

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA**

**Escuela de Posgrado**

**MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE ACEITUNA  
(*Olea Europaea sativa Hoffg, Link*) VERDE ESTILO SEVILLANO  
PARA DISMINUIR EL USO DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS  
OPERACIONES DE LAVADO, CON APLICACIÓN DE  
DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) AL INICIO  
DE LA FERMENTACIÓN**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Ing. SONIA SUSANA POMAREDA ANGULO**

**Para optar el Grado Académico de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*)  
CON MENCIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DE ALIMENTOS**

**TACNA - PERÚ**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA**

**Escuela de Posgrado**

**MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PREPARACIÓN DE ACEITUNA (*Olea  
Europaea sativa Hoffg, Link*) VERDE ESTILO SEVILLANO PARA  
DISMINUIR EL USO DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS  
OPERACIONES DE LAVADO, CON APLICACIÓN DE  
DIÓXIDO DE CARBONO (CO<sub>2</sub>) AL INICIO  
DE LA FERMENTACIÓN**

Tesis sustentada y aprobada el 2 de diciembre del 2015: estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTA :

  
-----  
Dra. Liliana del Carmen Lanchipa Bergamini

SECRETARIA :

  
-----  
Mgr Yolanda Esther Sosa Gutiérrez

MIEMBRO :

  
-----  
M.Sc. Enrique Alfonso De Florio Ramírez

ASESOR :

  
-----  
M.Sc. Marcial Alfredo Castillo Coñaíla

## **DEDICATORIAS**

A Dios, que me concedió el derecho de la vida y me ofreció lo necesario para lograr mis metas. Gracias por las pruebas que me hacen crecer como profesional y me permiten dar lo mejor

A mis padres Francisco y Libia porque son las personas que me han ofrecido el amor y la calidez de un hogar al cual amo, a ellos les debo lo que soy.

A mis hermanas, quienes me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos, por su apoyo incondicional, sé que cuento con ellas.

A mis hijos Sergio y Sebastián a quienes les resté el tiempo que les pertenecía para terminar los estudios de maestría y culminar la presente investigación, ellos son mi mayor alegría, orgullo y motivación, me impulsan cada día a superarme en la vida. Gracias por su comprensión

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi gran amiga Martha por su apoyo incondicional, persistencia y tenacidad en el logro de esta meta

A la empresa Agroandes SAC por proporcionarme el material para la realización de la investigación

A la Sra. Julia Carrillo por su apoyo y colaboración al permitirme desarrollar mi tesis en las instalaciones de su empresa

A mi asesor MSc. Marcial Castillo Coñaña por brindarme su apoyo y la orientación oportuna para la realización de la presente tesis

A todas aquellas personas, colegas y amigos que de una u otra forma colaboraron o participaron en la realización de esta tesis.

## CONTENIDO

CONTENIDO .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I : PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO</b>	
1.1 Descripción del problema.....	3
1.2 Antecedentes del problema .....	4
1.3 Formulación del problema .....	6
1.3.1 Problema general.....	6
1.3.2 Problemas específicos.....	6
1.4 Justificación e importancia de la investigación.....	6

1.5	Objetivos de la investigación .....	8
1.5.1	Objetivos general .....	8
1.5.2	Objetivos específicos: .....	8
1.6	Hipótesis .....	8
1.6.1	Hipótesis general .....	8
1.6.2	Hipótesis específica.....	9
1.7	Variables del estudio .....	9
1.7.1	Identificación de las variables .....	9
1.7.2	Definición operacional de las variables .....	10
1.7.3	Limitación de la investigación .....	10
1.7.4	Descripción de las características de la investigación .....	10

## **CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO**

2.1	Características generales del olivo .....	11
2.2	El olivo .....	13
2.3	Composición química de la aceituna .....	17
2.4	Producción de aceituna .....	19
2.4.1	Producción nacional de aceituna .....	19
2.4.2	Superficie cosechada en 2011. ....	21

2.4.3	Producción de aceituna en la Región Tacna .....	22
2.4.4	Balance hídrico de la Región Tacna: .....	23
2.5	Definición de términos .....	25
2.6	Flujograma tradicional del aceituna verde estilo sevillano .....	30
2.7	Principales operaciones en el procesamiento de la aceituna verde al estilo español .....	32
2.7.1	Recolección.....	32
2.7.2	El tratamiento con lejía o desamarizado .....	32
2.7.3	Lavados .....	33
2.7.4	Colocación en salmuera .....	34
2.7.5	Fermentación .....	36
2.7.6	Almacenamiento de aceitunas fermentadas .....	38
2.7.7	Selección y clasificación.....	41
2.7.8	Envasado .....	42

### **CAPÍTULO III : MARCO METODOLÓGICO**

3.1	Metodología de la investigación.....	43
3.2	Lugar de ejecución .....	44
3.3	Muestras en estudios.....	44

3.4	Diseño experimental de la investigación .....	44
3.4.1	Diseño experimental:.....	47
3.5	Materiales .....	48
3.6	Equipos .....	50
3.7	Reactivos .....	49
3.7.1	Reactivos análisis fisicoquímicos .....	49
3.7.2	Reactivos análisis microbiológicos .....	50
3.8	Técnicas y análisis empleados .....	50
3.8.1	Metodología para el análisis fisicoquímico .....	50
3.8.2	Análisis microbiológicos.....	53
3.8.3	Metodología para el análisis estadístico .....	53

#### **CAPÍTULO IV : RESULTADOS**

4.1	Flujograma de la experimentación.....	56
4.1.1	Recepción de la materia prima .....	56
4.1.2	Tratamiento Alcalino .....	58
4.1.3	Lavados .....	63
4.1.4	Colocación en salmuera .....	65
4.1.5	Fermentación.....	67

4.2	Control de la fermentación.....	74
4.2.1	Control de la evolución del ph durante la fermentación para los tres tratamientos .....	74
4.2.2	Control de la evolución de la acidez durante la fermentación para los tres tratamientos.....	80
4.3	Cuadro comparativos del promedio de los experimentos de los tres tratamientos .....	86
4.3.1	Cuadro ANOVA comparativos del promedio de los tres experimentos del tratamiento 1 para el pH .....	86
4.3.2	Cuadro ANOVA comparativos del promedio de los tres experimentos del tratamiento 2 para el pH. ....	87
4.3.3	Cuadro ANOVA comparativos del promedio de los tres experimentos del tratamiento 1 para para la acidez.....	88
4.3.4	Cuadro ANOVA comparativos del promedio de los tres experimentos del tratamiento 1 para para la acidez.....	89
4.4	Cuadro comparativo del promedio de los tres tratamientos T1, T2, T3 .....	90
4.5	Selección y clasificación.....	92
4.6	Almacenamiento .....	94

4.7	Análisis microbiológico .....	97
4.7.1	Evaluación Microbiológica .....	97
4.8	Análisis estadístico .....	99
4.8.1	Comparación entre tratamientos .....	99
4.8.2	Evaluación organoléptica .....	103

## **CAPÍTULO V : DISCUSIONES**

5.1	De los lavados .....	110
5.2	Cantidad CO <sub>2</sub> aplicado .....	111
5.3	Tiempo de aplicación de CO <sub>2</sub> .....	111
5.4	Discusión del pH .....	112
5.5	Discusión de la acidez .....	112

<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>113</b>
---------------------------	------------

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>117</b>
------------------------------	------------

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>118</b>
---	------------

<b>ANEXOS</b> .....	<b>123</b>
---------------------	------------

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de las variables.....	10
Tabla 2.	Características fisicoquímicas de la aceituna sevillana	18
Tabla 3.	Composición química de la aceituna variedad sevillana.....	18
Tabla 4.	Producción nacional de aceituna.....	19
Tabla 5.	Producción de aceituna Región Tacna (T).....	22
Tabla 6.	Balance hídrico de la Región Tacna.....	24
Tabla 7.	Resumen de los experimentos aplicados.....	45
Tabla 8.	Resultado del tiempo del tratamiento alcalino (soda) de los tanques experimentales.....	62
Tabla 9.	Número de lavados, tiempo, y volumen de agua utilizado.....	64
Tabla 10.	Aplicación de CO <sub>2</sub> en la salmuera.....	67
Tabla 11.	Resultado del pH, acidez libre, acidez combinada durante la fermentación, tratamiento con un solo lavado y aplicación de CO <sub>2</sub> para los tres experimentos del tratamiento 1.....	69

Tabla 12.	Resultado del pH, acidez libre, acidez combinada durante la fermentación, tratamiento con 2 lavados y aplicación de CO <sub>2</sub> para los tres experimentos....	71
Tabla 13.	Resultado del pH, acidez libre, acidez combinada durante la fermentación, tratamiento con 3 lavados para el experimento.....	73
Tabla 14.	Resumen de la evolución del pH durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 1 (1 solo lavado).....	75
Tabla 15.	Resumen de la evolución del pH en unidades durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 2 (dos lavados).....	76
Tabla 16.	Resumen de la evolución del pH en unidades durante la fermentación para el tratamiento tradicional 3 (tres lavados).....	78
Tabla 17.	Evolución de la acidez libre en % de ácido láctico durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 1 (1 solo lavado).....	80
Tabla 18.	Evolución de la acidez libre en % de ácido láctico durante la fermentación para el experimento 2 (dos lavados).....	82

Tabla 19.	Evolución de la acidez libre en % de ácido láctico durante la fermentación para el tratamiento tradicional 3 ( tres lavados).....	84
Tabla 20.	ANOVA comparación de varias muestras tratamiento T1 para el pH. ....	86
Tabla 21.	ANOVA de comparación de varias muestras tratamiento T2 para el pH .....	87
Tabla 22.	ANOVA comparación de varias muestras tratamiento T1 para la acidez .....	88
Tabla 23.	ANOVA comparación de varias muestras tratamiento T2 para la acidez .....	89
Tabla 24.	Promedios de pH de los tratamientos T1, T2, T3 para el pH .....	90
Tabla 25.	Evolución de la acidez libre en % de ácido láctico de los valores promedios para los tratamientos T1, T2, T3	91
Tabla 26.	% de aceituna anillada para los tres experimentos .....	93
Tabla 27.	Resultado del pH acidez libre, acidez combinada en los experimentos .....	96
Tabla 28.	Resultado del análisis microbiológico para los tres tratamientos .....	98
Tabla 29.	Resultado de la comparación de muestras .....	100

Tabla 30.	ANOVA para el pH por tratamiento .....	100
Tabla 31.	Pruebas de múltiple rangos .....	101
Tabla 32.	ANOVA para la acidez entre tratamientos .....	102
Tabla 33.	Resultado de comparación de los tratamientos .....	102
Tabla 34.	Pruebas de múltiple rangos .....	102
Tabla 35.	Resumen ANOVA para los diferentes tratamientos .....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Árbol del olivo.....	11
Figura 2.	Aceituna verde.....	14
Figura 3.	Superficie cosechada 2011.....	21
Figura 4.	Flujograma tradicional de elaboración de aceitunas verdes.....	31
Figura 5.	Diseño experimental de la investigación.....	46
Figura 6.	Jabas de plástico con aceitunas .....	56
Figura 7.	Diagrama de flujo de la experimentación .....	57
Figura 8.	Índice de madurez de la aceituna de la investigación ...	58
Figura 9.	Tanque lleno para el tratamiento alcalino .....	59
Figura 10.	Eliminación de la soda (despiche) .....	60
Figura 11.	Grado de penetración de la soda en la aceituna .....	62
Figura 12.	Tanques en el proceso de lavado .....	64
Figura 13.	Tanque de dióxido de carbono con la columna de aplicación .....	65
Figura 14.	Aplicación de CO <sub>2</sub> y control de pH.....	66

Figura 15.	Evolución del pH en unidades durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 1 (1 solo lavado) .....	75
Figura 16.	Evolución del pH en unidades durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 2 (2 lavados).....	77
Figura 17.	Evolución del pH en unidades durante la fermentación para el tratamiento tradicional (3 lavados) .....	79
Figura 18.	Evolución de la acidez en porcentaje de ácido láctico durante la fermentación para los tres experimentos del tratamientos 1 (1 solo lavado) .....	81
Figura 19.	Evolución de la acidez en porcentaje de ácido láctico durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 2 (2 lavados) .....	83
Figura 20.	Evolución de la acidez en porcentaje de ácido láctico durante la fermentación para el tratamiento 3 (muestra testigo 3 lavados) .....	85
Figura 21.	Promedio de pH de los tratamientos T1, T2, Y T3 .....	91
Figura 22.	Evolución de la acidez libre en porcentaje de ácido láctico de los valores promedio para los tratamientos T1, T2, T3 .....	92

Figura 23. Porcentaje de anillado del promedio de los experimentos T1, T2, y T3 .....	94
Figura 24. Análisis sensorial .....	103
Figura 25. Análisis sensorial – degustación .....	104
Figura 26. Análisis sensorial – calificación .....	104

## RESUMEN

En la presente investigación se busca reducir el consumo de agua, eliminando 2 de los 3 lavados del proceso tradicional de aceituna verde estilo sevillano para eliminar la soda caústica que penetró en la aceituna producto del desamarizado, utilizando CO<sub>2</sub>, para su neutralización, logrando los mismos efectos del tratamiento tradicional garantizando la fermentación y asegurando la conservación y características típicas de la aceituna. Se realizó tres pruebas: grupo 1 y 2: con repeticiones, tratamiento alcalino con NaOH al 2 %, 1 lavado de 14 horas para el grupo 1 eliminación del agua y puesta en salmuera tanque t<sub>1,1</sub> , t<sub>1,2</sub> y t<sub>1,3</sub> , con dos aplicaciones de CO<sub>2</sub> hasta pH 7-7.5, Grupo 2: con 2 lavados de 4 y 6 horas, 1 aplicación de CO<sub>2</sub> puesta en salmuera Tanque t<sub>2,1</sub>, t<sub>2,2</sub>, t<sub>2,3</sub>., 8° Be inicial . Se controló el peso del CO<sub>2</sub>. Grupo 3 testigo tratamiento tradicional .Se evaluó el pH, acidez libre y combinada, durante 3 meses periodo de fermentación, control microbiológico y presencia de aceitunas defectuosas. Al final se obtiene una aceituna verde estilo sevillano ahorrando 66% de agua, disminuyendo los vertidos industriales manteniendo los valores de conservación, acidez libre > a 0,7% % expresada en ácido láctico, pH < a 4,2 unidades.

*Palabras claves: Aceituna, dióxido de carbono, fermentación*

## ABSTRACT

The present investigation It is sought to reduce the water consumption, eliminating 2 of the 3 washings of the traditional process of green Sevillian olive style to eliminate the caustic soda that had penetrated into the olive as product of desamarizado, using CO<sub>2</sub>, for its neutralization, achieving the same effects of the traditional treatment guaranteeing fermentation and assuring conservation and typical characteristics of the olive. Three proofs were accomplished: Group 1 and 2: with repetitions, alkaline treatment with NaOH to the 2 %, 1 washing of 14 hours for the group 1 elimination of water and setting in brine Tank t<sub>1,1</sub>, t<sub>1,2</sub> and t<sub>1,3</sub>, with two applications of CO<sub>2</sub> to pH 7-7,5, Group 2: With 2 washings of 4 and 6 hours, 1 application of CO<sub>2</sub> put in brine Tank t<sub>2,1</sub>, t<sub>2,2</sub>, t<sub>2,3</sub>, 8 °Be initial. The weight of the CO<sub>2</sub> got under control. Group 3 witnesses traditional treatment. The pH was evaluated, free acidity and combined, during 3 months of fermentation period, Microbiological control and the presence of defective olives. At the end, it obtains a green Sevillian olive saving 66 % of water, lessening the poured industrials of the process maintaining necessary conservation values, free acidity > 0,7 % expressed in lactic acid, pH < 4,2 units.

*Keywords : Olive , carbon dioxide , fermentation*

## INTRODUCCIÓN

El olivo planta milenaria, fue cultivado por el hombre desde tiempos inmemorables y utilizados en la alimentación debido a su alto contenido en proteínas carbohidratos, fácilmente asimilables por el organismo humano. El departamento de Tacna, por sus excelentes condiciones geológicas tiene grandes perspectivas para desarrollar la agroindustria del olivo a corto y mediano plazo (Salvarredi, 1988).

Tacna es la primera región olivarera del Perú, así lo demuestran los datos estadísticos. De las 92,527 toneladas de aceituna que se han producido a nivel nacional en el año 2012, Tacna contribuyó con 61,959 t. volumen que representa el 70 % de la producción nacional. (Salas, 2013).

El proceso tradicionalmente empleado, consiste en el endulzado de la aceituna mediante un tratamiento alcalino, seguido de tres lavados, la colocación en salmuera y fermentación, este proceso requiere entre 1 a 3 L/ Kg de aceituna (Marsilio, 2007); siendo uno de los insumos más importantes del procesamiento de aceituna verde aderezada.

La ubicación geográfica de Tacna hace que al estar situada en una zona desértica (desierto costero peruano) presente un déficit en el

abastecimiento agua de 8,631 m<sup>3</sup>/seg, por lo que reducir los lavados en este tipo de proceso contribuye al sostenimiento de esta actividad agroindustrial, dependiendo del tratamiento con lejía y lavado aplicado, la contaminación significativa de las aguas residuales se produce el procesamiento de oliva. La reducción del impacto ambiental es entonces una de las principales prioridades de la industria de la aceituna de mesa (Marsilio, 2007) en este contexto está orientado la presente tesis.

Garrido, (1997) recomienda el uso de Ácido Clorhídrico para la neutralización de la lejía residual el cual es un insumo controlado en nuestro país por lo que es muy difícil conseguirlo.

Durante la conservación se pueden presentar daños al producto como el ablandamiento, malos olores y alambrado (anillado o *fish eye*) (Asehraou, 2002)

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO METODOLOGICO**

#### **1.1 Descripción del problema**

Tacna es la primera región olivarera del Perú, así lo demuestran los datos estadísticos. Esta producción se sustenta en las extensas plantaciones en La Yarada y Sama.

Tradicionalmente las aceitunas verdes que se elaboran al estilo sevillano de fermentación permiten obtener aceitunas fermentadas con características aceptadas mundialmente, sin embargo este proceso requiere la utilización de abundante agua para los lavados de la aceitunas después del desamarizado, generando como consecuencia una fuente de contaminación ambiental por la cantidad de vertidos que se crea producto del tratamiento alcalino.

Considerando que Tacna es una zona desértica donde el agua escasea, este representa un problema latente.

## **1.2 Antecedentes del problema**

La tecnología aplicada para la aceituna verde estilo sevillano se menciona en el estudio realizado por V. Marsilio (2007), en esa investigación se propuso estudiar el uso de CO<sub>2</sub> como agente neutralizante alcalino en lugar de las aguas de lavado tradicional, en verdes estilo español. Acidez titulable, pH y azúcares poblaciones microbianas fueron monitoreados durante el procesamiento CO<sub>2</sub>; el tratamiento fue eficaz en la pérdida de hidrato de carbono soluble en agua de las aceitunas en la etapa de lavado, el efecto en la acidez combinada y fermentación del ácido láctico, el tratamiento con CO<sub>2</sub> logra la reducción de más del 80% de las aguas residuales.

Las evaluaciones sensoriales del producto final se llevaron a cabo. Aceitunas tratadas con CO<sub>2</sub> se percibieron como más intenso en sabor ácido que el control, mientras que para la textura no se detectó diferencias.

También se encuentran estudios realizados por Casado (2007) en esta investigación se estudia de nuevos procedimientos de elaboración de aceitunas verdes tratadas con álcali, no fermentadas, conservadas mediante tratamientos térmicos.

En las nuevas tecnologías aplicadas al sector de la aceituna manzanilla fina sevillana, está la investigación realizada por Santos F (1998), que parte de los sistemas y técnicas desarrolladas en la década de los setenta para la reducción de los costes de producción y mejora de la calidad del producto final hasta llegar a los procesos, máquinas y equipos actuales. La experiencia está dividida en tres partes: cultivo del olivar, proceso de elaboración y aguas residuales. Asimismo, se sustituyen parte de los lavados, neutralizando la lejía residual mediante el empleo de dióxido carbónico, CO<sub>2</sub>, 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, logrando la reducción de la producción de vertidos.

Un trabajo experimental con aplicación de CO<sub>2</sub> que realizó la empresa Biondi de nuestra localidad, que según la entrevista realizada a su jefe de planta (Ing.Garragate) comentó que la experimentación fue realizada pero que los resultados no fueron satisfactorios debido a una falta de control. (Garragate, 2015)

No hay una técnica estandarizada, validada y establecida para la aplicación del CO<sub>2</sub>, ya sea como agente neutralizador de la soda residual

o como suspensión de lavados en nuestra localidad donde el recurso hídrico es escaso, motivo por el cual se realiza esta investigación.

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema general**

¿Influirá el uso del CO<sub>2</sub> en la calidad de las aceitunas verde fermentadas al estilo sevillano?

#### **1.3.2 Problemas específicos**

¿Cuál será el efecto de la disminución del agua en los lavados con respecto a los valores fisicoquímicos pH, acidez libre y acidez combinada final de la aceituna (*Olea europaea sativa Hoffg Link*)?

¿Cómo influye la disminución de lavados en el porcentaje de frutos defectuosos al finalizar el proceso?

### **1.4 Justificación e importancia de la investigación**

La Región de Tacna actualmente cuenta con mayor producción de aceituna de mesa, representando el 62 % de la producción nacional, y así mismo representa también el 60 % del volumen de aceituna exportada, dentro de los tipos de preparación de aceituna se encuentra, la verde

estilo sevillano mencionada como tipo Arauco en la descripción de las partida arancelaria, en sus presentaciones entera, y rellena. (Salas, 2013)

En el proceso de preparación de aceituna verde estilo sevillano se aplica el tratamiento alcalino para desamarizar la aceituna, luego se somete a lavados para la eliminación de la soda que penetró, para luego someterla a un proceso de fermentación láctica que le permite al producto desarrollar sus características sensoriales típicas; en este proceso se reduce el pH, por la generación de la acidez logrando valores de menores a 4 unidades, permitiendo su conservación. (Gallegos, 2011)

El recurso hídrico de la región de Tacna, es limitado, y actualmente no está permitido la explotación de nuevos pozos subterráneos para la extracción del agua, por lo que el abastecimiento del líquido elemento es restringido en las zonas de cultivo, incluso para algunas zonas urbanas, a eso se puede añadir que la Provincia de Tacna tiene un porcentaje de crecimiento poblacional de 2 %, que reduce aún más la disponibilidad del recurso hídrico. (Salas, 2013)

La escasez de agua, limita el crecimiento de la producción por lo que es necesario encontrar una alternativa de solución que disminuya los requerimientos de agua en este tipo de proceso.

## **1.5 Objetivos de la investigación**

### **1.5.1 Objetivo general**

- Determinar el efecto del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el proceso de fermentación de la aceituna verde estilo sevillano.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Determinar el número de lavados en la preparación de aceituna verde estilo sevillano usando CO<sub>2</sub>.
- Determinar las características fisicoquímicas (acidez libre, acidez combinada, pH )
- Determinar las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas del mejor tratamiento de la aceituna (*Olea europaea sativa Hoffg Link*). verde estilo sevillano

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

El uso de CO<sub>2</sub> en el procesado de aceitunas verdes estilo sevillano desarrolla un proceso de fermentación de similar características al proceso tradicional.

## **1.6.2 Hipótesis específicas**

- El uso del CO<sub>2</sub> en el procesado de aceitunas verde desarrolla un pH de similar características al proceso tradicional
- El uso del CO<sub>2</sub> en el procesado de aceitunas verde desarrolla una acidez libre de similar características al proceso tradicional
- El uso del CO<sub>2</sub> en el procesado de aceitunas verde desarrolla una acidez combinada de similar características al proceso tradicional

## **1.7 Variables del estudio**

### **1.7.1 Identificación de las variables**

La variable independiente permite plantear este nuevo método que permitirá el ahorro de agua.

Las variables dependientes me permite analizar los diferentes parámetros en el proceso de elaboración, mediante el método planteado, verificando el buen desempeño de la fermentación asimismo comparar con respecto a un proceso tradicional que no afecta la calidad final del producto final.

#### **a) Variable independiente**

- Cantidad de CO<sub>2</sub>

## b) Variable dependiente

- Número de lavados

### 1.7.2 Definición operacional de las variables

Para llevar a cabo la investigación de la tesis se necesita definir las variables que permitirán organizar los datos y estudiar las relaciones entre ellos como se muestra en la tabla 1

Tabla 1:  
Operacionalización de las variables

VARIABLES	INDICADORES
INDEPENDIENTES	Cantidad de CO <sub>2</sub> utilizado
➤ Uso de CO <sub>2</sub>	
DEPENDIENTES	pH, Acidez libre, Acidez combinada.
➤ Reducción del número de lavados utilizados	

Fuente: Elaboración Propia

### 1.7.3 Limitación de la investigación

La limitación es de carácter estacional ya que la aceituna no se produce todo el año (temporada de cosecha entre marzo y junio). Campaña 2013 para la zona de la Yarada, utilizando aceituna (*Olea europaea sativa Hoffg Link*) de la variedad sevillana.

### 1.7.4 Descripción de las características de la investigación

Investigación tecnológica aplicada.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Características generales del olivo

Es conocida la gran longevidad del olivo. Existen árboles cultivados, incluso en buen estado de producción, de 300 a 400 años de edad (fig.1) Además, en caso de que desapareciera el tronco por envejecimiento al cortarlo al ras de tierra, brotaría nuevamente desde su base, dando lugar a un nuevo árbol (Guerrero, 1991).



**Figura 1. Árbol del Olivo**

Fuente: [http://plantas.facilísimo.com/propiedades del olivo.html](http://plantas.facilísimo.com/propiedades_del_olivo.html)

El olivo es una planta muy rústica, de ahí que se encuentre en terrenos de poca fertilidad y en climas extremadamente áridos. Cuando se planta en terrenos fértiles y en lugares de buena pluviometría, sus producciones son mucho más altas (Guerrero, 1991).

El árbol del olivo crece en las áreas subtropicales, se desarrolla en zonas climáticas áridas y templadas, y aún en pendientes calcáreas o en suelos salinos que no son adecuados para la mayoría de otras cosechas. Es resistente a las sequías y al frío, requiere del frío invernal para florecer y un gran número de unidades caloríficas para madurar la fruta, y tiene una fuerte tendencia a la alternancia entre cosechas (Desrosier, 1986).

Como en cualquier especie frutal, una buena variedad del olivo debe satisfacer determinadas necesidades y ser susceptible de originar una producción rentable, es decir, manifestar una elevada eficiencia productiva.

La calidad de la aceituna y del aceite de oliva dependerá en principio de las características específicas del cultivar y también de la condición de manejo, extracción y conservación. Los requerimientos de las variedades de aceituna de mesa son: bajo contenido en aceite, buen tamaño del fruto, maduración uniforme, dureza de la pulpa, facilidad de desprendimiento del hueso, y una elevada relación pulpa - hueso. Las

exigencias comerciales de una buena variedad de almazara se refieren esencialmente al rendimiento graso y a la calidad del aceite. Un aceite de buena calidad debe tener una buena relación entre ácidos saturados e insaturados y una considerable cantidad de esteroides, clorofilas y componentes aromáticos. (Gallegos, 1999)

## **2.2 El olivo.**

Según la norma cualitativa unificada del Consejo Oleícola Internacional (1980), se denomina “aceituna de mesa” al fruto de variedades determinadas del olivo (*Olea europaea sativa Hoffg, Link*), sano, cogido en el estado de madurez adecuado y de calidad tal, que, sometidos a las preparaciones adecuadas, dé un producto de consumo y de buena conservación como mercancía comercial. (fig.2)

Estas preparaciones pueden, eventualmente incluir la adición de diversos productos y aromatizantes de buena calidad alimenticia. (Fernández Díez, 1985).

El fruto del olivo es una drupa carnosa, más o menos alargada según la variedad, de color verde, que cambia a morado o negro cuando está madura, alcanzando un peso medio comprendido entre 1,5 y 12 g, aproximadamente. Como excepción pueden encontrarse frutos de 5,5 y 20 g. Sus dimensiones oscilan, generalmente, entre 2 y 3 cm de longitud

de 1 y 2 cm de diámetro transversal, siendo su peso específico próximo a la unidad.



**Figura 1. Aceituna Verde**

Fuente: Proyecto Agroandes SAC (2012)

El porcentaje de pulpa es intensamente amarga cuando aún está verde varía del 70 al 88%, representando, por, lo tanto, el hueso del 12% al 30 % del total del fruto. La semilla en él contenida supone algo menos del 10 % del peso del hueso. (Fernández Diez, 1985).

Tanto las características físicas como la composición química de la pulpa comestible, dependen de un cierto número de factores, entre los que destacan la variedad y el estado de madurez en la época de recolección. Como factores secundarios, pero suficientemente importantes, deben mencionarse igualmente la situación geográfica, calidad del suelo y tipo de cultivo, seco o regadío.

Los principales constituyentes de la pulpa de la aceituna son el agua y el aceite, encontrándose en general que ambos componentes guardan entre sí una relación inversa para un mínimo grado de madurez.

Siguen en importancia cuantitativa los hidratos de carbono, en especial los monosacáridos y oligosacáridos libres existentes en la pulpa. Se han identificado como azúcares y polioles mayoritarios; glucosa como componente principal; fructosa, manitol y sacarosa, y como azúcares minoritarios xilosa y raminosa. . (Fernández Diez, 1985).

La fibra está constituida principalmente por celulosa como componente mayoritario, seguido de lignina y hemicelulosas. Las sustancias pécticas representan del 0,3 % al 0,6 % de la pulpa fresca, encontrándose principalmente ácido anhidro galacturónico, grupos carboxilos esterificados y acetilos.

La fracción proteica de la pulpa de aceitunas maduras frescas oscila entre 1,5 % y 5 % dependiendo de la variedad, desde el punto de vista de los aminoácidos constituyentes de estas proteínas, se encuentran presentes la totalidad de aminoácidos comunes, sin exceptuar los esenciales, de los cuales la arginina representa aproximadamente el 25%, seguida de leucina y valina. En términos generales, aquellos que presentan mayor proporción son: ácido aspártico, ácido glutámico y

arginina. La relación entre los dos primeros es aproximadamente 1:1, que difiere de la encontrada para otros productos vegetales. (Fernández Diez, 1985).

Los ácidos orgánicos presentes en el jugo del fruto pueden representar de 1,5% a 1 %, siendo los responsables en parte de capacidad tampón del producto fermentado. Los ácidos identificados son: ácido cítrico, málico y oxálico. Y el valor del pH del jugo celular varía según la variedad de 4,1 a 5,4 unidades.

El contenido de cenizas de la pulpa oscila entre 0,68% y 1,10%, donde el potasio es el elemento predominante, seguido a gran distancia del fósforo, calcio, magnesio y sodio.

El contenido de compuestos es de 1% y 3 % de la pulpa fresca madura, expresado como ácido tánico y el principio amargo oleuropeína, cuantificado de forma relativa por medidas espectrofotométricas a 345 mm. (Fernández Diez, 1985).

La clasificación taxonómica del olivo según Strasburger,(1990) es la que se indica a continuación:

### **Clasificación taxonómica.-**

Reino	: Eucaryota
Subreino	: Cormobionta
División (phylum)	: Spermatophyta
Subdivisión	: Magnoliophytina (angiospermae)
Clase	: Magnolictae (Dicotyledoneae)
Subclase	: Lamiidae
Orden	: Oleales (ligustrales)
Familia	: Oleaceas
Género	: Olea
Especie	: <u>Olea europea L</u>
ssp:	: sativa Hoffg Link

Citado por (Gallegos, 1999)

### **2.3 Composición química de la aceituna**

La composición físico-química de la pulpa de aceituna, variedad sevillana, que se produce en nuestro medio (Región Tacna) fue investigado por Marzano (1988), la misma que se muestra en la tabla 2; Así mismo la composición química para la variedad sevillana se muestran en la tabla 3

Tabla 2:

Características fisicoquímicas de la aceituna sevillana

	Aceituna verde gr	Aceituna madura gr
Densidad (kg/l)	1,14	1,07
PH	4,80	5,00
Relación pulpa/hueso	6,00	8,00

Fuente Marzano 1988

Tabla 3 :

Composición química de la aceituna variedad sevillana

Contenido en 100 gr de pulpa de aceituna fresca		
	Aceituna verde gr	Aceituna madura gr
Humedad	71,83	67,54
Grasa	15,64	20,97
Proteínas (1)	1,50	1,57
Ceniza	2,28	2,36
Fibra	1,81	1,64
Carbohidratos (2)	8,60	7,36
Acidez (3)	0,74	1,08
Azúcares reductores	4,80	4,10
Taninos	2,11	1,64
Oleuropeína (4)	2,25	1,98

Fuente: Marzano, 1988

- (1) Factor de Conversión de proteínas 6,25
- (2) Por diferencia
- (3) Expresado en porcentaje de ácido cítrico
- (4) Medición de absorvancia de 345 nm

## 2.4 Producción de aceituna

Las principales zonas productoras de aceituna en el Perú se muestran en el cuadro 4; en este cuadro se puede observar que la mayoría de las plantaciones se encuentran al sur de nuestro país, siendo los de mayor producción las zonas de Tacna y Arequipa

### 2.4.1 Producción Nacional de Aceituna

El cultivo del olivo a nivel nacional se puede observar en la tabla 4 ha logrado incrementar la superficie cosechada al 2011, alcanzando

Tabla 4:

Producción nacional de aceituna

ACEITUNA – PRODUCCIÓN (t)							
AÑOS	TOTAL NACIONAL	AREQUIPA	ICA	LA LIBERTAD	LIMA	MOQUEGUA	TACNA
2005	54 622	18 484	1 177	140	966	471	33 365
2006	52 298	13 859	1 284	114	986	527	35 526
2007	52 444	14 571	1 013	123	1 199	135	35 404
2008	114 363	36 615	1 274	117	1 412	1342	73 602
2009	7 170	45	1 228	138	1 106	33	4 319
2010	75 035	29 990	1 321	133	1 387	533	44 670
2011	73 092	13 987	1 651	134	1 863	709	54 748
2012	92 527						61 959

Fuente: Ministerio de agricultura 2011

Las 12,962 hectáreas en los diferentes espacios de la costa del Perú. En orden de tamaño de la superficie cosechada, Tacna es la que posee la mayor superficie de plantaciones de olivo, seguida de Arequipa, Ica, Moquegua, Lima y otros como La Libertad. Este cultivo ha registrado una expansión importante en un período corto, debido al buen uso de prácticas agrícolas y a su rentabilidad. (Salas, 2013)

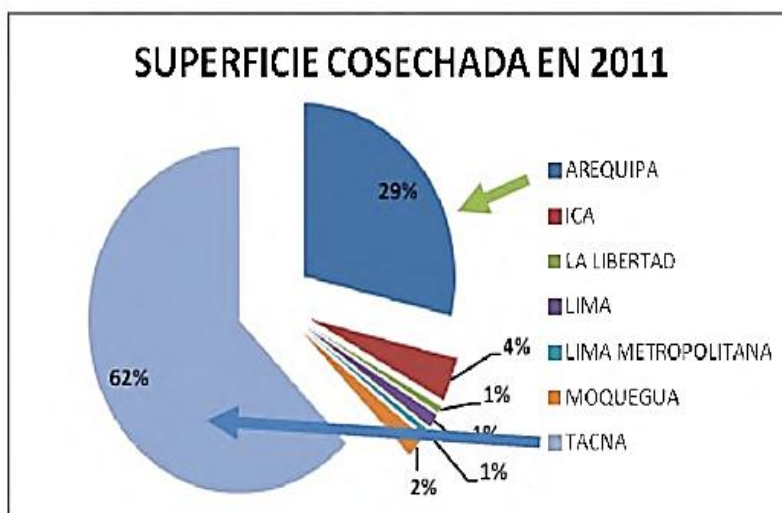
La producción de aceitunas crece a un ritmo anual de 3.8%, esto se debe al incremento de las plantaciones orientadas hacia el mercado externo; es así que a nivel nacional en el 2011 se ha producido 73,092 t. de aceituna, sin embargo la mayor producción fue en el 2008 con 114,363 t. esto se debe a factores climáticos favorables que se dio en el 2007 al 2008 como es la mayor acumulación de horas frío antes y durante de la floración del olivo que permitió el brote de yemas de la campaña anterior y de su misma campaña, esto determinó que al año siguiente, es decir en el 2009 la producción tenga la mayor caída en toda su historia estadística, llegando escasamente a 7,170 toneladas en el nivel nacional. (Salas, 2013)

La serie histórica demuestra que la Región Tacna es la de mayor producción con 54,748 t. en el 2011, seguido de Arequipa con el 19%, y el resto del país con el 7% conformado por Lima, Ica, Moquegua y la Libertad. El 5% de la producción nacional de aceituna, se destina a la

elaboración de aceite y el resto se procesa en forma de aceituna entera (negras y verdes). Es necesario indicar que existe una expansión del rendimiento promedio por hectárea (1,6%) debido al manejo técnico del cultivo. (Salas, 2013)

### 2.4.2 Superficie cosechada en 2011

Según el MINAG (2011), la superficie cosechada a nacional fue de 12,962 ha; Tacna representa el 62,5%, con 8,100 has., como se muestra en la figura 3:



**Figura 3. Superficie cosechada**

Fuente: Tacna producción y exportación Ministerio de Agricultura

### 2.4.3 Producción de aceituna en la región Tacna

La producción de aceituna en Tacna en el 2012 representó el 67 % de la producción nacional, como se muestra en la tabla 5, su contribución anual en este rubro manifiesta un crecimiento ascendente continuo, mejorando gradualmente el rendimiento de kg/ha. En el 2012 se registró 7,529 kg/ha. Como promedio regional; sin embargo en la Yarada agricultores y empresas dedicadas a este rubro han llegado a rendimientos altamente rentables entre 10,000 a 12,500 Kg/ha. (Salas, 2013)

Tabla 5:

Producción de aceituna Región Tacna (t)

PRODUCCIÓN DE ACEITUNA REGIÓN TACNA (t)			
AÑO	PERU	TACNA	%
2000	30 026	16 730	56
2001	32 442	17 244	53
2002	32 484	17 463	54
2003	38 039	23 462	62
2004	42 071	26 724	64
2005	54 622	33 365	61
2006	52 298	35 526	68
2007	52 444	35 404	68
2008	114 363	73 602	64
2009	7 170	4 619	64
2010	75 035	44 670	60
2011	73 092	54 748	75
2012	92 527	61 959	67

Fuente: Ministerio de Agricultura (2011)

#### **2.4.4 Balance hídrico de la Región Tacna:**

El Proyecto Especial Tacna, ha presentado el Estudio del Balance Hídrico de Región Tacna que se muestra a continuación, (tabla 6) en el que se observa un déficit de menos 8,63 m<sup>3</sup>/seg. En promedio anual, estudio que demuestra que los meses de mayor estrés hídrico se extiende de octubre a diciembre, llegando a un límite superior de menos 12,55 m<sup>3</sup>/seg. en diciembre. Periodo que coincide con la época de siembra y crecimiento en los cultivos transitorios; mientras que la mayor oferta se presenta en los meses de febrero a abril y en cuanto a la demanda mensual que fluctúa entre 16 a 24 m<sup>3</sup>/seg. Los mayores requerimientos son entre los meses de octubre a abril. (Salas, 2013)

Tabla 6:

Balance hídrico de la Región Tacna

DESCRIPCION	ENE	FEB	MARZ	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM	TOTAL MMC
1 OFERTA DE AGUA	13,773	16,242	15,246	13,003	12,670	12,557	12,429	12,170	11,000	11,626	11,413	11,973	12,916	407,3
2.DEMANDA DE AGUA	23,074	23,031	26,082	28,273	22,222	18,993	18,704	15,302	16,256	18,800	22,640	24,506	21,547	679,5
3.BALANCE HÍDRICO	-0,341	-7.350	-10,82	-15,27	-6,543	-6,436	-6,335	-3,123	-4,356	-7,180	-11,236	-12,533	-8,631	-272,2

Fuente: Ministerio de Agricultura, 2011

Los meses de producción de aceituna son en los meses de marzo y abril, donde se realizan este tipo de preparación, en la tabla 6 se observa que estos dos meses son los que presenta déficit de agua.

## **2.5 Definición de términos**

### **a) Aceitunas verdes:**

Son las obtenidas de frutos recogidos durante el ciclo de maduración, antes del envero. La coloración del fruto podrá variar del verde al amarillo paja. Estas aceitunas serán firmes, sanas y resistentes a una suave presión entre los dedos y no tendrán manchas distintas de las de su pigmentación natural, con las tolerancias que más adelante se determinen. (NTP 209.098)

### **b) Preparaciones comerciales según NTP 209.098**

#### **• Aceitunas verdes al estilo sevillana en salmuera:**

Tratadas con una base alcalina y acondicionadas posteriormente en salmuera en la que sufren una fermentación natural total.

En el caso de que no sean sometidas a una fermentación natural total y aun contengan azúcares reductores, su conservación posterior, en un pH incluido en los límites previstos en la presente NTP podrá realizarse:

- Por esterilización o pasteurización
- Por adición de sustancias de conservación
- Por refrigeración
- Por tratamiento con nitrógeno o dióxido de carbono, sin salmuera.

### **c) Algunas operaciones en el procesamiento de aceituna verdes**

- **Tratamiento alcalino o desamarizado**

La operación fundamental en el aderezo de aceitunas verdes, estilo español o sevillano, es indudablemente el "cocido" de los frutos, esto es, su tratamiento con solución diluida de sosa cáustica. El principal objetivo del cocido es la eliminación del glucósido fenólico amargo oleuropeína. Este tratamiento con lejía ejerce una acción muy compleja sobre los frutos, siendo su consecuencia más importante favorecer el posterior desarrollo de una fermentación eminentemente láctica. (De la Borbolla & Alcalá, 1975)

Es necesario que la penetración sea a una profundidad de 1/2 a 3/4 del espesor del pericarpio, de manera que se retenga una parte del sabor amargo y suficientes Carbohidratos para la fermentación subsecuente. Esta pequeña área no tratada le confiere mejor textura a los frutos y finalmente al amargor residual, para algunos paladares es un atributo de calidad. (Salvarredi, 1988) El progreso de la lejía se observa

con fenolftaleína que se aplica a la superficie de las aceitunas cortadas. Una solución de NaOH al 1,8 % (3° Be) penetrará en la fruta hasta la profundidad deseada en 4 a 8 horas a temperatura ambiente, el tiempo dependerá de la madurez, el tamaño y la textura de las aceitunas. La velocidad de penetración se incrementa con la temperatura; cuando ésta supera los 28 °C, tiende a ampollar y reblandecer las aceitunas (Desrosier, 1986).

Si el tratamiento con álcali es muy superficial los frutos quedan amargos porque parte de la oleuropeína contenida en el fruto queda sin transformar en el medio, en ciertos niveles, tendría un efecto inhibitor sobre algunos fermentos (Salvarredi, 1988).

En esta etapa importantísima en la preparación de aceitunas fermentadas, la concentración de hidróxido de sodio o soda caustica ejercerá una acción fundamental en el proceso fermentación, independientemente de la permeabilidad de la piel de los frutos, lo que por medio de un proceso de osmosis-difusión entre el jugo citoplasmático de los frutos de los frutos y la salmuera, permitirían la formación de un óptimo caldo de cultivo, para el desarrollo predominante de los lactobacilos. (Salvarredi, 1988)

Podemos decir que con pequeños variantes en más o menos la concentración más utilizada de lejía (hidróxido de sodio), es del 2%; íntimamente ligada a la temperatura y al estado de madurez de los frutos, ya que la velocidad de penetración es mayor a medida que se incrementa la temperatura. Exceder de 18 a 20 °C puede acarrear algunos inconvenientes como ablandamiento de la pulpa tratada, ampollado de la piel, separación de la pulpa en la parte tratada y no tratada entre otros. También es necesario mencionar que la calidad del agua disponible en las fábricas está íntimamente relacionada con la rapidez del cocido. (Salvarredi, 1988)

- **Suspensión de algunos lavados**

Cuando se elimine uno de los lavados es conveniente que el aplicado sea largo, para que la acidez combinada final sea la más baja posible. Este sistema de lavado se realizaba tradicionalmente por algunos maestros aderezadores, especialmente en lugares donde escaseaba el agua. Debe procurarse, siempre que se aplique, no dar un cocido muy enérgico. (Fernández Diez, 1985)

Para eliminar todo el lavado se han seguido dos sistemas diferentes: por adición de ácido clorhídrico y por cocido de lejías de baja graduación.

La suspensión de lavados por acidificación se puede combinar o no con la reutilización de las lejías de cocido. En el primer caso, neutralizando la sosa equivalente que se elimina en el lavado mediante la adición de ácido clorhídrico a la salmuera.

Cuando la cantidad de ácido añadida es grande, a veces afecta, las características organolépticas de los frutos fermentados, y cuando dicha cantidad se añade íntegramente, puede alterar la marcha normal de la fermentación. Por lo tanto se recomienda:

- Añadir la cantidad calculada de ácido preferentemente en dos fracciones: una al principio, en la propia salmuera blanca o a las 24 - 48 horas y otra terminada la fermentación láctica principal.
- Cuando se añada una sola vez es preferible que sea después de la fermentación láctica principal, ya que al principio dicha adición puede inhibir el desarrollo de los lactobacilos. (Gallegos, 1999)

- **Calidad del agua en la preparación de aceitunas de mesa**

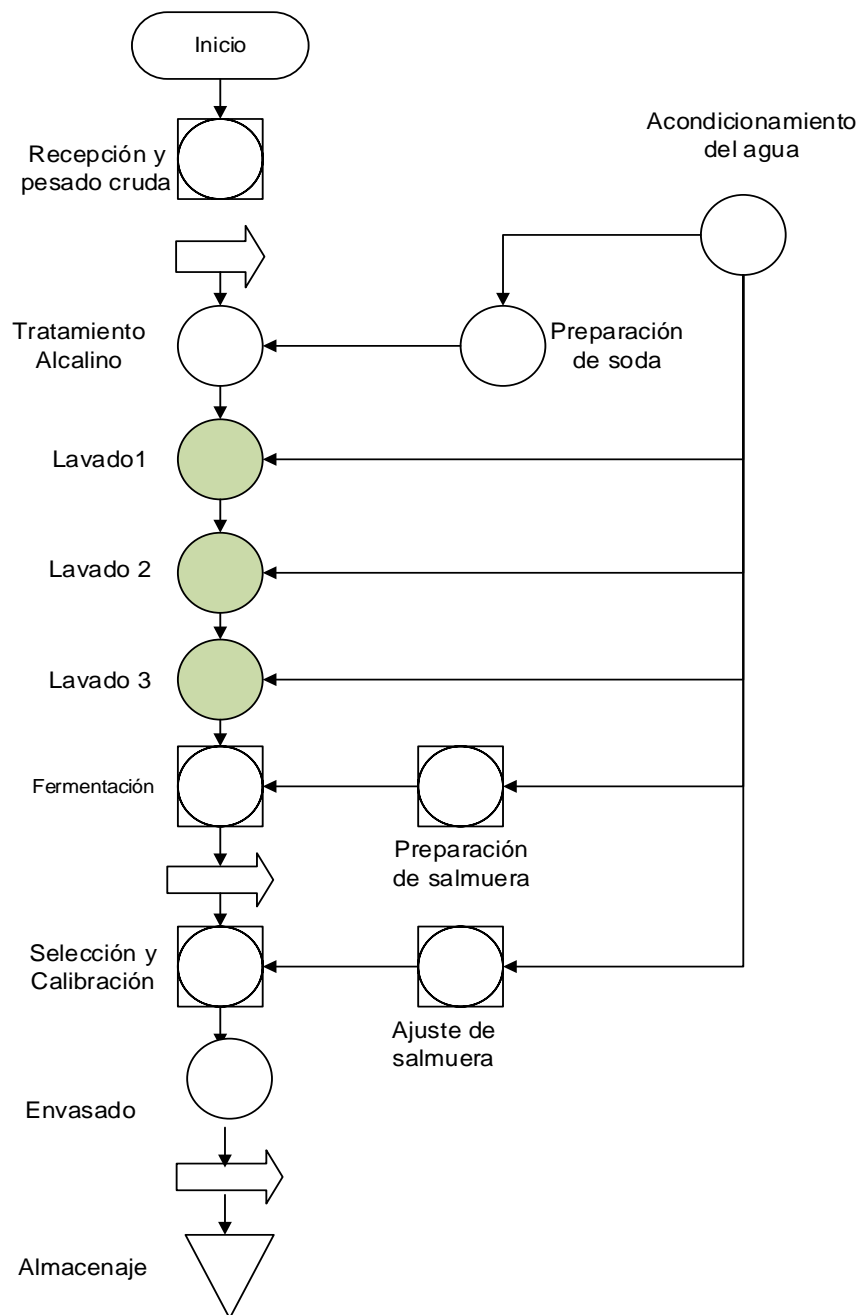
El agua utilizada en áreas como nuestra localidad desde el punto de vista químico el contenido de cationes, calcio y magnesio; responsable de la dureza de la misma; en cierto punto actuarían como endurecedores de la textura de la pulpa.

El agua que proviene de la red pública está convenientemente potabilizada o clorinada, Cuando se extraen aguas subterráneas, estas no tienen turbidez y si provienen de suficientes profundidad, en algunos casos bacteriológicamente aptas.

El agua en la industria alimentaria debe ser incolora, inodora, insípida y bacteriológicamente apta. Uno de los hechos más destacables de las propiedades del cloro es su gran eficiencia en dosis sumamente pequeñas. Su utilización está fundamentada en el efecto destructivo de las diastasas necesarias e indispensables para vida microbiana y su gran poder oxidante, favoreciendo la eliminación de materia orgánica. (Salvarredi, 1988).

## **2.6 Flujograma tradicional del aceituna verde estilo sevillano**

El fin de diferentes procesos de elaboración de aceitunas verdes es quitar el amargor natural de las aceitunas, el aderezo o quemado, es el proceso en el cual as aceitunas son tratadas con una solución acuosa de hidróxido de sodio (NaOH) también conocida como lejía, en este caso los frutos pueden llegar a perder todo el amargor (Extenda, 2006) para ello se sigue el flujo tradicional que consta en la figura 4



**Figura 2. Flujograma tradicional de elaboración de aceitunas verdes**

Fuente: Manual de procesamiento de aceituna verde y negra (Gallegos, 2011)

## **2.7 Principales operaciones en el procesamiento de la aceituna verde al estilo español**

### **2.7.1 Recolección**

La aceituna del tipo verde, destinada a la preparación como estilo español, se recolectan cuando el fruto ha alcanzado un color verde amarillo pajizo, y al cortarlo transversalmente alrededor de su circunferencia mayor libera limpiamente el hueso al someterlo a una ligera torsión con los dedos , si la superficie del mismo presenta algo más que un ligero tinte rosado, aun cuando en determinadas variedades no afecten el color del producto final aderezado, indica claramente que se ha sobrepasado el óptimo de madurez con el consiguiente riesgo de encontrar deficiencias en textura en la elaboración ( Fernández Diez, 1985)

### **2.7.2 El tratamiento con lejía o desamarizado**

El tratamiento alcalino, junto con la fermentación es una de las principales operaciones del proceso y tiene como objetivo eliminar el principio amargo oleuropeina, ( compuesto polifenólico responsable del amargor intenso en la aceituna que impide el proceso fermentativo), al momento que el hidróxido de sodio es incorporado, se produce un efecto osmótico, donde la soda penetra a la aceituna, originándose diferentes

procesos químicos al interior de la pulpa de la aceituna, siendo el más importante la hidrólisis del compuesto polifenólico oleuropeina, haciendo soluble el principio amargo, gracias a la acción de la solución de hidróxido de sodio (soda cáustica).

La aceituna se coloca en el tanque vacío y luego se agrega una solución con hidróxido de sodio del 2 %, que se ha preparado con anterioridad y varía en función al tamaño y estado de madurez del fruto, se espera que penetre hasta llegar al  $\frac{3}{4}$  partes de la aceituna sin llegar al hueso y el tiempo que demora es de aproximadamente de 6 horas.

Una vez que penetró la soda a la pulpa de la aceituna se da por concluida esta operación y se procede a desechar la solución resultante, abriendo el despiche inferior que tiene el tanque. Esta operación debe hacerse lo más rápido posible ya que si la aceituna no contiene líquido de gobierno se deteriora. (Gallegos, 2011)

### **2.7.3 Lavados**

Los lavados son operaciones complementarias del “cocido”, siendo su principal objetivo la eliminación de la lejía que permanece adherida a la superficie del fruto y una parte, al menos, de la que penetró en su interior. Otro objetivo de gran importancia es, también, la eliminación parcial del amargor característico, continuándose durante este proceso

la transformación de algunos componentes de las aceitunas, así como la eliminación de los originalmente de los solubles y solubilizados durante el cocido (De Borbolla & Alcalá, 1975)

En nuestro medio se utiliza la técnica de tres lavados que es el método tradicional o convencional que pueden varias como primer lavado 6 horas, segundo lavado durante 8 a 10 horas y el tercer lavado de 4 a 6 horas haciendo un total de tiempo de lavado que varía entre 20 a 24 horas.

Es importante destacar que las aguas de lavado no solamente arrastran soda y elementos perjudiciales, sino que a la vez arrastran componentes solubles de las aceitunas, como el azúcar, sales minerales, vitaminas, etc. las que desempeñan una función primordial en la fermentación, pues precisamente de estos componentes depende el pH y la acidez final necesaria para la obtención de un buen producto y una adecuada conservación. (Salvarredi, 1988)

#### **2.7.4 Colocación en salmuera**

Se retira la última agua de lavado, y se agrega una solución de agua con sal llamada salmuera, que tiene una graduación inicial de 6 ° Baumé, la cual se prepara con anterioridad. La graduación de sal de la salmuera es baja, para acelerar el proceso de fermentación. A los 4 días

se hace la eliminación de los fondos alcalinos, que tiene como objetivo eliminar los restos de soda, que consiste en retirar parte de la salmuera para facilitar la caída del pH. (Gallegos, 2011)

Las salmueras en el momento de añadirse a las aceitunas únicamente están constituidas por cloruro sódico, Sin embargo con mayor o menor rapidez, se transforma por fenómenos osmóticos en un medio de cultivo rico a costa de los componentes que tiene el fruto. La velocidad de estas transformaciones dependerá de una serie de factores, como la variedad de la aceituna, tratamiento utilizado, fruto/salmuera, concentración de la propia salmuera (Fernández Díez, 1985)

La concentración de las salmueras empleadas tiene importancia debido a que salmueras muy concentradas pueden producir arrugado de los frutos y dificultar el crecimiento de los lactobacilos. En cambio salmueras con inadecuada concentración de sal pueden desarrollarse gérmenes perjudiciales y alterar la fermentación. Las concentraciones de sal utilizadas varían de acuerdo a la zona desde 6 a 12 °Be algunas veces acidulada con ácido acético (Salvarredi, 1988)

### **2.7.5 Fermentación**

Las aceitunas fermentadas (españolas, griegas o sicilianas) se obtienen con la ayuda de la flora natural de las aceitunas que se componen de diversas bacterias, levaduras y mohos. La fermentación de las aceitunas es bastante similar a la del sauerkraut, excepto en que es más lenta, e implica un tratamiento con lejía. (Jay, 1978)

La fermentación de aceitunas por el método tradicional se divide en cuatro fases bien definidas, que se caracteriza por un desarrollo diferente de la población microbiana, consecuentemente por un cambio de las características fisicoquímica de las salmueras.

#### **2.7.5.1 Primera Fase**

Se extiende desde la colocación de las aceitunas en salmuera momento en el que el valor de pH es superior a 10 unidades hasta que este se aproxima a 6 unidades, lo que suele suceder entre los 5 y 10 primeros días. En esta fase se detectan los siguientes grupos de microorganismos: bacilos gram negativos, esporulados gram positivos y bacterias cocáceas del ácido láctico de los géneros *Leuconostocs*, *Pedicoccus*, y *Enterococcus*. Los gram negativos inician el descenso rápido del pH, no obstante se debe evitar un profuso desarrollo de los mismos dado que pueden provocar alteraciones.

Una vez comienza el desarrollo de bacterias del género lactobacilos se inicia la segunda fase. (Extenda, 2006)

### **2.7.5.2 Segunda fase**

En esta segunda fase dura hasta que el valor de pH es de 4,5 unidades. Desciende la población de cocos lácticos y desaparecen los bacilos gram negativos esta fase suele ocurrir entre 15 y 30 días. (Extenda, 2006)

### **2.7.5.3 Tercera fase**

Se caracteriza por el predominio de los lactobacilos de los que se han aislado, además del tipo de *Lactobacilos plantarum*, otras especies como *L. brevis* y *L. brueckii*. Esta fase dura hasta la producción de ácido láctico por el consumo de la materia fermentable. El valor del pH resulta igual o inferior a 4,0 unidades. Junto a los microorganismos citados en las tres fases de la fermentación, se encuentra un desarrollo variable de levaduras

Una vez terminada la fermentación láctica, se inicia la conservación de las aceitunas y, si no se cuida especialmente, puede darse la cuarta fase.

#### **2.7.5.4 Cuarta fase**

Puede darse esta cuarta fase de la fermentación por el desarrollo de bacterias del género *Propionibacterium*. Ello Origina un aumento del pH ya que estos microorganismos consumen el ácido láctico formado y producen una mezcla de los ácidos acético y propiónico que, al ser más débiles, provocan el incremento de pH citado. Para evitar este efecto se debe aumentar al final de la fermentación láctica principal, la concentración de la sal hasta niveles superiores a 8,5 – 9,5%, lo que evita el desarrollo de estas bacterias y garantiza una adecuada conservación manteniendo al mismo tiempo un bajo valor de pH. (Extenda, 2006)

#### **2.7.6 Almacenamiento de aceitunas fermentadas**

Después de la fermentación las aceitunas se conservan en la misma salmuera hasta su venta. Si la temperatura de conservación es elevada, las características químicas de las salmueras deben ajustarse para impedir la aparición de la alteración denominada “zapatería” Esto implica la corrección de la acidez libre y de la acidez combinada para obtener valores de pH entre 3,7 y 4,0, unidades, así como aumentar la concentración de la sal hasta alcanzar un valor mínimo de 8%

### 2.7.6.1 Principales alteraciones:

Cuando durante el proceso de fermentación la secuencia de microorganismos no es la adecuada y se desarrollan otros ajenos a un proceso normal, se predicen distintos tipos de alteraciones. Las principales según origen y las fases de la fermentación en la que suceden, son las siguientes:

**a) Alambrado:** Esta alteración se denomina con los nombres de “alambrado, “fish eye, o gas pocket. Su característica principal es la formación de fisuras directamente bajo la piel, producidas por la acumulación de gases, que a veces se extienden hasta el hueso, presentando en ocasiones forma de vejigas. (Fernández 1985). Se evita ajustando los valores iniciales de pH (Extenda, 2006).

Se trata de una alteración característica de la primera fase de la fermentación, debido a la acción de los bacilos gram negativos productores de anhídrido de carbono e hidrógeno (Fernández Diez, 1985)

**b) Fermentaciones Butíricas:** Esta alteración se produce con mayor frecuencia durante las dos primeras fases de la fermentación cuando los azúcares y demás materias fermentables son muy abundantes en la salmuera. Es en esta primera etapa y debido a la pequeña cantidad de

bacterias lácticas existentes, cuando los organismos butíricos pueden prosperar y producir la alteración. ( Borbolla & Alcalá, 1956)

Se originan por el desarrollo de distintas especies del género *Clostridium* en las primeras fases de la fermentación. El ácido butírico que produce altera el sabor, pudiéndose evitar su formación manteniendo un nivel adecuada de sal (nunca inferior al 5%) y siguiendo buenas prácticas en la industria (Extenda, 2006)

**c) Zapatería:** Se puede presentar en recipientes de aceitunas cuya fermentación no alcanza las condiciones de pH y acidez convenientes, es decir, al final de la fermentación, o también cuando la conservación de las aceitunas no es buena y tiene lugar crecimiento abundante de las bacterias propiónicas responsables de la cuarta fase, o se desarrollan levaduras superficiales que, al consumir el ácido láctico formado en la fermentación, eleva el pH de la salmuera. Los microorganismos responsables de esta alteración son de los géneros *Clostridium* y *Propionibacterium* (Fernández Diez, 1985).

Esta alteración se caracteriza porque comunica a las aceitunas un olor y, sobretudo, un sabor muy desagradable que a veces se confunde con otro tipo de fermentaciones. (Fernández Diez, 1985).

Se evita subiendo la sal para inhibir el desarrollo de los microorganismos responsables y de esta forma, estabilizar el valor de pH durante la conservación.

### **2.7.7 Selección y Clasificación**

Una vez terminado el periodo de fermentación se procede a realizar la clasificación por calidades y luego la selección por tamaños o calibres. En la aceituna verde estilo sevillano se considera aceituna buena, aquella libre de defectos y de color adecuado. La aceituna rendida que es aquella que presenta defectos en la piel, manchas, coloración no adecuada, anillado, blanda. El desecho que son huesos de aceituna, fracciones de pulpa, hojas, pedúnculos etc. que se desecha por completo, esta operación se realiza en una maquina clasificadora - calibradora, la cual consta de una tolva y faja de clasificación donde son retiradas las aceituna con defectos, la aceituna cae a la zona de calibración de la máquina, que emplea el sistema de cables divergentes, donde se separa por tamaños en función al diámetro de la aceituna, y se denominan calibres que se expresa en unidades por kilo, la aceituna ya calibrada se coloca en los envases en los cuales se comercializa o se almacena en los mismos tanques donde la aceituna fue procesada, previamente lavados. (Gallegos, 2011).

### **2.7.8 Envasado**

Si la fermentación ha sido completa, es decir, se han consumido toda la materia fermentable, las aceitunas pueden conservarse durante toda la vida de mercadeo, usando solo las condiciones físico-químicas adecuadas pH inferior a 3,5 unidades y concentración de NaCl superior de 5,0%. Para ello los frutos son envasados en envases de plástico vidrios u otros, estas pueden ir en bolsa de plástico, en función a los requerimientos del cliente. El líquido de gobierno que se utiliza es la salmuera madre o de fermentación como se lleva a cabo un proceso fermentativo natural de la aceituna verde estilo sevillano, y se producen valores de pH y acidez naturales que aseguran la conservación, por lo que no es necesario agregar conservantes químicos. (Extenda, 2006).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Metodología de la investigación**

La metodología utilizada en la presente tesis es del tipo de tecnología aplicada, por lo que la investigación tuvo como objetivo disminuir los lavados que se utilizan para el proceso de preparación de aceituna verde estilo español, para ello se realizaron tres tratamientos como se muestra en el diseño experimental (fig. 5) y el flujograma definitivo resultante como se muestra en la fig.9 este se elige en función a los resultados de los análisis físico-químicos, microbiológico y sensorial.

La muestra para la experimentación fue proporcionada por la Empresa Agroandes SAC y se realizó en el marco del Proyecto ST innóvate- PIMEN 003-2012. de los fondos concursables de FINCYT-FIDECOM.

### **3.2 Lugar de ejecución**

El presente trabajo se llevó a cabo en:

- La Empresa Agroindustrias los Andes SAC ( proceso de elaboración de la aceituna) ubicada en Av Litoral N° 600, Tacna-Perú
- Laboratorio de control de calidad de la Empresa Agroindustrias Los Andes SAC. , ubicado en 1 ° de setiembre Mz 4 lote 23 CPM Augusto B. Leguía, Tacna- Perú.
- Laboratorio de análisis de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Jorge Basadre Grohmann.

### **3.3 Muestras en estudio**

La muestra de aceituna verde variedad sevillana de la presente tesis fue de la campaña del 2012 y proporcionada por la Empresa Agroindustrias Los Andes SAC misma que se adquirió en el Distrito de la Yarada del Departamento de Tacna.

### **3.4 Diseño experimental de la investigación**

En el presente trabajo se utilizó aceituna verde (*Olea europaea sativa Hoffg Link*) de la variedad sevillana.

Se aplicó dióxido de carbono a las 48 horas de la colocación en salmuera para disminuir el pH. El periodo de seguimiento fue de tres meses, tiempo en el que se considera que terminó la fermentación.

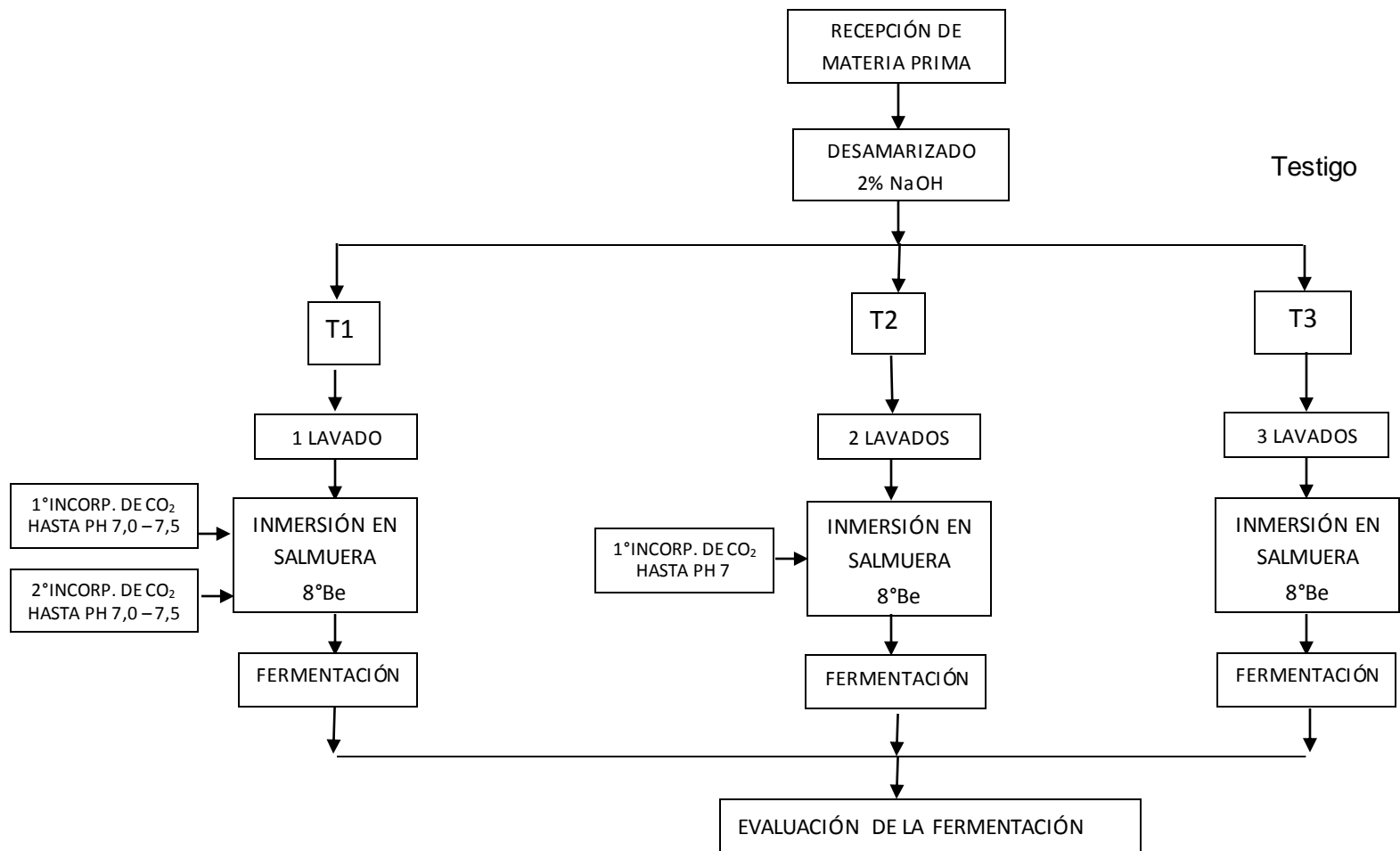
Para el desarrollo de la presente tesis se desarrolló tres tratamientos, de los cuales, 2 de ellos con tres experimentos y una muestra testigo como se puede observar en la tabla 7.

Tabla 7:

Resumen de los experimentos aplicados

N° DE TRATAMIENTOS	EXPERIMENTOS	Lavados		PUESTA EN SALMUERA	
	REPETICION	Cantidad de lavados	Duración de los lavados hr	Aplicación del CO <sub>2</sub>	% de Ácido acético
T1	experimento1 t <sub>1,1</sub>	1	14:00	Hasta pH 7,0 – 7,5	
	experimento 2 t <sub>1,2</sub>	1	14:10	Hasta pH 7,0 – 7,5	
	experimento 3 t <sub>1,3</sub>	1	14:15	Hasta pH 7,0 – 7,5	
T2	experimento1 t <sub>2,1</sub>	2	4:00 6:00	Hasta pH 7,0 – 7,5	
	experimento 2 t <sub>2,2</sub>	2	4:00 6:00	Hasta pH 7,0 – 7,5	
	experimento 3 t <sub>2,3</sub>	2	4:00 6:00	Hasta pH 7,0 – 7,5	
T3	experimento 3 t <sub>3</sub> = testigo	3	4:00 8:00 8:10	NO	0,1

Fuente; Elaboración propia



**Figura 3. Diseño experimental de la investigación**

Fuente: Elaboración propia

### **3.4.1 Diseño experimental**

Se realizó 3 tratamientos con tres repeticiones cada uno, se contó con tanques de aceituna de 500 kg de capacidad en peso de aceituna cada uno (fig. 5)

#### **3.4.1.1 Tratamiento N° 01 (t<sub>1</sub>)**

Se realizó 1 lavado de 14 horas, a las 48 horas de colocación en salmuera cuando la concentración de sal inicial fue de 8 °Be, se realizó dos aplicaciones de CO<sub>2</sub> hasta pH 7 -7,5. El tiempo entre cada aplicación fue a los 5 minutos aproximadamente. Cada tratamiento se realizó con tres repeticiones

#### **3.4.1.2 Tratamiento N° 02 (t<sub>2</sub>)**

Se realizó dos lavados, uno de 4 horas y el otro de 8 horas; a las 48 horas de colocación en salmuera cuando la concentración de sal inicial fue de 8 °Be se realizó una aplicación de CO<sub>2</sub> hasta pH 7 – 7,5. Cada tratamiento se realizó con tres repeticiones.

### **3.4.1.3 Tratamiento N° 03 (t<sub>3</sub>)**

Se realizó el método de tratamiento tradicional de 3 lavados; 4, 10 y 8 horas de aplicación de ácido acético al 0,1%; y colocación en salmuera a 6 °Be, inicialmente, y luego se reguló la concentración de sal a 8 °Be.

### **3.5 Materiales**

- Densímetro Baumé
- Bureta graduada de 25 ml y 100 ml
- Balón de 250 y 1000ml
- Erlenmeyer, 50 y 100ml
- Matraces aforados de 50 y 250 ml
- Pipetas serológicas de 1, 2, 5 y 10 ml
- Probeta de vidrio de 25 y 100 ml
- Vasos de precipitado de 50 y 250 ml
- Fiolas con tapas esmerilada de 25, 100, 500, 1000 ml
- Frascos de 200 y 500 ml
- Tanques de fermentación de fibra de vidrio cap. 500 kg
- Baldes de plástica de 10 lts capacidad

### **3.6 Equipos**

- Equipo de arrastre de vapor micro Kendall marca Pírex de 500 ml
- Ph metro manual ADWA
- Incubadora de 3,25 litros marca Blue Pard
- Autoclave marca Geetmet modelo YX-28D, 0,018m<sup>3</sup>
- Frigobar marca electrolux
- Balanza analítica
- Balanza de precisión Sartorius de 410 gr
- Mechero Bunsen
- Cocinilla eléctrica
- Destilador Marca Biogenics 4l/hr
- Equipo para la inyección de CO<sub>2</sub>

### **3.7 Reactivos**

#### **3.7.1 Reactivos análisis fisicoquímicos**

- Solución de Fehling A.
- Solución de Fehling B
- Solución de azul de metileno al 1% en agua como indicador
- Nitrato de plata 0,1 N.
- Cromato de potasio 5%

- Azul de bromotimol indicador
- Solución de fenolftaleína
- Solución de HCl 2 N
- Solución de NaOH 0,1N
- Tanque de CO<sub>2</sub> de 50 kg

### **3.7.2 Reactivos análisis microbiológicos**

- Petri film hongos y levaduras 100 lamin/box,caja
- Petri film aerobios caja x 100 láminas, caja
- Petri film Enterobacterias caja x 50 láminas, caja
- Rapi hisopos, pack x 50 unidades, pack
- Petri film e coli
- Caldo diluyente para cultivos

## **3.8 Técnicas y análisis empleados**

### **3.8.1 Metodología para el análisis fisicoquímico**

#### **3.8.1.1 Determinación de índice de madurez**

El método seguido fue el citado en la Norma Técnica Peruana 209.98:2006 en la que se afirma que las aceitunas verdes son los frutos

recogidos durante el ciclo de maduración, antes del envero. La coloración del fruto podrá variar del verde al amarillo paja.

Estas aceitunas serán firmes, sanas y resistentes a una suave presión entre los dedos y no tendrán manchas distintas de las de su pigmentación natural, con las tolerancias que más adelante se determinen.

#### **3.8.1.2 Determinación de acidez libre**

Para la determinar la acidez se aplicó la valoración volumétrica del contenido ácido con hidróxido de sodio al 0,1 N sobre 10 ml muestra de salmuera de aceituna y se expresa en porcentaje de ácido láctico, utilizando como indicador fenolftaleína.

Se Utilizó el método de titulometría mencionado en la norma de la aceituna NTP 209.098: INDECOPI método de la AOAC (*Official Methods of Analysis of the association of oficial Analytical Chemists*) sección 22.060; 22.061

### **3.8.1.3 Determinación de acidez combinada**

Se aplicó el método indicado por Fernández et.al (1985) referido a las sales de los ácidos orgánicos presentes en la salmuera, principalmente acetato y lactato de sodio, resultantes de la acción del hidróxido de sodio cuando penetra a la pulpa durante el tratamiento alcalino; se valora por titulación potenciométrica utilizando HCl de 2N como valorante en un muestra de 25 ml, hasta que el pH llegue a 2.6 unidades. (Método mencionado por el Instituto de la Grasa y sus Derivados (1985))

### **3.8.1.4 Determinación de azúcares reductores**

Se determinó por el método mencionado por el Instituto de la Grasa y sus Derivados (1985)

### **3.8.1.5 Determinación de pH**

Se determinó por el método que indica en el Codex alimentario según NTP 203.070:1997 INDECOPI por potenciometría.

Para medir el pH se utilizó un potenciómetro portátil marca ADWA modelo AD- 130, el cual se calibró antes de las mediciones. La medición del pH fue a la salmuera.

### **3.8.1.6 Determinación del % de cloruros**

Se aplicó el método indicado por Garrido (1997), basado en el método de Mohr, por valoración volumétrica con nitrato de plata 0.1 N, de 0.5 ml de muestra diluida en 100 ml de agua, utilizando como indicador solución del cromato de potasio al 5%.

### **3.8.2 Análisis microbiológicos**

Se determinó por el Método de petrofilm recomendado por 3M, entre los análisis microbiológicos tenemos:

- Recuento total de bacterias aeróbicas y mesófilas
- Coliformes
- Hongos y levaduras

### **3.8.3 Metodología para el análisis estadístico**

#### **3.8.3.1 Comparación de Muestras**

Se evaluó estadísticamente el resultado de todas las pruebas en estudio comparándola entre ellas. Se aplicó el ANOVA por tratamientos.

La información fue procesada en el programa estadístico de statgraphics centurión XVLI.

### **3.8.3.2 Análisis sensorial**

Para evaluar las características organolépticas de la aceituna fermentada, se realizó un análisis sensorial a cada una de ellas mediante un panel semi entrenado y conformado por los alumnos del quinto año de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

La información fue procesada en el programa estadístico de statgraphics centurión XVI

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos. Hay algunas que se perciben por medio de un solo sentido, mientras que otras son detectadas por dos o más sentidos. (Anzaldúa, 1994)

Los atributos que se evaluaron son:

- a. Aspecto General
- b. Color
- c. Olor
- d. Sabor
- e. Textura

Estos atributos constan en la ficha de evaluación (anexo 1), la misma que facilitó la evaluación de los jueces.

Los jueces: La selección de los jueces y el entrenamiento de las personas que tomarán parte de las pruebas de evaluación sensorial son factores de los que depende en gran parte el éxito y la validez de las pruebas. (Anzaldúa, 1994)

Fue necesario determinar, en primer lugar, el número de jueces que deberán participar, y después de seleccionarlos, explicarles en forma adecuada cómo han de realizar sus evaluaciones; para ello es necesario darles el entrenamiento adecuado. (Anzaldúa, 1994)

Los jueces semientrenados: son personas que han recibido un entrenamiento teórico similar al de los jueces entrenados, que realizan pruebas sensoriales con frecuencia y poseen habilidad para medir la aceptación del producto. (Anzaldúa, 1994)

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Flujograma de la experimentación

En la figura 7 se observa el flujograma de la experimentación aplicada

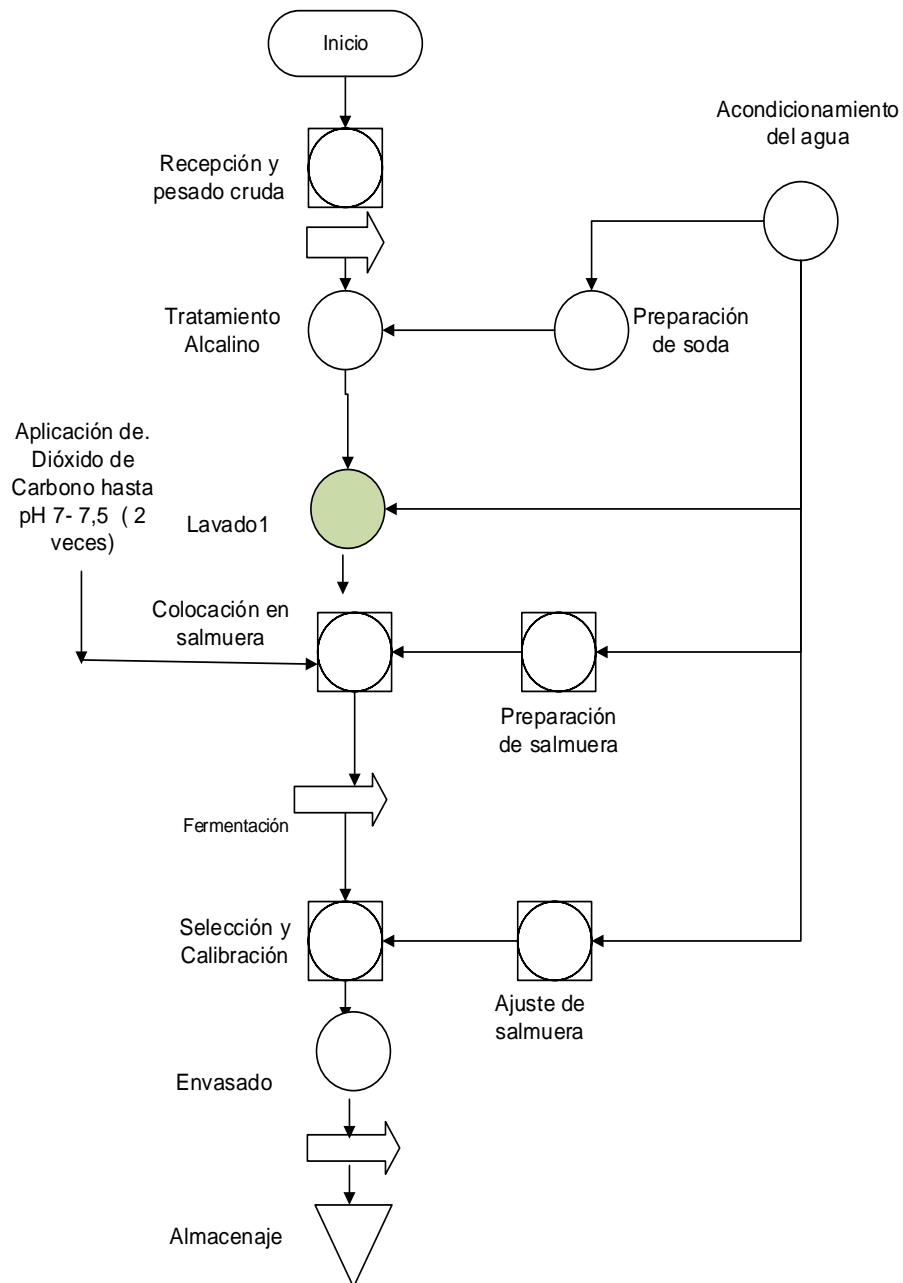
##### 4.1.1 Recepción de la materia prima

La aceituna verde se recibió en las jabas de plástico de 15 kg de capacidad (fig. 6) donde fue cosechada, y se pesa, separándola por grupos de 19 para colocarla en los tanques correspondientes. Se evaluó el índice de madurez.



**Figura 4. Jabas de plástico con aceitunas**

Fuente elaboración propia



**Figura 5. Diagrama de flujo de la experimentación**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.1.1 Control de la materia prima – índice de madurez

El índice de madurez (IM) se realizó en la etapa de recepción de la aceituna, se extrajo aproximadamente entre 250 gr a 500 gr de muestra de cada una de las jabas. Esta aceituna estuvo en reposo 8 horas y luego se procesó a las 72 horas de cosechada. El IM puede estar en un rango de 0,9 a 1; para esta investigación el IM fue 1. (fig. 8)



**Figura 8. Índice de madurez de la aceituna de la investigación**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Tratamiento alcalino

La aceituna se colocó en los tanques vacíos, previamente limpios y colocados sobre una superficie limpia y lisa, libre de aristas y piedras que puedan dañar el tanque, se verifica que tenga el tubo de desagüe

ranurado correctamente colocado en la parte inferior del tanque para el despiche . El tanque se llenó completamente hasta la base de la boca, acomodando la aceituna, sin dañarla. Una vez lleno se cubrió con la solución de hidróxido de sodio o soda al 2 % peso/volumen, la cual fue preparada con anterioridad y debidamente valorada analíticamente, se colocó la rejilla y la tapa luego se rellenó con la solución. Se esperó a que la penetración de la soda sea aproximadamente hasta los 2 mm del hueso en la muestra extraída, el control fue igual para todos los tanques., se registró el momento en que la solución cubre por completo la aceituna dando inicio al tratamiento alcalino. En la figura 9 se muestra el llenado del tanque



**Figura 9. Tanque lleno para el tratamiento alcalino**

Fuente: Elaboración propia

Una vez aceptado el grado de penetración de la soda se procedió a eliminar la solución. Para esto se retiró con cuidado el tapón del despiche ubicado en la base del tanque y se deja que corra la solución ya utilizada, como se muestra en la figura N° 10; es este momento que se registró y tomó como el tiempo final de tratamiento alcalino.

Se roció con agua manera de enjuague sin tapar el tapón de despiche hasta que el agua que cae por los costados del tanque no fue muy oscura, este es el enjuague. Es suficiente con el 40 % del agua que ingresa en el tanque, no sobrepasar de 5 minutos de enjuague para un contenido de 500 Kg.



**Figura 6. Eliminación de la soda (despiche)**

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2.1 Control del tratamiento alcalino**

En el tratamiento alcalino se controló que el grado de penetración de solución alcalina hasta los 2mm del hueso, tiempo de penetración de soda, % de la soda final no mayor al 2% (p/v)

El tiempo de tratamiento duró aproximadamente entre 6.0 a 6.9 horas siempre y cuando la temperatura es entre 20°C a 25 ° C. Esta operación finalizó cuando la soda penetró hasta los 2 mm antes de llegar al hueso, con este grado de penetración se logró un buen desamarizado, facilitando la fermentación posterior y el deshuesado. El resultado del control del tiempo del tratamiento alcalino se observa en la tabla 8.

Transcurrido este tiempo del control del tratamiento alcalino, se cerró la llave del tanque o se colocó el tapón del despiche, se cubrió completamente la aceituna con agua y se colocó la tapa. El tiempo entre la descarga de la solución alcalina y el llenado de tanque para dar inicio a la operación de lavado no fue mayor a 30 minutos, siendo lo recomendable entre 15 minutos y 20 minutos independientes del tamaño del tanque.

Tabla 8:

Resultado del tiempo del tratamiento alcalino (soda) de los tanques experimentales

N° DE TRATAMIENTOS	EXPERIMENTOS	HORA INICIO Hrs: min	HORA FINAL Hrs: min	Horas Utilizadas
T1	t <sub>1,1</sub>	6: 50	12:09	6,6
	t <sub>1,2</sub>	6:40	12:11	6,5
	t <sub>1,3</sub>	6:50	13:00	6,10
T2	t <sub>2,1</sub>	7:00	13:05	6,5
	t <sub>2,2</sub>	7:20	13:29	6,9
	t <sub>2,3</sub>	7:40	13:40	6,0
T3	t <sub>3</sub> = testigo	8:40	15:20	6,8

Fuente: Elaboración propia registros de control

El grado de penetración de la soda en la aceituna se muestra en la figura 11.



Figura 11. Grado de penetración de la soda en la aceituna

Fuente: Elaboración propia

### 4.1.3 Lavados

En esta esta operación se cubre con agua la aceituna para proceder al lavado para que se transfiera la soda al agua, se buscó reducir el consumo de agua en esta operación. Los lavados se realizaron con agua potable, que es traída en cisternas, se verificó la presencia de cloro libre y se ajustó a valores comprendidos entre 2 a 3 ppm de cloro libre para asegurar una buena desinfección del agua, esta agua se utilizó en todo el proceso. (La norma indica como valor máximo 5 ppm) Los resultados del control de tiempo y cantidad de lavados se observan en la tabla 9, para todos los 7 experimentos de esta tesis: 3 tanques con 1 solo lavado, 3 con dos lavados y 1 tanque con tres lavados (muestra testigo)

El tiempo en que la aceituna permaneció cubierta de agua fue de 14 horas, para 1 lavado, de 10 horas para dos lavados y de 20 horas para tres lavados una vez finalizado este tiempo se descargó el agua de lavado e inmediatamente se cubre con la salmuera; en este caso no se necesita enjuagar.

En la figura 12 se observa los tanques en el proceso de lavado, una de las características es que la aceituna no flota sino que se precipita.

Tabla 9:

Número de lavados, tiempo, y volumen de agua utilizado

TRATAMIENTOS	EXPERIMENTOS	1° Lavado			2° Lavado			3° Lavado			Volumen de agua utilizado m <sup>3</sup>
		HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO Hr	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO Hr	HORA INICIO	HORA FINAL	TIEMPO Hr	
T1	t <sub>1,1</sub>	12:09	2:09	14							0,35
	t <sub>1,2</sub>	12:11	2:19	14:10							0,35
	t <sub>1,3</sub>	13:00	3:15	14:15							0,35
T2	t <sub>2,1</sub>	13:05	17:05	4:00	17:10	23:10	6:00				0,70
	t <sub>2,2</sub>	13:29	17:29	4:00	17:34	23:34	6:00				0,70
	t <sub>2,3</sub>	13:40	17:40	4:00	17:50	23:50	6:00				0,70
T3	t <sub>3</sub> testigo	11:00	15:00	4:00	15:10	23:10	8:00	23:10	7:10	8:10	1,05

Fuente: elaboración propia



Figura 12. Tanques en el proceso de lavado

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4 Colocación en salmuera

La aceituna se cubrió completamente con una solución de agua y sal (salmuera) la concentración de esta debe ser entre 8° a 8,5° grados Baumé, se esperó por un espacio de 48 horas para que la sal penetre a la pulpa y extraiga la soda que quedó en la pulpa después del lavado, es en este momento en que se aplicó el Dióxido de Carbono, para lo cual se introdujo la tubería perforada que está conectada a la botella del gas (figura 13) la cual tuvo un calefactor para evitar que se enfríe el gas durante la descompresión, se aplicó de tal manera que se produjo un suave burbujeo tal como se muestra en la figura 14. El resultado de este tratamiento se muestra en la tabla 10.



**Figura 13. Tanque de Dioxido de carbono con la columna de aplicación**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 7. Aplicación de CO<sub>2</sub> y control de pH**

Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.4.1 Control en la aplicación de dióxido de carbono**

Se controló el tiempo de aplicación de dióxido de Carbono en los tanques con un y dos lavados, peso de CO<sub>2</sub>, pH inicial en el momento de la aplicación y el pH final. (Tabla 10)

Los parámetros de pH obtenidos en la aplicación de CO<sub>2</sub> se encontraron en el rango de 7,0 y 7,5 unidades, por lo menos en cuatro puntos equidistantes del tanque de fermentación. La temperatura de la salmuera no debe estar por debajo de los 20 °C ya que puede afectar la fermentación

Tabla 10:

Aplicación de CO<sub>2</sub> en la salmuera

TRATAMIENTOS	EXPERIMENTOS	Tiempo	Aplicación de CO <sub>2</sub>			T°
			pH inicio	pH final	Cantidad CO <sub>2</sub>	
T1	t <sub>1,1</sub>	3 min	9,8	7,0	108 gr	20,04
	t <sub>1,2</sub>	4 min	9,0	7,5	110 gr	20,04
	t <sub>1,3</sub>	4: 5 min	8,8	7,5	115 gr	20,04
T2	t <sub>2,1</sub>	1 min	8,0	7,4	95 gr	20,01
	t <sub>2,2</sub>	2 min	8,10	7,5	100 gr	20,00
	t <sub>2,3</sub>	58 seg	8,0	7,3	98 gr	19,00
T3	t <sub>3</sub> = testigo	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5 Fermentación

Esta fue una de las operaciones principales del proceso de elaboración de aceituna estilo español a los tres días de la colocación de salmuera se abrió el despiche o llave (ubicada en la base del tanque) y se eliminó un 5% a 8 % de la salmuera, (eliminación de fondos) esto se realizó entre los 3 a 4 días de puesta la aceituna en salmuera, y entre las 18 a 48 horas de aplicación del CO<sub>2</sub>. El objetivo fue el retiro de las sales que precipitan y ejercen una acción tampón evitando la disminución del pH en función con la producción de la acidez lo cual dificulta la

conservación posterior del fruto y una buena fermentación. Se repuso la salmuera retirada con una salmuera nueva de 8 ° Bé.

La salmuera de 6 °Be, se dio debido a que la sal ingresa a la pulpa de la aceituna y termina de extraer el jugo celular que contiene aún hidróxido de sodio; la producción de acidez se va incrementando con el tiempo y se refleja en la disminución del pH. En la tabla 11 se observa la tendencia de la evolución del pH y la acidez libre y acidez combinada controlados durante la fermentación para el tratamiento con 1 solo lavado.

Tabla 11:

Resultado del pH, acidez libre, acidez combinada durante la fermentación, tratamiento con un solo lavado y aplicación de CO<sub>2</sub> para los tres experimentos del tratamiento 1

Nº DE TRATAMIENTO.	DÍA	Concentración de sal °Be	pH	Acidez % Ac Láctico	Acidez combinada Normal (N)
EXPERIMENTO t <sub>1,1</sub>	0	8,0	7,00	0,00	0,00
	2	5,0	8,78	0,00	
	5	5,0	5,62	0,15	
	10	6,0	4,84	0,38	
	15	5,0	4,54	0,43	0,0881
	20	5,0	4,41	0,48	0,0880
	25	5,5	4,27	0,53	0,1010
	28	6,0	4,21	0,57	0,1120
	30	6,0	4,20	0,65	0,0811
	45	6,0	4,15	0,68	0,1120
	75	6,5	4,08	0,71	0,0840
90	6,5	4,05	0,72	0,1100	
EXPERIMENTO t <sub>1,2</sub>	0	8,0	7,00	0,00	0
	2	5,0	8,75	0,00	
	5	5,4	5,50	0,10	
	10	5,0	4,48	0,35	
	15	5,5	4,41	0,44	0,1296
	20	5,5	4,25	0,50	0,0780
	25	5,5	4,20	0,55	0,0880
	28	8,0	4,20	0,58	0,1120
	30	6,0	4,20	0,60	0,1100
	45	6,0	4,14	0,65	0,1010
	75	6,5	4,10	0,70	0,1010
90	6,5	4,06	0,71	0,1010	
EXPERIMENTO t <sub>1,3</sub>	0	8,0	7,00	0,00	0
	2	5,0	8,74	0,00	
	5	5,0	5,30	0,20	
	10	5,0	4,52	0,39	
	15	5,5	4,44	0,47	0,1128
	20	5,3	4,28	0,47	0,0744
	25	5,0	4,16	0,51	0,0820
	28	6,0	4,13	0,54	0,0820
	30	6,0	4,13	0,62	0,1120
	45	6,0	4,11	0,67	0,0101
	75	6,5	4,08	0,71	0,0911
90	6,5	4,06	0,71	0,1010	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 para los experimentos  $t_{1,1}$  ,  $t_{1,2}$  ,  $t_{1,3}$  del tratamiento con 1 solo lavado se observa claramente la evolución del pH, el cual desciende a valores menores a 4,5 unidades aproximadamente entre los 15 a 25 días, debido a la producción de ácido láctico por la presencia de las bacterias lácticas. A los 30 días el pH ya se encuentra en valores menores o iguales a 4,2 unidades, a partir de los 45 días puede mantenerse constante. Si los valores de acidez se mantienen constantes y el contenido de azúcares reductores es menor a 0,6 gr / 100 ml de jugo es en este momento que podemos dar por concluida la fermentación.

En la tabla 12 se observa la tendencia de la evolución del pH y la acidez libre y acidez combinada controlados durante la fermentación para el tratamiento con 2 lavados con sus tres experimentos.

Tabla 12:

Resultado del pH, acidez libre, acidez combinada durante la fermentación, tratamiento con 2 lavados y aplicación de CO<sub>2</sub> para los tres experimentos

Nº TRATAMIENTO.	DÍA	Concentración de sal °Be	Ph	Acidez %Ac Láctico	Acidez combinada (N)
EXPERIMENTO t 2,1	0	8,0	7,00	0,00	0
	2	6,0	7,20	0,00	
	5	5,0	5,20	5,20	
	10	5,5	4,65	0,21	
	15	5,0	4,30	0,32	0,1100
	20	5,0	4,25	0,39	0,1100
	25	5,0	4,17	0,44	0,0990
	28	7,0	4,13	0,47	0,0920
	30	6,0	3,94	0,54	0,1120
	45	6,0	3,95	0,68	0,1100
	75	6,5	3,95	0,70	0,0920
90	6,0	3,95	0,72	0,1000	
EXPERIMENTO t 2,2,	0	8,0	7,00	0,00	0,0
	2	5,0	7,30	0,00	
	5	4,2	5,24	0,16	
	10	3,5	4,60	0,22	
	15	4,9	4,25	0,34	0,1002
	20	4,8	4,20	0,42	0,1320
	25	4,0	4,14	0,45	0,0990
	28	4,5	4,14	0,49	0,0850
	30	4,5	4,08	0,54	0,0880
	45	5,5	4,03	0,65	0,0801
	75	6,5	4,00	0,71	0,0810
90	5,0	4,00	0,72	0,0901	
EXPERIMENTO t 2,3,	0	8,0	7,00	0	0
	2	5,5	8,74	0	
	5	4,0	5,30	0,10	
	10	4,0	4,52	0,24	
	15	4,5	4,44	0,33	0,1016
	20	4,5	4,28	0,41	0,0880
	25	5,0	4,16	0,48	0,0099
	28	6,5	4,13	0,51	0,0800
	30	5,0	4,13	0,55	0,0880
	45	5,5	4,11	0,65	0,0960
	75	6,5	4,08	0,70	0,1105
90	6,5	4,06	0,71	0,1041	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12, de los tratamientos  $t_{2,1}$  ,  $t_{2,2}$  ,  $t_{2,3}$  para 2 lavados se puede ver claramente la evolución del pH, el cual desciende a valores menores a 4.5 unidades aproximadamente entre los 15 a 25 días, debido a la producción de ácido láctico por la presencia de las bacterias lácticas. A los 30 días el pH ya se encuentra en valores menores a 4,2 unidades, a partir de este momento la disminución del pH es muy lenta, y a partir de los 45 días puede mantenerse constante. Si los valores de acidez se mantienen constantes y el contenido de azúcares reductores es menor a 0,6 gr / 100 ml de jugo es en este momento que podemos dar por concluida la fermentación.

A la muestra testigo también se le realizó el control de la fermentación del pH, acidez libre, acidez combinada, obteniendo los resultados que se observan en la tabla 13.

Tabla 13:

Resultado del pH, acidez libre, acidez combinada durante la fermentación, tratamiento con 3 lavados para el experimento 3

Nº EXPERIMENTO.	DIA	Concentración de sal °Be	pH	Acidez % de Ac Láctico	Acidez combinada (N)
EXPERIMENTO T <sub>3</sub>	0	8	3,5	0,10	0
	2	2	5,46	0,05	
	5	7	5,42	0,07	
	10	5	4,8	0,28	
	15	5	4,57	0,36	0,1210
	20	5	4,26	0,44	0,1411
	25	5	4,13	0,49	0,0920
	28	6	4,12	0,53	0,0990
	30	6	4,08	0,58	0,0880
	45	6	4,2	0,67	0,0700
	75	6,5	4,1	0,67	0,0471
	90	6,5	4,1	0,68	0,0311

Fuente: elaboración propia

El valor del pH varía en función al tiempo, siendo el de proceso tradicional el que se muestra más estable, debido al incremento de la acidez libre y la baja acidez combinada, ya que en este proceso se le ha incorporado ácido.

## **4.2 Control de la fermentación**

Para el control de la evolución de la fermentación se realizaron los siguientes controles fisicoquímicos; pH, % acidez libre, concentración de sal en grados Baumé y, la evolución de Azúcares reductores, en pulpa y salmuera, Acidez combinada,

### **4.2.1 Control de la evolución del pH durante la fermentación para los tres tratamientos**

#### **4.2.1.1 Control de la evolución del pH durante la fermentación para el experimento 1 (1 solo lavado)**

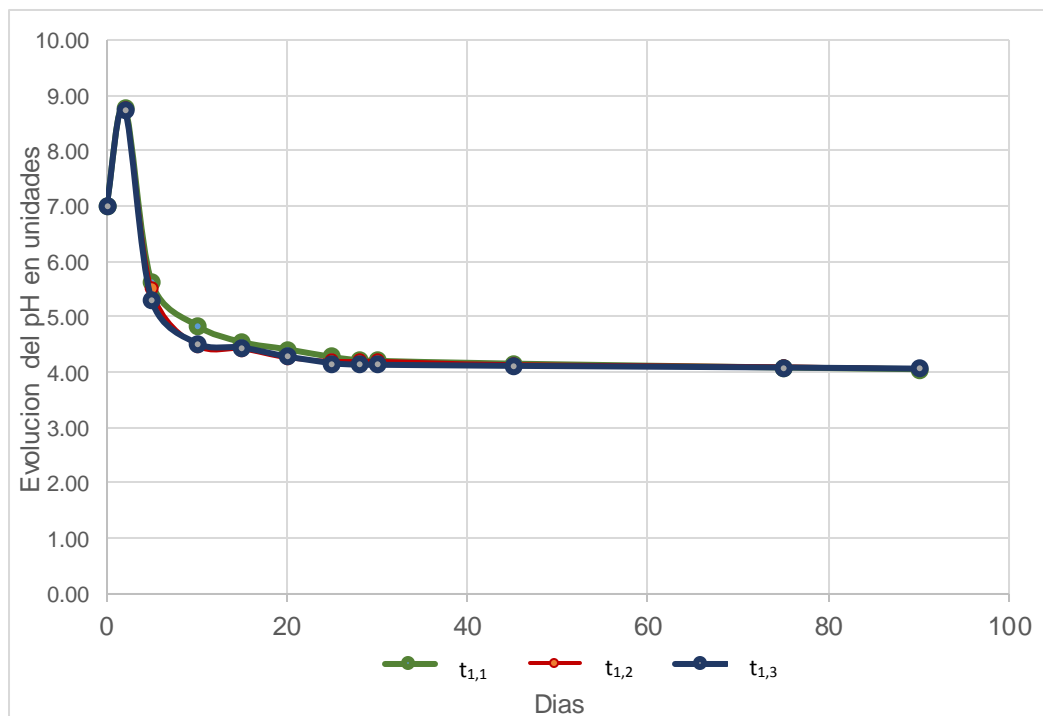
En la tabla 14 y la figura 15 se presenta los resultados de la evolución del pH de los tres tratamiento para el experimento 1 (1 solo lavado) considerando que tanto el pH como la acidez libre son los máximos exponentes de la marcha de la fermentación. (Fernández Diez 1985)

Tabla 14:

Resumen de la evolución del pH durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 1 (1 solo lavado)

N° DE TRATAMIENTO	Días de fermentación											
	0	2	5	10	15	20	25	28	30	45	75	90
t <sub>1,1</sub>	7,00	8,78	5,62	4,84	4,54	4,41	4,27	4,21	4,20	4,15	4,08	4,05
t <sub>1,2</sub>	7,00	8,75	5,50	4,48	4,41	4,25	4,20	4,20	4,20	4,14	4,10	4,06
t <sub>1,3</sub>	7,00	8,74	5,30	4,52	4,44	4,28	4,16	4,13	4,13	4,11	4,08	4,06

Fuente: Elaboración propia



**Figura 8. Evolución del pH en unidades durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 1 (1 solo lavado)**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 se muestra la evolución del pH para los tres tratamientos del experimento 1, para un solo lavado en ellos se puede observar que inicia con un pH 7 al segundo día este ha experimentado un incremento entre 1,74 y 1,78 unidades debido a que la fermentación ha iniciado y hacia los 90 días este se estabilizó entre los 4,05 a 4,06 por lo que se encuentra dentro de los rangos permisibles y nos garantizó buenas condiciones para lograr una buena conservación.

#### 4.2.1.2 Control de la evolución del pH durante la fermentación para el experimento 2 (2 lavados)

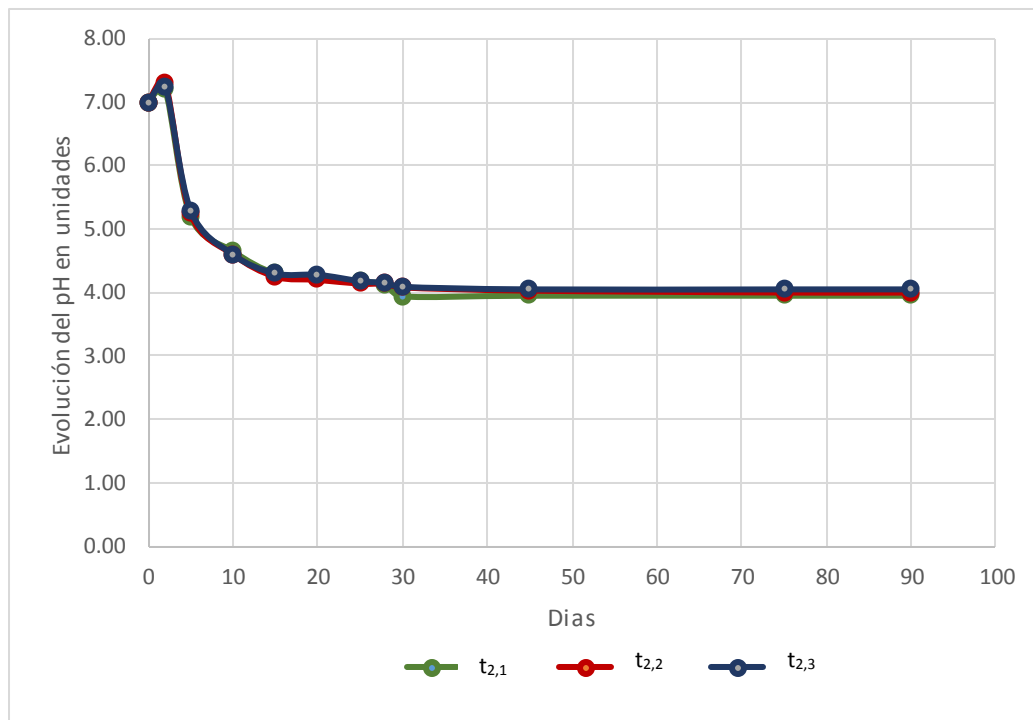
En la tabla 15 y la figura 16 se presenta los resultados de la evolución del pH de los tres tratamiento para el experimento 2 (2 lavados)

Tabla 15:

Resumen de la evolución del pH en unidades durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 2 (dos lavados)

N° DE TRATAMIENTO	DIAS											
	0	2	5	10	15	20	25	28	30	45	75	90
t <sub>1</sub>	7,00	7,20	5,20	4,65	4,30	4,25	4,17	4,13	3,94	3,95	3,95	3,95
t <sub>2</sub>	7,00	7,30	5,24	4,60	4,25	4,20	4,14	4,14	4,08	4,03	4,00	4,00
t <sub>3</sub>	7,00	7,25	5,30	4,60	4,30	4,28	4,18	4,15	4,09	4,05	4,05	4,05

Fuente Elaboración propia



**Figura 9. Evolución del pH en unidades durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 2 (2 lavados)**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 16 se tiene la evolución del pH para los tres tratamientos del experimento 2, para dos lavados en ellos se puede observar que inicia con un pH 7 al segundo día muestra un ligero incremento entre 0,20 y 0,3 unidades por efecto de la fermentación y hacia los 90 días este se estabilizó entre los 3,95 – 4,05, por lo que se encuentra dentro de los rangos permisibles y nos garantizó buenas condiciones para lograr una buena conservación.

#### 4.2.1.3 Control de la evolución del pH durante la fermentación para el Experimento 3 (Testigo)

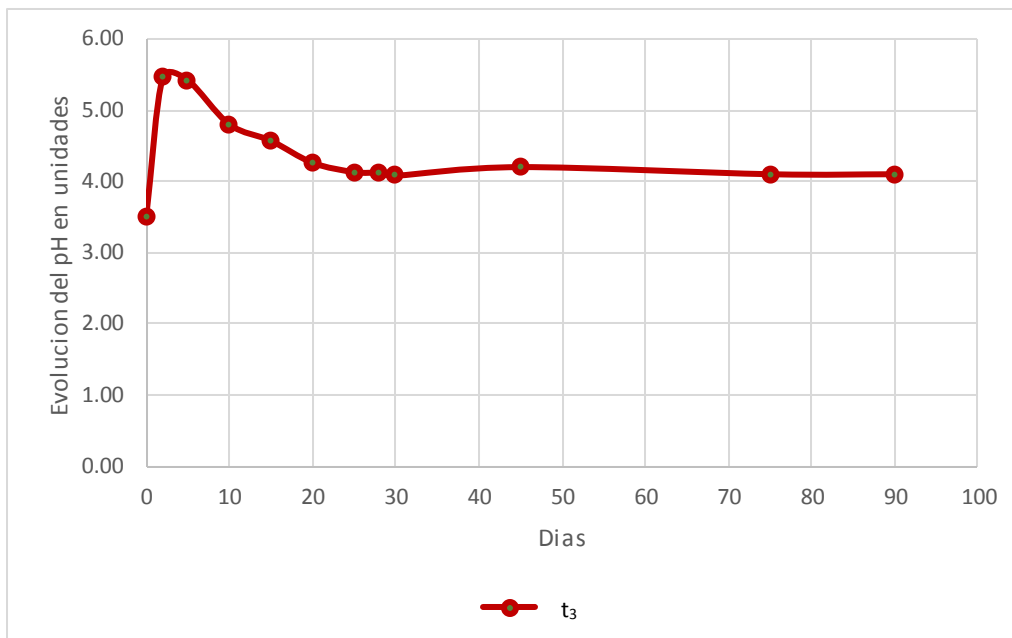
En la tabla 16 y la figura 17 se presenta los resultados de la evolución del pH del experimento 3 la muestra testigo

Tabla 16:

Resumen de la evolución del pH en unidades durante la fermentación para el tratamiento tradicional 3 (tres lavados)

N° DE TRATAMIENTO	Días											
	0	2	5	10	15	20	25	28	30	45	75	90
t <sub>3,1</sub>	3,50	5,46	5,42	4,8	4,57	4,26	4,13	4,12	4,08	4,2	4,1	4,1

Fuente elaboración propia



**Figura 10. Evolución del pH en unidades durante la fermentación para el tratamiento tradicional (3 lavados)**

Fuente: Elaboración propia

En el tratamiento de la muestra testigo se puede observar que el pH inicial es de 3,5, diferente en comparación con experimentos 1 y 2 debido a que en un tratamiento tradicional se incorpora ácido acético para equilibrar el pH y para que inicie fermentación, llegándose a desarrollar un pH a los 90 días de 4,1 unidades.

## 4.2.2 Control de la evolución de la acidez durante la fermentación para los tres tratamientos

### 4.2.2.1 Control de la evolución de la acidez libre en % de ácido láctico para el tratamiento 1 (1 solo lavado)

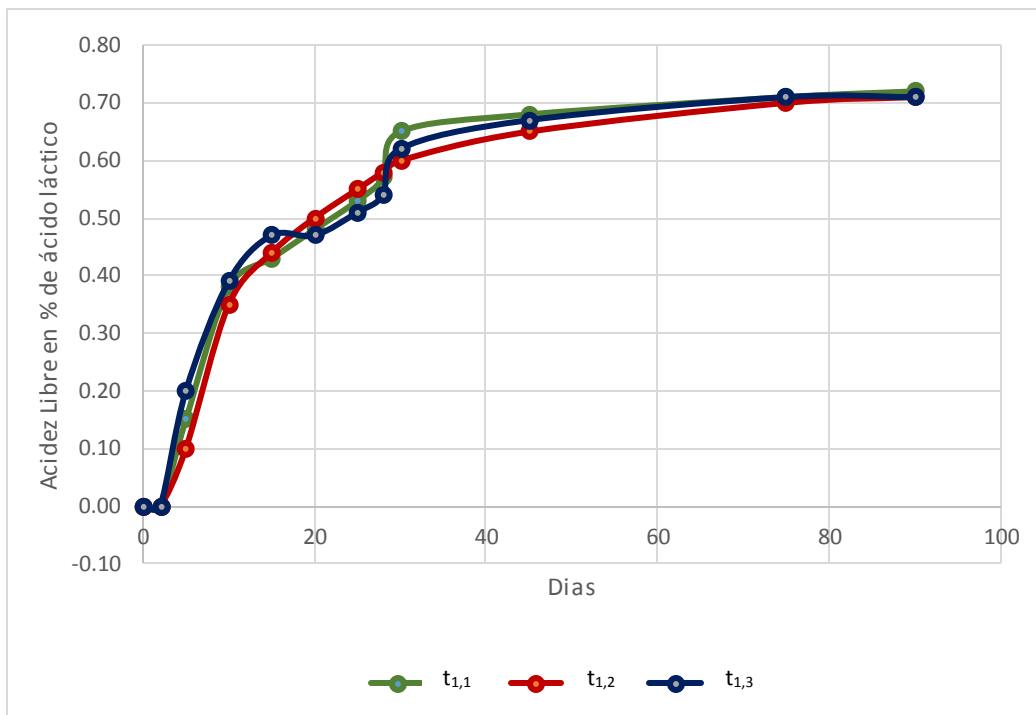
La acidez libre al igual que el pH permite evaluar la marcha de la fermentación en la tabla 17.y figura. 18 allí se muestra la evolución de la acidez para el experimento 1 con sus tres tratamientos.

Tabla 17:

Evolución de la acidez libre en % de Ácido láctico durante la fermentación para todos los tratamientos del experimento 1 (1 solo lavado)

N° DE TRATAMIENTO	Días de fermentación											
	0	2	5	10	15	20	25	28	30	45	75	90
t <sub>1,1</sub>	0,00	0,00	0,15	0,38	0,43	0,48	0,53	0,57	0,65	0,68	0,71	0,72
t <sub>1,2</sub>	0,00	0,00	0,10	0,35	0,44	0,50	0,55	0,58	0,60	0,65	0,70	0,71
t <sub>1,3</sub>	0,00	0,00	0,20	0,39	0,47	0,47	0,51	0,54	0,62	0,67	0,71	0,71

Fuente Elaboración propia



**Figura 11. Evolución de la acidez en % de ácido Láctico durante la fermentación para los tres experimentos del tratamientos 1 (1solo**

Fuente: Elaboración propia

La evolución de la acidez para este experimento, inicialmente, es cero considerando que no se ha generado acidez debido a que iniciamos con un pH cercano a la neutralidad, la evolución de la acidez se manifiesta progresivamente y a los 90 días se muestra los resultados de 0,71 – 0,72, encontrándose dentro de los rangos permisibles

#### 4.2.2.2 Control de la evolución de la acidez libre en % de ácido láctico para los experimento del tratamiento 2 (2 lavado)

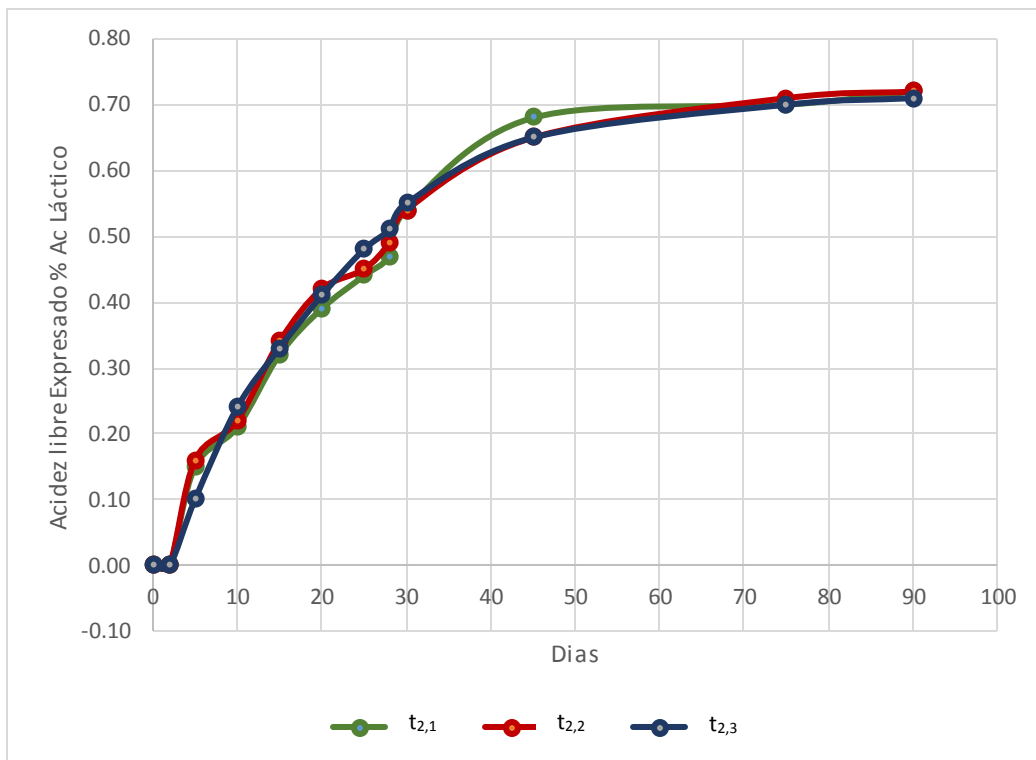
En la tabla 18 y figura 19 se muestra la evolución de la acidez para el experimento 2, para todos sus tratamientos.

Tabla 18:

Evolución de la acidez libre en % de ácido láctico durante la fermentación para el experimento 2 (dos lavados)

N° DE TRATAMIENTO	Días de fermentación											
	0	2	5	10	15	20	25	28	30	45	75	90
t <sub>1</sub>	0,00	0,00	0,15	0,21	0,32	0,39	0,44	0,47	0,54	0,68	0,70	0,72
t <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,16	0,22	0,34	0,42	0,45	0,49	0,54	0,65	0,71	0,72
t <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,10	0,24	0,33	0,41	0,48	0,51	0,55	0,65	0,70	0,71

Fuente: Elaboración propia



**Figura 12. Evolución de la acidez en % de ácido Láctico durante la fermentación para todos los tratamientos del Experimento 2 (2)**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos registrados en el tabla 18 y la figura 19 se puede observar las variaciones de la acidez libre; se inicia con cero los primeros días llegando a los 90 días a 0,71-0,72, esto se encuentra dentro de los rangos permisibles lo que indica que se puede aplicar también este tratamiento.

#### 4.2.2.3 Control de la evolución de la acidez libre en % de ácido láctico para el experimento 3 (tratamiento tradicional)

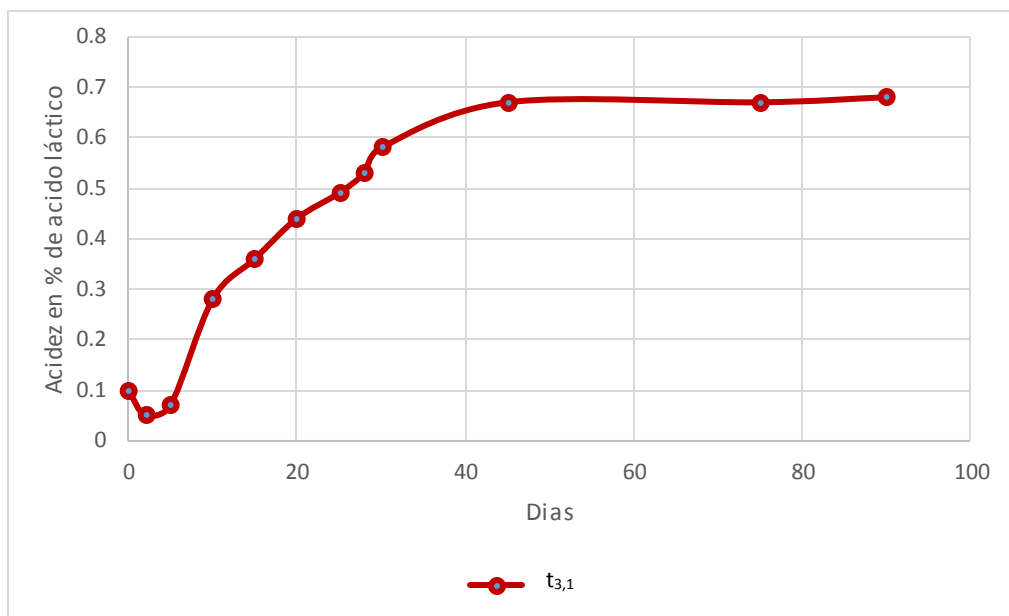
La evolución de la acidez para el tratamiento tradicional que representa la muestra del experimento 3 se presenta en la tabla 19 y en la figura 20

Tabla 19:

Evolución de la acidez libre en % de ácido láctico durante la fermentación para el tratamiento tradicional 3 (tres lavados)

N° DE TRATAMIENTO	Días											
	0	2	5	10	15	20	25	28	30	45	75	90
t <sub>3,1</sub>	0,1	0,05	0,07	0,28	0,36	0,44	0,49	0,53	0,58	0,67	0,67	0,68

Fuente: Elaboración propia



**Figura 13. Evolución de la acidez en % de ácido láctico durante la fermentación para el tratamiento 3 ( muestra testigo 3 lavados)**

Fuente: Elaboración propia

Tanto en la tabla 19 como en la figura 20 se puede observar la evolución de la acidez para tratamiento tradicional, se inicia con 0.1 % de acidez libre, esto debido a que en el proceso tradicional se le agrega ácido láctico para ayudar a la fermentación y a los 90 días, fue de 0,68 lo que se encuentra dentro de los límites permisibles (Fernández, 1985) (Ver anexo 4)

### 4.3 Cuadro comparativos del promedio de los experimentos de los tres tratamientos

Para una mejor interpretación de los resultados se realizó el promedio de los resultados de los experimentos  $t_{1,1}$  ,  $t_{1,2}$  ,  $t_{1,3}$  del tratamiento 1 y  $t_{2,1}$  ,  $t_{2,2}$  ,  $t_{2,3}$  del tratamiento 2 , tanto para pH como para la acidez para ver si existe diferencia significativa entre ellos, los resultados se muestran a continuación:

#### 4.3.1 Cuadro ANOVA comparativos del promedio de los tres experimentos del tratamiento 1 para el pH

Se puede observar la tabla 20 ANOVA

Tabla 20:

ANOVA Comparación de varias muestras tratamiento T1 para el pH Experimento  $t_{1,1}$ , experimento  $t_{1,2}$ , experimento  $t_{1,3}$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0637556	2	0,0318778	0,01	0,9853
Intra grupos	71,1189	33	2,15512		
Total (Corr.)	71,1827	35			

Fuente: Elaboración propia

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de

grupos. La razón F, que en este caso es igual a 0,0147917, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor P de la razón F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

#### 4.3.2 Cuadro ANOVA comparativos del promedio de los tres experimentos del tratamiento 2 para el pH

Se puede observar la tabla ANOVA 21

Tabla 21:

ANOVA de Comparación de varias muestras tratamiento T2 para el pH experimento  $t_{2,1}$ , experimento  $t_{2,2}$ , experimento  $t_{2,3}$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,71552	2	0,857758	0,41	0,6652
Intra grupos	68,5894	33	2,07847		
Total (Corr.)	70,3049	35			

Fuente: Elaboración propia

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón F, que en este caso es igual a 0,412688, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor P de la razón F es mayor o igual que 0,05, no existe una

diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

#### 4.3.3 Cuadro ANOVA comparativos del promedio de los tres experimentos del tratamiento 1 para la acidez

Se puede observar en la tabla ANOVA 22

Tabla 22:

ANOVA .Comparación de varias muestras: tratamiento T1 para la acidez experimento t<sub>1,1</sub> experimento t<sub>1,2</sub> experimento t<sub>1,3</sub>

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,000616667	2	0,000308333	0,00	0,9954
Intra grupos	2,21068	33	0,0669904		
Total (Corr.)	2,2113	35			

Fuente: Elaboración propia

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón F, que en este caso es igual a 0,00460265, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor P de la razón F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

#### 4.3.4 Tabla ANOVA comparativos del promedio de los tres experimentos del tratamiento 1 para para la acidez

Se puede observar la tabla ANOVA 23

Tabla 23:

ANOVA Comparación de varias muestras tratamiento T2 para la acidez experimento  $t_{2,1}$  , experimento  $t_{2,2}$  , experimento  $t_{2,3}$

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,000288889	2	0,000144444	0,00	0,9978
Intra grupos	2,15267	33	0,0652323		
Total (Corr.)	2,15296	35			

Fuente: Elaboración propia

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón F, que en este caso es igual a 0,00221431, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor P de la razón F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

#### 4.4 Tabla comparativa del promedio de los tres tratamientos T1, T2, T3

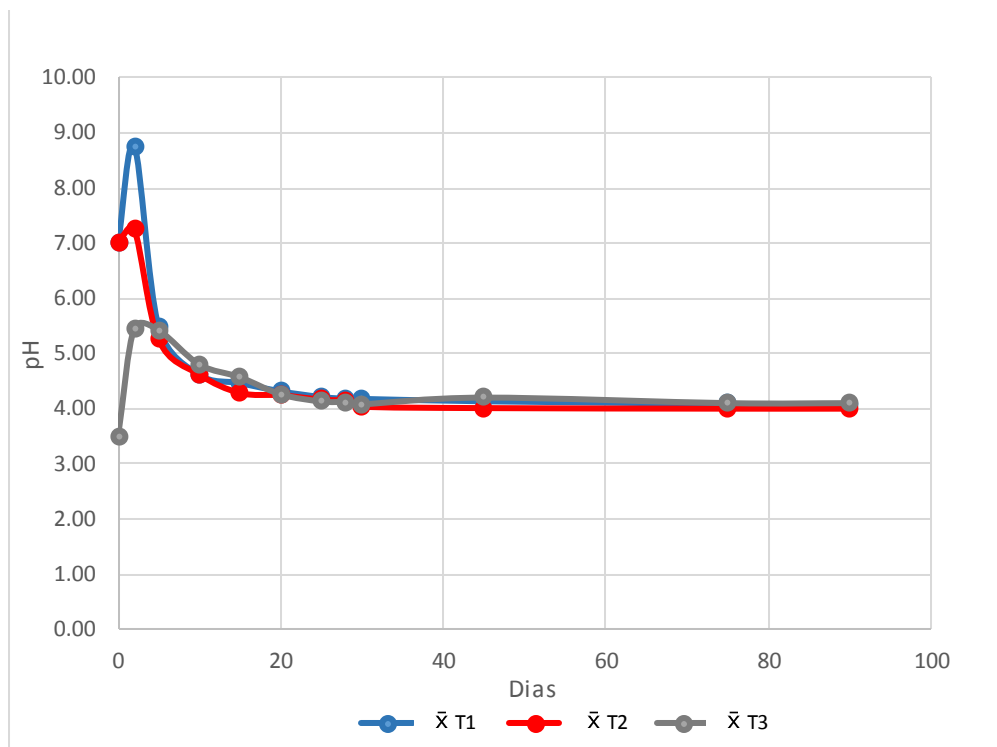
Como no existe diferencia significativa entre los experimentos del tratamiento 1 y 2 se realizó el promedio de los resultados de dichos tratamientos T1, T2, T3, tanto para pH como se muestran en los tabla 24 y figura N° 21 y para la acidez como se muestran en la tabla 25 y figura 22.

Tabla 24:

Promedios de pH de los tratamientos T1, T2, T3 para el pH

N° DE TRATAMIENTO	Días											
	0	2	5	10	15	20	25	28	30	45	75	90
$\bar{x}$ T1	7,00	8,76	5,47	4,61	4,46	4,31	4,21	4,18	4,18	4,13	4,09	4,06
$\bar{x}$ T2	7,00	7,25	5,25	4,62	4,28	4,24	4,16	4,14	4,04	4,01	4,00	4,00
$\bar{x}$ T3	3,50	5,46	5,42	4,80	4,57	4,26	4,13	4,12	4,08	4,20	4,10	4,10

Fuente Elaboración propia



**Figura. 14. Promedio de pH de los tratamientos T1, T2, y T3**

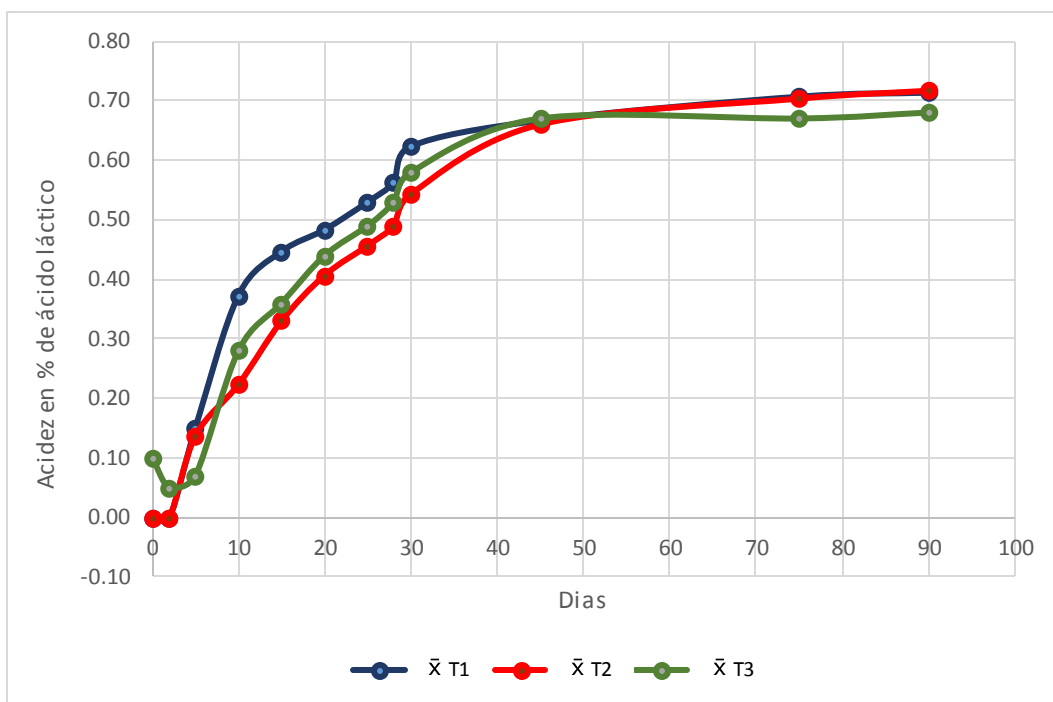
Fuente: Elaboración propia

Tabla 25:

Evolución de la acidez libre en % de ácido láctico de los valores promedios para los tratamientos T1, T2, T3

N° DE TRATAMIENTO	Días											
	0	2	5	10	15	20	25	28	30	45	75	90
$\bar{x}$ T1	0,00	0,00	0,15	0,37	0,45	0,48	0,53	0,56	0,62	0,67	0,71	0,71
$\bar{x}$ T2	0,00	0,00	0,14	0,22	0,33	0,41	0,46	0,49	0,54	0,66	0,70	0,72
$\bar{x}$ T3	0,10	0,05	0,07	0,28	0,36	0,44	0,49	0,53	0,58	0,67	0,67	0,68

Fuente: Elaboración propia



**Figura 22. Evolución de la acidez libre en % de ácido láctico de los valores promedio para los tratamientos T1, T2, T3**

Fuente elaboración propia

#### 4.5 Selección y clasificación

Una vez que la fermentación llegó a término se descargó de los tanques y se pesó, luego se seleccionó por calibres y calidades; los calibres se expresan en unidades por kg, la aceituna para esta tesis fue de calibre 200/240, y las aceitunas se clasifican en aceituna buenas, que son aquellas que no presentan defectos visibles que dañan su apariencia y su estructura y la aceituna rendida o mancha que es aceituna que

presenta daños visibles de piel y pulpa, el desecho está comprendido por aceituna que presenta daños o defectos que dañan la estructura de la aceituna y los restos vegetales propios de la aceituna que se denomina desecho, en el proceso de fermentación y selección se presentan mermas por el consumo de azúcares, evaporación de volátiles y presencia del desecho.

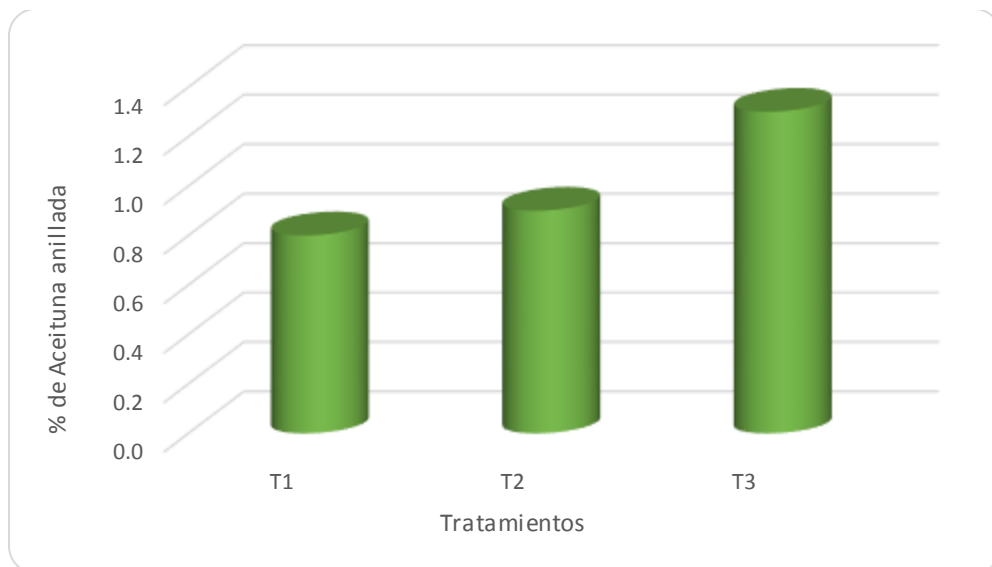
En la tabla 26 se observa el resultado obtenido del porcentaje de aceituna anillada producto de los tres tratamientos. Y en la figura 23 se observa el porcentaje de aceituna anillada.

Tabla 26:

Porcentaje de aceituna anillada para los tres experimentos

N° DE TRATAMIENTO	Ingreso al tanque	Ingreso a selección	Peso perdido	% Aceituna defectuosa (anillada)
T1	500,00	496,00	4,0	0,8
T2	500,00	495,50	4,5	0,9
T3	500,00	493,50	6,5	1,3

Fuente: Elaboración propia



**Figura 15. Porcentaje de anillado del promedio de los experimentos T1, T2, y T3**

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23 se puede observar que el mayor porcentaje de anillado se presenta en el experimento 3 el tradicional, no así en el experimento 1 y 2.

#### **4.6 Almacenamiento**

Una vez que se clasifica se almacena en tanques de almacenamiento, en este periodo producto estacional es necesario mantenerla en buen estado y realizar el monitoreo correspondiente, en el periodo de almacenamiento puede producirse la aparición de la cuarta

fase, sobre todo cuando las temperaturas de almacenamiento son altas, en esta fase se pueden desarrollar bacteria del género *Clostridium* y *Propionibacterium*, que consumen el ácido láctico y generan el incremento de la acidez volátil, originando el incremento del pH.,

Según Sánchez, (2006) cuando los azúcares están agotados se puede decir que ha finalizado la fermentación y se inicia el periodo de almacenamiento o conservación en las muestras experimentales evaluadas. El contenido de azúcares reductores es de 0,5 g/100 ml en las tres muestras, al inicio de la experimentación, la concentración de sal al inicio de la experimentación es de 8 % de cloruros, los valores iniciales de pH, acidez libre y acidez combinada se muestran en la tabla 27.

Tabla 27:

Resultado del pH acidez libre, acidez combinada en los experimentos

Tiempo o días	T1			T2			T3		
	pH Unidades	Acidez libre % de ácido láctico	Acidez combinada Normalidad	pH Unidades	Acidez libre % de ácido láctico	Acidez combinada Normalidad	pH Unidades	Acidez libre % de ácido láctico	Acidez combinada Normalidad
0	7,0	0,00	0,00	7,0	7,07	0,00	3,5	0,10	0
25	4,21	0,53	0,0903	4,16	0,46	0,0990	4,13	0,49	0,0920
75	4,09	0,71	0,0920	4,0	0,70	0,094	4,1	0,67	0,0471
90	4,06	0,71	0,1040	4,0	0,72	0,0980	4,1	0,68	0,0311

Fuente: Elaboración propia

El valor del pH varía en función al tiempo, siendo el de proceso tradicional el que se muestra más estable, debido al incremento de la acidez libre y la baja acidez combinada, en el caso de las muestras experimentales se observa que a los 90 días tenemos pH de 4,06 para el tratamiento T1 y para el tratamiento T2 de 4,0 unidades, teniendo un promedio de incremento 0,06 unidades que se considera un incremento leve (Garrido, 1997) este se produce con el aumento de temperatura ambiental donde la máxima tuvo un promedio de 29,9 °C y la mínima de 18 °C. En la tabla se puede apreciar este aumento de pH que corresponde al final de la fermentación.

## **4.7 Análisis microbiológico**

### **4.7.1 Evaluación microbiológica**

En cuanto a los parámetros microbiológicos las bacterias lácticas decrecen, se mantienen las levaduras; las bacterias propiónicas, aparecen durante la llamada cuarta fase de la fermentación disminuyendo el ácido láctico, sin que la acidez disminuya sensiblemente, su aparición depende de los valores de pH, concentración de sal y acidez durante el periodo de conservación y está influenciada por las altas temperaturas del verano. Siendo mayor presencia de bacterias propiónicas las que va a definir cuál es el mejor tratamiento.

#### **4.7.1.1 Control microbiológico de hongos y levaduras**

Se realiza a los 60 días para observar su evolución y cuando se observe olores extraños en salmuera de las muestras de control.

#### **4.7.1.2 Control microbiológico de aerobios totales**

Se realiza a los 60 días, igual que el anterior para observar su evolución, durante la fermentación.

#### 4.7.1.3 Control microbiológico de bacterias lácticas

Se realiza a los 60 días para evaluar su comportamiento siendo las responsables principales de la producción de ácido láctico.

#### 4.7.1.4 Controles microbiológicos de enterobacterias, E. coli y coliformes totales

Durante la puesta en marcha de las técnicas se ha observado que en la fase final las enterobacterias, E. coli y coliformes totales su presencia es nula en la fase final de la conservación, lo cual garantiza una buena conservación.

El resumen de la evaluación microbiológica se puede observar en la tabla 28.

Tabla 28:

Resultado del análisis microbiológico para los tres tratamientos

N° DE TRATAMIENTO	MOHOS Y LEVADURAS		AEROBIOS	COLIFORMES	ENTEROBACTERIAS
	MOHOS	LEVADURAS			
T1	1 x 10 <sup>3</sup> ufc	4,0 x 10 <sup>3</sup> ufc	1,0x10 <sup>3</sup> ufc	< 10 ufc	< 10 ufc
T2	1 x 10 <sup>3</sup> ufc	4,0x 10 <sup>3</sup> ufc	2,4x10 <sup>5</sup> ufc	< 10 ufc	< 10 ufc
T3	3,0 x10 <sup>3</sup> ufc	6,8x10 <sup>4</sup> ufc	3,9x10 <sup>4</sup> ufc	< 10 ufc	< 10 ufc

Fuente: Elaboración propia

Los principales grupos con aplicaciones industriales son los mohos, las levaduras y las bacterias. Las bacterias y las levaduras son las más importantes (Ver tabla 28).

#### **4.8 Análisis estadístico**

Se determinó el análisis sensorial para comparar los tres tratamientos y demostrar si existe diferencia significativa entre los valores. Para ello nos valemos del software stat graphics centurión XLII.

##### **4.8.1 Comparación entre tratamientos**

###### **4.8.1.1 Comparación entre los tratamientos para el pH**

La comparación de varias muestras se realiza entre los tratamiento T1, T2, y T3, para determinar si se encuentra una diferencia significativa del pH entre las muestras en estudio, los resultados se presentan en la tabla 29 y la tabla 30

Tratamiento 1: 12 valores en el rango de 4,06 a 8,76

Tratamiento 2: 12 valores en el rango de 4,0 a 7,25

Tratamiento 3: 12 valores en el rango de 3,5 a 5,46

Tabla 29:

Resultado de la comparación de muestras

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,205833	0,940424
T1 - T3		0,56	0,940424
T2 - T3		0,354167	0,940424

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30:

ANOVA para el pH por tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,92561	2	0,962803	0,75	0,4798
Intra grupos	42,3047	33	1,28196		
Total (Corr.)	44,2303	35			

Fuente: Elaboración propia

El valor P de la razón F es mayor o igual que 0,05, se puede afirmar que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 31: Pruebas de Múltiple Rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T3	12	4,395	X
T2	12	4,74917	X
T1	12	4,955	X

Fuente: Elaboración propia

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza

#### **4.8.1.2 Comparación entre los tratamientos para la acidez**

La comparación de varias muestras se realiza entre los tratamientos T1, T2, y T3, para determinar si se encuentra una diferencia significativa de la acidez libre entre las muestras en estudio los resultados se presentan en la tabla 32 y la tabla 33.

Tratamiento 1: 12 valores en el rango de 0 a 0,71

Tratamiento 2: 12 valores en el rango de 0 a 0,72

Tratamiento 3: 12 valores en el rango de 0,05 a 0,68

Tabla 32:

ANOVA para la acidez entre tratamientos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0141056	2	0,00705278	0,11	0,8938
Intra grupos	2,06572	33	0,0625975		
Total (Corr.)	2,07982	35			

Fuente: Elaboración propia

El valor P de la razón F es mayor o igual que 0.05, por lo que se puede afirmar que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables con un nivel del 95.0% de confianza.

Tabla 33:

Resultado de comparación de los tratamientos

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,0483333	0,207809
T1 - T3		0,0275	0,207809
T2 - T3		-0,0208333	0,207809

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Pruebas de múltiple rangos

Método: 95.0 porcentaje LSD

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	12	0,389167	X
T3	12	0,41	X
T1	12	0,4375	X

Fuente: Elaboración propia

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95.0% de confianza.

#### 4.8.2 Evaluación organoléptica

El análisis sensorial, mediante la prueba de aceptación utilizando la escala hedónica, evaluando el color, olor, sabor, textura y apariencia general. En cada uno de los casos se busca el equilibrio de las características globales para determinar la aceptación del consumidor. La ficha de evaluación se puede observar en el anexo 1.

En las figuras 24, 25 y 26 se observa el desarrollo de la prueba de análisis sensorial, degustación y calificación de las muestras presentadas.



**Figura 24. Análisis sensorial**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 25. Análisis sensorial – degustación**

Fuente: Elaboración propia



**Figura 26: Análisis sensorial – calificación**

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la evaluación sensorial fueron sometidos al análisis de varianza (ANOVA) a fin de determinar la existencia de diferencia significativa entre los tratamientos, el mismo que se observa en la tabla 35, (resumen del resultado de la prueba de ANOVA para todos los tratamientos)

Tabla 35:

Resumen ANOVA para los diferentes tratamientos

Característica Evaluada	Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P	Nivel de significancia
OLOR	Entre grupos	2,45714	2	1,22857	1,16	0,3190	NS
	Intra grupos	108,457	102	1,06331			
	Total (Corr.)	110,914	104				
COLOR	Entre grupos	6,19048	2	3,09524	3,27	0,0421	SS
	Intra grupos	96,5714	102	0,946779			
	Total (Corr.)	102,762	104				
SABOR	Entre grupos	3,44762	2	1,72381	1,27	0,2861	NS
	Intra grupos	138,8	102	1,36078			
	Total (Corr.)	142,248	104				
TEXTURA	Entre grupos	0,304762	2	0,152381	0,15	0,8609	NS
	Intra grupos	103,657	102	1,01625			
	Total (Corr.)	103,962	104				
APARIENCIA GENERAL	Entre grupos	1,21905	2	0,609524	0,65	0,5220	NS
	Intra grupos	95,0286	102	0,931653			
	Total (Corr.)	96,2476	104				

Fuente: Elaboración propia:

NS: No hay diferencia significativa

SS: si hay diferencia significativa

De la tabla anterior se puede observar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la media de las características de olor, sabor, textura y apariencia general entre un nivel de tratamiento y otro con un nivel de confianza del 95%. Mientras que en la característica de color sí existe diferencia significativa ya que el valor de  $p$  de la prueba  $F$  es menor que 0,05 entre un nivel de tratamiento, con un nivel del 95,0% de confianza. (Detalle de los tratamientos se muestra en el anexo 2).

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIONES**

#### **5.1 De los lavados**

Según el Instituto de la Grasa pueden darse diversas formas de lavado las que pueden dar buenos resultados, y recomiendan uno corto de 2-3 horas y uno largo de 10-12 horas. Si se da un solo lavado debe ser largo ahora bien si la temperatura es muy alta el lavado no debe ser mayor de 10 a 12 horas para evitar posibles alteraciones (Rejano 1988). En la tabla 9 se muestran el tiempo de lavado utilizado, en la presente investigación que fue de 14 horas para un lavado y 10 para 2 lavados, lo que hace factible la reducción de los lavados en comparación con el tratamiento tradicional donde se aplican tres lavados en un tiempo promedio de 20 horas; se sabe que con excesivos lavados se pierde mucha materia fermentable y se tiene una fermentación incompleta. El lavado depende de la concentración de lejía, pues a mayor concentración de lejía más enérgico debe ser el lavado.

## **5.2 Cantidad CO<sub>2</sub> aplicado**

De acuerdo a los objetivos planteados la cantidad de CO<sub>2</sub> aplicado en los tratamientos se encuentra entre los 108 a 115 gr por tanque de 500 kg cantidad suficiente para lograr descender al pH requerido en el rango de 7,0 y 7,5 unidades; por lo menos en cuatro puntos equidistantes del tanque de fermentación, la temperatura de la salmuera no debe estar por debajo de los 20 °C ya que puede afectar la fermentación. No existe un peso de CO<sub>2</sub> determinado para bajar el pH a 7,0. Según Marsillio (2007) los cambios en el pH debido al efecto del CO<sub>2</sub> en la neutralización del exceso de álcali en la solución el CO<sub>2</sub> se disuelve en agua; el pH disminuye en torno a valores de 6,5 o aproximados a la neutralidad debido a la formación de ácido carbónico.

## **5.3 Tiempo de aplicación de CO<sub>2</sub>**

De acuerdo a la técnica utilizada en la presente investigación la aplicación del CO<sub>2</sub> fue a las 48 horas de la colocación en la salmuera para bajar el pH a 7-7,5 y pueda iniciar la fermentación según Sánchez (2006) afirma que la adición del CO<sub>2</sub>, se realiza a las 24 o 48 hrs de la puesta en salmuera del fruto y tiene por objeto rebajar el pH hasta límites próximos a 6,5 a 7 unidades

#### **5.4 Discusión del pH**

El pH alcanzado después de los 90 días de fermentación fue T1: 4,06, T2: 4,0 y el T3: 4,10 (Ver datos en la tabla 24) estos se encuentran dentro de los rangos establecidos. Según Garrido *et.al* (1999) muestra un rango de pH entre 3,8 como valor mínimo y 4,2 como valor máximo para aceitunas verdes al estilo sevillano.

#### **5.5 Discusión de la acidez**

En cuanto al porcentaje de acidez Garrido (1999) en la *Table Olives Producción and Processing* muestra valores máximos de 1,2 % y mínimos de 3,8, de los resultados obtenidos en la presente tesis son para T1: 0,71, T2: 0,72 y T3: 0,68 siendo el último la muestra testigo, los valores de los tratamientos demuestran estar dentro de los rangos permisibles.

## **CONCLUSIONES**

### **Primera**

Para un tanque con las siguientes características: contenido de aceitunas igual 500 Kg, volumen de salmuera 300 litros de salmuera y 700 litros de capacidad total del tanque, es necesario entre 58 seg a 4,5 minutos, para lograr que el pH se estabilice en 7 – 7,5 unidades aplicando , la cantidad de Dióxido de Carbono en un promedio de 98 a 115 gr , el resultado se muestra en el cuadro 8 , se ha realizado la aplicación en más de 1 tiempo (2 veces), con un periodo de separación 5 minutos a las 48 horas de puesta en salmuera.

### **Segunda**

De la evaluación estadística se puede determinar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto se, concluye que es factible la reducción de los lavados sin afectar la calidad de la aceituna en el procesamiento de la aceituna verde estilo sevillano, con aplicación de Dióxido de Carbono a las 48 hr de puesta en salmuera, por

lo que se puede optar por un solo lavado para la elaboración de aceituna verde estilo sevillano.

### **Tercera**

El tratamiento con CO<sub>2</sub> utilizado neutraliza el exceso de soda durante el procesamiento de aceituna verde estilo sevillano, al sustituir los tradicionales lavados con agua, hacen que el proceso, en general sea menos contaminantes, y la disminución de los requerimientos de los volúmenes sean de un 70% aproximadamente, además el tratamiento con CO<sub>2</sub> impide la pérdida de azúcar durante la etapa de lavado, y se nota la mejora de un crecimiento inicial de las bacterias del ácido láctico.

### **Cuarta**

La acidez libre es uno de los datos representativos que nos indica cómo marcha la fermentación por eso la acidez final de los tratamientos en estudio a los 90 días fueron 0,71 % de Ac láctico para el tratamiento 1, 0,72 % de Ac láctico para el tratamiento 2; y 0,68 % de Ac láctico para el tratamiento tradicional; se demuestran que todos los tratamientos se encuentran dentro de los rangos permisibles

### **Quinta**

El pH es otro de los parámetros, que conjuntamente con la acidez determinarán la buena marcha de la fermentación; en la presente tesis fue para el tratamiento 1 (T1) 4,06 unidades a los 90 días; para el tratamiento 2 (T2) 4,0 unidades; y para el tratamiento 3 (testigo) 4,1; los cuales se encuentran dentro de los rangos permisibles.

### **Sexta**

Del análisis sensorial se puede concluir que en las características de olor sabor, textura y apariencia general no existe diferencia significativa entre los tratamientos, tan solo en el caso del color existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos T1 y T2 con un nivel del 95,0%.

### **Séptima**

La aplicación de CO<sub>2</sub> no influye en el incremento del anillado al contrario, se puede decir, que el mayor porcentaje de anillado fue en la muestra testigo 1,3% y no así en las muestras T1 (0,8%) y T2 (0,9%).

## **Octava**

La utilización de agua para los lavados en el proceso de elaboración de aceituna verde (*Olea europaea sativa Hoff Link*) se ve disminuida, ya que para el tratamiento de un lavado se utilizó 0,35 m<sup>3</sup> para un tanque de 500 kg, y de 0,70 m<sup>3</sup> para el tratamiento con dos lavados para un tanque de 500 kg, mientras que para el tratamiento tradicional tres lavados se utiliza 1,05 m<sup>3</sup> por lo que se demuestra un ahorro considerable de agua.

## **RECOMENDACIONES**

### **Primera**

Se recomienda realizar pruebas a nivel industrial siendo este un tratamiento que puede favorecer el ahorro de agua en las zonas donde esta escasea.

### **Segunda**

Al no haber un diseño específico del equipo para la inclusión de CO<sub>2</sub> se recomienda determinar cuál sería el diseño del tanque en función a la difusión de los gases en el que se pueda medir con exactitud la velocidad de ingreso de CO<sub>2</sub>

### **Tercera**

Se debe utilizar sistemas de control automatizado en la aplicación de CO<sub>2</sub> a nivel industrial

### **Cuarta**

Se debería aplicar nuevas tecnologías en las técnicas de elaboración de aceitunas

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANZALDÚA M. A. (1994), *La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica*, Zaragoza: Ed. Acribia

ASERAHOU, P, FAID B, PERES C etal (2002) *Reducing the bloater spoilage incidence in fermented Green olives during storage*.  
Revista de grasas y aceites vol 53 Fasc. 3, 30 -334

CASTILLO M.,& CASTILLO D (2003). *Control de las alteraciones gaseosas de las aceituna verdes fermentadas utilizando salmuera acetificada*. Universidad Nacional de Tacna

CHEFTEL J.C. (1976) *Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos*, tomo 1, Zaragoza: Ed Acribia

DE LA BORBOLLA & ALCALA y GONZALES CANCHO (1975):  
*Preparación de aceituna en verde*. II Seminario Oleica Mediterráneo. España, Córdoba.

DESROSIER N.(1986) *Conservación de los Alimentos* 2 ed. México: Edit. CECSA

EXTENDA (*Agencia Andalucía de promoción extenda- CITE agroindustrial*) (2006). 2º curso de elaboración de Aceitunas de mesa

FLORENCIO BLOG *Propiedades del Olivo*. Recuperado el 15 de enero de 2014 [http://plantas.facilísimo.com/propiedades\\_del\\_olivo.html](http://plantas.facilísimo.com/propiedades_del_olivo.html)

FELLOW P. (1994). *Tecnología del procesado de alimentos principios y prácticas*. España: Edit. CESCA

FERNANDEZ D. & RAMOS (1985). *Biotecnología de la aceituna de Mesa*. Instituto de la grasa y sus derivados.3 ed. Madrid: CSIC

KAILIS S & HARRIS D. (2007) *Producing Table Olives*, Csiro Publishing, Australia

GALLEGOS A. (1999) *Técnicas en el procesamiento de aceitunas de mesa*. Tesis para grado en Ingeniero en Industrias Alimentarias Tacna Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

GALLEGOS A. M. (2011). *Manual procesamiento de aceituna verde y negra*. Tacna: ADRA

GARRIDO F. A, (1999). *Table Olives Production and Processing Capman y Man*. Reino Unido

GUERRERO A. (1991): *Nueva Olivicultura*, 2da Edición. España Madrid:  
Edit. Mundi prensa

HART F.L. & FISHER H.J. (1984): *Análisis de Alimentos*. Zaragoza,  
España: Edit. Acribia,

JAY. J. M. (1978) *Microbiología Moderna de los Alimentos*, Zaragoza  
España: Edit. Acribia

MARSILIO V. &. RUSSI F. , (2007) *Effects alkali neutralization whit CO<sub>2</sub>  
on fermentation, chemical parameters and sensory  
characteristicas in Spanish-style green Olives (Olea europaea L)*  
CRA Instituto Sperimentale per la Elaiotecnica, Italy

MARZANO D. (1988), *Determinación de los parámetros en el  
procesamiento de la aceituna de mesa*. Tesis para de grado. En  
Ingeniero en Industrias Alimentarias. Tacna Universidad Nacional  
Jorge Basadre Grohmann.

MEYER M.R. (1987) *Control de calidad de productos agropecuarios*.  
México: Edit. Trillas

MINISTERIO DE AGRICULTURA (2011) *Compendio estadístico*. Tacna:  
Edit. Dirección general de agricultura

MONTAÑO. A. (1998) *XI Cursos bienales de aderezo de aceitunas verdes*  
Instituto de la Grasa. dpto Biotecnología de los Alimentos,  
España: Edit. CSIC

MÜLLER (1981): *Microbiología de los alimentos vegetales*. Zaragoza,  
España: Edit. Acribia,

NIELSEN S.(1998) *Análisis de los alimentos* 3° ed. Zaragoza: Edit. Acribia

NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 209.098 2006. *Aceitunas de mesa  
definiciones, requisitos y rotulado Comisión de Reglamentos  
Técnicos y Comerciales – INDECOPI Lima*

NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 203.70.1997 *Productos elaborados a  
partir de frutas y otros vegetales*. Determinación de acidez –  
INDECOPI Lima

WARD O. (1991) *Biotecnología de las fermentación principio procesos y  
productos*. Zaragoza: Edit. Acribia S.A

SALAS P. F.,( 2013) *Tacna: Producción y exportación de Aceituna,  
Orégano y cebolla*: Dirección regional de agricultura, Tacna: Edit.  
Dirección estadística Agraria

SALVARREDI E.(1988) *Manual de preparación de aceitunas de mesa*  
INTA, COORDETACNA, PNUD , Argentina

SANCHEZ H G. (2006) *Elaboration of table olives* Revista grasas y aceites 57 (1) 86-94

STRASBURGER.(1990): *Tratado de Botánica*, 7ma Edición., Barcelona, España: Edit. Omega

TOUS M.J. y ROMERO A. A. (1993): *Variedades del olivo*, Fundación la Caixa, 1ra Edición, Barcelona, España.

# **ANEXOS**

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de análisis sensorial.....	128
Anexo 2: Análisis de las muestras olor, color, sabor, textura y apariencia general.....	130
A) Análisis sensorial para el olor.....	126
B) Análisis sensorial para el color.....	127
C) Análisis sensorial para el sabor.....	129
D) Análisis sensorial para la textura.....	130
E) Análisis sensorial para la apariencia general.....	131
Anexo 3: Fotos de la experimentación proceso y análisis de laboratorio .....	137
Anexo 4: Valores referenciales finales en la salmuera .....	135
Anexo 5: Matriz de consistencia .....	140

**ANEXO 1:**  
**FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL:**

Nombre y Apellido .....

Fecha .....

Pruebe y evalúe cada muestra usando la escala presentada para describir su nivel de agrado respecto a cada una de las características especificadas.

- 9 EXTREMADAMENTE AGRADABLE
- 8 MUY AGRADABLE
- 7 BASTANTE AGRADABLE
- 6 AGRADABLE
- 5 NI AGRADABLE NI DESAGRADABLE
- 4 DESAGRADABLE
- 3 BASTANTE DESAGRADABLE
- 2 MUY DESAGRADABLE
- 1 EXTREMADAMENTE DESAGRADABLE

CÓDIGO DE LA MUESTRA	VALOR DE NIVEL DE AGRADO				
	COLOR	OLOR	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA GENERAL

OBSERVACIONES .....

.....

.....

GRACIAS.

## ANEXO 2:

### ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS OLOR, COLOR, SABOR, TEXTURA Y APARIENCIA GENERAL

#### A) Análisis sensorial para olor

#### Cuadro N ° ANOVA para el olor por tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,45714	2	1,22857	1,16	0,3190
Intra grupos	108,457	102	1,06331		
Total (Corr.)	110,914	104			

La razón-F, que en este caso es igual a 1,15543, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de OLOR entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 95,0%

#### Pruebas de múltiple rangos para olor por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	35	5,8	X
T2	35	5,94286	X
T3	35	6,17143	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		-0,142857	0,488925
T1 - T3		-0,371429	0,488925
T2 - T3		-0,228571	0,488925

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza.

## B) Análisis sensorial para el color

### Tabla ANOVA para color por tratamiento

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	6,19048	2	3,09524	3,27	0,0421
Intra grupos	96,5714	102	0,946779		
Total (Corr.)	102,762	104			

La razón F, que en este caso es igual a 3,26923, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de color entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza

## Pruebas de múltiple rangos para color por c. tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

C.TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T1	35	5,71429	X
T3	35	5,85714	XX
T2	35	6,28571	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2	*	-0,571429	0,461357
T1 - T3		-0,142857	0,461357
T2 - T3		0,428571	0,461357

\* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. Se ha colocado un asterisco junto a 1 par, indicando que este par muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

### C) Análisis sensorial para el sabor

**Tabla ANOVA para sabor por tratamiento**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón F	Valor P
Entre grupos	3,44762	2	1,72381	1,27	0,2861
Intra grupos	138,8	102	1,36078		
Total (Corr.)	142,248	104			

La razón F, que en este caso es igual a 1,26678, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor P de la razón F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de sabor entre un nivel de TRATAMIENTO y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

#### **Pruebas de Múltiple Rangos para sabor por b.tratamiento**

Método: 95,0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	35	5,91429	X
T3	35	6,22857	X
T1	35	6,34286	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,428571	0,553105
T1 - T3		0,114286	0,553105
T2 - T3		-0,314286	0,553105

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza.

#### **D) Análisis sensorial para la textura**

Cuadro N° Análisis de varianza (ANOVA) para la textura por tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,304762	2	0,152381	0,15	0,8609
Intra grupos	103,657	102	1,01625		
Total (Corr.)	103,962	104			

La tabla ANOVA descompone la varianza de textura en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón F, que en este caso es igual a 0,149945, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la razón F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de textura entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

### Pruebas de múltiple rangos para textura por tratamiento

Método: 95,0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	35	5,94286	X
T3	35	6,05714	X
T1	35	6,05714	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0,114286	0,477983
T1 - T3		0	0,477983
T2 - T3		-0,114286	0,477983

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de Medias, con un nivel del 95,0% de confianza.

### E) Análisis sensorial para la apariencia general

#### Tabla ANOVA para apariencia general por tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,21905	2	0,609524	0,65	0,5220
Intra grupos	95,0286	102	0,931653		
Total (Corr.)	9,2476	104			

La razón F, que en este caso es igual a 0,654239, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor P de la razón F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia

estadísticamente significativa entre la media de apariencia general entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

### **Pruebas de Múltiple Rangos para apariencia general por tratamiento**

Método: 95.0 porcentaje LSD

TRATAMIENTO	Casos	Media	Grupos Homogéneos
T2	35	6,08571	X
T1	35	6,08571	X
T3	35	6,31429	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
T1 - T2		0	0,457657
T1 - T3		-0,228571	0,457657
T2 - T3		-0,228571	0,457657

No hay diferencias estadísticamente significativas entre cualquier par de medias, con un nivel del 95,0% de confianza

**ANEXO 3:  
FOTOS DE LA EXPERIMENTACIÓN PROCESO Y ANÁLISIS DE  
LABORATORIO**



EXTRACCIÓN DE MUESTRA PARA  
DETERMINAR EL ÍNDICE DE MADUREZ



LAVADOS



CONTROL DEL pH



INCLUSIÓN DE CO<sub>2</sub>



CONTROL DE pH PARA QUE INICIE LA FERMENTACIÓN



CONTROL DE SALMUERA °Be



ANÁLISIS DE LABORATORIO

**ANEXO N° 4**  
**VALORES REFERENCIALES FINALES EN LA SALMUERA**

<b>Variable de Control</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor máximo</b>
Concentración de sal	%	7,00	9,00
Concentración de sal	Baumé	6,00	8,00
Acidez	%	0,80	1,20
pH	Unidad	3,80	4,20
Acidez combinada	Normalidad	0,090	0,112

Fuente: Garrido (1977) *Table Olives Producción and processing*