



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**

**Proceso de la aceituna estilo californiano mediante el reuso de la
soda cáustica proveniente del tratamiento alcalino de la
preparación de aceituna verde sevillana en la provincia de Tacna,
año 2015**

Tesis presentada por:

Bach. Susans Carolina Paola Del Pino Zapata.

**Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TACNA- PERÚ

2016

DEDICATORIA

- A mi madre.....Por su ejemplo de honestidad y superación.
- A mis hermanos.....Por su cariño y cooperación.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor.....Por su valiosa orientación.

Muchas Gracias.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo procesar la aceituna estilo californiano mediante el reuso de soda cáustica proveniente del tratamiento alcalino de la preparación de aceituna verde sevillano en la provincia de Tacna, 2014. Se utilizó muestras de aceituna proveniente de la Yarada, para la parte experimental se realizó mediante un diseño experimental de tres tratamientos con tres repeticiones a las muestras procesadas se realizó un análisis fisicoquímico y sensorial. Los resultados indicaron que el pH de la solución de soda cáustica después de la cocción de aceituna verde sevillana al estilo californiano estuvo entre 12,26 a 13,16 y con una soda residual de 2,76 a 2,82 %. El tratamiento T3 (72 hrs de aireación con 3 % de salmuera y 3 % de soda cáustica de reuso) tuvo la mayor aceptabilidad en la evaluación sensorial.

ABSTRACT

The present work of investigation had for aim process the olive Californian style by means of the reuse of caustic soda from the alkaline Sevillian treatment of the preparation of green olive in Tacna's province, 2014. One used samples of olive from the Yarada, for the experimental part it was realized by means of an experimental design of three treatments by three repetitions to the processed samples there was realized a physicochemical and sensory analysis. The results indicated that the pH of the solution of caustic soda after the boiling of green Sevillian olive to the Californian style was between 12,26 to 13,16 and with a residual soda from 2,76 to 2,82 %. The treatment T3 (72 hrs of aeration with 3 % of brine and 3 % of caustic soda of reuse) had the major acceptability in the sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

La aceituna es un alimento rico en aceites esenciales y antioxidantes, de diferentes colores; en la actualidad se le está dando más importancia a las variedades sevillana y manzanilla por su contenido graso, destacan sus contenidos en minerales, especialmente el calcio y el hierro, también se encuentra presente la Provitamina A, Vitamina C y Tiamina los cuales son beneficiosos para la salud. (Fernandez, 1993)

En la región Tacna se incrementó la producción de aceitunas llegando a 19 742, 4 t entre aceituna verde estilo español y aceituna negras naturales (MINAG).

En el proceso de elaboración de aceituna verde se tiene un residuo que se convierte en una alternativa para el uso en procesos como el ennegrecimiento de la aceituna verde en el cual se utiliza el primer quemado en el procesamiento de la aceituna tipo sevillano.

En la presente investigación se determina el proceso de la aceituna estilo californiano mediante el reuso de la soda cáustica proveniente del tratamiento alcalino de la preparación de aceituna verde sevillana en la provincia de Tacna, año 2015.

En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema; el capítulo II el marco teórico referido a los antecedentes, bases teóricas y definiciones de la investigación; el capítulo III se observa los materiales y métodos; el capítulo IV se describen los resultados y discusión; finalmente se redactan las conclusiones, recomendaciones y anexos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
INTRODUCCIÓN	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Justificación e importancia.....	3
1.3.1. Justificación.....	3
1.3.2. Importancia.....	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Hipótesis.....	5
1.6. Variables.....	5
1.6.1. Identificación de las Variables.....	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.2. Bases Teóricas.....	7
2.2.1. El Olivo.....	7
2.2.2. Variedades de olivo.....	9
2.2.2.1. Sevillana o criolla.....	9
2.2.2.2. Gordal.....	9
2.2.2.3. Manzanilla.....	10
2.2.3. Composición química de las aceitunas.....	10
2.2.4. Tipos de aceituna de mesa.....	11
2.2.4.1. Aceitunas ennegrecidas por oxidación.....	12
2.2.4.2. Proceso de oxidación.....	15
2.2.4.3. Descripción del procesamiento de aceitunas ennegrecidas (estilo californiano).....	16
2.2.5. Características físico químicas de la aceituna.....	19
2.2.6. Atributos sensoriales de la aceituna.....	21
2.2.7. Las lejías de cocido.....	23
2.3. Definiciones de términos.....	23
2.3.1. Concentración.....	23
2.3.2. pH.....	24
2.3.3. Acidez libre.....	24
2.3.4. Acidez combinada.....	24
2.3.5. Sodificación.....	25
2.3.6. Calibración.....	25
2.3.7. Fermentación.....	25

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Lugar de ejecución.....	26
3.2. Procesamiento de las muestras en estudio.....	26
3.3. Diseño de investigación.....	27
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	29
3.4.1. Materiales y equipos.....	29
3.4.1.1 Materiales.....	29
3.4.1.2. Equipos.....	29
3.4.1.3. Insumos.....	30
3.5. Métodos de investigación.....	30
3.5.1. Muestreo del recojo de materia prima.....	30
3.5.2. Procedimiento de disolución de NaOH para el proceso de cocción de aceituna verde.....	32
3.5.3. Procedimiento de caracterización de soda cáustica.....	32
3.5.4. Procedimiento de valoración.....	32
3.6. Determinación de análisis físico químico de aceitunas.....	33
3.6.1. Determinación del pH.....	33
3.6.2. Determinación de la acidez de la salmuera.....	33
3.6.3. Determinación de la concentración de salmuera.....	34
3.6.4. Determinación de lejía residual o acidez combinada.....	34
3.7. Evaluación sensorial.....	35
3.8. Procesamiento y análisis de datos.....	36
3.8.1. Procesamiento estadístico.....	36

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis proximal de la aceituna verde al natural.....	37
4.2. Evaluación del pH y el contenido de soda.....	38
4.2.1. pH y soda residual del agua de soda utilizada del proceso de cocción de la aceituna.....	38
4.2.2. pH y soda residual del agua de lavado de los tres tratamientos.....	38
4.2.2.1. pH de la soda residual del agua de lavado.....	40
4.2.2.2. Contenido de soda residual del agua de lavado.....	45
4.3. Análisis de Evaluación Sensorial.....	51
4.3.1. Aspecto.....	51
4.3.2. COLOR.....	53
4.3.3. OLOR.....	54
4.3.4. SABOR.....	55
4.3.5. TEXTURA.....	56
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Características de la aceituna variedad Sevillana.....	9
Tabla 2: Composición química de las aceitunas, variedad Sevillana de Tacna, Perú.....	11
Tabla 3: Disolución del proceso de cocción de la aceituna verde.....	33
Tabla 4: Análisis proximal de la aceituna verde al natural.....	36
Tabla 5: Promedios de pH y soda residual de los tratamientos después de cocido o aplicación de soda cáustica en la aceituna verde.....	37
Tabla 6: Análisis de varianza del pH del agua de soda residual después del proceso de cocción de la aceituna.....	39
Tabla 7: Análisis de varianza del contenido de soda residual después del proceso de cocción de la aceituna.....	39
Tabla 8: Promedio de pH de los tratamientos después de lavados.....	40
Tabla 9: Análisis de varianza del pH de soda residual después del lavado en el tratamiento 1.....	42
Tabla 10: Análisis de varianza del pH de soda residual después del lavado en el tratamiento 2.....	43
Tabla 11: Análisis de varianza del pH de soda residual después del lavado en el tratamiento 3.....	45
Tabla 12: Promedio de soda residual de los tratamientos después de lavado.....	45
Tabla 13: Análisis de varianza del porcentaje de soda residual en el tratamiento 1.....	47
Tabla 14: Análisis de varianza del porcentaje de soda residual en el tratamiento 2.....	48
Tabla 14: Análisis de varianza del porcentaje de soda residual en el tratamiento 3.....	50
Tabla 16: Consolidado de valores de Análisis Sensorial de la aceituna ennegrecida (californiana), a partir de la aceituna verde variedad sevillana.....	51
Tabla 17: Escala hedónica de calificación.....	52
Tabla 18: Número ó código asignado a cada tratamiento en estudio.....	53
Tabla 19: Análisis de varianza para análisis sensorial de los tratamientos en estudio.....	54
Tabla 20: Comparaciones y significaciones entre tratamientos (Duncan).....	55
Tabla 21: Prueba de contraste múltiple de Duncan de la evaluación sensorial de los tratamientos de aceituna ennegrecida por oxidación (estilo californiano).....	56

Tabla 22: Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas: Aspecto.....	57
Tabla 23: Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas: Color.....	58
Tabla 24: Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas: Olor.....	59
Tabla 25: Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas: Sabor.....	60
Tabla 26: Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas: Textura.....	61
Tabla 27: Análisis proximal del producto final óptimo.....	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Procesamiento de aceituna ennegrecidas por oxidación (estilo californiano).....	14
Figura 2: Procedimiento general del experimento.....	28
Figura 3: Aceituna en verde.....	31
Figura 4: pesado de aceituna verde.....	31
Figura 5: Número de lavados de la aceituna y su PH del agua del tratamiento T1 (solución de NAOH sin reuso)	41
Figura 6: Numero de lavados de la aceituna y su PH del agua del tratamiento T2 (soda reciclada sin filtración)	43
Figura 7: Número de lavados de la aceituna y su PH del agua del tratamiento T3 (soda reciclada con filtración)	44
Figura 8: Número de lavados de la aceituna y su porcentaje de soda residual del agua del tratamiento T1(soda sin reuso)	46
Figura 9: Número de lavados de la aceituna y su porcentaje de soda residual del agua del tratamiento T2 (soda reusada sin filtrar)	48
Figura 10: Número de lavados de la aceituna y su porcentaje de soda residual del agua del tratamiento T3(soda reusada con filtrar).....	49

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La aceituna de mesa constituye un alimento de alto valor nutritivo muy equilibrado, posee todos los aminoácidos esenciales en una proporción ideal, aunque su contenido en proteína es bajo, su nivel de fibra hace que sea muy digestiva. Destacan sus contenidos en minerales, especialmente el calcio y el hierro, también se encuentra presente la Provitamina A, Vitamina C y Tiamina (Fernandez, 1993).

En la región Tacna se incrementó la producción de aceitunas llegando a 19 742, 4 t entre aceituna verde estilo español y aceituna negras naturales de las cuales 7 896, 961 t se destinan para negra y 11 845, 44 t para verdes estilo sevillano (MINAG) requiriéndose para el proceso de elaboración 1 1844, 86 m³ de agua, de los cuales se tiene un agua residual con soda del primer quemado de 7 107, 264 m³, de los lavados 21 321, 79 m³ y 107 264 m³ de salmuera para elaboración de aceitunas estilo sevillano.

Dicho residuo se convierte en una alternativa para el uso de otras posibilidades de procesos como el ennegrecimiento de la aceituna verde en el cual se utiliza el primer quemado en el procesamiento de la aceituna tipo sevillano que reduce su concentración de soda cáustica hasta un 70 % logrando un remontaje de solo el 30 % de soda utilizada para el primer quemado.

Según Barrera (2012) manifiesta que es necesario conocer los parámetros para la reutilización de la soda cáustica con filtración y sin filtración para identificar la eficiencia, en la utilización para el proceso de aceitunas estilo californiano mostrando los índices de los factores tiempo, color, olor y sabor.

El proceso de aceituna estilo californiano exige la existencia de parámetros óptimos de control que sirvan para establecer los criterios óptimos en el proceso de producción, algunos de ellos pueden ser el pH, concentración salina, acidez libre, acidez combinada, etc. El presente trabajo de investigación tendrá como objetivo determinar el proceso de la aceituna estilo californiano mediante el reuso de la soda cáustica proveniente del tratamiento alcalino de la preparación de aceituna verde sevillana en la provincia de Tacna, durante el año 2015.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Se podría procesar aceituna al estilo californiano mediante el reuso de la soda cáustica proveniente del tratamiento alcalino de la preparación de aceituna verde sevillana en la provincia de Tacna, año 2015?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el pH y soda residual del procesamiento de aceituna ennegrecida Californiana mediante la reutilización de soda cáustica proveniente de la cocción de aceituna verde sevillana en la provincia de Tacna, 2015?

¿Cuáles son las características sensoriales en el procesamiento de aceituna ennegrecida Californiana mediante la reutilización de soda cáustica proveniente de la cocción de aceituna verde sevillana en la provincia de Tacna, 2015?

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación

- La importancia desde el punto de vista técnico, el estudio permitirá demostrar el grado de concentración de hidróxido de sodio del quemado de aceituna estilo sevillano, y realizar un segundo proceso a partir de la reutilización de agua con lejía para obtener aceitunas ennegrecidas por oxidación de aceitunas en la región Tacna.
- Desde el punto de vista social, se beneficiarán todos los productores de aceituna de mesa en general, ya que podría ahorrarse miles de litros de agua y kg de soda cáustica logrando utilizar el excedente en inversión de agua para utilizarlas en el crecimiento de la empresa o diferentes actividades y lograr otra presentación de aceitunas con características sensoriales y físicoquímicas adecuadas; además los consumidores también serán beneficiados por ser una presentación diferente y de calidad adecuada para el consumo.
- Desde el punto de vista económico, la reutilización es el intento de prolongar la vida útil de la soda cáustica. porque hace que la primera vida dure más tiempo beneficiando con ahorro de agua, soda cáustica, energía, materiales y dinero en el proceso.

1.3.2. Importancia

Es importante señalar que la reutilización de la soda cáustica permitirá un ahorro de recursos como agua y soda, así mismo evitar el vertido a colectores de agua el cual podría aumentar el daño al ecosistema.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Procesar aceituna al estilo californiano mediante el reuso de la soda cáustica proveniente del tratamiento alcalino de la preparación de la aceituna verde sevillana en la provincia de Tacna, año 2015.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar el análisis proximal de la aceituna verde al natural.
- Evaluar el pH y el contenido de soda en cada lavado.
- Evaluar la calidad sensorial (textura, olor, sabor, color y aspecto) en el procesamiento de aceituna ennegrecida (Californiana) mediante la reutilización de soda cáustica proveniente del quemado de aceituna verde en la provincia de Tacna, 2015.

1.5. Hipótesis

La solución de soda cáustica proveniente del tratamiento alcalino del proceso de preparación de la aceituna verde sevillano se reúsa para el proceso de la aceituna negra al estilo californiano.

1.6. Variables

1.6.1. Identificación de las Variables

a) Variable Independiente

- Solución de soda cáustica residual

b) Variable dependiente

- Soda residual de lavados
- pH
- Evaluación sensorial

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Fernández (1992) ejecutó un estudio en España donde, evaluó las características del proceso fermentativo de la aceituna durante la conservación de la variedad Hojiblanca con el objetivo de comparar las características fisicoquímicas y microbianas de la fermentación en medio aeróbico en diversas condiciones con un pH de 4,0 a 4,2, concentración de sal entre 3 y 6 %, en frutos verdes con una aireación a razón de 0,3 litros de aire por hora y litro de capacidad del recipiente. Cuyos resultados demostraron que no existen diferencias significativas al 95 % de probabilidad entre las diversas características evaluadas.

Asimismo, Duran (1991) realizó un trabajo de investigación donde estudio tres procesamientos para la conservación previa de frutos de aceituna de la variedad Gordal (*O. Europaea regalis*), se evaluaron los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos y sus atributos de calidad del producto final: color y textura, con niveles bajos de NaOH y corrección inicial de pH teniendo como resultados 6 % de NaOH, pH de 2,2 a 0,4 % e inyectar aire a razón 0,3 L/h.l. durante 8 horas al día y una concentración de 8 % de sal en la etapa de fermentación láctica.

Barrera (2012) efectuó un estudio en Perú donde valoró la aceptabilidad sensorial de la aceituna sevillana (*olea europea sativa hoffg, link*) verde al natural ennegrecida por oxidación y aliñada con ajo o rocoto, donde el producto más aceptado fue la aceituna sevillana verde al natural ennegrecida por oxidación con una aceptabilidad sensorial de color: 7,87; textura 7,67 y sabor 5,77; según escala hedónica estructurada de 0 a 9 puntos.

Jaramillo (2011) en España evaluó el proceso tradicional de aderezo de aceitunas verdes de mesa, racionalización del cocido, los resultados mostraron diferencias entre tratamientos, donde el tratamiento de fermentación de aceitunas verdes de mesa fue de 4,5 % de NaCl; los testigos con reposo tradicional presentaron mejor evolución donde alcanzaron 4,51 % de NaCl y el tratamiento de reposo con lejía no alcanzo valores inferiores a 4,5 % de NaCl.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. El Olivo

El olivo es una planta muy rústica, de ahí que se encuentre en terrenos de poca fertilidad y en climas extremadamente áridos sus producciones son mucho más altas Guerrero (1991). Es originario de Persia, paso a los países mediterráneos, y posteriormente a América en la época de la conquista, habiendo encontrado un hábitat favorable en argentina, Perú, Chile, México y parte sur de los estados unidos (Gallegos, 1997)

El olivo cultivado es un árbol de tamaño mediano, de unos 4 a 8 metros de altura, según la variedad. Puede permanecer vivo y productivo durante cientos de años. En este sentido, el olivo demuestra una gran plasticidad morfo genética (Barranco, 1999)

La principal característica del olivo en cuanto a producción es su longevidad, pues si bien es cierto que demora entre 7 y 9 años en dar frutos desde su siembra, puede continuar produciendo hasta trescientos años en condiciones adecuadas (García, 2000)

El olivo es uno de los cultivos más antiguos y característicos de la cuenca mediterránea. En esta zona se concentra el 95 % de su producción a nivel mundial (Díaz, 1997)

Strasburger (1990) realiza la clasificación taxonómica del olivo:

Reino	:	Eucaryota
Sub reino	:	cormobionta
División (phylum)	:	Spermatophyta
Sub división	:	Magnoliophytina (angiospermae)
Clase	:	Magnolictae (dicotyledoneae)
Sub clase	:	Lamiidae
Orden	:	Oleales (ligustrales)
Familia	:	Oleáceas
Género	:	Olea
Especie	:	Olea europea

El olivo (*Olea europea sativa*) pertenece a la familia de las oleáceas; es una planta perenne que presenta diferentes variedades; según Humanes (1992) es apreciado por sus frutos (aceituna) y la calidad del aceite. Originario del Oriente, fue introducido en España por fenicios y griegos. Los romanos expandieron su cultivo por toda la península y los árabes perfeccionaron las técnicas de producción de aceite (Civantos, 1992)

2.2.2. Variedades de olivo

2.2.2.1. Sevillana o criolla

En la actualidad, su cultivo proporciona cosechas de alto valor. El árbol es de gran tamaño, buen productor, tardío, se adapta a las condiciones de la Costa, existiendo plantas que producen bien desde Ica hasta Tacna, siendo la zona sur donde prospera en mejores condiciones, es de tamaño grande, de color negro-morado intenso a la madurez, con base ancha y ápice curvado; carozo de regular tamaño que se desprende fácilmente de la pulpa y se obtienen los frutos más grandes Marzano (2011).

Las características de la aceituna variedad Sevillana se muestran en la tabla 1.

Tabla 1:

Características de la aceituna variedad Sevillana

Características	Aceituna verde (g)	Aceituna madura (g)
Densidad (kg/l)	1,14	1,07
Ph	4,8	5,0
Relación pulpa/hueso	6,0	8,0

Fuente: Marzano, 1988.

2.2.2.2. Gordal

En nuestro país no existen plantaciones industriales de esta variedad que tiene muy buen comportamiento en los valles aislados de Yauca, Ilo y Tacna.

La variedad es española, propia de la provincia de Sevilla. El árbol es de altura media, produce frutos grandes de pulpa firme, de madurez precoz, situados generalmente en la mitad de las ramas, de color brillante cuando madura, con puntuaciones perceptibles de forma elipsoidal, acorazonada y terminada en punta roma. Tienen ombligo hundido, pedúnculo corto y epidermis muy fina. Es una de las principales variedades producidas en España Sotomayor. (Caballero, 1994)

2.2.2.3. Manzanilla

Por estar considerada como la variedad que mejores aptitudes posee para elaborar aceitunas verdes, ya que una vez procesada llega a tener color amarillo oro que le da una gran presentación. Es recomendable para su propagación (Caballero, 1994)

2.2.3. Composición química de las aceitunas

Se determinó para las aceitunas verdes un valor de 1,4 % de proteínas en pulpa fresca y para negras 1,9 % puede cambiar según la variedad cultivada, las circunstancias externas y el grado de madurez (Kiritsakis, 1992)

Es de importancia los ácidos orgánicos y sus sales presentes en el jugo del fruto entre 0,5 y 1 % (Fernández, 1985), identificando a los ácidos cítrico, málico y oxálico; asimismo en su estudio para aceitunas negras, indica que el pH del jugo celular varia dentro del intervalo 4,1 - 5,4 (Balatsouras, 1994)

Los principales constituyentes de la pulpa de aceituna son el agua y el aceite. Siguen en importancia cuantitativa los hidratos de carbono, en 10 especial monosacáridos como glucosa, fructuosa y oligosacáridos como manitol y sacarosa; sin embargo se debe considerar cualitativamente los de mayor relieve, porque constituyen la materia principal para el proceso fermentativo (Fernández, 1995)

Tabla 2.

Composición química de las aceitunas, variedad Sevillana de Tacna, Perú.

Composición	Aceituna verde (g)	Aceituna madura (g)
Humedad	71,83	67,54
Grasa	15,64	20,97
Proteínas	1,5	1,57
Cenizas	2,28	2,26
Fibra	1,81	1,64
Carbohidratos	8,6	7,36
Acidez	0,74	1,08
Azúcares reductores	4,8	4,1
Taninos	2,11	1,64
Oleuropeína	2,25	1,98

Fuente: Marzano, 1988.

2.2.4. Tipos de aceituna de mesa

Según la Reglamentación Técnico-Sanitaria Española para la Elaboración, Circulación y Venta de Aceitunas de Mesa, pueden distinguirse cuatro tipos:

- **Verdes.**

Son las obtenidas de frutos recogidos durante el ciclo de maduración, antes del envero y cuando han alcanzado un tamaño normal. Estas aceitunas serán firmes, sanas y resistentes a una suave presión entre los dedos y no tendrán otras manchas distintas de las de su pigmentación natural, con ciertas tolerancias. La coloración del fruto podrá variar del verde al amarillo paja.

- **De color cambiante.**

Obtenidas de frutos con color rosado, rosa vino o castaño, recogidos antes de su completa madurez, sometidos o no a tratamiento alcalino y dispuestas para su consumo.

- **Negras.**

Son las aceitunas obtenidas de frutos que no estando totalmente maduros han sido oscurecidos mediante oxidación y han perdido el amargor mediante el tratamiento con lejía alcalina, debiendo ser envasadas en salmuera y preservadas mediante esterilización con calor. A este tipo se le conoce en California como “aceitunas maduras” o “negras maduras”.

- **Negras naturales.**

Obtenidas de frutos recogidos en plena madurez, o poco antes de ella, pudiendo presentar, según zona de producción y época de la recogida,

color negro rojizo, negro violáceo, violeta, negro verdoso o castaño oscuro.

2.2.4.1. Aceitunas ennegrecidas por oxidación

Según la norma CODEX STAN (66-1981), son aceitunas verdes o de color cambiante ennegrecidas mediante oxidación que han perdido el amargor mediante tratamiento con lejía alcalina, acondicionada en salmuera y esterilizada con calor. Según la norma COI (2004). Son aceitunas verdes o de color cambiante conservado en salmuera, fermentado o no, ennegrecidas por oxidación en un medio alcalino y conservado en recipientes herméticos mediante esterilización térmica. Su coloración negra es uniforme.

El procedimiento industrial para la producción de aceituna negra consiste en tratamientos consecutivos con soluciones diluidas de NaOH (lejía). Durante los intervalos entre ellos, los frutos se mantienen en agua por la que se burbujea aire. Manzano (2011)

En el transcurso de estas operaciones las aceitunas se oscurecen progresivamente debido a la oxidación de los ortodifenoles: hidroxitirosol (3,4 dihidroxifenil etanol) y ácido cafeíco. El número de tratamientos con lejía es, generalmente, entre 2 y 5. La penetración en los frutos se controla para que el álcali en el primer tratamiento solo pase la piel. Los siguientes se realizan de forma que el NaOH penetre cada vez más profundamente en la pulpa. En el último, se debe alcanzar el hueso. Es posible realizar un único tratamiento con lejía. La concentración en NaOH de las soluciones alcalinas (entre 1 – 4 %, p/v) depende de la madurez del fruto, variedad,

sistema de conservación, temperatura ambiente y la velocidad deseada de penetración. Después de cada tratamiento, se agrega agua en la que se mantienen las aceitunas con aireación hasta completar un ciclo de 24 horas. Para reducir el volumen de vertidos es posible reusar la solución empleada en la conservación Manzano (2011)

Las concentraciones del álcali son variables, según el tipo de aceituna y temperatura, en general oscila entre 1 y 2 % de NaOH, según Garrido (1981). En conjunto, el tratamiento de lejía y aireación es similar, suele durar 24 horas. Por lo que el proceso total de ennegrecimiento tarde de 5 a 9 días, ya que al final es necesario después lavar los frutos hasta que se alcance un pH alrededor de 7 unidades. Para facilitararlo se añade a veces ácido clorhídrico diluido o láctico y últimamente CO₂. Civantos (1992)

En la actualidad se le suelen realizar dos tratamientos de soda cáustica con concentraciones inferiores a las de las aceitunas verdes, entre el 1 y el 1,5 %, con sus respectivos lavados (2 en el primer cocido y hasta 6 en el segundo), y aireación continua. Este proceso de aireación produce gran cantidad de espuma, que aunque se proceda a su eliminación por rebose y posterior arrastre, origina en las instalaciones suciedad y mal aspecto. Cólica (2005)

Actualmente, el tipo de depósitos y el propio proceso se están modificando con la utilización de depósitos cilíndricos cerrados en acero inoxidable o poliéster, que disponen de una salida de gran diámetro para eliminación de la espuma por tuberías. Manzano (2011)

Asimismo, se sustituyen parte de los lavados, neutralizando la lejía residual mediante el empleo de dióxido de carbono, CO₂, compuesto

más económico, fácilmente manejable, sin problemas contaminantes, etc., que otros ácidos inorgánicos (ácido clorhídrico y ácido sulfúrico) y ácidos orgánicos (ácido láctico y ácido acético) que se han utilizado anteriormente. Caballero (1994)

El proceso de neutralización con CO_2 es gradual y depende de:

- Relación aceituna/líquido
- Características del fruto
- Concentración de soda empleada
- Fase o etapa del tratamiento alcalino, más prolongado en el segundo.

Por último, la aireación se puede aplicar a intervalos cortos en lugar de en forma continua, reduciendo el consumo de aire en un 80 %, con el consiguiente ahorro energético.

Con esta nueva tecnología, se consigue:

- Mejor conservación y limpieza de las instalaciones.
- Reducción de un 75 % en el consumo de agua, pasando de 8 l/kg en el sistema tradicional a 2 l/kg, reutilizando la lejía y neutralizando con CO_2 .
- Automatización del proceso.
- Reducción en la producción de vertido.

2.2.4.2. Proceso de oxidación

Las aceitunas negras oxidadas son aquellos frutos que no están del todo maduros y que se oscurecen mediante oxidación. Las diferentes etapas que comprende el proceso de elaboración se indican en la figura 1 y se detallan a continuación. Arancibia (2008)

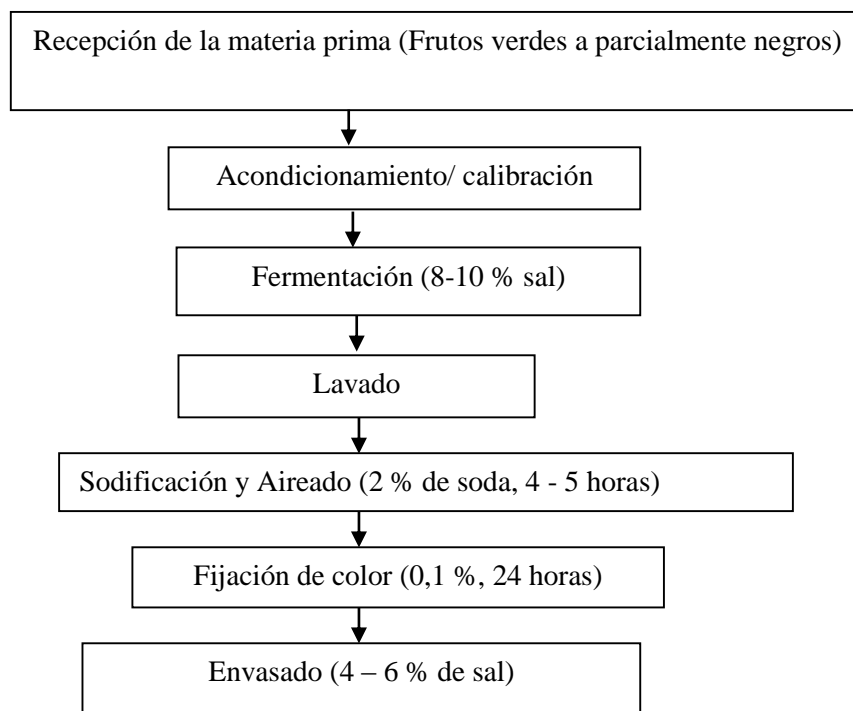


Figura 1: Procesamiento de aceituna ennegrecida por oxidación (estilo californiano)

Fuente: Arancibia (2008)

2.2.4.3. Descripción del procesamiento de aceitunas ennegrecidas (estilo californiano).

a) Recepción de materia prima

Básicamente corresponde a la cosecha de olivas que presentan la coloración característica con el debido índice de madurez. Este tipo de elaboración permite que las olivas presenten imperfecciones como rayado o grietas en la piel, siendo lo óptimo las olivas sin imperfecciones. Diaz (1997)

b) Calibración

Se procede de igual forma que para las verdes estilo sevillano, es decir, se hace pasar las olivas por la faja seleccionadora calibrada a diferentes tamaños, siendo el más comercial el calibre 160/200. Marzano (1998)

c) Fermentación

Para esta elaboración la fermentación es previa a la sodificación y se realiza bajo las mismas condiciones que para las aceitunas verdes estilo sevillano. La diferencia en este proceso es su duración, la que se desarrolla en aproximadamente seis meses. Guerrero (1991)

d) Conservación en salmuera

Las aceitunas se depositan en los tanques con salmuera. Sin embargo en este sistema se produce, daños en los frutos, arrugándose superficialmente y apareciendo el “alambrado”. Las dos alteraciones se originan por la acumulación del CO₂ producido en la respiración de las aceitunas y en la actividad de las bacterias Gram-negativas y levaduras responsables de la fermentación que tiene lugar durante esta conservación, al igual que pasaba en el caso de las negras naturales. Para evitar el crecimiento de las bacterias Gram-negativas puede ser impedido corrigiendo el pH inicial de la salmuera a 3,8 - 4,0 mediante adición de ácido acético y la acumulación de CO₂ se reduce pasando aire a los fermentadores de forma similar a como se realiza en las aceitunas negras naturales. El uso de una concentración inicial baja de NaCl (alrededor 4 – 6 %) completa el efecto de la adición de aire para evitar el arrugado. Posteriormente, la concentración de sal se debe

aumentar hasta el 6 - 7 % para asegurar la conservación cuando aumentan las temperaturas Manzano (2011)

e) Sodificación y aireación

Una vez que las olivas son sacadas del ambiente salino, se procede a una sodificación y aireación. No existe una medida objetiva para determinar la concentración de soda a usar; la experiencia indica que es necesario una concentración entre 1,5 % a 2 %, incluso hasta 3 %, mientras más alta la temperatura y más madura la oliva, la concentración de soda es menor. La sodificación se termina cuando la soda haya penetrado hasta el hueso de la oliva. Normalmente se alcanza este estado, aproximadamente en 4 a 5 h. Para favorecer la sodificación se puede inyectar aire de manera que se produzcan corrientes ascendentes y el fruto tenga movimiento. Cabañas (2008)

f) Lavado y aireación

Terminado el proceso de sodificación es necesario eliminar la soda por la llave de evacuación localizada en el fondo del recipiente y eliminar los restos de la solución alcalina por medio de lavados con agua potable. Al menos es necesario lavar cuatro veces al día, por 5 días. Durante todo el procedimiento de lavado es importante mantener la aireación con la intención de mantener las olivas en movimiento y favorecer su oxidación. Para determinar que el lavado ha sido bien hecho, se puede agregar unas gotas de fenolftaleína a la pulpa de una muestra de aceituna. Si esta se tiñe púrpura, implica que todavía queda resto de soda, de no ser así, el proceso de lavado ha terminado. Arancibia (2008)

g) Fijación de color

Las aceitunas se someten a una solución de gluconato ferroso al 0,1 % por 24 h. Posteriormente es necesario eliminar con agua la solución de gluconato ferroso. Luego de esta operación, las aceitunas están en condiciones de ser comercializadas y consumidas. Finalmente las aceitunas deben trasvasijarse o trasladarse a los envases definitivos para la venta con una salmuera al 4 – 6 % y los preservantes necesarios para su conservación como benzoato de sodio y sorbato de potasio Arancibia (2008)

2.2.5 Características físico químicas de la aceituna

a. La temperatura

Disminuye la solubilidad de los gases, como el oxígeno (O₂) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones y el metabolismo, acelerando la putrefacción. Hermoso (1991)

b. El potencial Hidrógeno (pH)

Mide la acidez o basicidad del medio acuoso. El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7 y básicas las que tienen pH mayores a 7. El pH igual a 7 indica la neutralidad de la disolución. Hermoso (1991)

c. La concentración salina

Mide la cantidad de sales presentes en el agua. La unidad de medida es el Siemens/cm. Este parámetro se puede reducir solamente

mediante un sistema de filtración a través de membranas semipermeables.

Los sólidos presentes en un agua pueden estar en suspensión o disueltos. Específicamente en el caso de los efluentes textiles, los colorantes del tipo ácido, básico, directo y reactivo se encuentran disueltos y los colorantes dispersos y cuba en suspensión. Kiritsakis (1992)

d. Acidez libre

Para la acidez libre se considera 0,5 % expresado en ácido láctico como valor mínimo siendo lo más recomendable para nuestras condiciones llegar al final de la fermentación a valores de 0,7 %. Arancibia (2008)

e. Acidez combinada

Otro de los parámetros que se deben controlar es la acidez combinada, que nos indica la cantidad de soda residual que se encuentra en la salmuera. Las primeras correcciones deben realizarse a los 15 días después de la colocación en salmuera. El pH va disminuyendo paulatinamente conforme evoluciona la fermentación y la acidez libre aumenta en la misma proporción que el pH disminuye. Hermoso (1991)

2.2.6. Atributos sensoriales de la aceituna

a. Color

El color interfiere en el juicio sobre los demás atributos sensoriales e influye significativamente en la aceptabilidad del producto. Por lo tanto, el color es una de las características del aspecto externo de las

aceitunas que llama de inmediato la atención del consumidor, que lo asocia a las demás propiedades organolépticas para emitir un juicio global sobre la apetecibilidad del producto (Marsilio, 2002)

b. La intensidad olfativa

La intensidad olfativa actúa sobre la apetecibilidad del producto y requiere la medición de la cantidad de sensaciones percibidas ya sean negativos o positivos. La sensación olorosa se debe a la interacción química entre las moléculas gaseosas del alimento y los receptores del epitelio olfativo y puede ser generada por reacciones enzimáticas o por metabolitos cuya naturaleza y concentración dependen de la variedad de las aceitunas, las condiciones del proceso y la composición microbiológica de las salmueras de fermentación. Sancho (1991)

c. El sabor

Las características del sabor se perciben en la cavidad oral, sobre todo a través de las papilas gustativas presentes sobre la lengua (figura 8), y se corresponden con los cuatro gustos elementales: ácido, salado, dulce y amargo Cabañas (2008)

El sabor ácido se percibe predominantemente en la parte lateral de la lengua y es debido a la concentración de los iones hidrógeno (H^+) de los ácidos orgánicos de las aceitunas (láctico, málico, cítrico y succínico) Miranda (2010)

El sabor salado y típico del cloruro sódico añadido a las aceitunas y/o las salmueras de acondicionamiento, se percibe en los bordes laterales de la lengua y es debido a la interacción entre el catión y el anión de la sal con el receptor. La intensidad del sabor salado depende únicamente de la concentración iónica de la sal empleada. No

obstante, dicha percepción se reduce en presencia de ácidos. Al aumentar el peso molecular de la sal, el gusto tiende a transformarse en amargo; esto es lo que sucede con el cloruro potásico, cuyo uso conlleva a la percepción de un gusto amargo junto con el salado, que no obstante es más débil que el del cloruro sódico. Tanto el cloruro sódico como el cloruro potásico en soluciones muy diluidas producen un gusto más bien dulce.

El sabor dulce es conferido principalmente por los azúcares, pero también por los alcoholes y la glicerina, es percibida sobre todo en la punta de la lengua. En el caso de las aceitunas de mesa por dulce debe entenderse una sensación completamente exenta de matices amargos Marsilio (2002)

d. Textura

El término "textura" de un producto alimentario se indica el conjunto de propiedades originadas por los elementos estructurales y el modo en que estos interactúan con los sentidos fisiológicos. Las propiedades texturales expresan características muy apreciadas por el consumidor, por lo que constituyen un índice de la calidad del producto. Las propiedades mecánicas de las aceitunas de mesa son quizá las de mayor importancia. La consistencia de las aceitunas de mesa está relacionada con distintos factores a saber: variedad y estado de maduración de las aceitunas, tecnologías de transformación, condiciones del proceso y de la conservación. Sancho (1991)

2.2.7. Las lejías de cocido

Estas lejías constituyen el contaminante más importante producido en el sector suponiendo un problema que se agrava al producirse en un periodo determinado en cada campaña.

La mejor solución para la reducción de este vertido consiste en la reutilización de lejías que es una operación sencilla que requiere pocas instalaciones complementarias (tan solo una bomba y un depósito auxiliar). Es necesario reactivar las lejías añadiendo hidróxido sódico. Frías (1991)

La concentración de contaminantes tras diez o doce reutilizaciones no alcanza a triplicar la carga de las de un solo uso. Esto supone una importante reducción del vertido y consecuentemente, un importante ahorro de agua (muy importante en determinadas zonas y en determinadas épocas de sequía). Garrido (1991)

2.3. Definiciones de términos

2.3.1. Concentración

Sánchez, (2000) define que existen diferentes maneras de expresar de forma cuantitativa la concentración de una disolución. La cantidad de soluto puede expresarse en unidades físicas (corrientemente en gramos) o en unidades químicas (en moles o en equivalentes-gramo). Cabañas (2008)

2.3.2. pH

Sánchez, (2000) menciona que es la concentración de iones H⁺ indica el grado de acidez, o basicidad, de una disolución acuosa a 25° C; sin embargo el uso de exponentes no es sencillo y hace difícil su manejo. Miranda (2010)

2.3.3. Acidez libre

Para la acidez libre se considera 0,5 % expresado en ácido láctico como valor mínimo siendo lo más recomendable para nuestras condiciones llegar al final de la fermentación a valores de 0,7 % (Garrido, 1999)

2.3.4. Acidez combinada

Indica la cantidad de soda residual que se encuentra en la salmuera. Las primeras correcciones deben realizarse a los 15 días después de la colocación en salmuera. Garrido (1991).

2.3.5. Sodificación

No existe una medida objetiva para determinar la concentración de soda a usar; la experiencia indica que es necesario una concentración entre 1,5 % a 2 %, incluso hasta 3 %, mientras más alta la temperatura y más madura la oliva, la concentración de soda es menor. La sodificación se termina cuando la soda haya penetrado hasta el hueso de la oliva. Normalmente se alcanza este estado, aproximadamente en 4 a 5 h. Para favorecer la sodificación se puede inyectar aire de

manera que se produzcan corrientes ascendentes y el fruto tenga movimiento. Marsilio (2002)

2.3.6. Calibración

Se procede de igual forma que para las verdes estilo sevillano, es decir, se hace pasar las olivas por la faja seleccionadora calibrada a diferentes tamaños, siendo el más comercial el calibre 160/200. Miranda (2010)

2.3.7. Fermentación

La fermentación es previa a la sodificación y se realiza bajo las mismas condiciones que para las aceitunas verdes estilo sevillano. La diferencia en este proceso es su duración, la que se desarrolla en aproximadamente seis meses. Cabañas (2008)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se inició en el CPM La Yarada, con el recojo de la aceituna en estado verde, luego estos son llevados al laboratorio de la Universidad Privada de Tacna específicamente al de la escuela de ingeniería agroindustrial para ser colocados en un depósito para su procesamiento.

3.2. Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue experimental; ya que para ello se necesitó de dos requisitos indispensable; la asignación aleatoria y la manipulación de la variable causa; además caracterizado por formar dos grupos, uno llamado control y experimental. A continuación se muestra el gráfico 1 del procedimiento general del experimento.

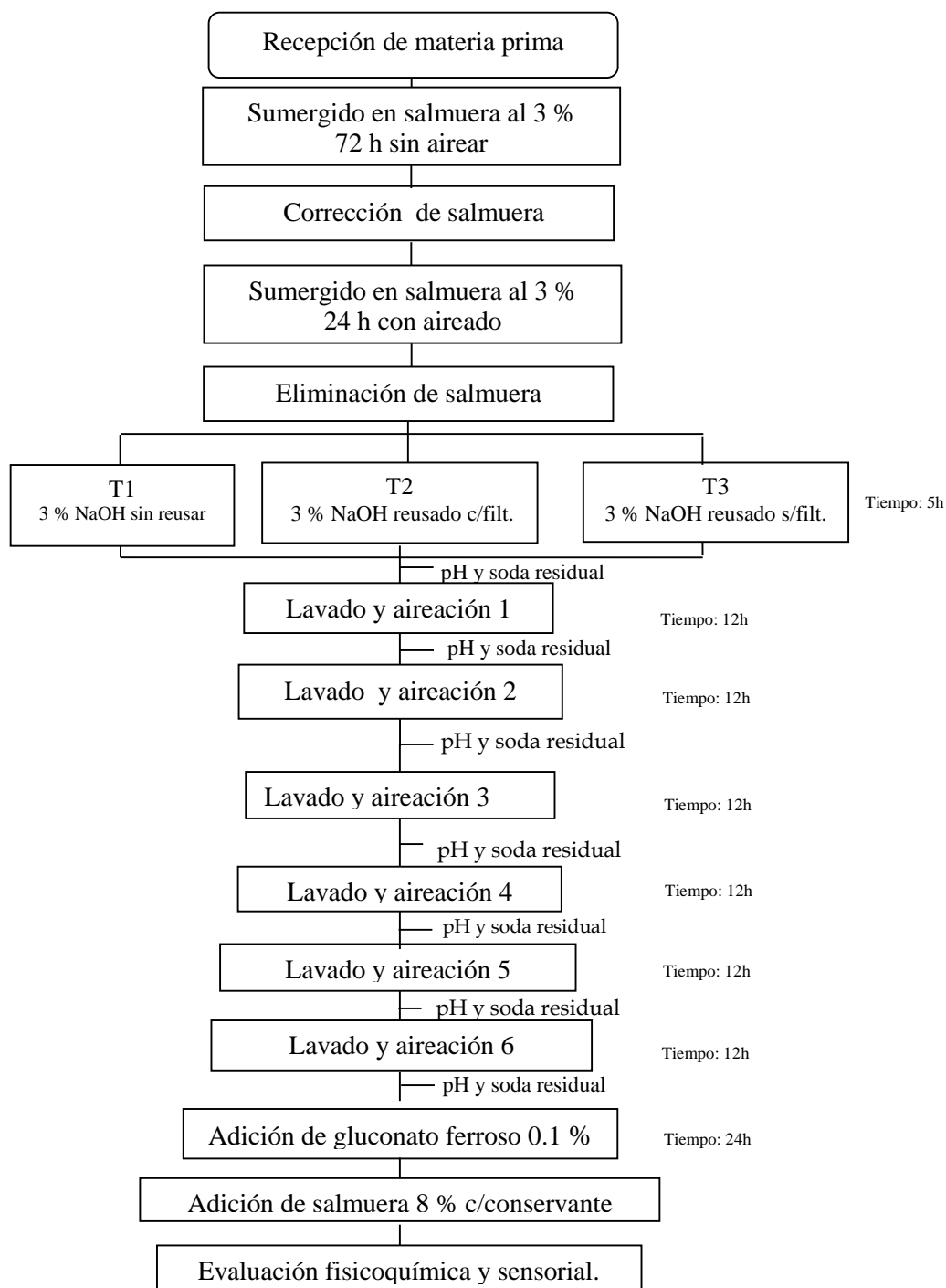


Figura 2. Procedimiento general del experimento
 Fuente: Elaboración propia.

3.2. Procesamiento de las muestras en estudio.

a) Recepción de materia prima y sumergido en salmuera

Se sumergieron las aceitunas en una salmuera al 3 % durante 72 horas sin aireación, luego en una salmuera corregida al 3 % por 24 horas con aireación, a temperatura ambiente, cuya finalidad es eliminar el amargor mediante la hidrólisis de oleuropeína que facilitaría la penetración de soda cáustica (NaOH). Se utilizó soda comercial porque no se contó con una pureza adecuada y por ende para asegurar la soda se adiciona al 3 %. El aireado es para generar la facilidad de oxidación, ya que presenta porosidad en la aceituna. El consumo de agua en el proceso fue de 0.5 l/kg aceituna.

b) Distribución de los tratamientos (T1, T2 y T3)

Los tratamientos consistieron en número de tres, con muestras de 1 kg de aceituna verde var. Sevillana, con tres repeticiones por tratamiento, haciendo un total de 9 muestras, en los cuales se evaluó el ennegrecimiento por oxidación de los diferentes tratamientos.

Cabe destacar que las aceitunas se colocaron en salmuera distribuyendo en tres tratamientos en cantidades de 1 kg por tratamiento; de los cuales un tratamiento era preparado con salmuera 3 % sin aire y dos tratamientos con salmuera al 3 % con aire; el primero por 72 horas y el segundo caso por 24 horas.

Posteriormente se eliminó la sal, para luego adicionar la soda cáustica.

c) Adición de soda cáustica

Se adicionó la soda cáustica al 3 % por 5 horas, para el cocido de la aceituna verde variedad sevillana, con el objeto de quitar el amargor del mismo.

d) Cocción Soda Cáustica 3 %.

La cocción de la aceituna verde será con una concentración de 3 % de hidróxido de sodio, que quiere decir que por cada 100 l. de solución pura se incorporará 3 kg. de NaOH y se enrasa a 100 l.

- Se analizan las lejías para evaluar su contenido en soda después de la cocción.
- Se reajusta la disolución con NaOH, hasta alcanzar los niveles requeridos, ya que la soda de los lavados será utilizada para posteriores procesos.

e) Reutilización de Soda Cáustica.

Se reutilizaron las lejías durante las veces establecidas en la investigación por tratamiento. (ver figura 2).

f) Evaluación físico químico de los tratamientos

Las actividades desarrolladas durante la investigación fueron las siguientes:

- **Caracterización físico químico de las aceitunas estilo californiano.** Se evaluaron los siguientes parámetros; pH, NaOH, Acidez combinado o soda residual.
- **Caracterización sensorial de las aceitunas estilo californiano.**

Se evaluaron color, olor, textura, apariencia, cuya ficha de registro se encuentra en el anexo 1.

3.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.3.1 Materiales y equipos

El presente trabajo se llevó a cabo en el fundo Santa Mónica del CPM La Yarada, etapa de recojo de materia prima y en la planta piloto de procesamiento y laboratorio de análisis de la escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Privada de Tacna.

3.3.1.1 Materiales

- Aceituna verde variedad Sevillana
- Jabas de plástico
- Botellas de plástico
- Tanques de fermentación
- Balde con capacidad de 10 litros
- Jarra medidora con capacidad de 2 litros
- Letrero de identificación de tratamientos
- Libreta de apuntes
- Mangueras de jebe

3.3.1.2. Equipos

- Termómetro
- Peachímetro
- Colorímetro
- Penetrómetro
- Calculadora
- Bombas de oxigenación
- Balanza analítica

-Cámara fotográfica

3.3.1.3. Insumos

-Hidróxido de sodio (NaOH)

-Agua

-Ácido acético

-Gluconato ferroso

3.3.1.4. Equipos y reactivos de laboratorio

-Probetas

-Pipetas

-Tubos de ensayo para recojo de muestra

-Matraz aforado

-Bureta

3.4. Métodos de investigación

3.4.1 Muestreo del recojo de materia prima

La investigación se inició con el recojo de la materia prima que es la aceituna verde variedad Sevillana, cabe resaltar que por la época de cosecha del producto en el sector de La Yarada no se encuentra en gran cantidad esta variedad, pero se logró recoger 10 kg de aceituna verde con las características que se establece en la figura 3 y figura 4.



Figura 3. Aceituna en verde

Fuente: Elaboración propia.



Figura 4. Pesado de aceituna verde

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Procedimiento de disolución de NaOH para el proceso de cocción de aceituna verde

Se utilizó para cada tratamiento NaOH al 3 %, la cantidad de agua fue de 0,5 litros/kilogramo de aceituna verde, con tres repeticiones cada tanque, quedando los tratamientos de la siguiente forma:

Tabla 3.

Disolución del proceso de cocción de la aceituna verde.

T1 soda sin reusar	T2 soda con reuso con filtración	T3 soda con reuso sin filtrar
1kg de aceituna 3 % de NaOH 0,5 L de agua	1 Kg de aceituna 3 % de NaOH 0,5 L de agua	1 Kg de aceituna 3 % de NaOH 0,5 L de agua

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Procedimiento de caracterización de soda cáustica

Mediante una valoración calculamos qué cantidad de soda residual contiene las muestras de aguas con soda producto del otro proceso (quemado de aceitunas verdes), y de ahí calculamos qué cantidad de soda se tiene que añadir para que la concentración de soda sea la misma que la de la lejía original, valoración al 3 %.

3.4.4. Procedimiento de valoración

Ponemos 20 ml. de la disolución de soda que queremos valorar en un erlenmeyer y HNO₃ de concentración conocida en la bureta. Le añadimos a la soda la fenolftaleina que vuelve la disolución de color violeta al ser

una base. Al verter el HNO_3 hace que se vuelva neutra y la fenolftaleína cambie de color. En ese momento cerramos la bureta y anotamos los ml. de HNO_3 que nos han hecho falta.

3.5. Determinación de análisis físico químico de aceitunas

3.5.1. Determinación del pH

Método Oficial de la A.O.A.C. (Asociación of Official Analytical Chemists)

Procedimiento

- 1) Tomar una muestra representativa de salmuera de la vasija.
- 2) Determinar el pH por medio de potenciómetro o papel indicador de pH
- 3) Comparar los resultados.
- 4) Interpretar

3.5.2. Determinación de la acidez de la salmuera

Procedimiento

- 1) En un erlenmeyer de 250 ml colocar la muestra (se recomienda trabajar sobre 10 gramos en productos viscosos o pulposos o 10 ml, para líquidos para asegurar una precisión aceptable). Pesarse en balanza con una precisión del 0.01 gramos.
- 2) Agregar aproximadamente 50 ml de agua destilada para obtener el medio líquido adecuado para la determinación.
- 3) Agregar 2 o 3 gotas de solución alcohólica al 1 % de fenolftaleína o solución acuosa al 1 % de azul de bromo timol.
- 4) Proceder a la titulación con hidróxido de sodio 0.1 N hasta viraje del indicador según corresponda.

3.5.3. Determinación de la concentración de soda residual

La solución de hidróxido de sodio es utilizada para efectuar la destrucción de oleuropeína, glucósido responsable del sabor amargo característico de estos frutos y cuya presencia es considerada como inhibidora del desarrollo de los procesos fermentativos normales.

Las concentraciones normalmente utilizadas son las comprendidas entre 1,5 y 2,5% (p% v), dependiendo de la temperatura ambiente. Una concentración elevada puede provocar graves defectos en la materia prima tales como ablandamiento químico de la pulpa y ampollado de la piel que desvaloriza categóricamente el producto. Alejandro Gastón (2009)

Método aerómetro

Procedimiento

- 1) Colocar en la probeta la solución de soda a medir.
- 2) Introducir un aerómetro seco y limpio imprimiéndole un movimiento de rotación a fin de evitar que se adhiera a las paredes de la probeta.
- 3) Hacer la lectura al ras del menisco y
- 4) Simultáneamente medir la temperatura del medio para efectuar las correcciones correspondientes. Recordar que se debe sumar o restar 0,04 por cada grado que difiera de 15°C, porque la densidad disminuye con el aumento de la temperatura.
- 5) Con la corrección de lectura realizada expresar en % de hidróxido de sodio en forma directa si el aerómetro es un pesa-lejía, en caso de un aerómetro baumé consultar una de las siguientes tablas:

Tabla 01		Tabla 02		Tabla 03	
° Bé	HONa% (p/p)	° Bé	HONa% (P/P)	° Bé	HONa% (P/P)
1.0	0.61	1.0	0.61	0.7	0.474
1.4	1.00	2.0	1.20	1.4	0.957
2.0	1.20	3.0	2.0	2.1	1.436
2.9	2.00	4.0	2.71	2.7	1.909
3.1	2.10	5.0	3.35	3.4	2.365
4.1	2.70	6.0	4.00	4.1	2.830
4.5	3.00			4.7	3.252
5.1	3.35			5.4	3.746
6.0	4.00			6.0	4.184

Nota: los datos son variables dado que responden a valores experimentales y son extraídos de fuentes distintas.

3.6. Evaluación sensorial

Para el análisis sensorial de la aceituna se utilizó un test de calidad sensorial para lo cual se ocupó un panel semi entrenado de 14 evaluadores utilizando una pauta no estructurada de evaluación basada en la pauta propuesta por Sancho (2011) en el cual se consideró el aspecto, color, textura, olor, sabor con una calificación para cada tratamiento, basado en la escala hedónica (Anexo 1).

3.7. Procesamiento y análisis de datos

3.7.1. Procesamiento estadístico

El diseño estadístico comprendió el diseño completamente al azar, cuyos resultados fueron sometidos al análisis estadístico. Además se utilizó la estadística descriptiva (media), para los resultados obtenidos en laboratorio según los parámetros establecidos, ANOVA, para los promedios de los distintos tratamientos.

Para el análisis sensorial se aplicó, un análisis de varianza, complementado con la prueba de contraste múltiple de Duncan un 95 % de confianza.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis proximal de la aceituna verde al natural

Los resultados del análisis proximal (tabla 1) de la materia prima utilizada (aceituna verde al natural), destaca a la grasa total con 39,11 % y la humedad 39,00 %, y un índice de madurez (IM) de 6,49; como los componentes mayoritarios que en comparación con lo indicado por Marzano (1988) en la aceituna fresca quien reportó la humedad de 71,83 %. La aceituna fresca tuvo un contenido de cenizas de 11,15 % muy superior a lo reportado por Marzano (1988) quien obtuvo un valor de cenizas del 2,88 %; los demás componentes tuvieron los siguientes valores: Proteínas 1,19 % y carbohidratos 9,55 %.

Tabla 4:

Análisis proximal de la aceituna verde al natural

Composición	Porcentaje (%)
Proteínas	1,19
Humedad	39,00
Grasa total (g)	39,11
Ceniza	11,15
Carbohidratos (g)	9,55
Azúcares reductores totales (%)	4,8
Acidez total (%)	0,47
IM	10,2
Total	100,00

Fuente: Elaboración propia.

CALCULO DEL INDICE DE MADUREZ

El índice de madurez se utiliza para determinar el momento óptimo de recogida de la aceituna. Para su cálculo se toman 2 kg de aceitunas situadas a la altura del operador y en las cuatro orientaciones del árbol. Se homogeniza la muestra, se separan 100 frutos al azar y se clasifican en las siguientes categorías:

- Piel verde intenso
- Piel verde amarillento.
- Piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto. Inicio de envero.
- Piel rojiza o morada en más de la mitad del fruto. Final de envero.
- Piel negra y pulpa blanca.
- Piel negra y pulpa morada sin llegar a la mitad de la pulpa.
- Piel negra y pulpa morada sin llegar al hueso.
- Piel negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso.

Se llama Índice de Madurez al sumatorio del número de frutos de cada categoría, por el valor numérico de su categoría, dividido por 100, es decir, siendo A,B,C,D,E,F,G,H el número de frutos de cada categoría 0,1,2,3,4,5,6,7 respectivamente, el índice de madurez es:

$$\text{IM} = (\text{Ax}0 + \text{Bx}1 + \text{Cx}2 + \text{Dx}3 + \text{Ex}4 + \text{Fx}5 + \text{Gx}6 + \text{Hx}7) / 100$$

Para las variedades que desarrollan normalmente el color (Picual, Hojiblanca, Lechín, Cornicabra, etc), el momento óptimo de recolección es cuando el Índice de Madurez alcanza valores próximos a 3,5.

Por tanto, en función del tamaño y del periodo estimado de recolección, se debe adelantar la fecha de inicio de la recolección para que la mayor parte de la cosecha se haga con un índice igual a 3,5.

Hay variedades que no desarrollan color, se quedan verdes, y por tanto este sistema de cálculo no es válido.

4.2. Evaluación del pH y el contenido de soda en cada lavado

Cabe mencionar que se consideró la información obtenida de pH y soda residual después de la cocción y luego después de cada lavado.

4.2.1. pH y soda residual del agua de soda utilizada del proceso de cocción de la aceituna

Luego de adicionar la salmuera al 3 % por 72 horas y sin aireación en cada tanque se elimina la salmuera y de nuevo se lo cargó con salmuera al 3 % pero esta vez con aireación, ver tabla 16 (anexos), esto con la finalidad de preparar el fruto con un desarmado, por efecto de osmosis saldrá liquido intracelular del fruto facilitando su posterior ingreso de soda, esto se verifica presentando variación del pH. Se debe dar una variación leve. Para esto se ajustó los pH iniciales a 13.16 y luego del proceso se obtuvieron datos entre 12.26 pH 13.16.

Parámetros	T1	T2	T3
Ph	13,16	12,26	12,46
Soda residual	2,76	2,82	2,76

Fuente: Elaboración propia.

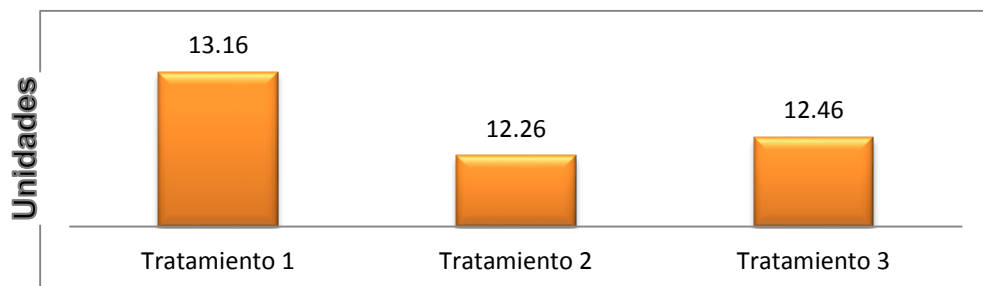


Gráfico 1: pH después de la aplicación de la soda cáustica (cocido).

Fuente: Tabla 5

Según la tabla 5 el valor de pH obtenido después de la adición de NaOH obtuvo valores de 12,26 a 13,16; lo que corresponde un valor altamente alcalino que si se arrojara a la intemperie produciría daños ecológicos incalculables. Estos valores están dentro de los intervalos que establece Sánchez, 2000.

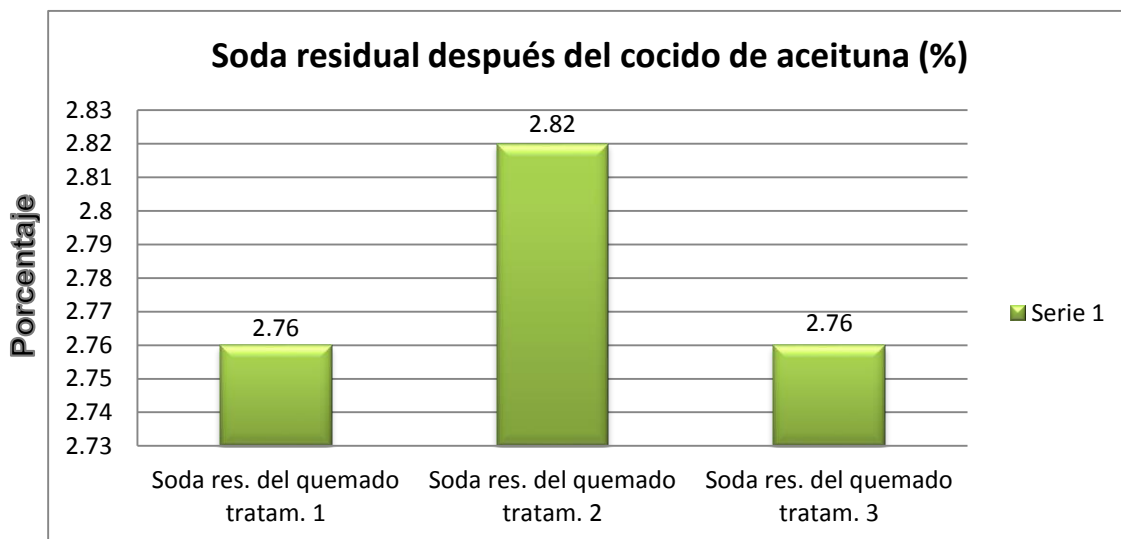


Gráfico 2: Evaluación de soda residual del cocido de los tratamientos de aceituna

Fuente: Tabla 5

Asimismo se debe indicar que según Garrido (1981) y Arancibia (2008) el proceso de oxidación pasa por una etapa previa y sucesiva de cocido, para poder conseguir el ennegrecimiento posterior, sin embargo en el presente trabajo de investigación solo ha bastado una sola dilución en NaOH, para obtener los resultados finales del ennegrecimiento. Además ambos autores hacen referencia al uso de gluconato y lactato ferroso para el proceso de ennegrecimiento, caso parecido al aplicado en el presente trabajo de investigación donde se utilizó el gluconato ferroso, obteniéndose el mismo efecto de coloración (negro).

Tabla 6.

Análisis de varianza del pH del agua de soda residual después del proceso de cocción de la aceituna

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	1.333	2	.666	468.570	.000
Error	.009	6	.001		
Total	1.341	8			

CV=0,250 %

pH					
	Tratamientos	N	Subconjunto		
			1	2	3
DHS de Tukey ^{a,b}	2.00	3	12.2533		
	3.00	3		12.4833	
	1.00	3			13.1600
	Sig.		1.000	1.000	1.000
Duncan ^{a,b}	2.00	3	12.2533		
	3.00	3		12.4833	
	1.00	3			13.1600
	Sig.		1.000	1.000	1.000

De la tabla 6 se deduce que el análisis de varianza del pH del agua de soda residual de los tratamientos después del proceso de cocción de la aceituna es significativo al 95 % de probabilidad, además la significación de 0,00 es menor que el nivel de significación de 0,05 por tanto se acepta la significancia entre las diferencias de los promedios, el mismo presenta un coeficiente de variabilidad de 25 % el cual determina que existe una variación baja entre las variabilidades de los

diferentes tratamientos, se establece que para este tipo de investigaciones oscilan entre 9 a 29 %, valor que está dentro del rango establecido. (Calzada, 1981)

En cuanto a la prueba de Duncan se observa que el tratamiento 1 reporta el mejor valor con 13.16 en cuanto a pH respecto al tratamiento 3 que obtiene un valor de 12.46.

Tabla 7.

Análisis de varianza del contenido de soda residual después del proceso de cocción de la aceituna

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	.009	2	.004	10.075	.012
Error	.003	6	.00001		
Total	.012	8			

CV=0,114

Soda residual en %

	Tratamientos	N	Subconjunto	
			1	2
DHS de Tukey ^{a,b}	2.00	3	2.7433	
	3.00	3	2.7900	2.7900
	1.00	3		2.8200
	Sig.		.078	.266
Duncan ^{a,b}	2.00	3	2.7433	
	3.00	3		2.7900
	1.00	3		2.8200
	Sig.		1.000	.132

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.

Basadas en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .000.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000

b. Alfa = 0.05.

De la tabla 7 se observa que el Análisis de varianza del contenido de soda residual después del proceso de cocción de la aceituna es significativo al 95 % de probabilidad, por tanto según la regla de decisión se observa que el valor de significancia 0,012 obtenido es menor que el nivel de significancia de 0,05 por tanto se acepta la diferencia entre los promedios, se observa un coeficiente de variabilidad de 11,4 % valor que demuestra que existe una variación muy baja entre las variabilidades de los diferentes tratamientos.

En cuanto a la prueba de Duncan correspondiente a la soda residual se observa que el T2 obtiene un valor de 2,82 logrando el mayor porcentaje respecto a T1 con 2,76 %

4.2.2. pH y soda residual del agua de lavado de los tres tratamientos

4.2.2.1. Evaluación del pH después de lavados de los tratamientos

Se realizaron 6 lavados por 12 horas cada uno, obteniéndose los resultados promedio de pH y soda residual de cada tratamiento. A continuación se presenta el resumen de los promedios de los tratamientos en estudio de aceituna ennegrecida estilo californiana, después de los lavados y aireación. ver tabla 3 y 4.

Tabla 8: Promedio de pH de los tratamientos después de lavados.

Lavados	T1	T2	T3
1	11.6	10.6	11.33
2	10.31	10.23	11.94
3	9.03	9.16	11.15
4	8.84	9.1	11.13
5	8.79	8.4	8.14
6	8.63	8.15	7.35

Fuente: Datos del experimento

En la tabla 8 se observa la evolución del pH a través de los lavados realizados a los tratamientos, en el 1er lavado oscila entre 10,6 hasta 11,6; este valor está en una escala altamente alcalino, en el 2do lavado baja desde 10,23 hasta 11,94; asimismo después del 3er lavado oscila de 9,03 hasta 11,15; durante el 4to lavado también baja en algunos tratamientos especialmente el tratamiento 1 que obtiene valores de 8,84 como valor mínimo y al 5to lavado valores casi similares al 4to lavado, al 6to lavado los valores casi se aproximan al valor neutro (7,35) con valores ligeramente alcalino (9,15). Algunos autores como Manzano (2011) recomiendan lavados entre 3 - 5, dado que el pH tiende a estabilizarse por estos valores.

En la figura 5 se presenta el número de lavados de la aceituna y su pH del agua del tratamiento T1 (solución de NaOH con reuso sin filtrado)

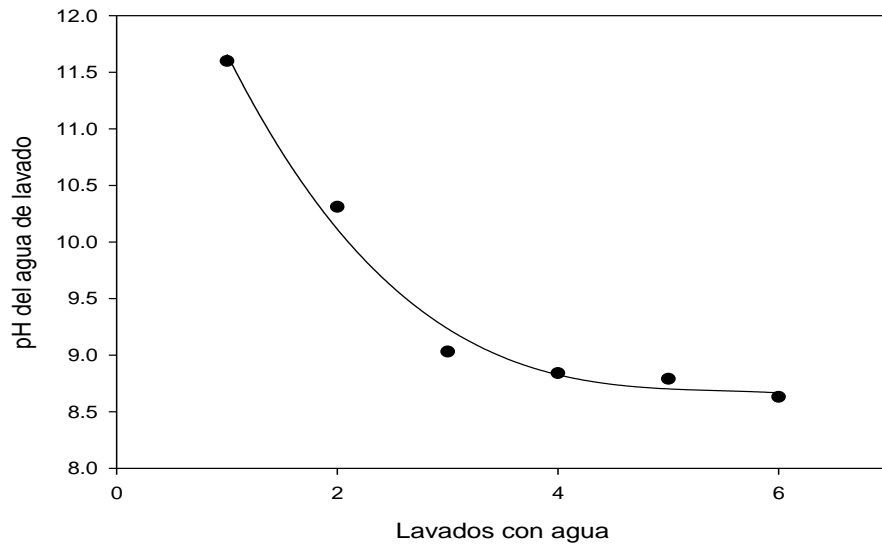


Figura 5. Numero de lavados de la aceituna y su pH del agua del tratamiento T1 (solución de NaOH sin reuso).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se presenta el número de lavados de la aceituna y su pH del agua correspondiente al tratamiento T1 (solución de NaOH sin reuso), se observa que parte con un valor de pH de 11,6 y llega al sexto lavado con un valor de 8,63; habiendo descendido en un 25.6 % respecto al valor inicial.

Tabla 9.
Análisis de varianza del pH de soda residual después del lavado en el tratamiento 1

Fuentes de Variación	G.L	SC	CM	F	P
Regression	3	6.8842	2.2947	49.4820*	0.0199
Residual	2	0.0927	0.0464		
Total	5	6.9769	1.3954		

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que hubo una diferencia significativa entre los valores del tratamiento 1 con un 95 % de confianza. Además el P valor es menor que el 0,05 por tanto se acepta la significancia de la diferencia de los valores de lavado del tratamiento 1. Cabe resaltar que el promedio a través de los lavados fue de 9,53 siendo un valor muy alcalino

En la figura 6 se presenta el número de lavados de la aceituna y su pH del agua del tratamiento T2 (soda reciclada filtrada).

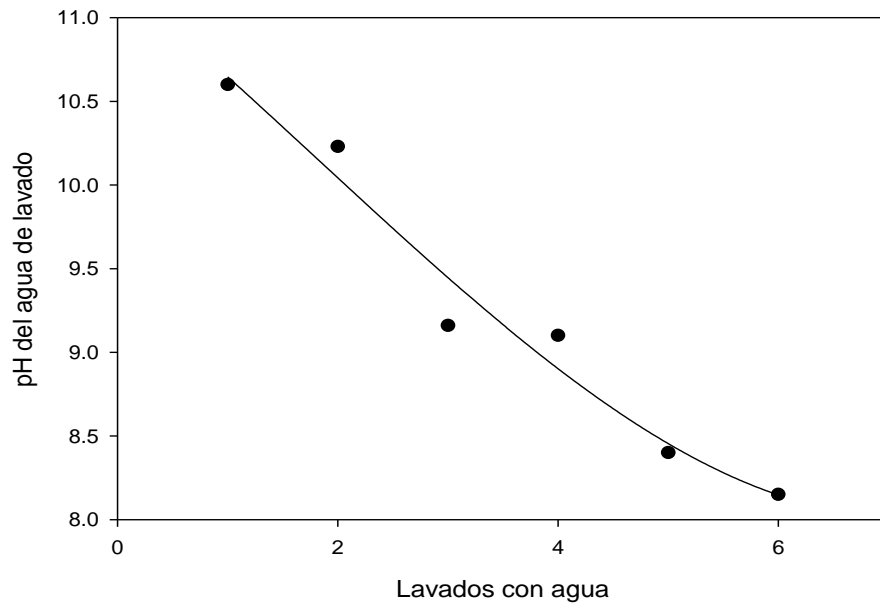


Figura 6. Numero de lavados de la aceituna y su pH del agua del tratamiento T2 Soda reciclada filtrada

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de lavado de la aceituna mediante la oxidación con aireación T2 (solución de soda reciclada filtrada) se inició con el lavado 1 que tuvo un pH de 10,6 y en el sexto lavado tuvo un pH de 8,15.

Tabla 10.
Análisis de varianza del pH de soda residual después del lavado en el tratamiento 2

Fuentes de Variación	G.L	SC	CM	F	P
Regression	3	4.5813	1.5271	18.9249	0.0506
Residual	2	0.1614	0.0807		
Total	5	4.7427	0.9485		

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del modelo matemático muestra que no hubo diferencia significativa entre los valores de pH de los lavados del tratamiento 2 con un 95 % de confianza.

En la figura 7 se presenta el número de lavados de la aceituna y su pH del agua del tratamiento T3 soda reciclada sin filtrar.

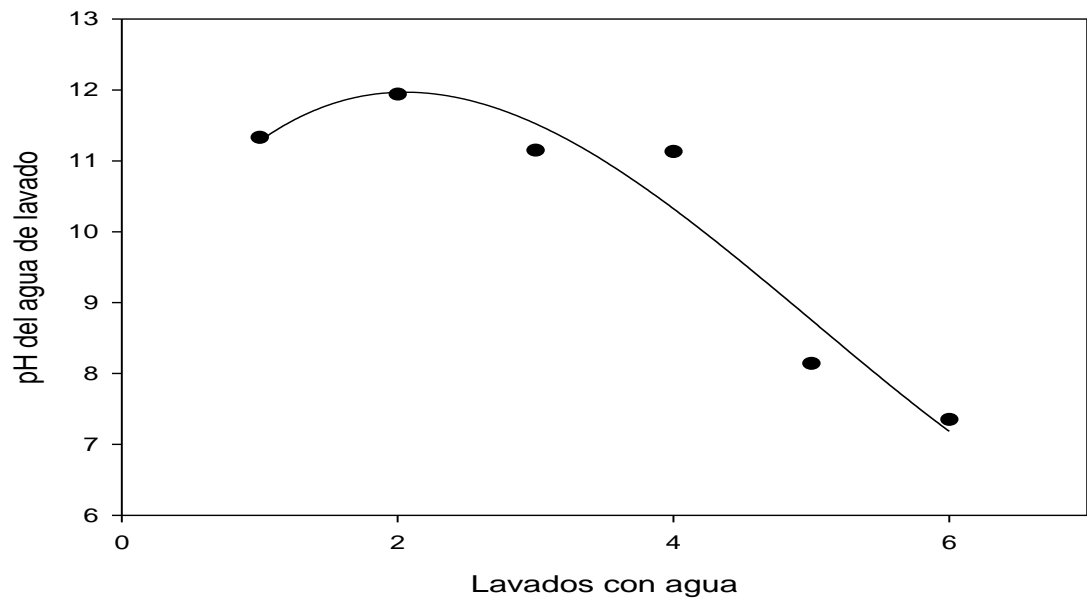


Figura 7. Numero de lavados de la aceituna y su pH del agua del tratamiento T3 soda reciclada sin filtrar

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de lavado de la aceituna mediante la oxidación con aireación T3 (soda reciclada sin filtrar) se inició con el lavado 1 que tuvo un pH de 11,33 y en el sexto lavado tuvo un pH de 7,35.

Tabla 11.
Análisis de varianza del pH de soda residual después del lavado en el tratamiento 3

Fuentes de Variación	G.L	SC	CM	F	P
Regression	3	17.2407	5.7469	9.6345	0.0955
Residual	2	1.1930	0.5965		
Total	5	18.4337	3.6867		

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza del modelo matemático muestra que no hubo diferencia significativa con un 95 % de confianza. Por tanto según la regla de decisión se observa que el P valor obtenido es mayor que el nivel de significación 0,05; entonces se acepta la no significación de diferencia entre los valores de los lavados del tratamiento 3.

4.2.2.2. Contenido de soda residual del agua de lavado

Tabla 12: Promedio de soda residual de los tratamientos después de lavado.

Lavados	T1	T2	T3
1	2.5	1.95	1.85
2	1.17	1.9	1.22
3	0.8	0.71	0.91
4	0.75	0.59	0.69
5	0.63	0.6	0.62
6	0.61	0.61	0.61

Fuente: Datos del experimento

En la tabla 12 se observa la evolución de la soda residual después de seis lavados, se observa que se obtiene una soda residual similar en los tres tratamientos que es 0,61. Los lavados se realizan de forma que el NaOH penetre cada vez más profundamente en la pulpa. En el último, se debe alcanzar el hueso.

Según Cólica (2005), se suelen realizar dos tratamientos de soda cáustica con concentraciones inferiores a las de las aceitunas verdes, entre el 1 y el 1,5 %, con sus respectivos lavados (2 en el primer cocido y hasta 6 en el segundo), y aireación continua. Este proceso de aireación produce gran cantidad de espuma, que aunque se proceda a su eliminación por rebose y posterior arrastre, origina en las instalaciones suciedad y mal aspecto.

En la figura 8 se presenta el número de lavados de la aceituna y su porcentaje de soda residual del agua del tratamiento T1 (soda sin reuso).

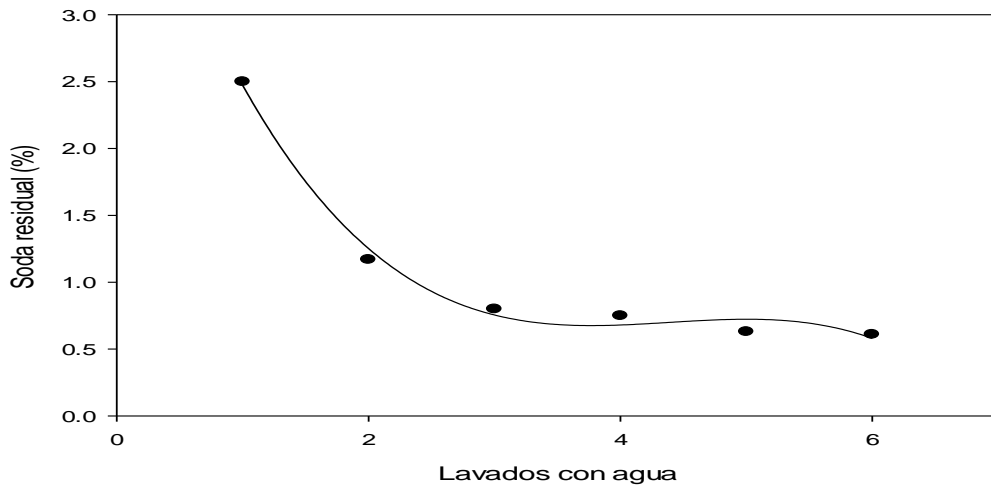


Figura 8. Número de lavados de la aceituna y su porcentaje de soda residual del agua del tratamiento T1 (soda sin reuso).

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8. El proceso de lavado de la aceituna mediante la oxidación con aireación (T1) se inició con el lavado 1 que tuvo una concentración de 2,5 % y en el sexto lavado tuvo 0,61 % de soda residual, el promedio bajó en un 75.6 % respecto al valor inicial.

Tabla 13.
Análisis de varianza del porcentaje de soda residual en el tratamiento 1

Fuentes de Variación	G.L	SC	CM	F	P
Regression	3	2.6113	0.8704	73.1048	0.0135
Residual	2	0.0238	0.0119		
Total	5	2.6351	0.5270		

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que si hubo diferencia significativa con un 95 % de confianza. Asimismo el P valor obtenido es menor que 0,05 entonces se acepta la significancia de la diferencia entre los valores de porcentaje de soda residual del tratamiento 1.

En la figura 9 se presenta el número de lavados de la aceituna y su porcentaje de soda residual del agua del tratamiento T2 (soda reusada filtrada).

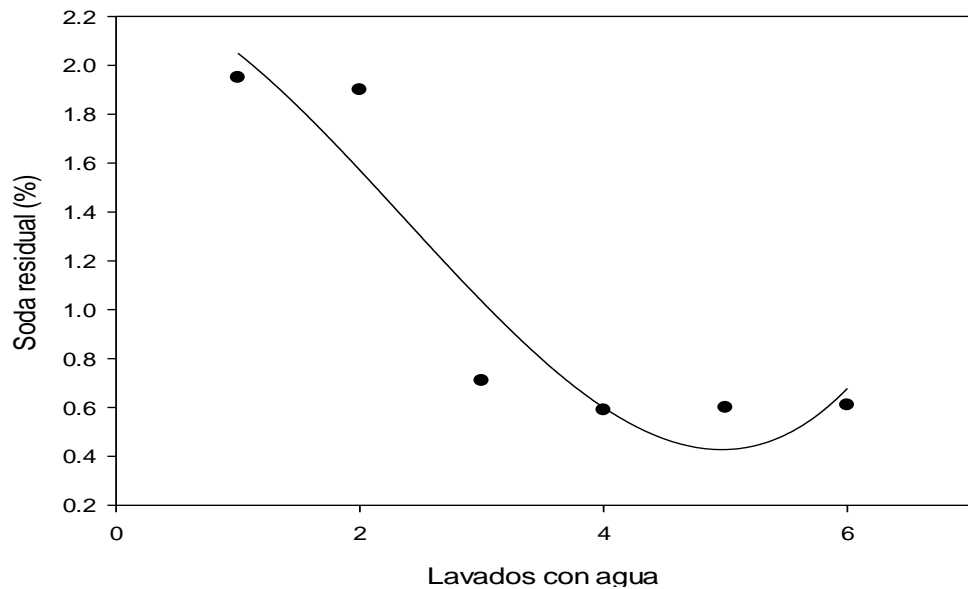


Figura 9. Número de lavados de la aceituna y su porcentaje de soda residual del agua del tratamiento T2 (soda reusada filtrada).

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de lavado de la aceituna mediante la oxidación con aireación y con soda reutilizada filtrada (T2) se inició con el lavado 1 que tuvo una concentración de 1,95 % y en el sexto lavado tuvo 0,61 % de soda residual. El porcentaje de soda residual bajó en un 68,7 % respecto al valor inicial.

Tabla 14.
Análisis de varianza del porcentaje de soda residual en el tratamiento 2

Fuentes de Variación	G.L	SC	CM	F	P
Regression	3	1.9974	0.6658	5.1656	0.1665
Residual	2	0.2578	0.1289		
Total	5	2.2552	0.4510		

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que no hubo diferencia significativa con un 95 % de confianza.

En la figura 10 se presenta el número de lavados de la aceituna y su porcentaje de soda residual del agua del tratamiento T3 (soda reusada sin filtrar).

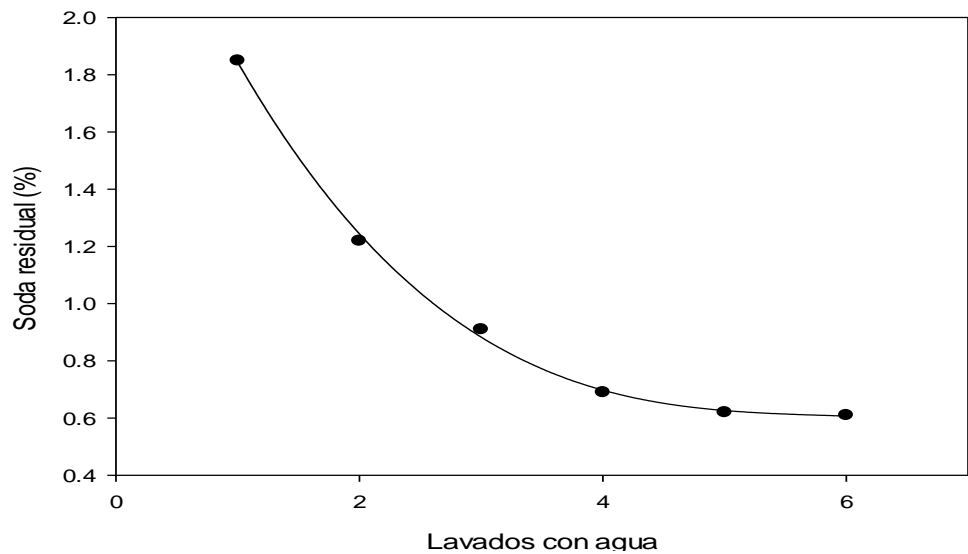


Figura 10. Número de lavados de la aceituna y su porcentaje de soda residual del agua del tratamiento T3 (soda reusada sin filtrar)

Fuente: Elaboración propia

El proceso de lavado de la aceituna mediante la oxidación con aireación con soda reusada sin filtrar (T3) se inició con el lavado 1 que tuvo una concentración de 1,85 % y en el sexto lavado tuvo 0,61 % de soda residual, se nota que bajó en un 67 %.

Tabla 15.
Análisis de varianza del porcentaje de soda residual en el tratamiento 3.

Fuentes de Variación	G.L	SC	CM	F	P
Regression	3	1.1685	0.3895	530.5463	0.0019
Residual	2	0.0015	0.0007		
Total	5	1.1699	0.2340		

Fuente: Elaboración propia

El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa entre los valores del porcentaje de soda residual en el tratamiento 3 con un 95 % de confianza.

4.3. Análisis de Evaluación Sensorial

Se muestran a continuación los resultados consolidados de evaluación obtenidos en la aplicación de la ficha de evaluación a 14 panelistas semi entrenados, en los cuales se evaluaron a los tratamientos en cuestión, considerando a cada tratamiento un código de identificación, evaluándose descriptores como aspecto, color textura, olor, sabor. A continuación se presenta los resultados obtenidos y los promedios logrados:

Tabla 16: Consolidado de valores de Análisis Sensorial de la aceituna ennegrecida (californiana), a partir de la aceituna verde variedad sevillana.

Evaluador	567	782	249	303	622	724	423	801	212
1	33	32	28	28	27	26	25	27	34
2	35	30	25	26	28	25	24	24	31
3	35	30	25	25	22	23	25	23	29
4	23	24	26	24	23	20	23	21	26
5	38	32	20	31	25	25	28	30	28
6	36	35	36	32	30	30	26	24	34
7	38	33	34	37	31	34	32	40	38
8	35	40	32	35	39	38	33	36	38
9	32	35	30	32	37	31	20	20	16
10	20	25	24	32	28	26	29	32	34
11	22	23	26	24	28	21	27	30	29
12	37	30	29	25	23	26	23	25	29
13	25	25	25	20	21	23	19	20	21
14	23	23	27	27	21	30	22	9	15
Total	432	417	387	398	383	378	356	361	402
Promedio	30,85	29,78	27,64	28,42	27,35	27	25,42	25,78	28,71

Fuente: Ficha de evaluación sensorial

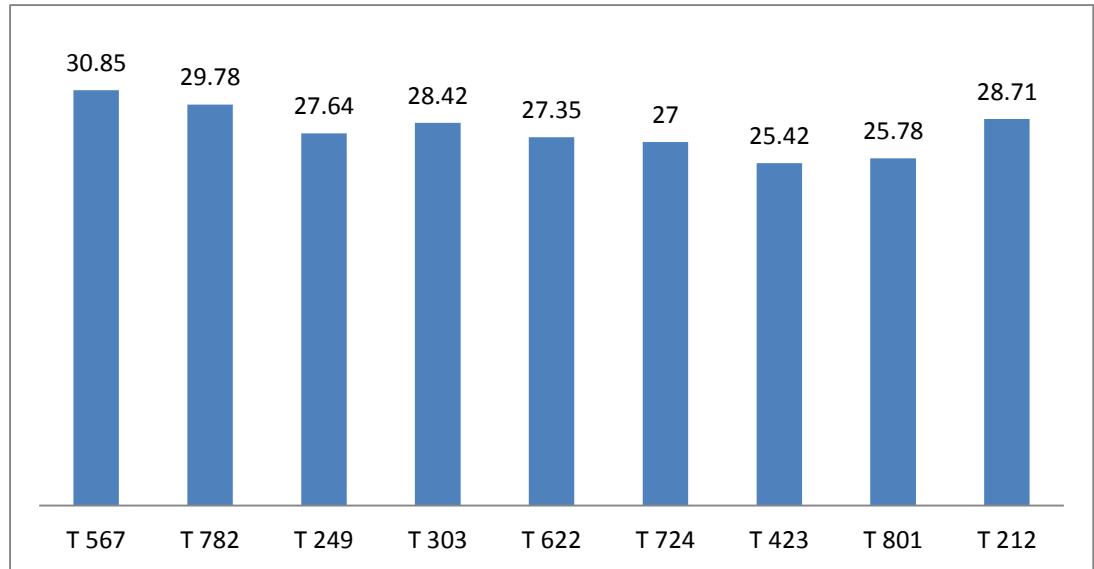


Gráfico 5: Valores promedio de análisis sensorial por evaluador.

Fuente: Ficha de evaluación sensorial.

En el gráfico 5 se observa que el tratamiento que mayor puntaje promedio acumuló es el 567, 782 y 212 respectivamente, correspondiente al tratamiento T3a, T2b y T1c. Asimismo el que menor puntaje obtuvo fue el tratamiento 423 (T3c).

Observando la tabla 16; del consolidado del análisis sensorial de la aceituna se evaluó principalmente si existe o no diferencias entre los tratamientos o muestras (Pruebas discriminatorias), a través de la prueba de ANOVA, se trató de describir y medir las diferencias que se puedan presentar (pruebas descriptivas).

Cabe resaltar que para la aplicación de la ficha de evaluación se utilizó la escala hedónica de calificación donde se considera las características y puntaje respectivo como se menciona a continuación:

Tabla 17: Escala hedónica de calificación

Características	Puntaje
Me gusta muchísimo	9
Me gusta mucho	8
Me gusta moderadamente	7
Me gusta poco	6
No me gusta ni me disgusta	5
Me disgusta poco	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

Fuente: Ficha de evaluación sensorial.

Tabla 18: Número o código asignado a cada tratamiento en estudio.

Tratamientos	Número aleatorio
T3a	567
T3b	423
T3c	801
T2a	303
T2b	724
T2c	622
T1a	249
T1b	782
T1c	212

Fuente: Ficha de evaluación sensorial

Barrera (2012), efectuó un estudio en Perú donde valoró la aceptabilidad sensorial de la aceituna sevillana (olea europea sativa hofgg,link) verde al natural ennegrecida por oxidación y aliñada con ajo o rocoto, donde el producto más aceptado fue la aceituna sevillana verde al natural ennegrecida por oxidación con una aceptabilidad sensorial de color: 7,87; textura 7,67 y sabor 5,77, haciendo un total de 21-25 puntos según escala hedónica estructurada de 0 a 9 puntos

Tabla 19: Análisis de varianza para análisis sensorial de los tratamientos en estudio

Fuentes de variación	SC	GL	CM	Fc	Ft
Muestras	349.873	8	43.733	2.60	2.67
Jueces	2 121.11	13	163.162	9.71**	
Error	1 747.46	104	16.802		
Total	4 218.44	125			

Fuente: Elaboración propia

Analizando las diferencias y significaciones entre los tratamientos de la investigación referente al análisis sensorial respecto a aspecto, textura, color, olor y sabor evaluado por el consumidor, resulta que existen diferencias entre los tratamientos en estudio altamente significativas al 95 y 99 % de probabilidad. Esto se debe a la variabilidad de los valores obtenidos por los evaluadores hacia los distintos tratamientos. $F_c = 9,71$ supera F_t por lo que podemos afirmar que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Se realizaron comparaciones múltiples de las medias mediante la prueba de Duncan a $p: 0,05$; esta prueba es más

conservadora y se utilizó para reducir la probabilidad de error (encontrar diferencias significativas cuando no las hay). (Borgognone y col. 2001).

Tabla 20: Comparaciones y significaciones entre tratamientos (Duncan)

Comparados con	423 25.42 I	801 25.78 II	724 27 III	622 27.35 IV	249 27.64 V	303 28.42 VI	212 28.71 VII	782 29.78 VIII	567 30.85 IX
423 25.42 I		0.36	1.58	1.93	2.22	3	3.29	4.36*	5.43 *
801 25.78 II			1.22	1.57	1.86	2.67	2.93	4*	5.07*
724 27 III				0.35	0.64	1.42	1.7	2.78	3.85 *
622 27.35 IV					0.29	1.07	1.36	2.43	3.21
249 27.64 V						0.78	1.07	2.14	3.21
303 28.42 VI							0.29	1.36	2.43
212 28.71 VII								1.07	2.14
782 29.78 VIII									1.07
567 30.85 IX									

Fuente: Resultados de análisis sensorial

Según la prueba de DUNCAN, existe diferencias entre los tratamientos con código 567 Vs 782, 724 y 801.

Tabla 21: Prueba de contraste múltiple de Duncan de la evaluación sensorial de los tratamientos de aceituna ennegrecida por oxidación (estilo californiano)

Nº	tratamiento	promedio	Significancia
567	T3a	30.85	A
782	T1b	29.78	B
724	T2b	27	C

Fuente: Elaboración propia

La prueba de contraste múltiple de Duncan ($p=0,05$) de la evaluación sensorial de la aceituna ennegrecida por oxidación referido al sabor, olor, color, indica que el tratamiento T3a tuvo mayor promedio de 30,85 p. ocupando el primer lugar y se diferencia respecto a las demás muestras, el tratamiento T1b tuvo en promedio 29,78 p. ocupando el segundo lugar y se diferencia con respecto al T2b, éste último tuvo un promedio de 27 p. , todos evaluados mediante la escala hedónica que va desde un punto (rechazado) a 9 puntos (excelente). Estas diferencias se deben a la aceptación de la población por lo agradable que presenta el producto.

A continuación se analizará los valores de análisis sensorial por descriptores.

4.3.1. ASPECTO

Tabla 22.

Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas:
Aspecto

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	7,000	2	3,500	3,138	0,060
Jueces	42,286	13	3,253	2,916	0,010
Error	29,000	26	1,115		
Total corregida	78,286	41			

CV=16,069 %.

La tabla 22 del análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas respecto al aspecto, reporta que no existe diferencia significativa entre las muestras con 95 % de confianza y con un coeficiente de variabilidad de 16,069 %. El tratamiento que mejor valor tiene en cuanto a aspecto fue el tratamiento 567 (T3a).

4.3.2. COLOR

Tabla 23.

Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas: Color

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	41.690 ^a	15	2.779	4.323	.001
Intersección	1452.595	1	1452.595	2259.593	.000
Tratamiento	10.619	2	5.310	8.259	.002
Jueces	31.071	13	2.390	3.718	.002
Error	16.714	26	.643		
Total	1511.000	42			
Total corregida	58.405	41			

CV= 13,635 %

El análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas respecto al color, reporta que existe diferencia significativa entre las muestras con 95 % de confianza y con un coeficiente de variabilidad de 13,63 %. El tratamiento que mayor valor obtuvo en este descriptor fue el tratamiento correspondiente al código 249 (T1a).

4.3.3. OLOR

Tabla 24.

Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas: Olor

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	37.500 ^a	15	2.500	2.769	.011
Intersección	1500.024	1	1500.024	1661.284	.000
Tratamiento	5.190	2	2.595	2.874	.075
Jueces	32.310	13	2.485	2.753	.014
Error	23.476	26	.903		
Total	1561.000	42			
Total corregida	60.976	41			

CV= 15,901 %

El análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas respecto al olor, reporta que no existe diferencia significativa entre las muestras con 95 % de confianza y con un coeficiente de variabilidad de 15,90 %. El tratamiento que mejor valor reportó en cuanto a olor fue el tratamiento 567 (T3a).

4.3.4. SABOR

Tabla 25.

Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas:
Sabor

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	32.619 ^a	15	2.175	2.187	.039
Intersección	1761.524	1	1761.524	1771.256	.000
Tratamiento	19.476	2	9.738	9.792	.001
Jueces	13.143	13	1.011	1.017	.465
Error	25.857	26	.995		
Total	1820.000	42			
Total corregida	58.476	41			

CV= 15,403 %

El análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas respecto al sabor, reporta que existe diferencia significativa entre las muestras con 95 % de confianza y con un coeficiente de variabilidad de 15,40 %. El tratamiento que mejor valor reportó en cuanto a sabor fue el tratamiento 423 (T3b).

4.3.5. TEXTURA

Tabla 26.

Análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas:
Textura

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	39.762 ^a	15	2.651	3.405	.003
Intersección	1512.000	1	1512.000	1942.475	.000
Tratamiento	24.429	2	12.214	15.692	.000
Jueces	15.333	13	1.179	1.515	.178
Error	20.238	26	.778		
Total	1572.000	42			
Total corregida	60.000	41			

CV= 14,701 %

El análisis de varianza de la evaluación sensorial de las muestras de aceitunas respecto a la textura, reporta que existe diferencia significativa entre las muestras con 95 % de confianza y con un coeficiente de variabilidad de 14,70 %. El tratamiento que mayor valor reportó en este descriptor fue el 801 (T3c).

El efecto del NaOH en la textura del producto final, se comportó tal como afirma Marsilio (2002) que el empleo de altas concentraciones de álcali en la fase de cocido de las aceitunas provoca una disminución de la consistencia por efecto de una despectinización más o menos intensa de las paredes celulares a raíz de la solubilización de gran parte de las protopectinas.

4.4. Análisis proximal del producto final

En la tabla 27, se reporta los valores finales de la composición proximal del producto optimizado aceituna verde al natural ennegrecida donde se destaca un menor valor del contenido graso con respecto al valor de la materia prima y esto se debe posiblemente a los procesos que ha sido sometida la aceituna; asimismo reporta un ligero incremento en su nivel de cenizas que se explica muy probablemente por la presencia de la sal ferrosa (gluconato ferroso) adicionada durante el proceso de ennegrecimiento.

Tabla 27: Análisis proximal del producto final óptimo.

Composición	%
Proteínas	1,333
Humedad	43,46
Grasa total (g)	31,20
Cenizas	13,37
Carbohidratos (g)	10,64
Total	100

Fuente: Elaboración propia (2014)

CONCLUSIONES

- Los resultados del análisis proximal de la materia prima utilizada (aceituna verde al natural), destaca a la grasa total con 39,11 % y la humedad 39,00 % como los componentes mayoritarios. Tuvo un contenido de cenizas de 11,15 % muy superior a lo reportado por Marzano (1988) quien obtuvo un valor de cenizas del 2,88 %; los demás componentes tuvieron los siguientes valores: Proteínas 1,19 % y carbohidratos 9,55 %.
- Se tiene que los valores del pH obtenido después de lavados y aireación oscila entre 7.35 valor más bajo obtenido después del 6to lavado y aireación; y 11.6 el valor más alto después del primer lavado y aireación. El análisis de varianza de pH de los tratamientos después de lavados y aireación, demuestra que no existe significancia entre los promedios de los tratamientos al 95 % de probabilidad.
El promedio de soda residual entre los tratamientos después de lavados y aireación se obtiene valores de 0,61 como el valor más bajo de soda residual después del 4to lavado hasta el final del proceso. El análisis de varianza de la soda residual después de lavados y aireación no existen diferencias significativas entre sus promedios al 95 % de probabilidad.
- El análisis de varianza de la evaluación sensorial demuestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos al 95 % de probabilidad. Las comparaciones múltiples de Duncan establece que existen diferencias entre los tratamientos, siendo el mejor tratamiento T3a con 30.85 puntos (soda con reuso sin filtrar), T1b con 29.78 puntos (soda sin reuso), seguido de T2b (soda con reuso con filtración) con 27 puntos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar el proceso de ennegrecimiento en función de otras variedades más comerciales de la región Tacna.
- Se exhorta evaluar la vida útil del producto bajo los efectos del tratamiento térmico y otros tipos de envases.
- Se sugiere trabajar con distintas concentraciones de salmuera de fermentación e inyecciones de aire con respecto al color, textura y peso de las aceitunas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arancibia P. (2008) Procesamiento de aceituna ennegrecidas por oxidación (estilo californiano). 85 pag.
- Balatsouras, GD (1994) Composición química de aceitunas negras de Grecia. Quelques constituants variación dependiendo de la producción región. Inf. Oleico. Int. 28: 131-156.
- Caballero, J, Rallo, M. (1994). Propagación del Olivo por Enraizamiento del Olivo (*Olea europea*). Por estaquillas similiosus bajo Nebulización: 29:39.
- Cabañas, C. (2008). Aceitunas oxidadas. Universidad de Sevilla- España. 280 pag.
- Carrera, (1998), Temperatura, calor y energía, Universidad técnica Federico santa maria sede viña del mar, Chile.
- Codex Stan 66-(1991), norma del Codex para las aceitunas de mesa, página 1 de 1
- Civantos, L., Contreras, R., Grana, R. (1992), "Obtención del aceite virgen". Madrid: Agrícola Española.
- COI, (2004), consejo oleícola internacional, coi/ot/nc n° 1, Madrid- España.
- Cólica, (2005), preparación de aceitunas verdes aderezadas en salmuera y negras naturales (estilo español), instituto nacional de tecnología agropecuaria, INTA, Argentina.

Consejo Oleícola Internacional COI/OT/NC. (2008). 1º Edición. Norma comercial aplicable a las aceitunas de mesa 2004.

DÍAZ, A.(1997).Diagnostico de la producción de aceituna de mesa en el Perú comisión para la promoción de las exportaciones. PROMPEX. Perú.

Fernández Díez, (1995).Biotecnología de la Aceituna de Mesa. Sevilla: Instituto de la Grasa y su Derivados, C.S.I.C.

Fichas internacionales de seguridad, (2010), Hidróxido de sodio, ICSC: 0360

García, Y. (2000).Estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta procesadora de aceite de oliva virgen. Lima: Universidad Agraria la Molina.

Garrido, M. (1991). Estudio de las características físico químicas de la aceituna estilo sevillana. Yauca- Arequipa. 100 pag.

Guerrero Andrés (1991): “Nueva Olivicultura”, 2da Edición .Ediciones Mundi – Prensa. Madrid España.

Hidróxido de sodio, (1995), Hoja informativa de sustancias peligrosas, New Jersey.

Kiritsakis, A., (1992). El aceite de olivo, primera edición, editorial A. Madrid Vicente Ediciones, España.

Manzano, R. (2011).Aceitunas negras oxidadas (negras californianas).

Recuperado el 14 de junio del 2012.

Marzano, D. (1998). Determinación de los parámetros en el procesamiento de la aceituna de mesa. Tacna: Tesis Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Marsilio P. (2002). Análisis sensorial de las aceitunas de mesa. Sevilla-España. 100 pags.

Miranda, R. (2010). Influencia del ácido acético en el procesamiento de la aceituna negra. Tesis. Madrid. España. 102 pag.

Sánchez, (2000), El pH y sus efectos, Trabajo de investigación, España.

Zubiri, (1995), El concepto descriptivo del tiempo, Trabajos del Seminario, Madrid.

ANEXOS

Anexo 1

Fotografías del trabajo de investigación



Foto 1. Agua con soda residual después del cocido de la aceituna.



Foto 2. Aceituna antes de realizar sus pruebas sin oxigenación.



Foto 3. Oxigenación para acelerar el ennegrecimiento.



Foto 4: Proceso de aireación para rápido ennegrecimiento T1.



Foto 5: Proceso de aireación para rápido ennegrecimiento T2.



Foto 6. Tratamiento para el ennegrecimiento y muestra de 2do lavado. (T3).

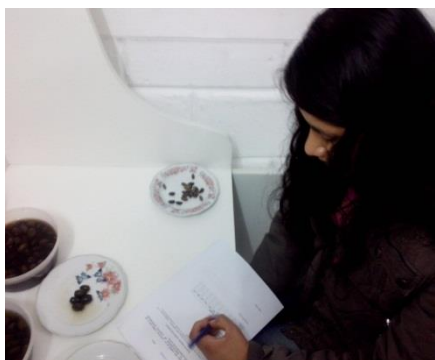
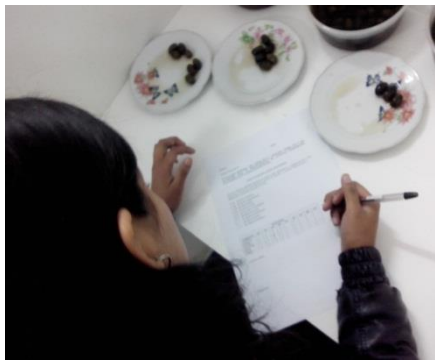


Foto 7. Ennegrecimiento de la aceituna en resultado final.



Foto 8. Manipulación de la aceituna.

Fotos de las fichas de evaluación sensorial



Anexo 2: Actividades desarrolladas en la investigación

Tabla 1. Actividades de investigación

Etapa	Actividad	Tiempo	Fecha	Hora inicio	Hora término
1°	Sumergido en salmuera 3 % s/aire	72 H	20/06/2014	19:30	12:00
2°	Sumergido en salmuera al 3 % c/aire	24 H	23/06/2014	12:00	12:00
3°	Eliminación salmuera		24/06/2014	12:30	13:00
4°	Adición de soda al 3 %	5 H	24/06/2014	13:30	18:30
5°	Lavado 01	12 H	24/06/2014	19:00	19:00
	Lavado 02	12 H	25/06/2014	07:00	19:00
	Lavado 03	12 H	25/06/2014	19:00	19:00
	Lavado 04	12 H	26/06/2014	07:00	19:00
	Lavado 05	12 H	26/06/2014	19:00	19:00
	Lavado 06	12 H	27/06/2014	07:00	19:00
	Evaluación contenido de soda		27/06/2014	07:00	
6°	Adición gluconato ferroso 0.1 %	24 H	27/06/2014	07:00	07:00
7°	Adición de salmuera al 8 % c/conservantes		28/06/2014	07:00	
	Evaluación del producto				

Tabla 2. Ficha de control

Controles			Aceituna con soda reusada sin filtrar			Aceituna con soda reusada filtrada			Aceituna con soda sin reusar (testigo)		
N°	Fecha	Control	A 01	A 02	A 03	B 01	B 02	B 03	C 01	C 02	C 03
01	24/6/14	Adicionar NaOH para llegar al 3 %	9 gr.	9 gr.	9 gr.	9 gr.	9 gr.	9 gr.	30gr.	30gr.	30gr.
		pH	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5
	24/6/14	Soda res. del quemado	2.76	2.76	2.76	2.82	2.82	2.82	2.76	2.76	2.76
		Soda residual 1° lavado	2.5	2.5	2.5	1.9	1.9	1.9	1.85	1.85	1.85
		pH	11.9	11.5	11.4	10.9	10.4	10.5	11.32	11.31	11.33
	25/6/14	Soda residual 2° lavado	0.71	2.1	0.71	4.3	0.71	0.71	4.18	4.18	4.3
		pH	10.2	10.3	10.45	10.25	10.15	10.29	12.14	11.8	11.9
	25/6/14	Soda residual 3° lavado	0.9	0.9	0.61	0.92	0.61	0.61	0.92	0.92	0.89
		pH	8.88	8.9	9.33	9.4	8.8	9.3	11.57	10.98	10.90
	26/6/14	Soda residual 4° lavado	0.172	0.098	0.172	0.58	0.6	0.6	0.61	0.61	0.61
		pH	8.89	8.81	8.83	8.97	8.99	9.07	11.2	10.9	11.3
	27/6/14	Soda residual 5° lavado	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.6	0.6	0.6	0.6
		pH	11.09	10.71	10.58	8.09	8.41	8.71	8.08	8.28	8.06
	27/06/14	Soda residual 6° lavado	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
		pH	8.49	8.71	8.69	8.15	8.14	8.18	7.08	7.38	7.61
	30/06/14	Adición de líquido de gobierno sal al 8 %									

Anexo 3: Ficha de evaluación sensorial

Nombre:

fecha:

Nombre del producto:

EVALUACION SENSORIAL DEL SABOR DE LA ACEITUNA VERDE CON Y SIN FILTRACIÓN PARA EL PROCESAMIENTO DE ACEITUNA ENNEGRECIDA (CALIFORNIANA) EN LA PROVINCIA DE TACNA.

Grado de aceptación o grado escala hedónica

Sírvase a evaluar las siguientes muestras de aceituna verde californiana y marque con una “x” “La cajita junto a la frase que mejor describa su opinión de acuerdo a la escala hedónica que se adjunta sobre el producto que acaba de probar.

- (9) Me gusta muchísimo
- (8) Me gusta moderadamente
- (7) Me gusta mucho
- (6) Me gusta un poco
- (5) Ni me gusta, ni me disgusta
- (4) Me disgusta un poco
- (3) Me disgusta moderadamente
- (2) Me disgusta mucho
- (1) Me disgusta muchísimo

MUESTRAS									
ATRIBUTO	567	782	249	303	622	724	423	801	212
ASPECTO									
COLOR									
TEXTURA									
OLOR									
SABOR									

COMENTARIOS

.....

.....

.....

.....

.....

GRACIAS