

Juárez Romero, Julio Ariel

Reutilización y reducción de efluentes de la aceituna de mesa / Julio Ariel Juárez Romero. - 1a ed. - Catamarca : Ediciones INTA, 2017.

50 p. ; 28 x 20 cm.

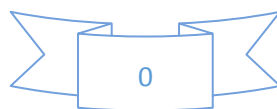
ISBN 978-987-521-827-7

1. Olivos. 2. Aceituna. 3. Efluentes. I. Título.

CDD 634.63

Julio Ariel Juarez Romero: juarez.julio@inta.gob.ar

Agradecimientos: Quisiera agradecer a todos los que han acompañado el estudio de esta temática durante todo este tiempo: Ing. Agr. Msc Cesar Matias – Ing. Agr. Jose Luis Ladux – Ing. Agr. Jorge Gaitan – Dra. Diana Crespo – Dra. Patricia Bres – Ing. Lorenzo Jotayan – Sr. Enrique Ríos – Ing. Agr. Sergio Leiva. A la Lic. (Mgter.) Daniela Iriarte por el apoyo brindado para facilitar la presente publicación.



Reutilización y reducción de efluentes de la aceituna de mesa

Julio Ariel Juarez Romero

**Ing. Agr. MsC del Laboratorio de Industria y Sanidad Olivícola
del I.N.T.A Aimogasta dependiente de la E.E.A. Chilecito**

Reutilización y reducción de efluentes de la aceituna de mesa

Prologo

Este trabajo nació en el marco del Proyecto Regional de Frutales “Mejoramiento de los sistemas vitícolas, olivícolas y nogaleros como aporte al desarrollo de la Región Catamarca-La Rioja” Cartera 2008- 2013 se tomó esta línea debido a que en el marco de su Plan Estratégico Regional el INTA Centro Regional Catamarca - La Rioja consultó a productores y entidades intermedias sobre las problemáticas que los aquejaban y les pidió que las priorizaran y surgió como tema prioritario “el agua”. Luego en la siguiente cartera seguimos trabajando en la problemática en el marco del Proyecto Regional: “Optimización de la Gestión y Articulación institucional territorial, como aporte al desarrollo sustentable, zona Oeste de La Rioja”. Articulando con el Proyecto Nacional Recursos Naturales, Gestión Ambiental y Ecorregiones con su Proyecto Específico: “Tecnologías y estrategias de gestión de residuos y efluentes en sistemas agropecuarios y agroindustriales”.

Agradecimientos: Quisiera agradecer a todos los que han acompañado el estudio de esta temática durante todo este tiempo: Ing. Agr. Msc Cesar Matias – Ing. Agr. Jose Luis Ladux – Ing. Agr. Jorge Gaitan – Dra. Diana Crespo – Dra. Patricia Bres – Ing. Lorenzo Jotayan – Sr. Enrique Ríos – Ing. Agr. Sergio Leiva. A la Lic. (Mgter.) Daniela Iriarte por el apoyo brindado para facilitar la presente publicación.

Indice:

Introducción.....	5
Situación Mundial	5
Situación en Argentina	7
Situación en La Rioja.....	9
Situación de los vertidos de Efluentes de la Industria de la Aceituna de Mesa a nivel mundial.....	10
Situación de los vertidos de Efluentes de la Industria de la Aceituna de Mesa a nivel Argentina.....	11
Situación de los vertidos de Efluentes en el Departamento Arauco.....	13
Consumo de Agua.....	13
Disposición de los efluentes.....	13
Atomización de la producción.....	14
Breve Resumen de la Elaboración de Aceitunas Verdes Fermentadas.....	14
Efluentes de la Industria de la Aceitunas verdes de mesa.....	16
Situación actual de las técnicas aplicadas para la reducción y tratamiento de efluentes.....	18
Vertidos Solidos.....	19
Objetivos del presente Trabajo.....	20
Reutilización de la Soda Caustica.....	21
Introduccion.....	21
Materiales y métodos.....	21
Análisis Sensorial.....	22
Discriminación Global tipo triangulo.....	22

Ordenamiento de preferencia.....	24
Resultados de la reutilización de Soda Caustica.....	24
Seguimiento químico.....	24
Análisis Sensorial.....	24
Resultados de la aplicación práctica.....	24
Procedimiento para recrecer la soda.....	24
Cálculos.....	25
Requerimientos de infraestructura.....	25
Balance de la técnica.....	26
Conclusiones de la técnica del Reúso de Soda.....	29
Supresión y reducción de lavados.....	30
Introduccion.....	30
Neutralización de las aguas de lavado.....	31
Materiales y métodos.....	31
Análisis Sensorial.....	32
Ordenamiento de preferencia.....	33
Resultados de Neutralización de las aguas de lavado.....	33
Resultados de la aplicación práctica.....	33
Neutralización con ácido HCl.....	34
Neutralización mediante la inyección de CO ₂	35
Seguimiento químico de la fermentación.....	36
Análisis Sensorial.....	38
Balance de la Técnica de Neutralización de aguas de lavado	39
Conclusiones de la neutralización de aguas de lavado.....	41
Conclusiones Generales.....	41
Bibliografía.....	42

Introducción

El origen del cultivo del olivo se sitúa en Asia Menor hace unos 6000 años y se expandió por las civilizaciones que se desarrollaron en la cuenca del(Balastsouras, 1996). De la cuenca del Mediterráneo se llevó a todo el mundo, cultivándose entre las latitudes 30° y 45°, tanto en el hemisferio Norte y Sur.

Situación Mundial

Actualmente, la superficie de cultivo del olivo en el mundo se estima en 10.000.000 ha ocupadas por 1000 millones de olivares, con diferentes variedades de aceituna. El 98% del olivo se encuentra en la cuenca del Mediterráneo, 1,2 % en el continente americano, 0,4% en Asia Oriental y 0,4 % en Oceanía.(Barranco, Diego; Fernandez-Escobar, Ricardo; Rallo, 2007).

Del olivo se utiliza fundamentalmente el fruto, la aceituna, de dos maneras: para elaborar aceite y para consumo de mesa que es la aceituna de conserva. Se estima que el 90% de las aceitunas se destinan para aceite mientras que un 10% se utiliza para la elaboración de aceituna de mesa, posicionándose, así como uno de los principales encurtidos a nivel mundial. De acuerdo a datos publicados por el Consejo Oleícola Internacional, para la campaña 2016/17 la producción mundial estimada de aceitunas de mesa fue cercana a 2.700.000 ton.

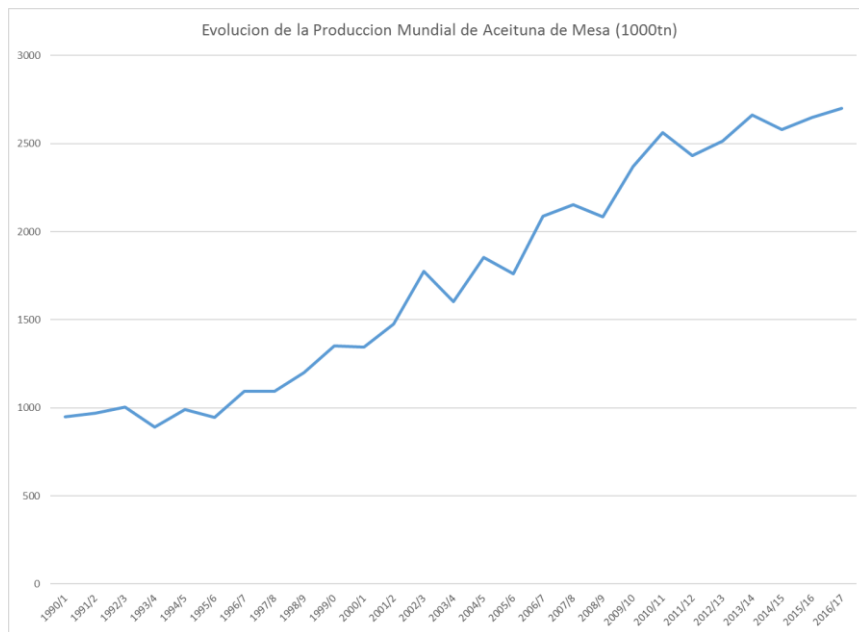


Figura 1. Evolución de la producción mundial de aceituna de mesa en miles de toneladas. Fuente: (Olive International Council, 2016)

La producción mundial de aceituna de mesa a partir de mediados de la década del 90 mantiene una constante tendencia de crecimiento con un aumento de 100% en el periodo (Figura 1).

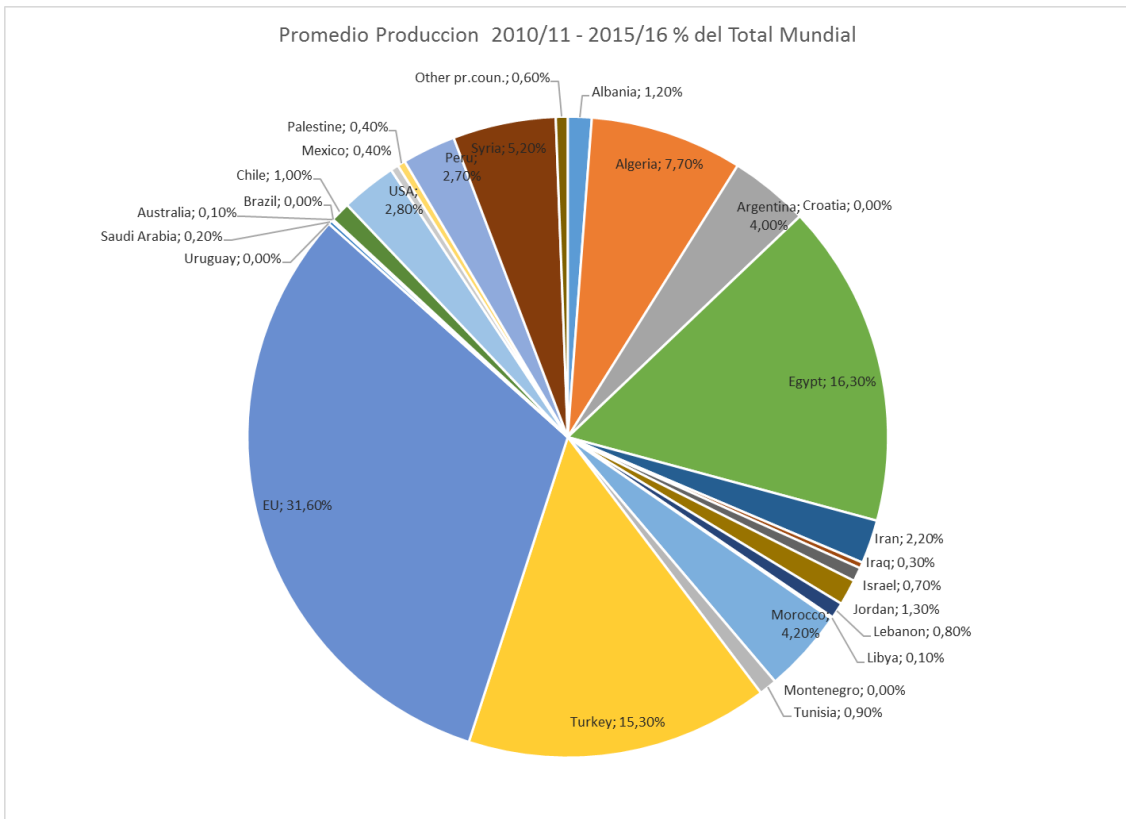


Figura 2 Participación por países en la producción mundial de aceituna de mesa Fuente: (Olive International Council, 2016)

Según el promedio de producciones de aceituna de mesa de las campañas de 20010/11 a 20015/16 los primeros tres productores mundiales son, la Comunidad Económica Europea (C.E.E.) 31,6%, Egipto 16,3% y Turquía 15,3% (Figura 2). Dentro de la CEE, España tiene el 71,4 % y Grecia 15,4%. En el mercado de exportación de la aceituna de mesa las posiciones de los países cambian. Según el promedio de exportaciones de aceituna de mesa de las campañas de 2004 a 2009 los primeros tres exportadores mundiales son la CEE 44,3%, Argentina 12,1% y Marruecos 11,8%. Dentro de la CEE España tiene el 76,3 % de lo exportado y le sigue Grecia con el 15,8 % (Consejo-Oleícola-Internacional, 2010).

De estos olivares, sólo el 75 millones de plantas están bajo riego por lo que el resto están en secano (Barranco, Diego; Fernandez-Escobar, Ricardo; Rallo, 2007).

Situación en Argentina

En Argentina, la actividad olivícola es una tradición centenaria en las zonas irrigadas de los valles áridos del NOA y Cuyo. Al inicio de los años 1990, Argentina contaba con 29.500 ha implantadas de olivos, distribuidas principalmente en las provincias de

Mendoza, San Juan y La Rioja. Con alrededor de 3 millones de plantas, la producción promedio rondaba 140.000 ton de aceitunas, de las cuales aproximadamente 50.000 ton se destinaban a encurtido y el resto a la producción de aceite de oliva. Mendoza producía el 70% del total de aceite y el 40% de la aceituna de mesa, mientras que La Rioja elaboraba otro 40% de las aceitunas en mesa.

Con la aplicación de la Ley de diferimientos impositivos N° 22.021 la importancia relativa de las distintas regiones productivas comenzó a cambiar ya que grandes tributarios de impuestos podían realizar inversiones de alto costo con los impuestos que dejaban de pagar, ya que contemplaba que empresas de cualquier sector podían diferir el pago de impuestos nacionales durante un período determinado, utilizando este monto para realizar inversiones en el sector agropecuario. En el cultivo del olivo el lapso para empezar a devolver los impuestos diferidos era de 16 años, después de los cuales se comenzaba con la devolución del tributo sin intereses. Las provincias que cuentan con el beneficio de la Ley en todo su territorio son Catamarca, La Rioja, San Juan y San Luis. En los últimos años el beneficio también alcanzó al norte de Mendoza y al Oeste de Córdoba. Según los censos de la Dirección Nacional de Alimentación, en el período comprendido entre 1992 y 2003, la superficie olivarera creció en más de 50.000 ha., esto representa cerca de 14 millones de plantas de olivo, 65% de las cuales corresponden a plantaciones con destino a aceite. Así, según el Censo Nacional Agropecuario de 2002, del total de producción, las provincias con mayor superficie son La Rioja con el 29 %, Catamarca 22%, Mendoza 20% y San Juan 20%, aunque también existen plantaciones de olivo en Córdoba 5%, Buenos Aires 3% y Salta 1%. El 67% corresponde a plantaciones con destino aceite y el 33% a aceituna en conserva(Caceres, Novello, & Robert, 2009).

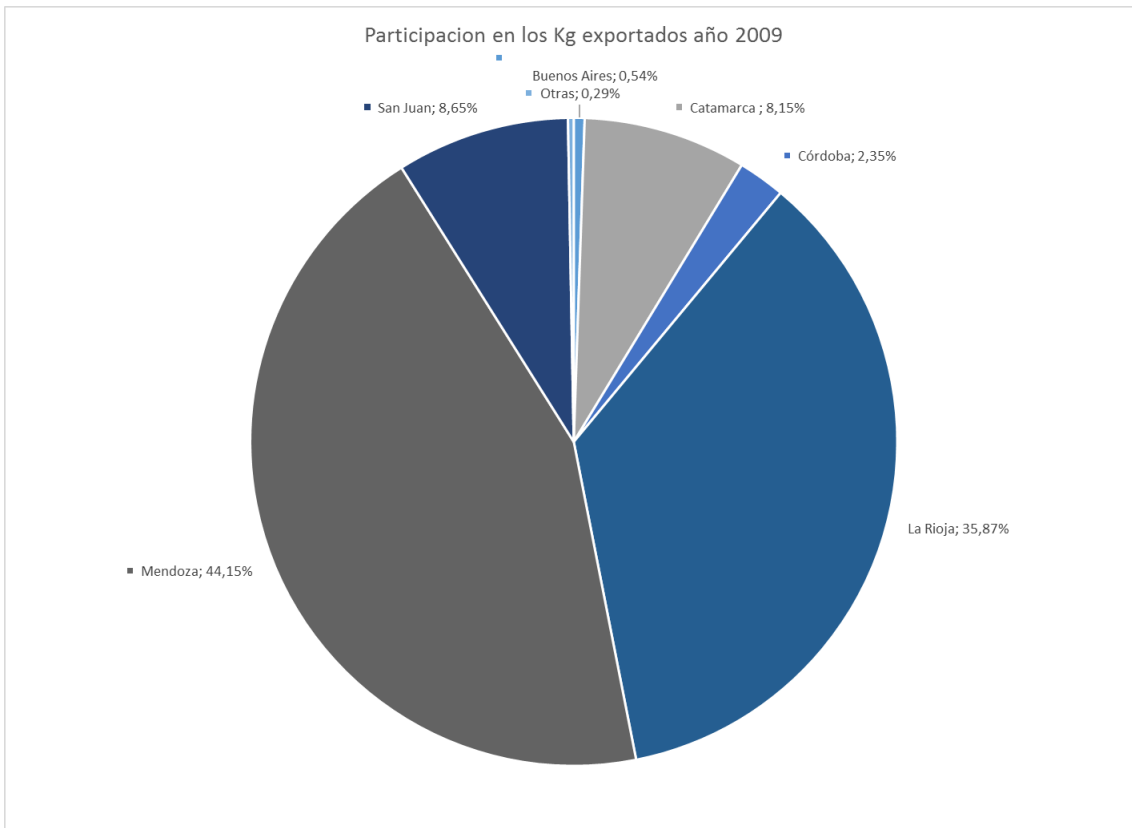


Figura 3 Participación por provincias en la exportación de aceituna conserva argentina Fuente:(Antuña, 2010)

Según datos del periodo 1990/1-2007/8 publicados por el Consejo Oleícola Internacional (COI) la producción de Aceituna de Conserva en Argentina aumentó de 30.000 a 95.000 ton, equivalente al 200 %. Las exportaciones aumentaron de 20.000 a 86.000 ton, equivalente al 300% mientras que el consumo promedio nacional es de 15.000 ton año⁻¹. Esto posicionó a la Argentina en el 6º lugar mundial en producción de Aceitunas de Mesa y la ubicó como segundo país exportador por detrás de la CEE.

. El volumen exportado en el 2009 de aceituna de conserva se reparte por provincia de origen en un 44 % Mendoza, un 36% La Rioja, un 8% Catamarca y 8,6% San Juan (Antuña, 2010) (Fig 3).

La importancia de la producción de aceituna de conserva también se puede evaluar además de por su saldo exportable y también por la demanda de mano de obra que requiere de la región. La industria del aceite de Oliva no es una gran captadora de mano de Obra. Por cada módulo de 100 toneladas de capacidad de molienda se requieren 3 personas por turno de 8 horas. Teniendo en cuenta que en campaña la

industria puede llegar a trabajar en tres turnos, se necesitarían 9 personas por línea. Considerando que el país tiene una capacidad de elaboración de 98.000 toneladas de aceite y una campaña de duración aproximada de 90 días, se requerirían 72 líneas de capacidad nominal de molienda de 100 toneladas/día. La cantidad de empleados directos del sector industrial sería de 653 personas (Caceres et al., 2009). Las fábricas contratan además empleados administrativos-contables, de laboratorio y limpieza. La industria de aceituna en conserva tiene una mayor demanda de mano de obra que la industria del aceite, para tareas de tamañado y clasificación de las aceitunas.

Situación en La Rioja

La provincia de La Rioja es la principal exportadora de aceitunas de mesa en Argentina, concentrando el 47 % de la exportación con alrededor de 24.000 ton año⁻¹ promedio anual del periodo 2000-09 (Antuña, 2010). La provincia de La Rioja es la principal productora de aceitunas de mesa en Argentina, concentrando el 70 % de la producción del país para el año 2011 (Matías, Aybar, & Ortiz, 2012). Gran parte de la producción de aceitunas de mesa de la provincia se concentra en el Departamento de Arauco (Figura 3) siendo de gran importancia para la economía local y de la provincia (Gallego, María Eugenia; Galiano, María Cecilia; Rapela, Roberto o.; Pire, Gabriel; Vidal, María Susana; Banchemo, Gustavo R.; Ladux, 2005). Según el Censo Agrícola 2002 existen aproximadamente 3600 ha de olivas para aceitunas de mesa plantadas en el Departamento de Arauco. Si cada hectárea produce alrededor de 6000 kg de aceituna anualmente la producción alcanza alrededor de 21.600 ton. Es importante aquí destacar que la producción en el departamento depende del recurso hídrico subterráneo en las áreas no irrigadas con canales de riego, el agua superficial en tanto se obtiene desde las vertientes de Los Nacimientos, al Oeste de la ciudad.

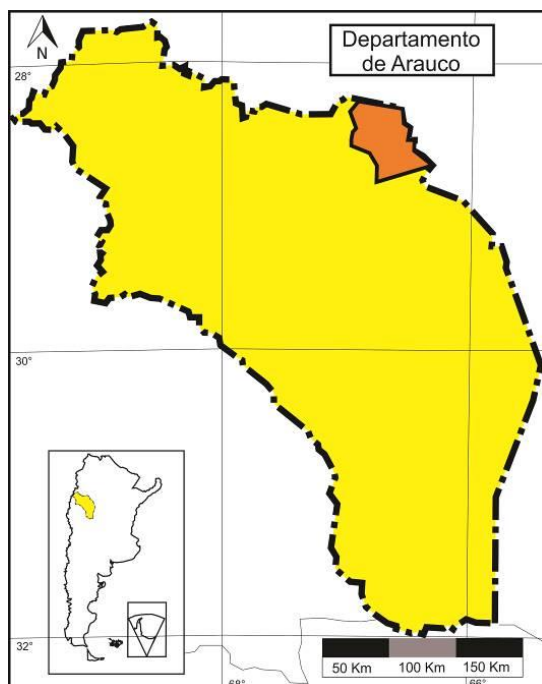


Figura 4. Situación del Departamento de Arauco, La Rioja, Argentina

Situación de los vertidos de Efluentes de la Industria de la Aceituna de Mesa a nivel mundial

El desafío principal para la industria de aceituna de mesa es el control de contaminación ambiental (Brenes, 2004). Esta problemática Primeramente surgió en Estados Unidos y posteriormente en Europa debido a la dificultad en cumplir las cada vez más exigentes legislaciones referidas a las aguas residuales. El incremento en las exigencias legales comenzó en EEUU, lo que provoco que parte de la industria migrara a España y luego aquí también se endureció la legislación (comunicación personal Brenes M.). El impacto medioambiental es una de las principales prioridades de la industria olivarera. Los gastos onerosos incurridos en la eliminación de estos bio-productos obligan a los productores a adoptar medidas eficaces para racionalizar el uso del agua para reducir la contaminación. Las aceitunas verdes de estilo español representan aproximadamente el 50% de la producción mundial y el método de elaboración consiste en un tratamiento con solución diluida de NaOH (lejía) para eliminar la amargura, seguido de una etapa de lavado para eliminar el exceso de álcali y, finalmente, una fermentación láctica en salmuera. Tales efluentes no pueden ser descargados en alcantarillas, arroyos o ríos debido a su alta demanda química y biológica de oxígeno, debido principalmente al contenido orgánico e inorgánico

disuelto. En algunos países, por ejemplo, Italia, la mayor parte de ellos se tratan en depuradoras apropiadas y los costes de tratamiento están directamente relacionados con el transporte de bio-productos, pero normalmente los precios actuales oscilan entre 50 y 80 euros / tonelada. (Marsilio, Russi, Iannucci, & Sabatini, 2008). En España, principal país productor del mundo, los efluentes salen de las fábricas y son volcados en sistemas de captación de los Ayuntamientos y son estos últimos los que se encargan de tratarlos y por lo tanto de regular los requisitos con que las industrias deben volcarlos a el sistema para hacer factible su tratamiento.

Situación de los vertidos de Efluentes de la Industria de la Aceituna de Mesa a nivel Argentina

En Argentina el cumplimiento de la legislación es muy escaso. En Mendoza a partir de que los efluentes son volcados en cauces públicos son regulados por el Departamento General de Irrigación. En esta provincia se practica el re-uso agrícola de efluentes industriales, a través del Colector Pescara, que recibe los efluentes líquidos de establecimientos fabriles (de predominancia agroindustrial, como bodegas), ubicados aguas arriba de la zona de estudio (Maipú). Los efluentes característicos de estos establecimientos son: materia orgánica, sólidos en suspensión, soda cáustica y ocasionalmente metales pesados, etc. Con estas aguas se riegan 3300 ha en Guaymallén y 7000 ha (mezcladas con aguas claras) en Lavalle. Antes de ingresar a la zona de re-uso, las aguas del Colector Pescara se diluyen con agua proveniente de una batería de pozos a efectos de alcanzar una conductividad eléctrica adecuada para su aprovechamiento agrícola (2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). La dilución de sales se realiza desde octubre de 2004. Investigaciones llevadas a cabo con anterioridad, realizadas al sur del área de estudio, muestran el efecto del aprovechamiento de efluentes industriales con fines de riego en el primer nivel acuífero. La alteración encontrada es de tipo orgánico, manifestada por los contenidos elevados de compuestos nitrogenados (Álvarez, Amilcar; Elía, Paris, Fasciolo, & Barbazza, 2011).



Figura 5 Imagen de los efluentes corriendo a la vera de la ruta de ingreso a la ciudad de Aimogasta. Fuente propia.

En la Provincia de La Rioja en el año 2012 la Secretaria de Medio Ambiente solicito declaraciones juradas a los industriales del Departamento Arauco solicitando informen si realizan algún tratamiento a los efluentes y la respuesta unánime fue que no realizan ningún tratamiento. Pero el IPALAR es el organismo responsable de los cauces públicos donde se derraman los efluentes, este organismo tampoco realiza ningún tratamiento de los efluentes que surcan por cauces públicos. Las dimensiones de nuestro territorio y la aridez de nuestro suelo hacen que el impacto en la población no haya sido de gran magnitud, pero el crecimiento de la actividad y la llegada de nuevos emprendimientos y la atomización de los productores se presentan como una amenaza a la calidad de vida de la población. Por otro lado, el impacto ambiental visto desde el punto de vista del consumo de agua ya se observó como principal problemática planteada por los productores en los talleres de consulta realizados por el INTA en el año 2008.

Situación de los vertidos de Efluentes en el Departamento Arauco:

En el Departamento Arauco se elabora más cantidad de aceitunas de las que se producen allí, por esto es un centro importador de aceituna de los alrededores, si bien no son datos oficiales y precisos se calcula que en el Departamento hay capacidad para elaborar 50 millones de kilogramos de aceituna.

Existen una veintena de establecimientos de elaboración a granel, pero una sola industria posee aproximadamente el 60 % de la capacidad de elaboración.

Consumo de Agua:

La fuente de agua de todos estos establecimientos es de origen subterráneo compitiendo con la empresa departamental de agua potable para el consumo humano. Por esto el descenso de los niveles de agua subterránea debido al bombeo afecta a los industriales y a los vecinos que consumen el agua para su consumo personal. De allí surge que el primer impacto medio ambiental es el uso de agua de manera no sustentable ya que el agua no se puede volver a potabilizar y las napas están descendiendo, mostrando que se está consumiendo agua almacenada.

Disposición de los efluentes:

Solo una empresa canaliza sus efluentes hacia balsas impermeabilizada para su evaporación y es una empresa que solo elabora aproximadamente el 10% de la capacidad del Departamento. El resto de las empresas vierte sus efluentes en cauces públicos que al final todos terminan camino al río Colorado que se encuentra en el límite norte del departamento y que es usado por la ciudad de Villa Mazan para regar sus cultivos. La llegada de los efluentes al río Colorado depende de los años ya que la cantidad que se elabora varía mucho con los años. Pero todos los años, ayudados por las escorrentías provocadas por las escasas lluvias de verano los depósitos de los efluentes sobre el suelo llegan arrastrados hasta el Río Colorado. También existe una gran infiltración de los efluentes en una zona donde existen aguas freáticas entre los 10 y 30 m, aguas que son usadas por numerosos puesteros para su consumo y el de sus animales.

Esta situación implica una problemática desde el punto de vista ambiental con una legislación sobre los vertidos cada vez más exigentes.



Figura 6 Balsa de evaporación de efluentes. 6 has en 6 módulos de 1ha cada uno interconectados por rebalse. Fuente propia.

Atomización de la producción:

La necesidad de integrarse verticalmente de los productores genera que proliferen pequeñas plantas de elaboración de aceitunas en lugares donde el impacto de sus efluentes puede ser alto por la cercanía a cursos de agua de riego y zonas urbanas; como así también el consumo de agua de estos emprendimientos que muchas veces utilizan agua potable para estos, provocando desbalances en el sistema de provisión para el consumo humano de las poblaciones donde se instalan las pequeñas plantas.

Breve Resumen de la Elaboración de Aceitunas Verdes Fermentadas:

La elaboración de aceitunas de mesa tiene como objetivo eliminar el amargor natural del fruto, dado por la oleuropeína y otros polifenoles, a fin de hacerlo comestible. El proceso de elaboración de aceitunas verdes fermentadas es el mas usado de todos los procesos de elaboración de aceitunas por lo tanto para poder explicar los efluentes

vertidos por la industria es indispensable conocer el método de elaboración. El proceso industrial de elaboración de aceitunas verde fermentadas se inicia con la limpieza del fruto para posteriormente introducirlos en tanques con una solución de NaOH entre 1 – 2 % (lejía) durante 8 a 12 horas. Durante este proceso, la oleuropeína se hidroliza ya que se degrada en condiciones alcalinas (Parinos, 2007 citando a Marsilio y Lanza (1998)). Luego, la solución alcalina es drenada de los tanques para ser posteriormente llenados con agua con el objetivo de lavar las olivas y remover la lejía remanente. Seguidamente, el agua de lavado es drenada de los tanques para ser llenados con una salmuera “madre” con NaCl al 4-8%. La lejía remanente en la pulpa de la oliva juega un papel fundamental en la fermentación láctica generada en la salmuera (Panicos, C.S., Stalikas, C.D., Giannopoulos, T.S., 2007).

El período de fermentación tiene una duración aproximada de 2 meses antes de que el producto esté listo para su comercialización (Panicos, C.S., Stalikas, C.D., Giannopoulos, T.S., 2007)(Balastsouras, 1996). En la figura 7 se presenta el diagrama de flujo de proceso tradicional de aceitunas de mesa.



Figura 7 Diagrama de la Elaboración de aceitunas verdes en fermentadas. Fuente propia.

(Diseño propio)

Efluentes de la Industria de la Aceitunas verdes de mesa

Durante el proceso industrial de elaboración de aceitunas de mesa verdes se utilizan importantes caudales de agua que una vez utilizados en el proceso, se transforman en efluentes con características variables dependiendo de la etapa del proceso de donde

provengan. Los tres tipos de efluentes más importantes son la soda del quemado, las aguas del lavado y la salmuera de fermentación.

De estudios previos se destaca:

Indicadores	soda del quemado	aguas de 1° lavado	aguas de 2° lavado	Salmueras de fermentacion
pH	9,5-12,0	11,2	9,8	3,9
NaOH libre (soda caustica)	11	1,5	-	-
NaCl (sal) g/lt	-	-	-	97
Acidez Libre (lactico g/lt)	-	-	-	6,0-15,0
Azucares Reductores (glucosa) g/lt	6,9-9,0	8	7,1	-
Polifenoles (acido tanico) g/lt	2,5-4,1	4	6,3	4,0-6,3
Demanda quimica de Oxigeno(DQO)	15,0-35,0	24,6	28,4	10,7-35,0
Demanda Biologica de Oxigeno(DBO)	9,0-20,0	12,3	15,6	8,0-20,0
Solidos Volatiles (organicos)	30,2	35,1	39,7	17,8
Solidos Fijos (Inorganicos)	18,2	11,4	9,9	100,7
Solidos Totales	48,2	46,5	49,6	118,5
Fuente: (From , Garrido-Fernandez et al., 1991)(Marsilio, Russi, Iannucci, & Sabatini, 2008				

Figura. 8 Composición de los diferentes efluentes que surgen de la elaboración de aceitunas verdes fermentadas. Fuentes: (Garrido-Fernández, 1991)(Marsilio et al., 2008).

- El alto contenido de hidróxido sódico (Sosa cáustica) que aún portan la soda del quemado y cuya proporción se sitúa en torno al 50% de la original concentración dependiendo de la proporción de pulpa de la aceituna.;
- La concentración relativamente elevada de azúcares reductores que se pierden en los tres tipos de efluentes.
- La elevada cantidad de sólidos orgánicos disueltos, superior al 3%, una parte importante de los cuales está constituida por azúcares, 20-25%.
- Otra fracción significativa la forman los polifenoles, 10-15%, que son los responsables de las dificultades que presentan estos vertidos para, la depuración, a causa de la estabilidad del anillo bencénico, tanto frente al ataque de agentes químicos como microbianos.;
- las salmueras tienen como notas más destacadas, además de su bajo pH, 3,60-4,50, una acidez láctica relativamente elevada, 0,6-1,2%, así como un porcentaje considerable de sal (cloruro sódico).

Finalmente, en todas ellas, la demanda biológica de oxígeno es muy superior a los límites permitidos en las legislaciones sobre efluentes.

Los volúmenes de efluentes generados están en relación a los kilos producidos de aceitunas. Diversos autores estimaron esta relación, 2 m³ tn⁻¹(Garrido-Fernández, 1991), de 3,9 y 7,5 m³ tn⁻¹ de oliva producida (Kopsidas, 1992), lo que incluye el fraccionado y descarozado y Marsilio et al. , dicen que durante la elaboración de las aceitunas, se generan aguas residuales anuales entre 1 y 3 L / kg de aceitunas (Marsilio et al., 2008).

Estas características condicionan las medidas a tomar para evitar la contaminación que pueda derivarse de las mismas. ***En general, las actuaciones a seguir deben encaminarse a obtener la máxima racionalización en los tipos de residuos líquidos que se produzcan, la mayor disminución posible de los mismos y el tratamiento de depuración o eliminación de los que sean absolutamente inevitables.***(Garrido-Fernández, 1991).

La mejor estrategia con respecto a estas aguas es la reducción del volumen de uso por reutilización. Se consigue así un ahorro de agua, de aditivos y de costes de vertido (Lopez Nuñez, 2007)(Rejano Navarro Luis; Antonio-Higinio Sánchez-Gómez; Victorino Vega Macías., 2008).

Situación actual de las técnicas aplicadas para la reducción y tratamiento de efluentes:

Existen técnicas validadas internacionalmente que permiten reducir el consumo de agua y para el tratamiento de los efluentes y que por desconocimiento no se aplican. El tratamiento de estas aguas residuales reduce los contaminantes orgánicos y podría ser eliminado hasta 75-85 % usando un tratamiento biológico correcto(Brenes, 2004). En todo caso, los cloruros se quedan en solución y representan la preocupación principal para industrias e investigadores. La fermentación sal -free podía ser la solución, pero es solo disponible para las aceitunas estilo negras californianas porque las aceitunas verdes estilo españolas tienden a estropearse en concentraciones de sal bajas. Por ultimo, incluso si el cloruro fuera eliminado del procesamiento de aceituna de mesa, un alto volumen de agua residual contaminada quedara como residuo.

Con el fin de reducir estos enormes volúmenes se han estudiado varias alternativas, entre las que destacan: reutilización de las lejías de cocido previa filtración para eliminar materia en suspensión (Brenes, García, Romero, & Garrido, 1993), y reducción del número de lavados empleando anhídrido carbónico como agente neutralizante (Garrido-Fernández, 1991)(Garrido-Fernandez, A., 1985) o ácido clorhídrico(Rejano Navarro Luis; Antonio-Higinio Sánchez-Gómez; Victorino Vega Macías., 2008).

Así para la depuración de las aguas residuales de aceitunas verdes se ha probado la precipitación por corrección del pH en el trabajo publicado de Castro y col., 1983; y García y Garrido, 1984 y la oxidación húmeda en García y col., 1989, 1990. En el caso de las aceitunas negras se han ensayado procesos biológicos tanto anaerobios en Borja y col, 1992, 1993 como en aerobios en Borja et al., 1994. (Beltran de Heredia, Torregrosa, Dominguez, & Garcia, 2001) .

La experimentación demostrativa de estas técnicas puede solucionar los interrogantes sobre las aplicaciones locales de estas técnicas y permiten fortalecer el asesoramiento local sobre las mismas.

Vertidos solidos:

Son de escasa importancia en relación a los líquidos y son mayormente hojas y carozos cómo resultado del maquinado de las aceitunas. Su tratamiento no va ser objeto de análisis de este trabajo.

Objetivos del presente trabajo:

Objetivos generales y específicos:

El Objetivo General fue “Encontrar y validar Técnicas eficientes de utilización del recurso Agua” para lograr ese objetivo es que se tomaron dos grandes temáticas, reducción de efluentes y tratamiento de efluentes. Dentro de estas dos temáticas se tomaron actividades que podían realizarse con nuestros recursos para alcanzar objetivos específicos:

- Validar localmente técnicas de reutilización de soda caustica en la variedad Arauco.
- Suprimir y/o reducir lavados mediante la neutralización de la lejía con dióxido de carbono y ácido clorhídrico. Sin que la técnica afecte al producto final, la aceituna verde fermentada variedad Arauco.
- Evaluar el rendimiento de la técnica de evaporación de efluentes mediante balsa impermeabilizada.

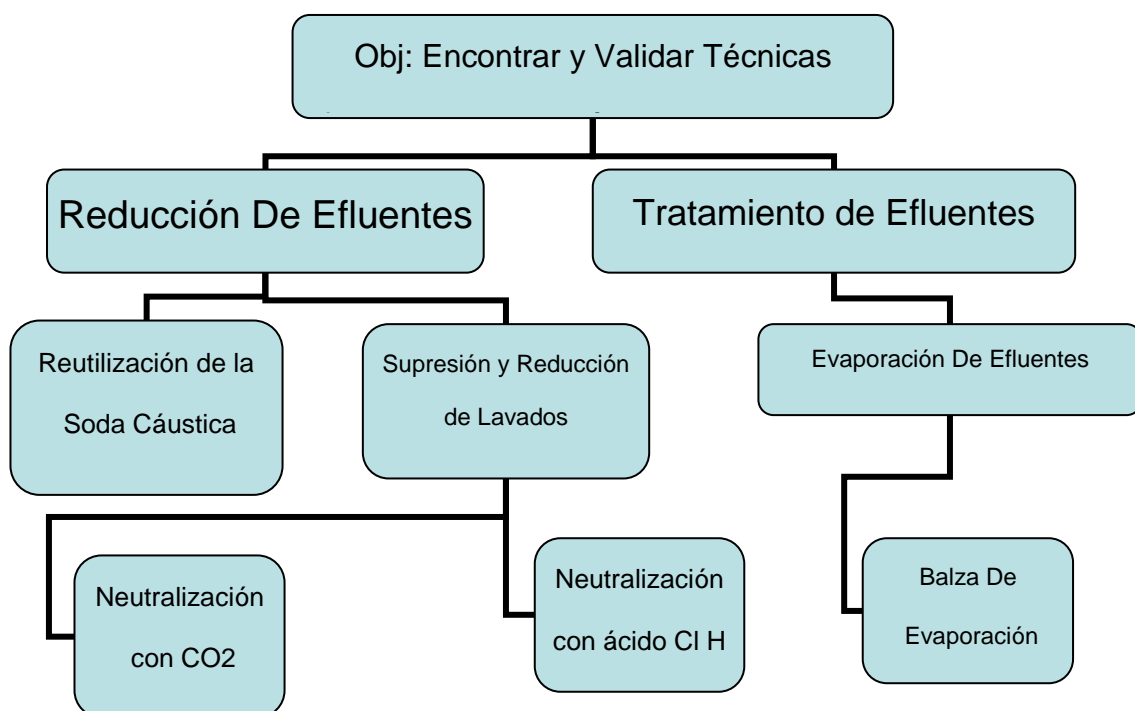


Figura. 9 Resumen de las técnicas evaluadas.

Reutilización de la Soda Caustica:

Introducción

Esta técnica en España es usada hace varias décadas, no solo por la reducción de aguas residuales sino también por el ahorro de Soda Caustica.). El proceso de reúso propuesto consiste en captar la lejía extraída de los toneles y reutilizarla directamente para la elaboración de otro “batch” de aceitunas. Ya en trabajos de 1977 y 1979 Garrido Fernández et al. hizo ensayos para reusar a nivel piloto entre 4 y 14 veces (Garrido-Fernández, 1991). En España y a nivel industrial dependiendo de si es un año de escases o no de agua, las industrias, pueden llegar usar la misma soda toda la campaña hasta que al final de la misma recién se desecha. En España los ayuntamientos hacen el tratamiento de las aguas residuales de la industria y dependiendo de las capacidades de las plantas de tratamiento es el costo que le transfieren a la industria y de allí el costo que tiene que tener en cuenta una industria a la hora de decidir cuantas veces se va a reutilizar. En Argentina en la década del ochenta el CITEF – INTI hizo ensayos de reutilización de soda (Bonino, 1981).

La principal limitante son las instalaciones que se deben tener para recuperar la soda y los sólidos que se van acumulando en el liquido con los usos, y la capacidad que tiene el sistema de tratar con ellos, filtros, cañerías y bombas.

Materiales y métodos

Se dispusieron envases plásticos de 8 lts para quemar 5kgs de aceituna. Se cosecharon 10 kg de variedad Arauco el primer día y se dividieron en dos envases y se le agregó una solución de NaOH de 2,5%p/v a cada uno de los envases hasta que todos los frutos quedaron cubiertos. Se monitoreo el avance (quemado) del NaOH en la pulpa del fruto hasta los 2/3 del mismo, una vez llegado hasta aquí se retiro la solución y comenzaron los 3 lavados por 4 horas cada uno. A la solución residual de NaOH se la corrigió con titulación con peachimetro para llevar la concentración de NaOH a 2,5% nuevamente y se procedió a “quemar” otra cantidad igual de aceituna. Este proceso se repitió por 11 veces y por duplicado. Cada partida de aceitunas se trato de igual forma en el resto de los pasos de la elaboración de una manera tradicionalmente aplicada en la zona, lavado, puesta en salmuera, fermentación y puesta en salmuera de expedición. Todos los tratamientos se colocaron en salmuera de 8 Be y una acidez acética de 1%º. Se realizaron seguimientos de pH, Acidez, Concentración Salina en la salmuera, durante la fermentación de las aceitunas, de

todos los tratamientos. Una vez terminadas se sometieron a diversos Test de discriminación sensorial, (test de ordenamiento de preferencia, test del triángulo,) para determinar si existen diferencias entre los tratamientos.

Análisis Sensorial:

Discriminación Global tipo triángulo: Se realizó a las aceitunas quemadas con soda nueva y a las quemadas por soda usada 10 veces un test de Discriminación Global tipo triángulo, esto por ser el mas poderoso estadísticamente y no requerir evaluadores especializados (Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria (ISETA), 2008). Este método se emplea cuando el objetivo de la prueba es determinar si existe diferencia sensorial entre dos productos. Este método es particularmente útil en situaciones en las que el tratamiento puede producir cambios en el producto, y no puede caracterizarse simplemente por uno o dos atributos.

A cada evaluador se le presentan tres muestras codificadas: dos muestras son idénticas y una es diferente (o impar). Se debe preparar igual número de las seis posibles combinaciones: ABB, BAA, AAB, BBA, ABA y BAB, y presentarlas en forma aleatoria. Cada evaluador debe probar (examen visual, tacto, olfato y gusto) las muestras de izquierda a derecha, y se le pide que identifique la muestra diferente. En la prueba del triángulo no se hace ninguna pregunta sobre preferencia, aceptación, grado de diferencia o tipo de diferencia entre las muestras iguales y la diferente. Para el análisis e interpretación de resultados se debe contar el número de respuestas correctas (identificación de la muestra diferente) y el número total de respuestas. Utilizando tablas o programas estadísticos basados en la distribución binomial, se determina si existen diferencias significativas entre las muestras (Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria (ISETA), 2008).

Diseño de la prueba: prueba del triángulo con 35 evaluadores. Se harán grupos de 9 evaluadores en forma aleatoria y repetirán la prueba 2 veces cada uno. El nivel de significación para la diferencia se determinará con un error del 1% ($\alpha=0,01$)

Desarrollo de la Prueba: se codificarán 27 platos cada uno con los números con los números aleatorios que surjan del diseño. En cada puesto de evaluador los códigos recibirán las muestras de acuerdo a las planillas de trabajo en una cantidad de 10 aceitunas por cada plato. También cada puesto tendrá un Numero que identifique al puesto de evaluador y al evaluador que allí se encuentre.

Planilla de Trabajo

	Muestra	Muestra	Muestra
Evaluador	753	918	841
1	A	T	T
2	T	T	A
3	A	T	A
4	A	A	T
5	T	A	A
6	T	A	T
7	T	A	T
8	A	T	T
9	A	A	T

Figura. 10 Planilla de trabajo utilizado para la prueba del Triangulo

PRUEBA DEL TRIÁNGULO		
NOMBRE:		
EVALUADOR No: FECHA: .../.../....		
Usted recibirá un grupo de tres muestras. Dos de estas muestras son idénticas y la otra es diferente. Por favor, marque el número de la muestra diferente		
.	753	918
		841

Figura. 11. Formulario de evaluación utilizado para la prueba del Triangulo

Ordenamiento de preferencia:

Esta prueba se utilizó para evaluar si el aumento del número de re-úsos generó un incremento en algún atributo negativo que pueda ser percibido por el consumidor. Es un método sencillo y de fácil comprensión por parte de los consumidores.

Diseño de la prueba: Cada consumidor recibe 11 muestras de aceitunas en recipientes codificados con 3 dígitos con el orden de presentación al azar. Se les pidió a los evaluadores que ordenen las muestras según la preferencia que tengan teniendo en cuenta todos los atributos de las muestras. Se calculan las sumas de los valores otorgados para cada muestra y se evalúan estadísticamente con la ayuda del test de Friedman. Este test determina si las sumas de los ordenamientos totales para cada muestra difieren significativamente (Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria (ISETA), 2008).

Resultados de la reutilización de soda caustica

Seguimiento químico: La acidez, la concentración de NaCl y el pH evolucionaron sin diferencias con el testigo. La acidez la concentración de NaCl y pH mostraron que no se vieron influenciadas por el número de re-usos.

Análisis sensorial: En el test de ordenamiento de preferencia no se encontró diferencias en las muestras en las que se utilizó sodas con distintos re-usos. En el test del triángulo entre el tratamiento con soda nueva y con soda de 11 re-usos tampoco se encontraron diferencias.

Resultados de la aplicación practica:

Procedimiento para recrecer la soda:

Se lleva la soda residual a un recipiente graduado para conocer su volumen. Se toma una muestra representativa (es decir luego de un mezclado) y se lleva para valorar la cantidad de soda residual que posee. Se debe titular una alícuota de la muestra, medida de manera precisa (usar pipeta doble enrased). Para esto se coloca en vaso de precipitado y con agitador preferentemente se sumerge el sensor del pH metro y se va agregando desde una bureta graduada una solución de ácido clorhídrico normalizado hasta pH 7, una vez llegado a este pH se anota el volumen gastado de ácido

Clorhídrico. No es fácil usar indicador de color porque la solución ya tiene mucho color que no permite apreciar el viraje.

Cálculos:

La concentración de soda, para las condiciones fijadas de trabajo, es decir HCl N/10 y 1 ml de muestra estará dada por:

$$\% \text{ NaOH} = \text{gasto} \times \text{normalidad} \times 0,004 \times 100$$

(Si se toman 10 ml de muestra la multiplicación es por 10 en lugar de 100).

Conociendo la concentración de NaOH se saca la diferencia con la concentración a la que queremos llegar y esta diferencia de concentración se multiplica por el volumen de soda residual que tenemos y esto nos da cuanta soda debemos agregar para reconstituir la concentración de NaOH deseada para el quemado.

Requerimientos de infraestructura: Varían según la cantidad a tratar, pero en general se debe contar con un filtro para hojas, un recipiente donde permitir que decanten los barros, un tanque graduado donde acumular el efluente para recrecer, Ácido Clorhídrico normalizado, bureta para titular y pH metro.



Figura12 pH metro para determinar el gasto para la neutralización de la soda – Bureta Titulando en un Erlenmeyer – Tanque graduado para el almacenamiento de la soda usada. Fuente Google imágenes.

El factor que define las dimensiones del sistema de reúso es la capacidad de recepción de aceitunas por día que posea la planta de elaboración. Por eso en los ensayos y repeticiones se cuantifico la cantidad de soda recuperada por kilogramo de fruta y nos dio el resultado expuesto en la tabla

Soda recuperada en litros por kilogramo de aceituna quemada. Elaboración de Aceitunas verdes Variedad Arauco quemadas con Soda a 2,5% de concentración (datos propios)	
Media Aritmética	0,5284
Desviación Típica	0,01823842
varianza	0,0003696
CV	3%

Figura 13 Tabla de Datos de Soda recuperada en litros por kilogramo de aceituna quemada. Elaboración de Aceitunas verdes Variedad Arauco quemadas con Soda a 2,5% de concentración (datos propios)

Estos valores de la Figura. 13 coinciden con los publicados de 0,5 lt/kg para verdes estilo sevillano(Garrido-Fernández, 1991).

Entonces debido a esto, por cada kilogramo de capacidad de recepción diaria se debe contar con 1,1litro de capacidad en tanques de almacenamiento para decantar 24 hs la soda reusada para luego recién recrecerla en el tanque de preparación de soda (que las plantas ya tienen).

También se deberá contar con pH metro y bureta y elermeyers para titular la soda usada con solución de ácido clorhídrico normalizada.

Balance de la técnica de Reúso de Soda:

Se observó una variación en la cantidad de soda que se recupera, debido a los diversos tamaños de los frutos. El rango de la variación en el % de soda recuperada

fue de entre 47,6-24,7% con una media de 36,3 % desviación estándar 7,76% en variedad Arauco sin tamañar. Para un quemado con soda a 2,5% se recuperan en promedio 4,9g de Soda Cáustica / kg de aceituna y como para la elaboración de aceituna la soda caustica representa el 58% del costo total de insumos para la elaboración, es el insumo más importante en costo, entonces se puede decir que se puede reducir en 23% los costos por insumos para la elaboración aplicando esta técnica.

Teniendo en cuenta que los costos de insumos para la elaboración de aceituna representaron en 2016 el 9,3% del valor del Kg de aceituna. Se puede concluir que aplicando esta técnica en 2016 significaba ahorrarse el 2,16% del valor de la aceituna cruda.

Tomando dos modelos de reúso, uno de 2000kg diarios y otro de 9000kg diarios, realizamos el cálculo de costos y beneficios de ambos reusando 4 veces respecto al que no realiza reúso de la soda y debe usar soda nueva todas las partidas que queme.

Inversión inicial para Reúso de soda		
	20/02/2016	
<i>Nivel de ingreso de aceitunas diariamente</i>	<i>Reúso de Soda 9000kg/día</i>	<i>Reúso Soda 2000Kg/día</i>
<i>Kilogramos diarios ingresados</i>	9000	2000
<i>Capac. p/ decantar 24 hs</i>	9692	2.154
<i>Precio tanque Plástico 10.000 lts \$+ IVA incluido puesto en Aimogasta</i>	\$ 40.200	-----
<i>3 tanques de 1000lts tricapa</i>		\$ 6.400
<i>pH metro de mesada p/ titulación</i>	\$ 8.450	\$ 8.450
<i>Bureta de titulación</i>	\$ 14.683	\$ 1.000
<i>Agitador magnético</i>	\$ 2.650	\$ 2.650
<i>Erlenmeyer</i>	\$ 130	\$ 130
<i>reactivos</i>	\$ 500	\$ 500
	\$ 66.613	\$ 19.130

Figura 14 Tabla de costo de equipamiento e insumos iniciales para la realización del reusó de soda para dos niveles de elaboración diaria.

Fondos que ingresan anualmente de manera extra respecto al proyecto que no reusa la soda

Proyecto	Soda promedio recuperada por cada Kilogramo de aceituna quemada *	Capacidad diaria de quemado de aceitunas *1	soda recuperada por día de quemado	N° de reusos de la misma solución de Soda	días de quemado por campaña anual	Días de quemado con reuso en la campaña anual	Costos variables exclusivos del proyecto	Fondos que ingresan extras respecto a proyecto que no reusa
	Kg	Kg/día	Kg				*2	\$/año
Reuso 9000kg/día	0,0049	9.000	44,1	4	40	32	-500	\$ 55.938,21
Reuso Soda 2000Kg/día	0,0049	2.000	9,8	4	40	32	-500	\$ 12.041,82

* Concentración inicial de la solución de quemado 2,5% de OHNa.

*1 aceituna var Arauco sin tamañar

*2 reactivos sin mano de obra extra ya que sería la misma gente que prepara la soda diariamente.

Cada dos años se cambia el sensor del pHmetro por lo que se descuenta \$8450

Figura. 15 tabla de ingresos para la planta que aplica el reuso de la soda versus no aplicarlo para dos niveles de elaboración diaria.

Cálculo de TIR y VAN para decisión de inversión

Nombre del proyecto a Evaluar

Reuso de Soda 9000kg/día

Reuso Soda 2000Kg/día

Tasa de descuento

19%

19%

Período	Reuso de Soda 9000kg/día	Reuso Soda 2000Kg/día
	Flujo de Fondos	Flujo de Fondos
0	-\$66.613	-\$19.130
1	\$55.938	\$12.042
2	\$47.988	\$4.092
3	\$55.938	\$12.042
4	\$47.988	\$4.092
5	\$55.938	\$12.042
6	\$47.988	\$4.092
7	\$55.938	\$12.042
8	\$47.988	\$4.092
9	\$55.938	\$12.042
10	\$47.988	\$4.092

Precio SODA 40
 Dias reusando 32

Reuso de Soda 9000kg/dia		Reuso Soda 2000Kg/dia		
TIR	79,47%	TIR	44,84%	
VAN	\$ 160.348,31	VAN	\$ 17.367,76	

Decisión de proyecto versus no hacerlo

Me conviene hacer el Reuso de Soda 9000kg/dia dado que me da un retorno mayor 19%
 Me conviene hacer el Reuso Soda 2000Kg/dia dado que me da un retorno mayor al 19%

Decisión entre proyectos

El Reuso de Soda 9000kg/dia es el que me conviene hacer dado que tiene un VAN mayor que el Reuso Soda 2000Kg/dia

Figura 16 Tabla de Tasa interna de retorno (T.I.R.) y Valor actual neto (V.A.N.) de la actividad de reúso de soda caustica para dos niveles de elaboración diaria.

Como se puede ver la aplicación de la técnica en un año puede recuperar la inversión y la ganancia los años siguientes la hacen muy rentable a la inversión, como nos indica el valor de la Tasa interna de Retorno (T.I.R) de 79% para una hipótesis de 9000Kg/día

Conclusiones de la técnica del Reúso de Soda.

Nuestra experiencia en la variedad Arauco confirmo lo que habían hecho otros investigadores anteriormente en otras variedades, y es que es una técnica factible y que no modifica el producto final. Permite ahorro de insumos y por tanto genera un beneficio económico. Además, reduce la emisión de efluentes y consume menos agua.

Supresión y Reducción de Lavados

Introducción

Dependiendo del tratamiento de lejía y los lavados aplicados, la contaminación significativa de las aguas residuales se produce durante la elaboración de la aceituna. La reducción de

El impacto medioambiental es una de las principales prioridades de la industria olivarera. Los gastos onerosos incurridos en la eliminación de estos bio-productos obligan a los productores a adoptar medidas eficaces para racionalizar el uso del agua para reducir la contaminación (Marsilio et al., 2008). Algunos estudios sugirieron la posibilidad de reciclar salmueras de oliva o de usar HCl o CO₂ como agentes neutralizantes alcalinos, es decir, sustituyendo por estos los lavados tradicionales con agua (Brenes et al., 1993; Garrido-Fernández, 1991; Marsilio et al., 2008). La primera puede causar dejar sabores extraños (Brenes et al., 1993). Trabajos previos muestran que el tratamiento con CO₂ utilizado para neutralizar el exceso de álcali durante la elaboración de la aceituna verde al estilo español, en sustitución de los lavados tradicionales con agua, hace que el proceso general sea menos contaminante, reduce el volumen de aguas residuales en un 80%. El tratamiento previene la pérdida de azúcar durante la etapa de lavado, potenciando un crecimiento inicial de bacterias de ácido láctico. Sin embargo, la alta capacidad tampón de la salmuera de fermentación, debido a la acidez combinada, disminuye el efecto de la producción de ácido orgánico en la disminución del pH, haciendo que el almacenamiento del producto final no pueda alcanzarse. La evaluación sensorial reveló un fuerte sabor del producto final, mientras que los atributos de textura apenas se ven afectados. El tratamiento con CO₂ debe hacerse con cuidado para evitar una alta capacidad de amortiguación del sistema y sabor desequilibrado en el producto.(Marsilio et al., 2008). En la elaboración de aceitunas negras californianas, como solo se debe bajar el pH hasta 7, el uso de CO₂ no tiene los anteriores inconvenientes.(Brenes et al., 1993)

Las aguas de lavado son origen del mayor volumen de los efluentes de la industria de la aceituna(Garrido-Fernández, 1991). Y son usadas para extraer la soda (Hidróxido de sodio o NaOH) residual que queda en la pulpa de la aceituna que ha sido quemada y que de permanecer impediría que baje el pH en la fermentación para llegar al pH de conservación. El Hidróxido de sodio que se quiere eliminar con el lavado se puede neutralizar con ácidos para formar sales neutras, de manera que no afecten la

posterior fermentación y descenso de pH que se debe llevar a cabo en el paso siguiente.

Neutralización de las aguas de lavado:

Para neutralizar se deben usar sustancias que no perjudiquen los pasos siguientes de la elaboración, y estén permitidas para el uso en alimentos, de allí que surgieron dos sustancias con buenas propiedades para neutralizar, el Ácido Clorhídrico (HCl) y el Dióxido de carbono (CO₂).

Materiales y métodos

En recipientes de 50 Kg se aplicó los siguientes tratamientos con dos repeticiones cada uno:

1. neutralización mediante la inyección de CO₂
 - a. neutralización de la primera agua luego del quemado.

2. neutralización con HCl
 - a. neutralización de la primera agua luego del quemado.

3. Testigo lavado de manera tradicional 3 lavados de 4 hs cada uno.

La neutralización se llevo a cabo de manera de dejar la solución estabilizada a pH 7 a esta se le agregó el NaCl para conformar la Salmuera para la Fermentación, 6%. Se controló la neutralización mediante pH metro. Los volúmenes utilizados se registraron y se midió el peso de CO₂ usado. Se realizó el seguimiento físico químico habitual (pH, Acidez, Concentración Salina). Una vez terminada la elaboración de las aceitunas se sometieron a Tests de discriminación sensorial

Análisis Sensorial:



Figura. 17 Análisis de discriminación sensorial. Fuente: propia.

Ordenamiento de preferencia:

Esta prueba se utilizó para evaluar si los tratamientos generaban diferencias con el testigo que pueda ser percibido por el consumidor. Es un método sencillo y de fácil comprensión por parte de los consumidores.

Diseño de la prueba: Cada consumidor recibe 3 muestras de aceitunas en recipientes codificados con 3 dígitos con el orden de presentación al azar. Se les pidió a los evaluadores que ordenen las muestras según la preferencia que tengan teniendo en cuenta todos los atributos de las muestras. Se calculan las sumas de los valores otorgados para cada muestra y se evalúan estadísticamente con la ayuda del test de Friedman. Este test determina si las sumas de los ordenamientos totales para cada muestra difieren significativamente.

Se realizó un test de Discriminación Global tipo triángulo, comparando los postratamientos con el testigo, se realizó según se explica en el punto anterior.

Resultados de Neutralización de las aguas de lavado

Resultados de la aplicación práctica:

Debido a que durante la neutralización el pH puede tener descensos rápidos esto significa que puede haber zonas del fermentador con altas concentraciones de ácido que destruyan los microorganismos que luego llevarán a cabo la fermentación, es que se aplicó de manera pausada el agente neutralizante no dejando que la zona de aplicación descienda por debajo de un pH 4. También debido a que la soda debe difundir desde la pulpa hasta la solución es que hay que neutralizar a intervalos para dejar que ocurra esto. Estos intervalos de neutralización se ven en los siguientes gráfico

Evolucion pH Testigo 1° Semana

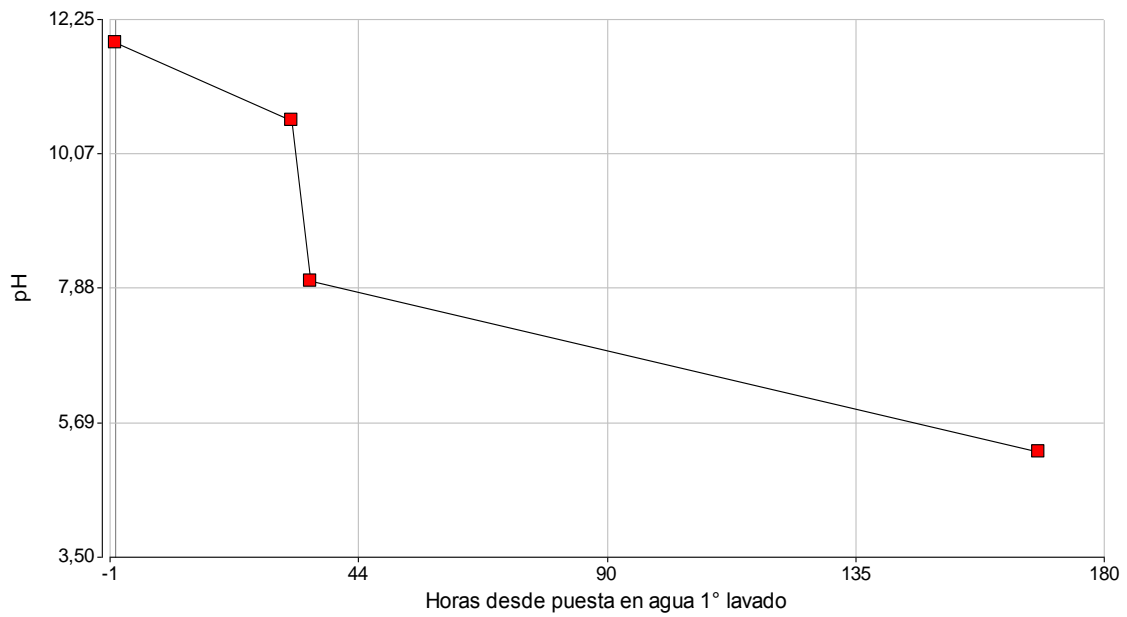


Figura. 18 Evolución del pH durante la primera semana desde que se coloca en la primera agua. Testigo sin neutralización con 3 lavados.

Neutralización con ácido HCl

Evolucion pH del Tratamiento = Neutralizacion con ClH. 1° semana

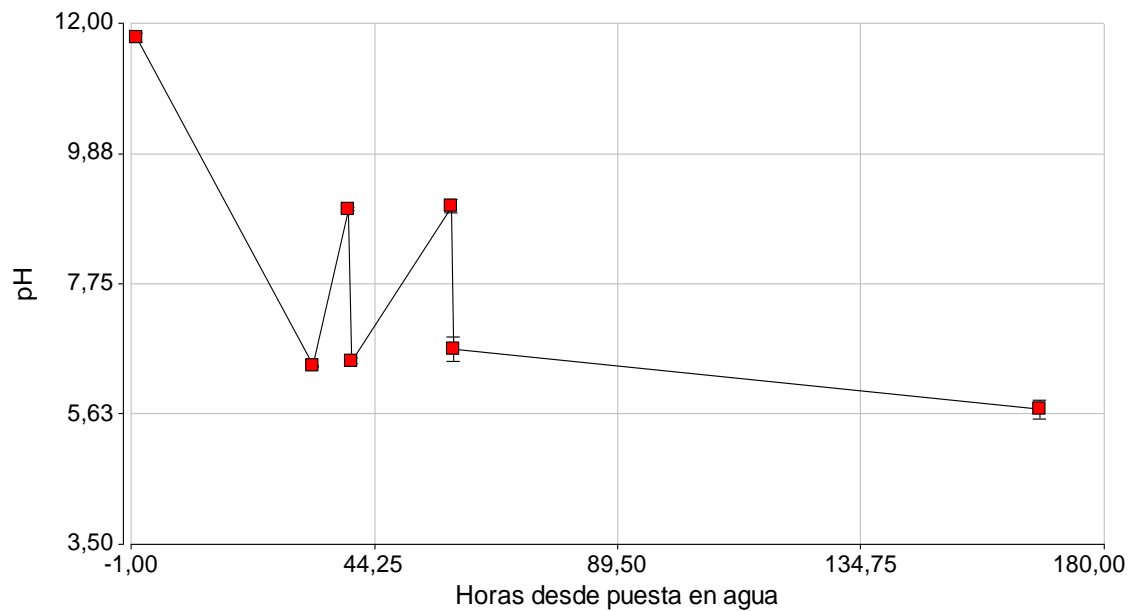


Figura. 19 Evolución del pH durante la primera semana desde que se coloca en la primera agua. Tratamiento de neutralización con ácido clorhídrico sin lavado.

Debido a que el descenso de pH que produce el ácido clorhídrico es muy rápido y puede bajar incluso por debajo de los valores de sobrevivencia de las bacterias lácticas es que decidimos agregar el ácido mientras se recirculaba el líquido de cobertura para que el mezclado no permitiera zonas con excesivo descenso. De todos modos, se tuvo que realizar tres aplicaciones, la primera a las 12 horas y la segunda a las 22 horas y la tercera a las 42hs para recién así alcanzar el equilibrio en pH 7. Esto creemos se debe a que inicialmente se neutraliza la soda de la solución y luego hay que esperar que salga la soda que se encuentra en la pulpa de la aceituna.

La aplicación con lleva el riesgo de manipular un ácido fuerte.

Neutralización mediante la inyección de CO₂

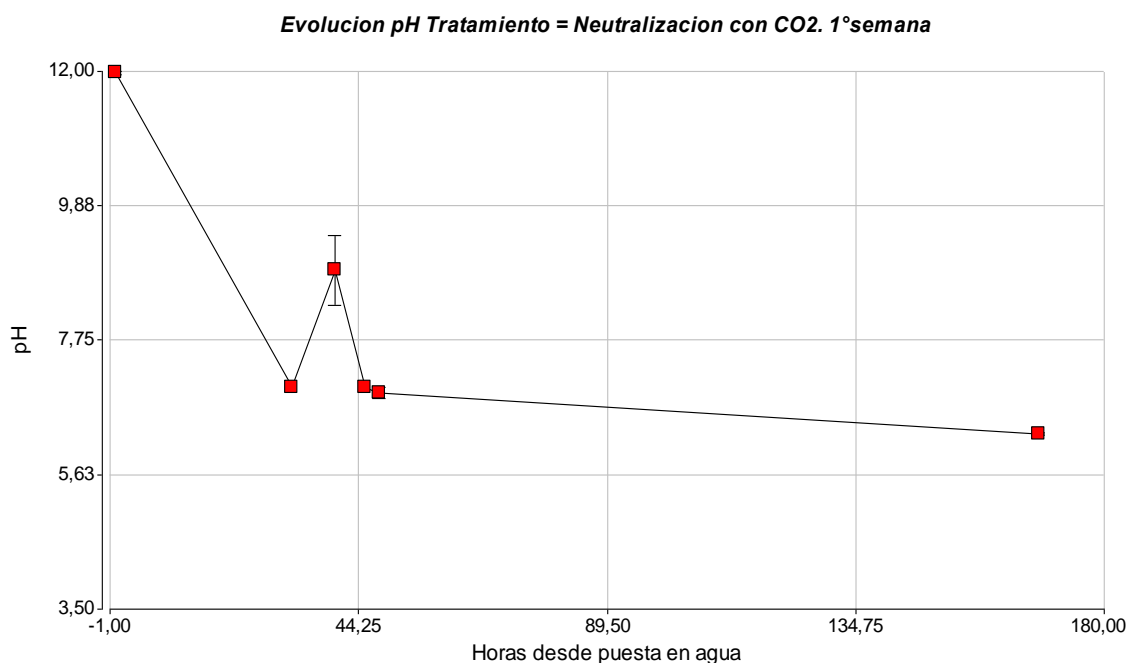


Figura. 20 Evolución del pH durante la primera semana desde que se coloca en la primera agua. Tratamiento de neutralización con dióxido de carbono sin lavado.

Para poder inyectar el CO₂ en el fondo del recipiente construimos un caño de polipropileno de ½ pulgada con perforaciones en el extremo para poder meterlo entre las aceitunas y poder moverlo para burbujear con el CO₂ todo el volumen del recipiente.

En el tratamiento 1.a. donde la cantidad de soda a neutralizar era mayor se observó una mayor producción de espuma que dificultaba la operación ya que tendía a escapar del recipiente debiendo tener que parar la operación hasta que descienda.

Se debe contar con tubo de CO₂ y obtenerlo es sencillo ya que en cualquier pueblo hay una sodaría que nos puede decir donde está un proveedor de CO₂

Un gran inconveniente es la formación de espuma que tiende a escapar del recipiente generando pérdidas de líquido. Esta espuma es mayor mientras más alcalinidad haya que neutralizar y mientras más caudal se utilice. Reducir el caudal para reducir la espuma reduce la velocidad de neutralización.

Seguimiento químico de la fermentación:

La acidez y pH no mostraron diferencias estadísticamente significativas pero las medias de acidez fueron más altas en los tratamientos en relación al testigo.

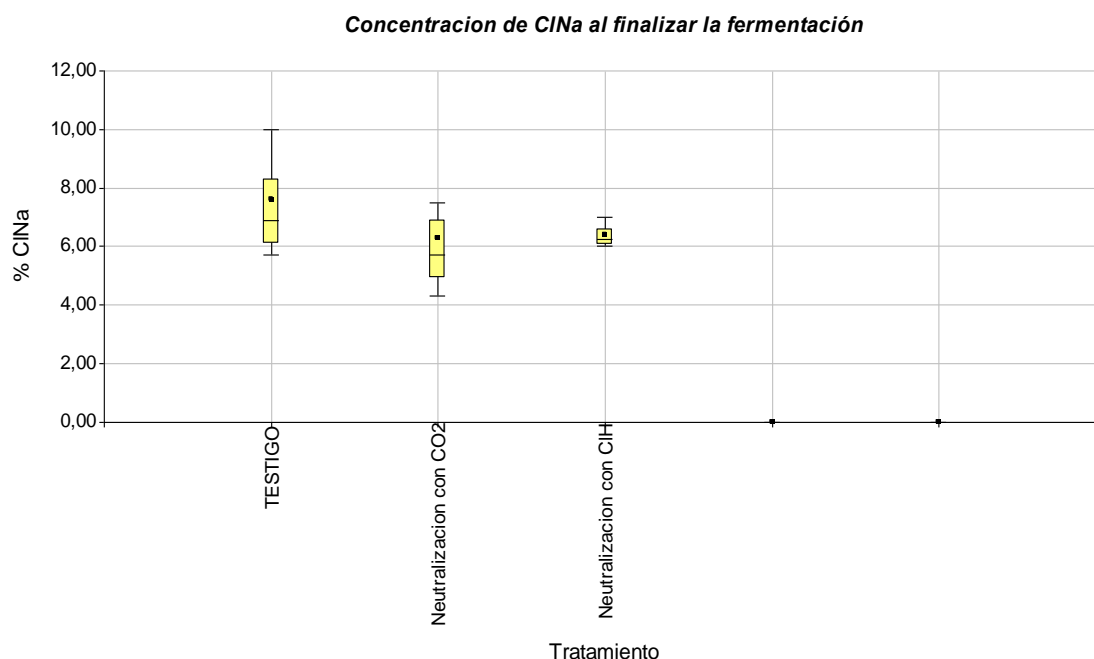


Figura. 21 Concentración de Cloruro de sodio al finalizar la fermentación. Tratamientos Testigo, Neutralización con ácido clorhídrico y con dióxido de carbono.

El pH de la salmuera mostró diferencias no significativas estadísticamente, sin embargo, las medias observadas se ubicaron como se hubiera esperado según

trabajos previos. Es decir, el pH más bajo se da en el tratamiento con HCl luego el testigo y el más alto el de CO₂, en el límite con valores compatibles con una buena conservación, esto debido al efecto Buffer de los Carbonatos (NaCO₃H y Na₂CO₃) producidos en la neutralización.

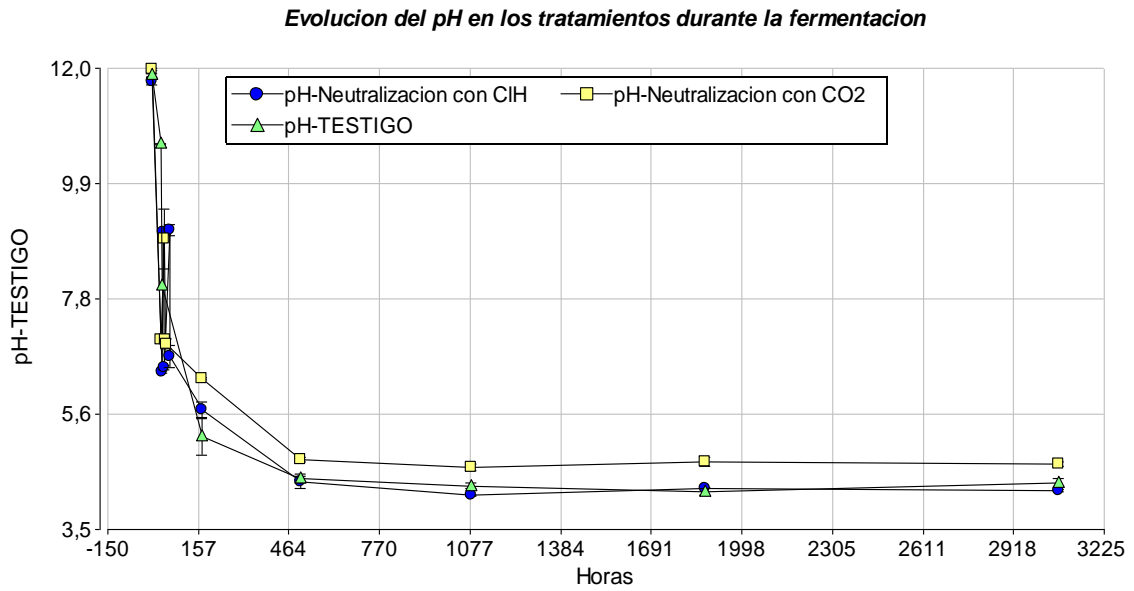


Figura 22 Evolución del pH durante la toda la fermentación. Tratamientos Testigo, Neutralización con ácido clorhídrico y con dióxido de carbono, dos repeticiones cada uno.

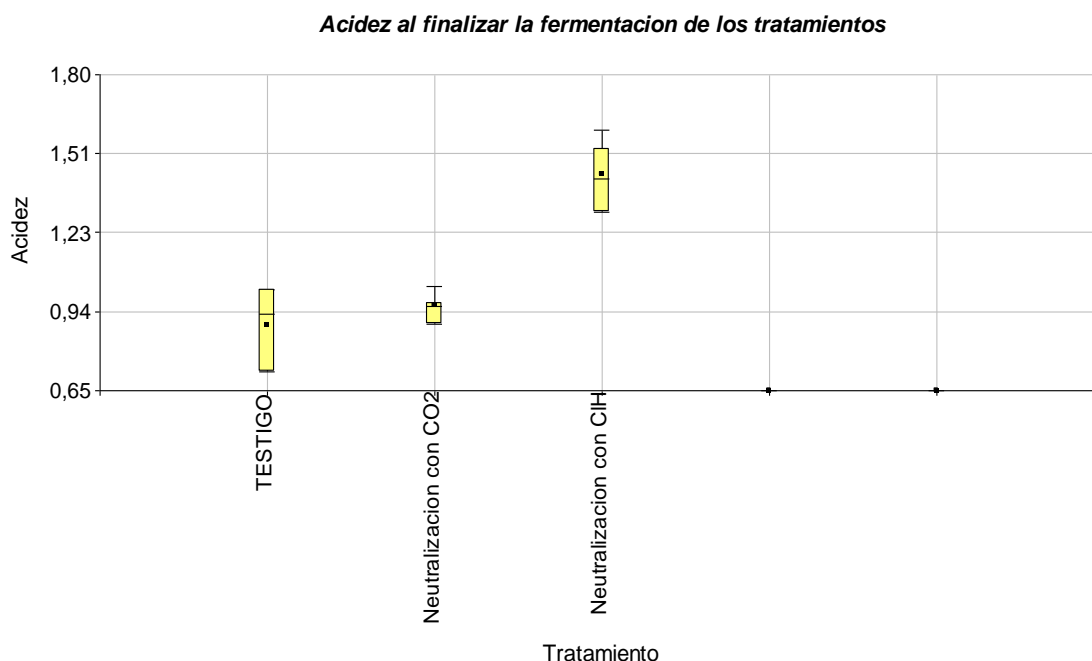


Figura. 23 Acidez expresada en porcentaje de ácido láctico, al finalizar la fermentación. Tratamientos Testigo, Neutralización con ácido clorhídrico y con dióxido de carbono.

Como vemos en la Fig.23 la acidez del tratamiento con HCl fue significativamente mayor al testigo y tratamiento con CO₂ lo que coincide con lo esperado por trabajos anteriores ya que al no haber lavados hay menos perdida de azucares fermentables. En el Tratamiento con CO₂ puede haberse afectado la fermentación por el poder Buffer que se producen por los Carbonatos (NaCO₃H y Na₂CO₃) producidos en la neutralización, esto también coincide con estudios realizados por otros autores.

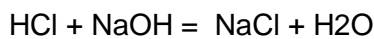
Análisis sensorial:

En el test de ordenamiento de preferencia no se encontró diferencias en las muestras en las que se neutralizó las aguas de lavado versus el testigo (F=3,085714286 SIGNIFICANCIA 0,05 = 7,81). Como el valor obtenido es menor que el valor critico no podemos rechazar la Hipótesis Nula de que no hay diferencias significativas entre las muestras de los tratamientos.

En el test del triángulo entre los tratamientos y el testigo tampoco se encontraron diferencias significativamente estadísticas.

Balance de la Técnica de Neutralización de aguas de lavado:

En el ensayo se neutralizó el agua de lavado, por lo tanto, el NaOH que hay que neutralizar es el que queda en el fruto luego del quemado, y como se determinó en los ensayos de reuso que el promedio de lo que se recupera es de 36,3%, se puede inferir que lo que queda en la pulpa de la aceituna es el 63,7% de la soda utilizada, en promedio. Esta cantidad se diluye ya que se le agrega el agua de lavado y es aquí donde se neutraliza la soda caustica. Pero como es sabido debe quedar una cantidad de soda combinada también llamada Lejía Residual, por lo que a la cantidad de soda que queda hay que restarle esta lejía residual y esta será la que se debe neutralizar. Así se puede calcular la cantidad teórica de ácido HCl que se requerirá.



$$36\text{g} + 40\text{g} = 58\text{g} + 18\text{g}$$

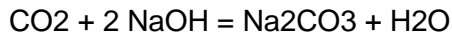
También hay que tener en cuenta la concentración del ácido HCl que en nuestro caso era de 36 %.

Se comparó el gasto realmente realizado en los ensayos con neutralización con ácido HCl con el gasto teórico calculado como se explico antes y se alcanzaron valores de tan cercanos como el 98% del valor teórico.

Es importante aclarar que no se puede precisar anticipadamente el gasto de agente neutralizante a utilizar porque la cantidad de soda que queda en la pulpa de la fruta depende del tamaño de la misma y de su variabilidad. Y para determinarla habría que esperar que se equilibrara con el agua de cobertura, con la consiguiente pérdida de tiempo por eso es preferible ir neutralizando por alícuotas guiándose por el pH.

Para poder hacer un cálculo aproximado del costo del reactivo neutralizante para esta técnica tomamos como ejemplo las condiciones ensayadas para escalarlas a 1m³. tomando los promedios para las variables. Es decir, asumiendo que queda el 63,7% de la soda permanece en la pulpa y que usamos ácido HCl al 36%, la cantidad que se necesitaría de ácido para neutralizar 1m³ de agua de lavado sería de 6,7 litros y si tradicionalmente se lavara 3 veces y con la neutralización se evitara esto, el ahorro sería de 3m³, es decir que el costo de ahorrar 1 m³ con esta técnica puede rondar los 2,23 litros de ácido HCl que actualmente cuesta \$134,00.

En cuanto al gasto de CO₂ este puede ser calculado teóricamente de la siguiente ecuación:



$$46\text{g} + 80\text{g} = 108\text{g} + 18\text{g}$$

Se comparó el gasto realmente realizado en los ensayos con neutralización con CO₂ con el gasto teórico calculado como se explicó antes y las cantidades gastadas fueron cinco veces mayores al valor teórico de gasto, esto se debe a que hay gas que al burbujear en el líquido sale sin reaccionar con la soda y eso depende de la presión a la que se inyecte y del tipo de difusor que hace las burbujas de diferentes tamaños. Por lo tanto, es muy difícil hacer repetible y escalar el gasto de CO₂.

Conclusiones de la neutralización de aguas de lavado

Estas operaciones de neutralización de aguas de lavado son de gran utilidad para la reducción del consumo de agua y la emisión de efluentes. El producto no tiene modificaciones que lo diferencien de la elaboración tradicional lo que hace factible su aplicación. Tiene como inconveniente que la técnica requiere que se compren sustancias neutralizantes, que pueden hacer que su aplicación de un resultado económico negativo.

Es importante hacer mención que estas técnicas se pueden combinar con algunos lavados y de esta manera se gasta menos reactivo neutralizante y también se puede seguir ahorrando agua, aunque en menor medida. Ahondar en estas posibilidades será materia de futuros trabajos.

Conclusiones Generales:

A pesar de que hace tiempo estas técnicas se han probado en otros países, en la provincia de La Rioja no se ha extendido su uso y esto se puede deber a varias causas:

- Bajo conocimiento de los encargados de las elaboraciones sobre estas técnicas.
- Debido al bajo costo que tiene, para el elaborador, en la actualidad, el agua potable en relación a los reactivos neutralizantes, por lo que estas técnicas conllevan siempre un costo adicional en referencia al uso de aguas de lavado. La mayoría de las fabricas pagan solo la energía para bombear el recurso del

subsuelo, y las más pequeñas, y que más caro pagan el agua son provistas por la empresa de provisión de agua potable, y el valor puede ser de \$11,11/m³ (US\$0,73/m³).

Este costo que pagan los elaboradores de aceituna no tiene relación, como debería tenerlo, con la escasez del agua ni con la demanda de la misma, porque el costo real se distribuye entre toda la sociedad. Esto es así debido a que el agua subterránea es un recurso propiedad del estado (De Rosa, 2011) y este no está cobrando a los particulares por el uso comercial que hacen de este recurso, ya que no se cobra por el consumo de agua en las perforaciones particulares. También es debido a que el Estado al cobrar por el uso del recurso no está diferenciando entre aquellos que usan el recurso como una necesidad vital, de aquellos que lo usan como medio para obtener una ganancia económica y esta afirmación se apoya en que el consumidor domiciliario que necesita el agua para vivir está pagando más que el particular que usa el agua para un rédito económico. El propietario del agua, el Estado, tampoco está diferenciando en el cobro del uso entre aquellos que usan el agua, pero la devuelven al medio ambiente en igual calidad que la obtienen y sin generar daño ambiental, de aquellos que al usarla la devuelven al ambiente en peores condiciones de calidad provocando daños medio ambientales locales y globales.

Por último, es de esperar que esta publicación sea un aporte para dar a conocer estas técnicas y que estimulen su aplicación y sea un aporte al cuidado del medio ambiente desde el sector de la elaboración de aceitunas de mesa.

Bibliografía

Álvarez, Amilcar; Elía, M., Paris, M., Fasciolo, G., & Barbazza, C. (2011). Evaluación de la contaminación de acuíferos producida por actividades de saneamiento y re-uso de efluentes en el norte de la provincia de Mendoza. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 43(1), 19–39.

Antuña, J. C. (2010). *análisis de la situación internacional y exportaciones Años 2000 a 2009. Olivo Aceitunas conserva*.

Balastsouras, G. (1996). Capítulo 8: Procesos de Elaboracion de Aceitunas de Mesa. In Consejo-Oleicola-Internacional (Ed.), *Enciclopedia Mundial del Olivo* (pp. 523–549). Barcelona: Plaza & Janés editores.

- Barranco, Diego; Fernandez-Escobar, Ricardo; Rallo, L. (2007). *el cultivo del olivo* (7ma ed.). Madrid: Junta de andalucia - Mundi prensa.
- Beltran de Heredia, J., Torregrosa, J., Dominguez, J. R., & Garcia, J. (2001). Ozone treatment of black olive wastewaters | Tratamiento con ozono de lejías residuales del aderezo de aceitunas negras. *Grasas Y Aceites*, 52(1), 17–25.
- Bonino, A. F. (1981). *Industrializacion de aceitunas verdes: aspectos tecnologicos y microbiologicos*. CITEF - INTI.
- Brenes, M. (2004). Olive Fermentation and Processing: Scientific and Technological Challenges. *Journal of Food Science*, 69(1), 33–34.
- Brenes, M., García, P., Romero, C., & Garrido, A. (1993). Estudio de los factores que afectan a la velocidad de neutralización de la pulpa durante la elaboración de aceitunas tipo negras. *Grasas Y Aceites*, 44(3), 190–194. <https://doi.org/10.3989/gya.1993.v44.i3.1092>
- Caceres, R., Novello, R., & Robert, M. (2009). *Analisis de la cadena del olivo en la Argentina*.
- De Rosa, D. (2011). Régimen legal de aguas subterráneas . Una aproximación a la problemática del Acuífero Guaraní. *Anales -Derecho Civil - Facultad de Cs. Jurídicas Y Sociales. U.n.l.p.*, 41.
- Gallego, Maria Eugenia; Galiano, Maria Cecilia ; Rapela, Roberto o. ; Pire, Gabriel ; Vidal, Maria Susana; Bancharo, Gustavo R. ; Ladux, J. L. ; O. J. M. (2005). *Protocolo de calidad para aceituna de mesa*. (M. de I. C. y Empleo, Ed.) (1°). La Rioja.
- Garrido-Fernandez, A., A. H.-M. (1985). *Bioteconología de la aceituna de mesa*. (C. S. I. C. Instituto de la Grasa y sus Derivados. Sevilla, Ed.). Sevilla.
- Garrido-Fernández, A. (1991). *Elaboracion de Aceitunas de Mesa*. (F.A.O, Ed.) (Boletin de). Roma: F.A.O.
- Instituto Superior Experimental de Tecnologia Alimentaria (ISETA). (2008). *Curso Taller de Evaluacion Sensorial de alimentos*. La Plata.
- Kopsidas, G. C. (1992). Wastewater form the preparation of tables olives. *Water Residuos*, 26(5), 629–631.

- Lopez Nuñez, R. (2007). CARACTERÍSTICAS y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA DE ADEREZO DE ACEITUNA DE MESA. *PROGRAMA MPIGMA 2007 CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS*, 1–6.
- Marsilio, V., Russi, F., Iannucci, E., & Sabatini, N. (2008). Effects of alkali neutralization with CO₂ on fermentation, chemical parameters and sensory characteristics in Spanish-style green olives (*Olea europaea* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 41(5), 796–802. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.05.013>
- Matías, A., Aybar, V., & Ortiz, J. (2012). Olivicultura argentina y regional. Http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-Tmp-Olivicultura_argentina_y_regional.pdf.
- Olive International Council. (2016). Produccion Mundial de Aceitunas de Mesa por pais. Retrieved from <http://www.internationaloliveoil.org/documents/viewfile/4248-production3-ang/>
- Panicos, C.S., Stalikas, C.D., Giannopoulos, T.S., P. (2007). Chemical and physicochemical profile of wastewaters produced from the different stages of Spanish style green olives processing. *Journal of Hazardous Materials*, 145, 339–343.
- Rejano Navarro Luis; Antonio-Higinio Sánchez-Gómez; Victorino Vega Macías. (2008). Nuevas tendencias en el tratamiento alcalino “cocido” de las aceitunas verdes aderezadas al estilo español o sevillano. *Grasas Y Aceites*, 59(3), 197–204.