici, Federico Federici, Maurizio Petruccioli, Alessandro D'annibale. (2009) "*Short-term impact of dry olive mill residue*

addition to soil on the resident microbiota". Revista Science Direct. Bioresource Technology 100 6098-6106.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Programa Federal de Producción Limpia y Consumo Sustentable. Página web: www.ambiente.gov.ar.

Standards Council of Canada (2002). "What is ISO 14000?". En: http://www.scc.ca/fag/30/31_html#3.1.1.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). September 2006 "*Land treatment of municipal wastewater effluents*". Process Design Manual. Land Remediation and Pollution Control Division. National Risk Management Research Laboratory. Office of Research and Development.

Wagner, Lucrecia Soledad. (2010). "*Problemas Ambientales y conflicto social en Argentina. Movimientos socioambientales en Mendoza, la defensa del agua y el rechazo a la megaminería en los inicios del S. XXI*". Tesis doctoral en Ciencias Sociales.

Yesilada, O., S. Sik and M. Sam. (1998). "*Biodegradation of olive oil mill wastewater by Corilus versicolor and Funalia trogii: effects of agitation, initial COD concentration, inoculum size and immobilization*". World Journal of Microbiology & Biotechnology 14, 37-42.

Páginas consultadas:

- Asociación Oleícola Argentina.
- Cámara Olivícola de Mendoza.
- Cámara de Comercio Exterior de Mendoza.
- Cámara de Comercio Exterior de Cuyo.
- Consejo Oleícola Internacional.
- Euro Centro de Mendoza.
- Federación Económica de Mendoza.

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Ministerio de Economía de Mendoza.
- Sociedad Rural de Mendoza.

ANEXO I – PEDIDOS DE INFORMACIÓN

Mendoza, 30 de Noviembre de 2012

Sector, Efluentes Industriales
Sr. Oscar Guevara
S / D

De mi mayor consideración. Tengo el agrado de dirigirme a Usted a fin de solicitarle acceso a la siguiente información para poder llevar cabo mi trabajo de tesis “**DIAGNÓSTICO SOBRE LOS EFLUENTES GENERADOS Y VERTIDOS EN LA INDUSTRIA OLIVÍCOLA EN EMPRESAS DEL GRAN MENDOZA – SECTOR ACEITUNAS EN CONSERVA**”, llevada a cabo en Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. La misma me permitirá acceder al título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Asimismo la realización de este diagnóstico, el cual colocaré a vuestra disposición y de la comunidad académica tiene la finalidad de dar indicios en la mejora de gestión del recurso del agua en Mendoza.

Dicha información se solicita sólo a fines académicos y se tomarán los recaudos para que se afecte ninguna persona y/o empresa en su nombre ni honor.

Se solicita:

- Litros de efluentes volcados y registrados de empresas elaboradoras de aceite de oliva y aceitunas en conserva del Gran Mendoza,
- Número de empresas del rubro (aceite de oliva y aceitunas en conserva) que vuelcan sus efluentes al sistema cloacal.

Sin otro particular le saluda a Usted atte.

Solicitante
Estefanía Borgo
Estudiante FCA - UNCuyo

Aval:

Mendoza, 30 de Noviembre de 2012

Srs.

Pereira Marcelo y Quiroga Esteban

S / D

De mi mayor consideración. Tengo el agrado de dirigirme a Ustedes a fin de solicitarles acceso a la siguiente información para poder llevar a cabo mi trabajo de tesis **“DIAGNÓSTICO SOBRE LOS EFLUENTES GENERADOS Y VERTIDOS EN LA INDUSTRIA OLIVÍCOLA EN EMPRESAS DEL GRAN MENDOZA – SECTOR ACEITUNAS EN CONSERVA”**, llevada a cabo en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. La misma me permitirá acceder al título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Asimismo la realización de este diagnóstico, el cual colocaré a vuestra disposición y de la comunidad académica tiene la finalidad de dar indicios en la mejora de gestión del recurso del agua en Mendoza.

Dicha información se solicita sólo a fines académicos y se tomarán los recaudos para que no se afecte persona alguna y/o empresa en su nombre ni honor.

Se solicita:

- Litros de efluentes volcados y registrados de empresas elaboradoras de aceite de oliva y aceitunas en conserva del Gran Mendoza.
- Número de empresas del rubro (aceite de oliva y aceitunas en conserva) que vuelcan sus efluentes al sistema del Canal Pescara.
- Capacidad total del Colector.

Sin otro particular le saluda a Usted atte.

Solicitante
Estefanía Borgo
Estudiante FCA - UNCuyo


Aval:
Ing. Agr. MONICA E. ZIMMERMANN
SECRETARIA ACADEMICA
Facultad Ccias. Agrarias -U.N.Cuyo



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Mendoza, 30 de Noviembre de 2012

Sr. Superintendente
Cont. José Luis Alvarez
S / D

De mi mayor consideración. Tengo el agrado de dirigirme a Usted a fin de solicitarle acceso a la siguiente información para poder llevar a cabo mi trabajo de tesis **“DIAGNÓSTICO SOBRE LOS EFLUENTES GENERADOS Y VERTIDOS EN LA INDUSTRIA OLIVÍCOLA EN EMPRESAS DEL GRAN MENDOZA – SECTOR ACEITUNAS EN CONSERVA”**, llevada a cabo en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. La misma me permitirá acceder al título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables. Asimismo la realización de este diagnóstico, el cual colocaré a vuestra disposición y de la comunidad académica tiene la finalidad de dar indicios en la mejora de gestión del recurso del agua en Mendoza.

Dicha información se solicita sólo a fines académicos y se tomarán los recaudos para que no se afecte persona alguna u o empresa en su nombre ni honor.

Se solicita:

- Litros de efluentes volcados y registrados de empresas pertenecientes al Gran Mendoza, correspondientes a los códigos 105, 219, 224 (discriminando la actividad) y 241 del Registro Único de Establecimientos.
- Número de camiones atmosféricos registrados y si los mismos se pueden identificar como provenientes de la industria aceitunera.
- Kg de aceitunas en conserva elaborados por temporada o anuales por las fábricas del Gran Mendoza.

Sin otro particular le saluda a Usted atte.


Solicitante
Estefanía Borgo
Estudiante FCA - UNCuyo


Aval:
Ing. Agr. MONICA E. ZIMMERMANN
SECRETARIA ACADEMICA
Facultad Ccias. Agrarias -U.N.Cuyo

NO NOTA 19497



ANEXO II – CÁLCULOS

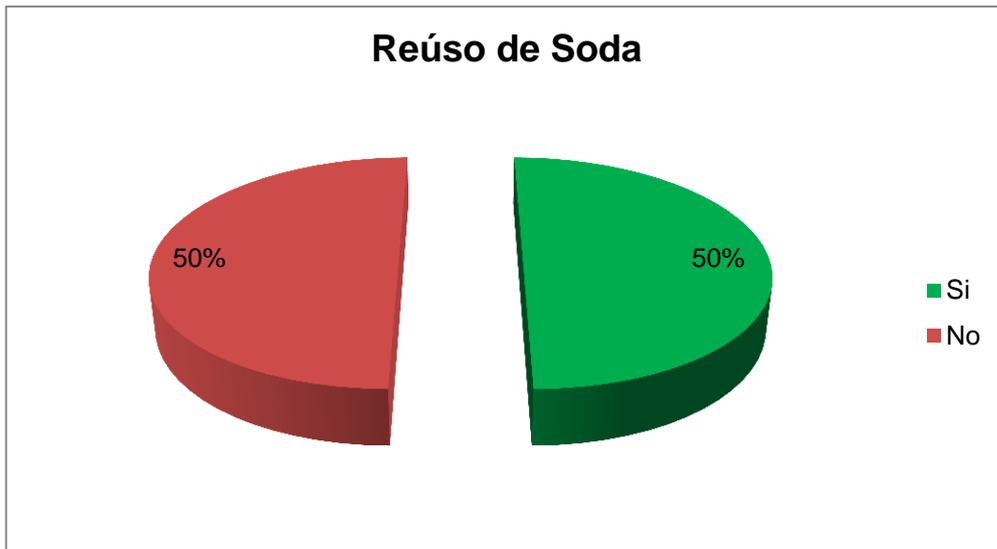
Resultados de las Encuestas

Dpto	Empresa	Tipo de elaboración	Cantidad de agua utilizada (l/kg)	Cantidad de efluentes generados	Tipo de tratamiento	Punto de vuelco/tratamiento	Reúso de soda	Disminución de lavados	Utilización de salmuera madre
Maipu	E1	Sevillano	3	2 + agua de dilusión)	Corrección de pH y dilusión	Colector Fluvial	Si	NO	NO
Guaymallén	E2	NO RESPONDIO							
Maipu	E3	Sevillano		300 camiones atmosféricos / año.	NO	Cloaca	SI dependien do de la cantidad producida	NO	NO
Guaymallén	E4	Sevillano	NO RESPONDIO						
Guaymallén	E5	Sevillano	1,5	600-800 (cc/kg)	Corrección de pH y dilusión	Camiones atmosféricos	NO	SI	SI (cdo es a granel)
Maipu	E6	Sevillano	20	10 a 12	Balsa de evaporación		SI	SI	SI (cdo es a granel)
Maipu	E7	Sevillano	5	2,5 + agua de dilusión	Corrección de pH y dilusión	AySAM	NO	SI	SI (cdo es a granel)
Maipu	E8	Sevillano	2		Balsas de evaporación		NO	SI	SI (cdo es a granel)
Guaymallén	E9	Sevillano	3		Balsas de evaporación		NO	No	SI (cdo es a granel)
Maipu	E10	Sevillano	2,5	2,2	Neutralización	Colector Fluvial	SI	NO	SI (cdo es a granel)
G Cruz	E11	Sevillano	1,2		Corrección de pH y dilusión	Cloaca	NO	SI	SI (cdo es a granel)
Maipu	E12	Sevillano	NO RESPONDIO						
Maipu	E13	Sevillano	2	1	Neutralización	Colector Fluvial	SI	SI	SI (cdo es a granel)
Maipu	E14	No respondieron la encuesta							
G Cruz	E15								
Maipu	E16								
Guaymallén	E17								
Maipú	E18								

Técnicas de disminución de efluentes

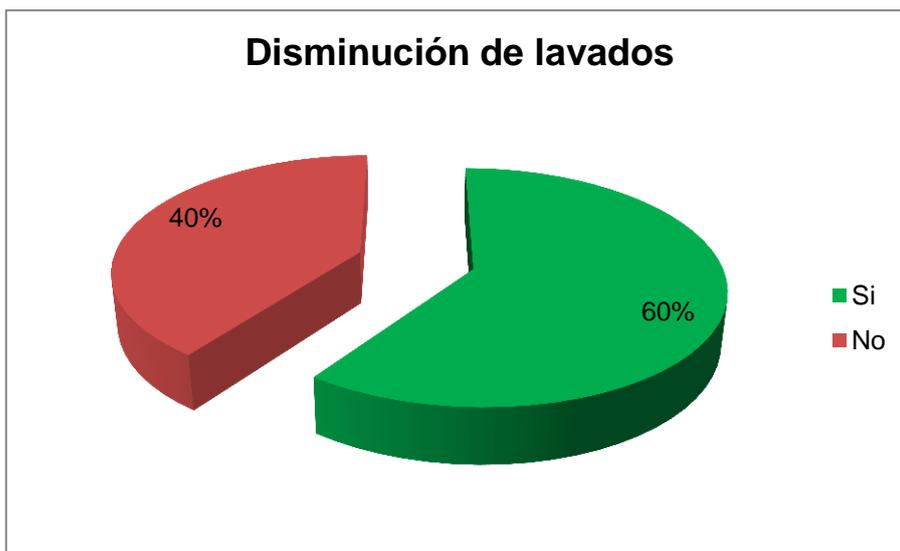
Reúso de soda

Reúso de Soda	
Si	50%
No	50%



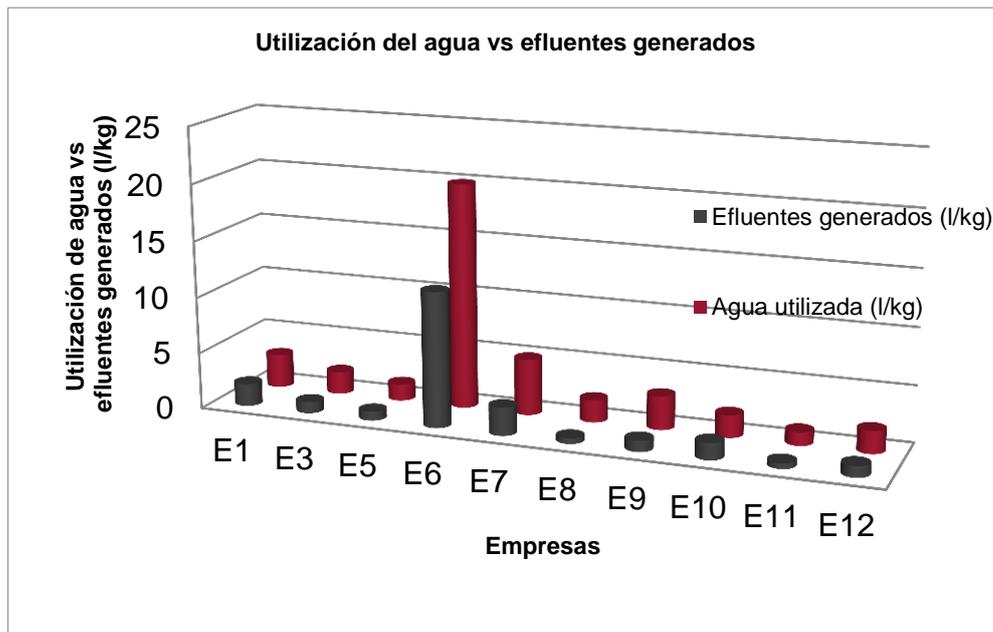
Disminución de lavados

Disminución de lavados	
Si	60%
No	40%



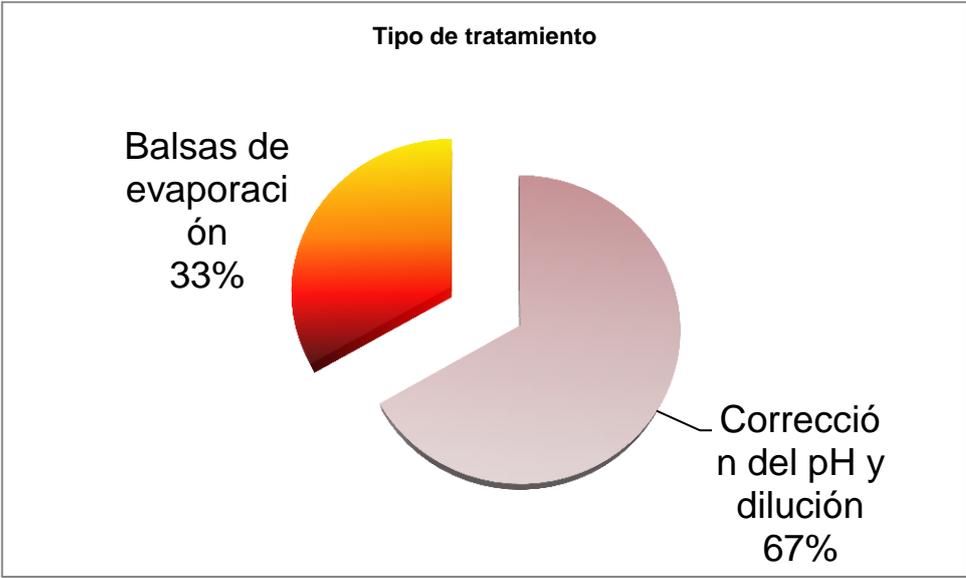
Utilización de agua y efluentes generados

ID	Agua utilizada (l/kg)	Efluentes generados (l/kg)
E1	3	2
E3	2	1
E5	1,5	0,8
E6	20	12
E7	5	2,5
E8	2	0,5
E9	3	1
E10	2	1,5
E11	1,2	0,5
E12	2	1
media	4,17	2,28



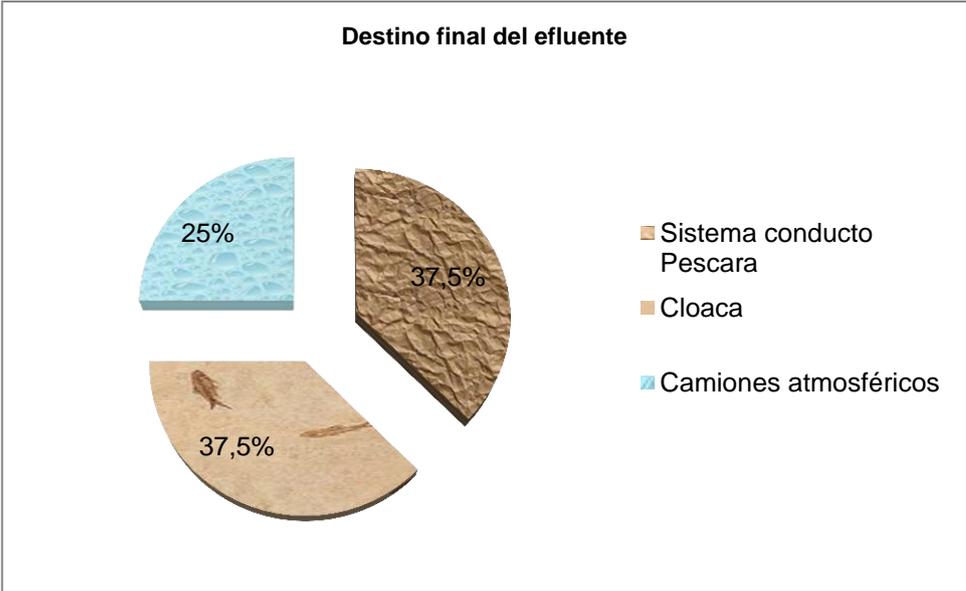
Tipo de tratamiento

Tipo de tratamiento	Nº de empresas	porcentaje
Corrección del pH y dilución	8	0,66666667
Balsas de evaporación	4	0,33333333
	12	



Destino final del efluente

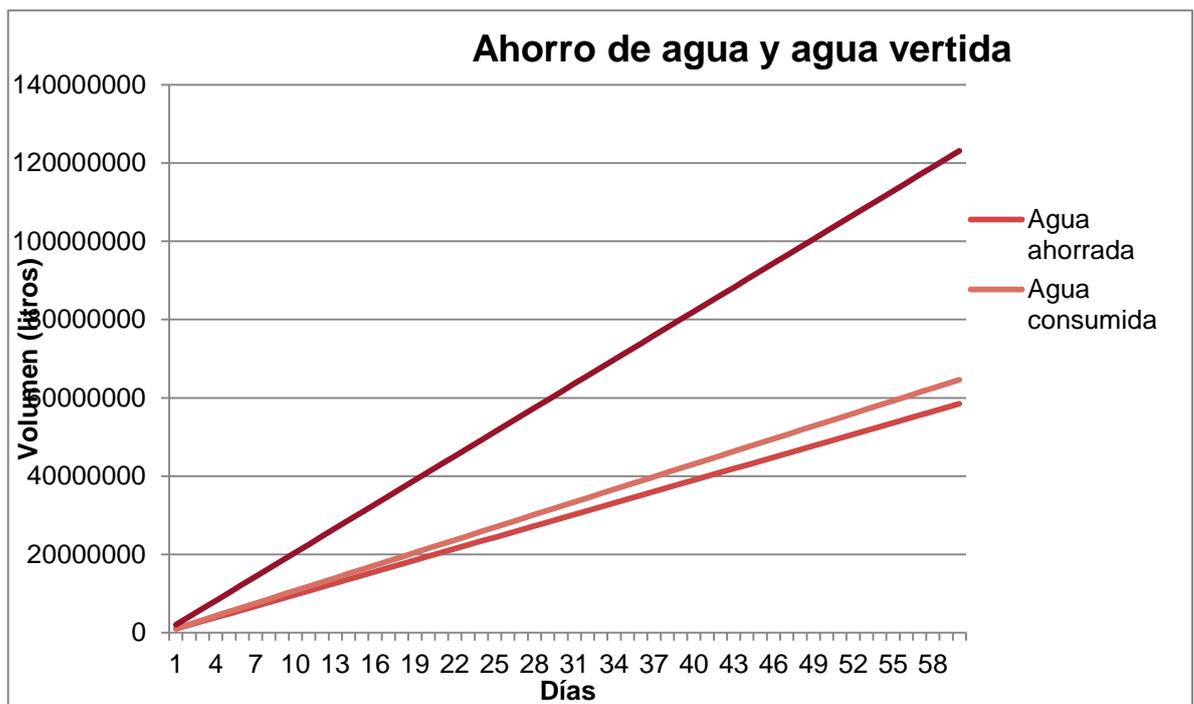
Destina final del efluente		0
Sistema conducto Pescara	3	0,375
Cloaca	3	0,375
Camiones atmosféricos	2	0,25
	8	



Agua ahorrada y agua consumida

dias	Agua ahorrada	Agua consumida	Sin técnicas
1	974466	1077041,7	2051508
2	1948933	2154083,4	4103016
3	2923399	3231125,1	6154524
4	3897865	4308166,8	8206032
5	4872332	5385208,5	10257540
6	5846798	6462250,2	12309048
7	6821264	7539291,9	14360556
8	7795730	8616333,6	16412064
9	8770197	9693375,3	18463572
10	9744663	10770417	20515080
11	10719129	11847458,7	22566588
12	11693596	12924500,4	24618096
13	12668062	14001542,1	26669604
14	13642528	15078583,8	28721112
15	14616995	16155625,5	30772620
16	15591461	17232667,2	32824128
17	16565927	18309708,9	34875636
18	17540393	19386750,6	36927144
19	18514860	20463792,3	38978652
20	19489326	21540834	41030160
21	20463792	22617875,7	43081668
22	21438259	23694917,4	45133176
23	22412725	24771959,1	47184684
24	23387191	25849000,8	49236192
25	24361658	26926042,5	51287700
26	25336124	28003084,2	53339208
27	26310590	29080125,9	55390716
28	27285056	30157167,6	57442224
29	28259523	31234209,3	59493732
30	29233989	32311251	61545240
31	30208455	33388292,7	63596748
32	31182922	34465334,4	65648256
33	32157388	35542376,1	67699764
34	33131854	36619417,8	69751272
35	34106321	37696459,5	71802780
36	35080787	38773501,2	73854288
37	36055253	39850542,9	75905796
38	37029719	40927584,6	77957304

dias	Agua ahorrada	Agua consumida	Sin técnicas
39	38004186	42004626,3	80008812
40	38978652	43081668	82060320
41	39953118	44158709,7	84111828
42	40927585	45235751,4	86163336
43	41902051	46312793,1	88214844
44	42876517	47389834,8	90266352
45	43850984	48466876,5	92317860
46	44825450	49543918,2	94369368
47	45799916	50620959,9	96420876
48	46774382	51698001,6	98472384
49	47748849	52775043,3	100523892
50	48723315	53852085	102575400
51	49697781	54929126,7	104626908
52	50672248	56006168,4	106678416
53	51646714	57083210,1	108729924
54	52621180	58160251,8	110781432
55	53595647	59237293,5	112832940
56	54570113	60314335,2	114884448
57	55544579	61391376,9	116935956
58	56519045	62468418,6	118987464
59	57493512	63545460,3	121038972
60	58467978	64622502	123090480



Costo de construcción de balsa de evaporación

Rendimiento	Costo horario
130	460
1800 (m2/h)	260 USD/h
240 m3/h	570 (USD/h)
40 m3/h	430 (USD/h)
	5,7 USD/m2
	140 \$/m3
	Costo Total (USD)
1600 m3	5662
1600 m3	17200
1830 m2	265
1965 m2	11200
180 m3	3150
Total	37477

Costo de potabilización del agua

	costo unitario	Total	
volumen de 1050 m3 x 5 piletas diarias	5250		
sulfto de aluminio 40 bolsas de 25 kg por día (para 5 piletas diarias)	1200	48000	
Cloro puro 80 l/día	3,3	264	
100 personas con un sueldo medio de \$6000	20000	20000	
Total		68264	
total de costo por volumen (\$/m3)		13,0026667	
\$/l		0,01300267	
Del total producido en la cosecha (29732 ton)			
Tipo de empresa	agua potable utilizada		Agua potable ahorrada
media	123090480		64622502

Cálculo: costo de potabilización*volumen a tratar

empresa	costo
Sin técnicas de disminución	1600504,481
Con reúso y disminución lavados	840264,8527

