

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**



**PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL**  
**EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE TOMILLO Y  
ROMERO PARA LA PROLONGACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LA  
LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)**

**Tesis para optar el Título Profesional de  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Gladys Elizabeth Peñaranda Oropeza**

**Asesor:  
Dra. Nelly Raquel Castro Vicente**

**HUARAZ – PERÚ**

**2019**



## **ACTA DE SUSTENTACIÓN**

### **MODALIDAD: PTP TESIS GUIADA**

Los miembros del jurado que suscriben, se reunieron en acto público para calificar la Sustentación de la Tesis presentada por la Bachiller:

**Gladys Elizabeth Peñaranda Oropeza**

### **TITULADA**

**“EFECTO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE TOMILLO  
Y ROMERO PARA LA PROLONGACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE  
LA LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)”**

Después de haber escuchado el Informe y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declararon APTO para optar el TÍTULO PROFESIONAL con el calificativo de:

**APROBADO CON LA NOTA DE CATORCE (14)**

En consecuencia, la sustentante de acuerdo a la Ley Universitaria y las normas estatutarias queda en condición de recibir el Título Profesional de:

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

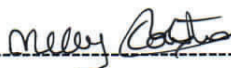
Huaraz, 31 de enero de 2019



-----  
Dra. Norma Elizabeth Gamarra Ramírez  
**Presidente**



-----  
Mag. Juan Flavio Natividad Cerna  
**Secretario**



-----  
Dra. Nelly Raquel Castro Vicente  
**Asesora**

## DEDICATORIA

Al mejor regalo de Dios mis hijos Josselin, Diego y Lorena, por el apoyo moral que me dieron y fueron fuentes de inspiración y perseverancia para la realización de la presente investigación.

A mis hermanos Zósimo, Alcides, José, María y Carmen por su apoyo constante en cada uno de los momentos de mi vida, para ellos que es un orgullo el llegar ser un profesional.

A mis padres Pedro y Juana que en paz descansen y de Dios gocen.

## AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a la Dra. Nelly Raquel Castro Vicente asesora del presente trabajo de investigación por su apoyo constante. Del mismo modo al MSc. Ángel Quipe Talla por su apoyo incondicional. A todos los profesores de la facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias, por brindarnos sus conocimientos.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE GENERAL .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XIV
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes .....	4
2.2. Bases Teóricas .....	9
2.2.1. La Lechuga .....	9
2.2.1.1. Descripción de la lechuga .....	10
2.2.1.2. El origen de la lechuga.....	11
2.2.1.3. Clasificación Botánica .....	12
2.2.1.4. Composición Química de la Lechuga .....	13
2.2.1.5. Variedades de lechuga y recolección .....	13
2.2.1.6. Índices de madurez para cosechar la lechuga .....	15
2.2.1.7. Beneficios de la lechuga para la salud .....	15
2.2.1.8. Factores fisiológicos causantes de deterioro en pos cosecha.....	17

2.2.1.9. Factores biológicos causantes de deterioro en postcosecha.....	20
2.2.2. Los Antioxidantes .....	23
2.2.3. Conservación con antioxidantes .....	24
2.2.4. Las plantas aromáticas fuentes de antioxidantes naturales .....	26
2.2.4.1. Romero ( <i>Rosmarinus officinalis L.</i> ) .....	26
2.2.4.2. Tomillo ( <i>Thymus vulgaris L.</i> ) .....	32
2.2.5. Métodos de conservación para prolongar la vida útil de las hortalizas. ....	35
2.2.6. Recubrimientos comestibles .....	37
2.2.7. Vida útil de los alimentos .....	43
2.2.8. Tecnologías aplicadas a los productos procesados.....	44
2.2.9. La necesidad del empaque .....	45
2.2.10. Almacenamiento de la lechuga.....	53
2.2.11. Microorganismos en las lechugas .....	56
2.2.12. Análisis sensorial y pruebas de preferencia.....	61
2.3. Bases conceptuales .....	65
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	69
3.1. Materiales.....	69
3.1.1. Lugar de ejecución.....	69
3.1.2. Materiales .....	69
3.1.3. Equipos y accesorios.....	70
3.2. Métodos .....	71
3.2.1. Hipótesis .....	71
3.2.1.1. Hipótesis general.....	71

3.2.1.2. Hipótesis específicas .....	72
3.2.2. Operacionalización de variables .....	72
3.2.3. Población y muestra.....	73
3.2.3.1. Población.....	73
3.2.3.2. Muestra .....	73
3.2.4. Diseño experimental .....	74
3.2.4.1. Etapas del diseño experimental.....	76
3.2.5. Diseño estadístico .....	84
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	85
4.1. Etapa I: Caracterización de la materia prima.....	85
4.2. Etapa II: Estudio de tratamientos de coberturado .....	96
4.2.1. Recepción, selección, lavado y desinfección de las cabezas de lechuga.....	96
4.2.2. Tratamiento del recubrimiento .....	103
4.2.2.1. Preparación de la solución de inmersión .....	103
4.2.2.2. Determinación de la acidez de las soluciones.....	104
4.2.2.3. Inmersión de las hojas de lechuga .....	105
4.2.3. Deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según temperatura .....	105
4.2.4. Deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento.....	113
4.2.5. Deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento y temperatura.....	120
4.3. Etapa III: Caracterización del producto final óptimo .....	129

4.3.1. Análisis químico proximal.....	129
4.3.2. Análisis físico .....	130
4.3.3. Análisis microbiológico.....	132
4.3.4. Análisis sensorial del proceso de deshidratación de la lechuga .....	134
4.3.5. Evaluación de preferencia.....	140
V. CONCLUSIONES .....	142
V. RECOMENDACIONES.....	143
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	143
ANEXOS .....	156



## ÍNDICE DE TABLAS

Nro.	Pág.
01. Clasificación botánica de la lechuga.....	12
02. Composición Química Proximal de la Lechuga .....	13
03. Tasa de respiración de la lechuga de cabeza (Iceberg).....	18
04. Tiempos de conservación a temperaturas recomendadas .....	55
05. Duración de la vida post- recolección de la lechuga en.....	56
06. Recomendaciones para almacenamiento de la lechuga .....	56
07. Variables, dimensiones e indicadores .....	72
08. Diseño de investigación experimental del efecto del recubrimiento comestible de tomillo y romero para la prolongación de la vida útil de la lechuga, modelo factorial de 3x3x2.....	75
09. Análisis químico proximal de la Lechuga .....	85
10. Caracterización de una cabeza de lechuga.....	86
11. Medidas biométricas de las hojas de lechuga .....	86
12. Tabla de frecuencias para peso de lechugas (g).....	88
13. Distribución normal de los pesos de lechuga.....	89
14. Tabla de frecuencias para espesor de la hoja (mm) .....	90
15. Distribución normal de espesor de las hojas de lechuga. ....	91
16. Tabla de Frecuencias para diámetro mayor de las hojas de lechuga (mm) .....	92
17. Distribución normal del diámetro mayor de las hojas de lechugas. ....	93
18. Tabla de frecuencias para diámetro menor de las hojas de lechuga (mm) .....	94

19. Distribución normal del diámetro menor de las hojas de lechuga.....	95
20. Lavado y desinfección de la materia prima .....	96
21. Resumen estadístico para las muestras del lavado y desinfección .....	98
22. Comparación de desviación estándar para las muestras de lavado y desinfección .....	99
23. Reporte del peso de una cabeza de lechuga y rendimiento para el recubrimiento .....	102
24. Preparación de un litro de solución madre.....	103
25. Preparación de las soluciones al 10% , 15% y 20% .....	103
26. Determinación de la acidez de las soluciones al 10%,15% y 20% .....	104
27. Valores del proceso de recubrimiento de las hojas de lechuga.....	105
28. Proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según temperaturas de 50 C, 10 0 C y 15 0 C.....	107
29. Pruebas de normalidad de la deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según temperatura.....	108
30. Prueba de homogeneidad de varianza de la deshidratación de lechuga en almacenamiento según temperatura.....	109
31. Análisis de varianza deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según temperatura.....	110
32. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias de la deshidratación de lechuga durante su almacenamiento según temperatura.....	112

33. Prueba de normalidad de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento.....	115
34. Prueba de homogeneidad de la varianza de deshidratación de lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento .....	116
35. Análisis de Varianza de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento.....	117
36. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias de la deshidratación de lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento. ....	119
37. Pruebas de normalidad del proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento y temperatura.....	122
38. Análisis de varianza de la deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento y temperatura.....	124
39. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias .....	127
40. Análisis químico proximal de la lechuga a 16 días de almacenamiento con recubrimiento al 10% y T°5°C .....	129
41. Análisis físico de las muestras de lechuga a 16 días de almacenamiento con recubrimiento al 10% y T°5°C .....	130
42. Análisis microbiológico de la materia prima sin recubrimiento.....	132
43. Análisis microbiológico de las muestras de lechuga almacenadas 16 días a la temperatura de 5 <sup>0</sup> C, 10 <sup>0</sup> C y 15 <sup>0</sup> C de recubrimiento .....	144
44. Evaluación sensorial con recubrimientos al 10%,15% y 20% a la temperatura de almacenamiento a 5 0 C al finalizar los 16 días.....	135

45. Pruebas de normalidad del análisis sensorial del proceso de deshidratación de la lechuga a diferentes concentraciones.....	136
46. Pruebas de homogeneidad de varianza del análisis sensorial del proceso de deshidratación de la lechuga a diferentes concentraciones.....	137
47. Análisis de varianza de la evaluación sensorial.....	138
48. Evaluación de preferencia con recubrimiento al 10% a la temperatura de almacenamiento de 5 °C al finalizar los 16 días determinado como el mejor Tratamiento.....	140

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nro.	Pág.
01. La lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.).....	9
02. Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.) .....	27
03. Tomillo ( <i>Thymus vulgaris</i> L.) .....	33
04. Propiedades funcionales de un recubrimiento Comestible en frutas y hortalizas frescas .....	41
05. Diagrama de Flujo para la cobertura de la Lechuga .....	77
06. Lechuga en empaque .....	81
07. Histograma de frecuencias de peso de las lechugas .....	88
08. Distribución normal de los pesos de la lechuga.....	89
09. Histograma de frecuencias de espesor de las hojas de lechuga .....	90
10. Distribución normal de los espesores de las hojas de lechuga .....	91
11. Histograma de frecuencias del diámetro mayor de lechugas.....	92
12. Distribución normal del diámetro mayor de lechugas .....	93
13. Histograma de frecuencias del diámetro menor de lechugas.....	94
14. Distribución normal del diámetro menor de lechugas .....	95
15. Cajas y Bigotes de la comparación del tiempo de contacto y la disminución de unidades formadores de colonias .....	101
16. Grafica de decisión del proceso de la deshidratación de .....	111
17. Intervalos de pérdida de peso versus temperatura .....	113
18. Grafica de decisión del proceso de la deshidratación .....	117

19. Intervalos de pérdida de peso versus recubrimiento .....	119
20. Prueba de igualdad de varianzas de la deshidratación de Lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de Recubrimiento y temperatura. ....	123
21. Grafica de decisión del proceso de deshidratación de lechuga en almacenamiento según porcentaje de recubrimiento y temperatura .....	124
22. Intervalos de pérdida de peso versus factores de temperatura y porcentajes de recubrimiento. ....	128
23. Interacción para la pérdida de peso.....	128
24. Distribución F del análisis sensorial del proceso de deshidratación de la lechuga a diferentes concentraciones.....	138
25. Intervalos de aceptación.....	140

## ÍNDICE DE ANEXOS

Nro.	Pag.
01. Variedades de lechuga .....	157
02. Análisis químico proximal de la materia prima.....	158
03. Analisis microbiológico de la materia prima desinfectada.....	159
04. Análisis químico proximal del producto final .....	160
05. Análisis microbiológico al producto final con recubrimiento al 10% almacenada a la temperatura de 5 <sup>0</sup> C ,designada con T <sub>1</sub> .....	161
06. Análisis microbiológico al producto final con recubrimiento al 10% almacenada a la temperatura de 10 <sup>0</sup> C ,designada con T <sub>2</sub> .....	162
07. Análisis microbiológico al producto final con recubrimiento al 10% almacenada a la temperatura de 15 <sup>0</sup> C, designada con T <sub>3</sub> .....	163
08. Formato de análisis sensorial.....	164
09. Formato de la ficha de evaluación de preferencia .....	165
10. Evidencia de la evaluación sensorial de la muestra almacenada a la temperatura de 5 <sup>0</sup> C y con 10% de recubrimiento. ....	166
11. Evaluación de preferencia.....	167
12. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano .....	168
13. Imágenes del tratamiento de coberturado realizado en el laboratorio .....	170
14. Imágenes de panelistas de la evaluación sensorial y de preferencia.....	174
15. Hoja de vida .....	175

## RESUMEN

La investigación permitió evaluar el efecto del recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero, sobre la vida útil de la lechuga, determinando el análisis fisicoquímico proximal, microbiológico y sensorial durante su almacenamiento, esto responde a la necesidad de conservar la lechuga mediante un recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero al 10%, 15% y 20% como cobertura de la lechuga mínimamente procesada y refrigerada a temperaturas de 5 °C, 10 °C y 15 °C.

El recubrimiento comestible aplicado al 10% de solución de romero y tomillo a una temperatura de 5<sup>o</sup> C, tuvo un efecto significativo en la conservación de la lechuga que permitió conservar los atributos de calidad por 16 días, en comparación con las almacenadas a diferentes combinaciones de 15% y 20% de recubrimiento y a temperaturas de 10 °C y 15 °C.

Según el análisis Sensorial se concluye que el producto final con un recubrimiento al 10%, es más aceptable en comparación del recubrimiento a 15 % y 20% por presentar mejor apariencia, color, sabor y textura. Además, según la evaluación de preferencia tuvo mayor aceptación que la lechuga fresca y el análisis microbiológico para mohos y levaduras se encuentran dentro del rango permitido.

**Palabras Clave:** Recubrimiento, vida útil, lechuga.





## ABSTRACT

The investigation allowed to evaluate the effect of the edible coating of the infusion of thyme and rosemary, on the useful life of the lettuce, determining the proximal physicochemical, microbiological and sensory analysis during its storage, this responds to the need to preserve the lettuce through a coating edible thyme and rosemary infusion at 10%, 15% and 20% as a cover for lettuce minimally processed and refrigerated at temperatures of 5 °C, 10 °C and 15 °C.

The edible coating applied to a 10% solution of rosemary and thyme at a temperature of 50 C, had a significant effect on the conservation of the lettuce that allowed conserving the quality attributes for 16 days, compared to those stored at different combinations of 15% and 20% coating and at temperatures of 10 °C and 15 °C.

According to the Sensory analysis, it is concluded that the final product with a 10% coating is more acceptable compared to the 15% and 20% coating because it presents better appearance, color, flavor and texture. In addition, according to the evaluation of preference, it was more accepted than fresh lettuce and the microbiological analysis for molds and yeasts are within the permitted range.

Keywords: Covering, useful life, lettuce.



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el Perú posee un auténtico patrimonio gastronómico basado en su diversidad de productos, insumos y riqueza cultural; gran parte de la riqueza culinaria peruana se encuentra en las variantes regionales, asociadas al profundo legado histórico y la biodiversidad del territorio, con el aporte de materias primas e insumos presentando un importante mercado de comidas, que, en los últimos años, ha gozado de un crecimiento relativo gracias al surgimiento de una nueva generación de promotores de la cocina peruana con grandes oportunidades de desarrollo, los operadores de comida necesitan que las materias primas e insumos sean de calidad y con periodos largos de vida útil.

Las características de los sistemas de producción han generado conceptos como el término *mise en place*, que significa “puesto en el lugar”, literalmente, o poner en su lugar o colocación, se emplea en gastronomía para definir el conjunto de tareas de organizar y ordenar los ingredientes por lo que se necesita que las materias primas de origen vegetal estén dispuestas para el uso inmediato las hortalizas no escapan a ello siendo la lechuga una materia prima de uso muy frecuente en todas en especial en las áreas de las ensaladas que frecuentemente es consumida por los usuarios como una característica especial de los servicios alimentarios de alta categoría por lo que es una necesidad la conservación y prolongación de su tiempo de vida útil, lo que justifica la investigación.

Namesny (1993), menciona que la corta vida útil en postcosecha especialmente en el caso de las lechugas, está dada por la deshidratación, la cual se traduce en una pérdida de

turgencia, amarilla miento, debido a la degradación de la clorofila. Uno de los aspectos más importantes tiene relación con el pardeamiento de tipo enzimático, el cual empobrece la apariencia de la lechuga.

Fernández et al. (2015), define el recubrimiento comestible como una matriz transparente continua, comestible y delgada, que se estructura alrededor de un alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento con el fin de preservar su calidad y servir de empaque, mencionando su papel significativo en la vida de anaquel de los alimentos hortícolas debido a que reducen la pérdida de agua, permitiendo el control respiratorio, retrasan el envejecimiento y mejoran la calidad y valor comercial, manteniendo de esta manera sus atributos de calidad y valor nutritivo.

Lee (2002), menciona que en el Perú se encuentra un gran número de plantas medicinales y aromáticas que son útiles, para obtener principios activos de aplicación industrial. Plantas pertenecientes a la familia Labiada, presentan gran interés por la cantidad y calidad de sus principios activos, los cuales presentan características antioxidantes como el romero, orégano y tomillo entre otros.

La investigación permitió evaluar el efecto del recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero, sobre la vida útil de la lechuga, determinando el análisis físico químico proximal, microbiológico y sensorial durante su almacenamiento, esto responde a la necesidad de conservar la lechuga mediante un recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero al 10%, 15% y 20% como cobertura de la lechuga mínimamente procesada y refrigerada a temperaturas de 5 °C, 10 °C y 15 °C. Llegando a

la conclusión que el recubrimiento comestible aplicado al 10% de solución de romero y tomillo a una temperatura de almacenamiento al 5 °C, permitió conservar los atributos de calidad por un periodo de 16 días.

Los objetivos específicos de la presente investigación fueron:

- Evaluar el análisis físico- químico proximal de la materia prima.
- Determinar el efecto que causa el recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero en las propiedades fisicoquímicas de la lechuga, durante el tiempo de almacenamiento.
- Determinar los cambios sensoriales que provoca el uso del recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero en la lechuga.
- Determinar la carga microbiana de la lechuga, al final del periodo de su almacenamiento.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Sarria (2021), sustenta que los recubrimientos aplicados a frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas son efectivos para alargar la vida de anaquel, manteniendo su calidad microbiológica, sensorial y nutricional. Menciona que, algunas formulaciones han sido específicamente probadas por la habilidad de inhibir la actividad enzimática (polifenol oxidasa) y retardar las reacciones de encafecimiento y que, los recubrimientos comestibles son capaces de transportar sustancias que proporcionan algunos beneficios, no únicamente para el producto sino también para el consumidor, a través del encapsulamiento de componentes bioactivos, desarrollando nuevos productos con nutracéuticos o efectos funcionales. De Ancos et.al (2015), consideran que el uso de películas y recubrimientos comestible surge como una alternativa prometedora para mejorar la calidad de los alimentos durante su procesado y conservación, donde explican que los recubrimientos y películas comestibles están constituidos por finas películas de polímeros naturales( polisacáridos, proteínas animales, y vegetales, lípidos) biodegradables , por lo que es una tecnología respetuoso con el medio ambiente que responde a la demanda creciente por parte de los consumidores de alimentos naturales, seguros, saludables y obtenidos mediante un procesado mínimo, indicando también que los recubrimientos comestibles han sido utilizados con éxito

para mejorar la calidad y prolongar la vida útil de alimentos procesados listos para consumir de V gama.

Szöllôsi et al. (2002) Determino la actividad antioxidante in vitro de distintas infusiones de especies pertenecientes a la familia Labiada y menciona que la aplicación de infusiones producidas con hojas frescas de tomillo y romero, a concentraciones de 5%, 10% y 15% será mejor o igualmente eficaz en reducir la incidencia de pardeamiento enzimático y alargar la vida útil con sus características organolépticas en lechugas lisas.

Mientras que Kahkonen *et al.* (1999) señala que la actividad antioxidante dada por los compuestos fenólicos, depende entre otros factores de: especie, variedad, edad de la planta, época de recolección del material, método de extracción de los compuestos como variables a considerar.

Medina *et al.* (2003) en trabajo de investigación: Aceite Esencial de Tomillo Como Antioxidante y Conservador en Hamburguesas Funcionales. Comprobaron que, bajo las condiciones del ensayo, dosis de 150 mg/ kg de aceite esencial de tomillo mendocino (*Acantholippia seriphioides*), adicionadas a hamburguesas funcionales de carne vacuna, envasadas bajo vacío y atmósfera modificada y conservadas a  $4 \pm 0.5$  °C, tienen efecto antioxidante pero no efecto conservante.

Según Debeaufort (1998), menciona que un recubrimiento comestible es una película que envuelve al alimento y que puede ser consumida como parte del mismo y cuya función es mantener la calidad de los productos recubiertos que permitan

evitar la ganancia o pérdida de humedad, provocar una modificación de la textura, turgencia; retardar cambios químicos que pueden afectar el color, aroma o valor nutricional del alimento; actuar como barrera al intercambio de gases que puede influir en gran medida en la estabilidad de los alimentos sensibles a la oxidación de lípidos, vitaminas y pigmentos; mejorar la estabilidad microbiológica y aumentar la integridad mecánica en el caso de las frutas y hortalizas.

Jaramillo (1995), indica que la lechuga es rica en calcio, hierro y fibra. Se utiliza en fresco en ensaladas y como acompañante en diferentes platos de la cocina. El aporte de calorías de esta verdura es muy bajo, mientras que en vitamina C es muy rica y está compuesta en un 94% de agua y aporta mucho potasio, y fósforo. La lechuga también aporta vitamina A; proporciona poca energía, proteína, ácido ascórbico (vitamina C), tiamina (vitamina B), riboflavina (vitamina B<sub>2</sub>) y niacina.

León (2007), En el V Congreso Iberoamericano de Tecnología Pos cosecha y Agro exportaciones Tema: “Evolución del color en lechuga mantecosa mínimamente procesada: efecto del troceado y la inmersión en cloruro de calcio”. En el caso de lechuga mantecosa mínimamente procesada y envasada en atmósfera modificada pasiva (EAMP) menciona que el color verde es el principal atributo de calidad. Los cambios en la coloración se deben a la degradación de las clorofilas. Los tratamientos evaluados fueron: hojas de lechuga entera y troceada, con y sin inmersión en Cl<sub>2</sub>Ca al 2%. La evolución del color se evaluó por espectrofotometría. Al finalizar el período de almacenamiento se observó, indicativo del color verde,

en el tratamiento troceado, una disminución de las concentraciones de clorofilas y el parámetro  $b^*$  incrementó su valor en hojas enteras, esto significa que no ocurrieron cambios de color en el carácter amarillo de las hojas; mientras que, descendió levemente cuando las hojas se habían troceado hasta el final del periodo del almacenamiento debido al oscurecimiento de las hojas. La inmersión en  $Cl_2Ca$  no produjo efectos significativos en hojas almacenadas a  $1 \pm 0.5^\circ C$ , pero sí a  $8 \pm 2^\circ C$ .

Patiño (2012), menciona en su estudio del "Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible antimicrobial y antioxidante a partir de aceite de orégano (*Origanum vulgare*) en la calidad y vida útil de la lechuga (*Lactuca sativa* L) mínimamente procesada refrigerada" Concluye que el tratamiento que no llevaba ningún recubrimiento (T1, patrón) presentó deterioro a partir del día noveno, manifestando pérdida de humedad, de peso, alta oxidación y características microbiológicas no aptas para el consumo. Por otro lado, los tratamientos con recubrimiento comestible aportaron disminución en la pérdida de peso y la tasa de respiración; factores relevantes en la calidad y prolongación de la vida útil respectivamente.

Ramos et al. (2010), el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas tanto frescos como mínimamente procesados ha generado recientemente avances respecto al efecto sinérgico de los componentes sobre la vida de anaquel de dichos alimentos. El uso de hidrocoloides plastificantes,



aditivos y compuestos activos, tiene como objetivo generar una atmósfera modificada que tiene la capacidad de controlar la transferencia de masa representada en solutos, solventes, gases (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) e incluso migrar sustancias desde la matriz ubicada en la superficie del alimento, tener efectos positivos sobre el control de la tasa de crecimiento microbiano y mantener características tan deseadas como firmeza, brillo, color que traen beneficios y bienestar a los consumidores.

Romer (2010), en la tesis “Propiedades Antioxidantes del Romero (*Rosmarinus officinalis*) y su uso en la Industria Alimentaria, demostró tener mayor poder antioxidante frente a los demás antioxidantes naturales y comerciales, (contiene de 1-2 % de aceites esenciales)

Vogel (2003), en su estudio menciona que el uso de infusiones preparadas con 5, 10 y 20 gramos de hojas frescas de romero y 20 gramos de hojas frescas de tomillo, controla en forma parcial el pardeamiento enzimático producido en el tocón, al ser almacenadas hasta por un día en condiciones de 2°C y 95% de H.R.

Pérez et al. (2007), mencionan que el romero es una planta de origen mediterráneo tradicionalmente utilizada como especia culinaria, aunque su uso también se ha extendido a la conservación de alimentos como carnes y pescados procesados, gracias a su potente actividad antioxidante y antimicrobiana. Estas propiedades tienen en la composición química de la planta, formada fundamentalmente por diterpenos fenólicos tipo abietano como el ácido carnósico, carnosol, rosmadial o

el rosmanol, entre otros, y otros componentes como el ácido fenólico ácido rosmarínico, y determinados flavonoides (flavonas y flavanonas) como la genkwanina. Muchas de las propiedades neuroprotectoras, quimiopreventivas o antiinflamatorias que se le atribuyen a algunas de éstas moléculas están directamente relacionadas con su capacidad para secuestrar radicales libres, aunque diversas publicaciones también indican que la actividad biológica de estos compuestos podría ser debida a su habilidad para regular la actividad y expresión de determinados sistemas enzimáticos

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. LA LECHUGA

Jaramillo (1995), La lechuga es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja; se consume en ensaladas, es ampliamente conocida y se cultiva casi en todos los países del mundo. La lechuga es una planta anual de días largos y ciclo corto, que se consume en estado joven antes de subirse a flor, desarrolla una roseta de hojas entera y forma cogollo.



Gráfico 1. La lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Fuente: Jaramillo (1995)

La variedad de lechuga que se usará en esta investigación es la seda boston, una variedad ampliamente difundida en nuestro medio.

### **2.2.1.1. Descripción de la lechuga**

Suquilanda (1995), describen las partes de la lechuga:

#### **a. La raíz.**

La raíz de la lechuga es de tipo pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 30 cm.

Esta hortaliza posee un sistema radicular bien desarrollado, estando de acuerdo la ramificación a la compactación del suelo; así un suelo suelto tendrá lechugas con un sistema radicular más denso y profundo que un suelo compacto.

#### **b. El tallo.**

El tallo de la lechuga se encuentra un jugo lechoso al interior del tallo, que da el nombre del género *Lactuca* al cual pertenece la lechuga, que viene de la palabra latina *lac*, que se refiere a dicho jugo.

#### **c. Hojas.**

Sus hojas numerosas y grandes en densa roseta (hojas caulineas alternas, más pequeñas). Además, son ovales, oblongas, brillantes y opacas, dependiendo del tipo y variedad, Es así que, en variedades

de repollo las hojas bajas son grandes y alargadas, que se van apretando hasta tomar forma de repollo o cabeza.

#### **d. Flores.**

Las flores de la lechuga son amarillas y los granos alargados, con una fisura longitudinal blanca, negra o rojiza. El tallo floral de la lechuga termina en numerosos capítulos con 7 a 15 flores liguladas de color amarillo. El conjunto de capítulos forma una inflorescencia en panícula corimbos. Las flores de la lechuga se auto polinizan, función que realizan antes que las flores se abran.

#### **e. Semillas.**

Las semillas de lechuga son largas (4-5 mm), su color generalmente es blanco crema, aunque también las hay pardas y castañas. Se estima que en 1 gramo de semillas de lechuga existen entre 1000 a 1200 semillas. Para inducir su germinación se puede utilizar temperaturas ligeramente elevadas de 20 a 30 °C.

### **2.2.1.2. El origen de la lechuga**

Duran (1998) Señala que el origen de la lechuga se encuentra en la cuenca del Mediterráneo en la costa meridional. Hay quienes afirman que es originaria de la India o del Asia Central. La lechuga aparece en las tumbas egipcias a manera de pinturas, allá por el año

4500 A.C. Fue introducida a China en los años 600 a 900 D.C. Posiblemente en el Nuevo Mundo fue introducida con los primeros exploradores y cultivada inicialmente en el área del Caribe. Se acepta que las lechugas conocidas actualmente se derivaron de *Lactuca serriola*, pero se cree que ocurrieron hibridaciones entre distintas especies y un proceso evolutivo que dio origen a la lechuga actual.

### 2.2.1.3. Clasificación Botánica

La lechuga presenta la siguiente clasificación botánica:

Tabla 1. Clasificación botánica de la lechuga

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
División	Macrophyllophita
Sub-división	Magnoliophytina
Clase	Paenopsida
Orden	Asterales
Familia	Astereaceae
Genero	Lactuca
Especie	Sativa
Nombre científico	Lactuca sativa
Nombre común	lechuga

Fuente: Suquilanda (1995)

#### 2.2.1.4. Composición Química de la Lechuga

Inty (2011), Sustenta que la lechuga tiene muy poco valor nutritivo, con un alto contenido de agua (90-95%), es rica en antioxidantes, como la vitamina A, C, E, B1, B2, B3 y K minerales: fósforo, hierro, calcio, potasio y aminoácidos. Las hojas exteriores más verdes son las que tienen mayor contenido en vitamina C y hierro.

Tabla 2. Composición Química Proximal de la Lechuga

Por 100 g. de porción comestible.								
Nombre del alimento	Energía kcal	Energía kj	Agua g	Proteínas	Grasa total g	Carbohidratos totales	Fibra g	Cenizas g
Lechuga Americana	7	28	96,6	0,6	0,1	2,4	0,7	0,3
Lechuga larga	12	49	93,4	1,5	0,2	3,9	1,0	1,0
Lechuga redonda	8	32	95,7	1,3	0,2	2,1	0,8	0,7

Fuente: Tablas Peruanas de Composición de alimentos (2017)  
 Ministerio de salud-Centro Nacional de Alimentación y Nutrición  
 Instituto Nacional de Salud.

#### 2.2.1.5. Variedades de lechuga y recolección

InfoAgro (2016), las variedades de lechuga se pueden clasificar en los siguientes grupos botánicos:

**Romanas:** *Lactuca sativa* var. *Longifolia*

No forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes

enteros y nervio central ancho.

- Romana
- Baby

**Acogolladas:** Lactucasativa var. capitata

Estas lechugas forman un cogollo apretado de hojas.

- Batavia
- Mantecosa o Trocadero
- Iceberg

**De hojas sueltas:** Lactuca sativa var. inybasea

Son lechugas que poseen las hojas sueltas y dispersas.

- Lollo Rossa
- Red Salad Bowl
- Cracarelle
- Francesa o seda boston

**Lechuga espárrago:** Lactuca sativa var. augustana

Son aquellas que se aprovechan por sus tallos, teniendo las hojas puntiagudas y lanceoladas. Se cultiva principalmente en China y la India. (Anexo 2)

### **2.2.1.6. Índices de madurez para cosechar la lechuga**

Seminis (2016), indica que el índice de madurez va de la mano de los requerimientos de calidad necesarios para comercializar el fruto y los niveles de desarrollo naturales. Y menciona que los principales indicadores de madurez de las lechugas son: su tamaño, firmeza y solidez, así como el tono verde de sus hojas.

InfoAgro (2019) La madurez está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre madura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobre maduras y también tienen menos problemas en postcosecha.

Salunkhe et al. (2004). La cosecha de la lechuga se realiza cuando las plantas alcanzan un tamaño y firmeza aceptables y se requiere completar antes de que las hojas adquieran una consistencia dura y un sabor amargo y antes de que comiencen a espigar.

### **2.2.1.7. Beneficios de la lechuga para la salud**

Tabueca (2019) La lechuga que se usa para ensaladas, y como acompañamiento de otros alimentos, es un ingrediente muy



favorable para nuestro cuerpo ya que contiene una serie de propiedades perfectas para proteger nuestra salud tanto interna como externa, menciona que:

- Uno de los beneficios de la lechuga para la salud más destacados es que nos ayuda a mejorar el sistema digestivo. El motivo es que esta hortaliza es rica en fibra soluble con componentes como la pectina que ayuda a que la glucosa de este alimento se libere de forma más lenta y, por tanto, menos pesada de metabolizar; además, se podrá acceder a esta energía durante todo el día para quemarla evitando, así, que se quede almacenada en el cuerpo.
- Además, la lechuga también es rica en minerales como el calcio o el fósforo que también son perfectos para mantener en óptimas condiciones la salud ósea. También es un ingrediente ideal para mejorar nuestra salud cutánea debido a que contiene antioxidantes como el betacaroteno. Estos componentes consiguen reducir el efecto de los radicales libres consiguiendo reducir su impacto en nuestro interior y, por tanto, evitando el envejecimiento prematuro de nuestras célula y que ayudan a frenar el envejecimiento prematuro del cuerpo consiguiendo que todos los órganos funcionen al máximo nivel; por este motivo, la salud de la retina se ve

altamente beneficiada por estos que, también, consiguen prevenir la degeneración de este músculo

- La vitamina C presente también en la lechuga contribuye a mejorar la salud de la piel evitando la formación de arrugas ya que este nutriente fomenta la producción de colágeno, la sustancia que permite dar elasticidad al cutis y mantenerlo más joven durante más tiempo.
- La lechuga también contiene folato. Cuanto más oscuro es el verde de la lechuga, mayor será el valor nutricional y los beneficios saludables. Una lechuga cuyo color es verde oscuro contiene 20 veces más carotenoides provitamina A y 10 veces más luteína y folato que una de color verde pálido.

#### **2.2.1.8. Factores fisiológicos causantes de deterioro en pos cosecha.**

##### **a. Respiración.**

La respiración constituye un aspecto basal del metabolismo, de importancia primordial para los fisiólogos interesados en el estudio de los fenómenos que se producen en los tejidos vegetales tras su recolección. Haard y Fennema (1992)

Las lechugas, se caracterizan por una alta actividad metabólica que duplica los valores del apio y los repollos, pero es la mitad de la que alcanzan las espinacas a la mayoría de las temperaturas. Por su parte,

las lechugas de hoja respiran prácticamente el doble que las acogolladas. Namesny (1993). La alta tasa de respiración de la lechuga, (Cuadro N° 03) requiere la reducción de la actividad metabólica del producto, para ralentizar los cambios que se producen en él, manifestándose por más tiempo su calidad. Si deseamos prolongar la vida útil de la lechuga, en el empaque ésta característica precisa de atmósferas modificadas sea ésta pasiva o activa.

Tabla 3. Tasa de respiración de la lechuga de cabeza (Iceberg)

Temperatura	0°C (32°F)	5°C (41°F)	10°C (50°F)	15°C (59°F)	20°C (68°F)
ml CO <sub>2</sub> /kg·h	3-8	6-10	11-20	16-23	25-30

Fuente: Universidad de California Davis, (2003)

#### **b. Transpiración.**

López (1992), sostiene que la transpiración, es uno de los principales procesos que afecta el deterioro comercial y fisiológico de las hortalizas y frutas en pos cosecha. La mayor parte de las hortalizas y frutas disminuyen su valor comercial cuando la pérdida de agua excede en un 3 a 10% del peso fresco a la cosecha.

Parra (2019), menciona que el efecto de la Transpiración es una

pérdida de agua del producto cosechado, que no puede ser reemplazada. La velocidad con que se pierde esta agua será un factor determinante en la vida de postcosecha del producto.

### **c. Producción de etileno.**

López (1992), sustenta que el etileno, es una fitohormona que regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia en los tejidos. La síntesis y acción del etileno ha sido investigada en años recientes, debido a su importancia en la tecnología de pos cosecha. El etileno puede ser sintetizado por la misma planta o suministrado en forma externa. El etileno se asocia a un receptor, formando un complejo que desencadena la reacción primaria de una serie de reacciones en cadena, que dan lugar a una amplia variedad de respuestas fisiológicas.

### **d. Temperatura**

Wiley (1997), indica efectivamente, que la temperatura es un factor importante e invisible que controla las actividades enzimáticas, respiratorias y metabólicas. El adecuado control de la temperatura durante el almacenamiento de frutas y hortalizas, puede inactivar o retardar los defectos fisiológicos.

Namesny (1993), señala que la vida en pos cosecha de la lechuga,

está directamente relacionada con la temperatura de almacenaje.

#### **e. Daños físicos**

Wiley (1997), indica que los daños mecánicos aceleran la alteración de los productos frescos al romperse las membranas celulares e incrementarse la actividad enzimática, lo que origina la aparición de reacciones indeseables. Las roturas celulares permiten que las enzimas se entremezclen con los sustratos y que se aceleren los cambios adversos a la calidad.

#### **2.2.1.9. Factores biológicos causantes de deterioro en postcosecha**

##### **▪ Pardeamiento enzimático.**

Friedman (1997), considera que el pardeamiento enzimático (PE) está relacionado principalmente con la actividad de polifenol oxidasas (PPO), la cuales catalizan la oxidación de compuestos fenólicos a quinonas, con la consecuente transformación a pigmentos oscuros no deseables para la calidad industrial.

Wiley (1997) señala que hasta ahora los mejores métodos de control para el pardeamiento enzimático, están dados por una acción sinérgica entre el ácido ascórbico y el ácido cítrico.

Richardson y Hyslop (1993), consideran que la apariencia es un

factor importante en la calidad de frutas y hortalizas, la cual muchas veces se ve afectada por golpes, cortes o heridas. La exposición de la superficie donde se ha producido un daño mecánico al aire produce un rápido pardeamiento, debido a la oxidación enzimática de los fenoles. Las diversas enzimas que catalizan la oxidación de los fenoles se conocen con los nombres de fenolasas, polifenol oxidasas, tirosinasas o catecolasas. El pardeamiento se produce cuando los tejidos han sido dañados, se encuentra oxígeno y cobre presente. Aunque la tirosina es uno de los sustratos prioritarios para ciertas fenolasas, también son aceptados como tales otros compuestos fenólicos de las frutas, por ejemplo, el ácido cafeico y clorogénico

Cheftel (1992), expresa que la polifenol oxidasa se encuentra en bajas concentraciones en los tejidos, presentando un rango óptimo de acción de 6.0 a 6.5 de pH.

Mientras que el rango óptimo de acción en lechugas corresponde a un pH de 5.0 a 8.0 con temperaturas de 25 a 35°C, mencionado por Heindal y Poll, (1994).

- **Enfermedades de la lechuga**

Namesny (1993) indica que las principales enfermedades de cosecha en lechuga corresponden a:

- Pudriciones blandas (*Pseudomonas* spp y *Erwinia carotovora* en apio y lechuga), que destruyen el tejido infectado y pueden dar pie a infecciones por hongos y recomienda para el manejo adecuado eliminar las hojas exteriores, enfriamiento rápido y una baja temperatura de almacenamiento reduciendo el desarrollo de las pudriciones blandas bacterianas.
- Pudrición acuosa por *Sclerotinia* o pudrición del moho gris causado por *Botrytis cinérea* en lechuga, que pueden producir un suavizamiento acuoso de la lechuga; se distinguen de las pudriciones blandas bacterianas por el desarrollo de esporas negras y grises. En cuanto a su manejo recomienda eliminación de hojas y dice que, la baja temperatura también pueden reducir la severidad de estas pudriciones.

- **Conservación de la lechuga**

Wiley (1997), indica que la conservación de los alimentos, tiene por objeto proporcionar seguridad, mantener la calidad, prolongar la vida útil y prevenir la alteración de los mismos.

Galvis (2010), indica que una vez cosechada la hortaliza se embolsa; el tipo de película más utilizada es el polietileno y según, afirman que el embolsado reduce la podredumbre en las hojas de la lechuga en un 30 – 40%. Después del embolsado se colocan en canastillas

plásticas, las cuales se encarran dentro de vehículos acondicionados para el transporte dentro de la finca posteriormente son llevadas a la sala de inspección y acondicionamiento final, con el fin de dejarlas listas para el transporte a los sitios de distribución y consumo . Generalmente las salas de acondicionamiento poseen cuartos de almacenamiento refrigerado, con el fin de mantener la hortaliza a bajas temperaturas (alrededor de 1 – 2°C), mientras son transportadas a los centros de distribución. Desde el momento de la cosecha recomienda el mantenimiento de la cadena de frío.

### 2.2.2. Los antioxidantes

Vaya (2001), afirma que la oxidación es una de las principales causas de deterioro químico en multitud de productos. En el caso de los alimentos su incidencia da como resultado el sabor rancio de algunos frutos, así como una alteración en el resto de cualidades organolépticas, como color, aroma o textura. La oxidación no sólo modifica la apariencia y/o la aceptación por parte del consumidor de un producto alimenticio, sino que, además, puede provocar el deterioro de las cualidades nutricionales e, incluso, afectar a la seguridad de los alimentos. Los compuestos con propiedades antioxidantes empleados en las diferentes industrias, incluida la alimentaria, pueden ser naturales o sintéticos. Entre los antioxidantes sintéticos que más se utilizan en alimentos se encuentran el Hidroxianisol Butilado (BHA) y el



Hidroxitolueno Butilado (BHT). Estos compuestos tienen la desventaja de ser muy volátiles y además, se sospecha que son perjudiciales para la salud. Debido a esto, en la actualidad existe una importante presión por parte de los consumidores que incentiva la utilización de productos que provengan de fuentes naturales y que sean obtenidos por tecnologías no contaminantes.

Coronado et al. (2015), considera que los antioxidantes protegen a largo plazo de las reacciones en cadena de los procesos de radicales libres, es decir, de las moléculas que son capaces de producir un daño celular y generar diferentes enfermedades. Los radicales libres dañan a nuestro cuerpo causando, en el mejor de los casos, el envejecimiento, y en el peor, graves enfermedades. Las lechugas son ricas en antioxidantes, ya que contienen compuestos como ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas o vitaminas A y C, entre otros.

### **2.2.3. Conservación con antioxidantes**

Wiley (1997), cita a los antioxidantes como las sustancias utilizadas para conservar los alimentos ya que lentifican la alteración por enranciamiento o la decoloración debida a la oxidación. En frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas existen diversos tipos de reacciones oxidativas en las que átomos o moléculas pierden electrones para dar lugar una fórmula reducida. Estas reacciones provocan pardeamiento, decoloración de los pigmentos endógenos, cambios en la textura y pérdida del valor nutritivo al

destruirse vitaminas A, C, D o E y ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico.

Lozano (2004), los compuestos antioxidantes son importantes porque poseen la capacidad de proteger a las células contra el daño oxidativo. Recientes investigaciones han comprobado que los tratamientos de inmersión del alimento pre cortado en soluciones antioxidantes, mantienen las propiedades del alimento durante su tiempo de almacenamiento, por ende la inmersión que se realizará en la lechuga se pretende alargar la vida útil, y mantener sus características organolépticas y físico químicas. Los diferentes compuestos con propiedades antioxidantes se encuentran distribuidos por los diversos compartimentos celulares. Su principal misión es controlar el daño oxidativo provocado por diferentes compuestos. Estos sistemas antioxidantes tienden a impedir, fundamentalmente, la formación de especies activas del oxígeno y del nitrógeno (EAO/EAN), sobre todo de los radicales hidroxilo ( $\bullet\text{OH}$ ) mediante la eliminación de sus precursores: los radicales superóxido y el peróxido de hidrógeno.

Namesny (1993), sustenta que para que una sustancia sea considerada antioxidante debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. - Uso seguro.
2. - No impartir olor, color o sabor.
3. - Efectivo a bajas concentraciones.

4. - De fácil incorporación.
5. - Soportar procesos de cocción tales como horneado y fritura.
6. - Disponible a bajos costos.

#### **2.2.4. Las plantas aromáticas fuentes de antioxidantes naturales**

Wiley (1997), sustenta que el uso de antioxidantes naturales para lograr la estabilidad oxidativa de los alimentos lipídicos, ha recibido especial atención, ya que la tendencia actual mundial es evitar el uso de aditivos sintéticos. En la búsqueda continua de fuentes de antioxidantes naturales con el fin de satisfacer las exigencias de los consumidores, se ha detectado en los últimos años un interés creciente por parte de la industria y de multitud de grupos de investigación en estudiar especies vegetales pertenecientes a la familia botánica de las Labiadas (tomillo, romero, salvia, orégano, etc.), debido a sus potentes propiedades antioxidantes y antimicrobianas, que superan las de muchos de los antioxidantes naturales y sintéticos utilizados habitualmente. En realidad, estas especies han sido utilizadas desde hace mucho tiempo como aditivos de diferentes alimentos para mejorar su sabor y prolongar su periodo de almacenamiento.

##### **2.2.4.1. Romero (*Rosmarinus officinales L.*)**

Malca (2001), es una planta siempre verde, con hojas de color pardo y pubescente en estado juvenil. Las hojas son estrechas, perennes,

opuestas, lanceoladas, con los bordes enteros, de color verde brillante, algo granuloso por el haz, suave y blanquecino por el envés. La planta puede medir hasta 1,8 m de altura. Las flores de color azulado aparecen desde fines de primavera hasta principios de verano.



Gráfico 2. Romero (*Rosmarinus officinalis* L.)

Fuente: Plantas para curar (2016)

**a. Clasificación científica:**

REINO	:	Plantae
SUBREINO	:	Tracheobionta
DIVISIÓN	:	Magnoliophyta
CLASE	:	Magnoliopsida
ORDEN	:	Lamiales
FAMILIA	:	Lamiaceae
SUBFAMILIA	:	Nepetoideae
GÉNERO	:	<i>Rosmarinus</i>
ESPECIE	:	<i>officinalis</i> . (Cáceres, 2001)

Muñoz (1987), durante mucho tiempo se pensó que el nombre genérico del romero (*Rosmarinus officinalis* L.), provenía de los vocablos latinos "ros", rocío y "marinus", mar, pues rocío de mar parecía indicar el hábitat de una especie típica de la cuenca del mediterráneo. Es un subarbusto, rústico, muy ramificado (1,5-1,8 m de ancho), de 50-80 cm de altura, puede llegar a los dos metros; verde todo el año, los tallos leñosos son de color rojizo y con la corteza resquebrajada. Las hojas son de forma linear, de 2 a 3 cm de largo y unos 3 mm de ancho, opuestas, sésiles, enteras, con los bordes torcidos hacia abajo, verde oscuras, lustrosas por el haz, blanquecinas y cubiertas de pelo por el envés, en la zona de unión de la hoja con el tallo nacen los ramilletes florales.

Sherwin (1990), entre las especies de la familia Labiada, el romero (*Rosmarinus officinalis* L.) presenta la mayor actividad antioxidante. En estudios citados por Sherwin (1990), señala que mediante pruebas toxicológicas se probó que la seguridad en alimentos mediante el uso de romero estaba garantizada para los consumidores. Chen (1992), menciona otra propiedad muy importante que presenta el romero, es su actividad antimicrobiana, la cual, se atribuye al carnosol, ácido ursólico y rosmanol. Estas propiedades antimicrobianas serán útiles en la conservación de la lechuga, dado

la cantidad de agua que posee (95%) fuente para la proliferación de microorganismos.

Martínez (2001), comparó la actividad antioxidante del extracto de algunas especies de la familia Lamiácea, con respecto a la acción antioxidante de BHA y BHT, obteniendo una alta inhibición de la per oxidación de lípidos con el uso de extracto de romero.

Triantaphyllou et al. (2001), evaluaron el uso de infusiones como fuente de antioxidantes en lípidos, encontrando efectos significativos en la hierba utilizada, las que presentaban compuestos fenólicos.

Gómez (2009), según el científico, quien dice que la tendencia actual para prevenir la oxidación de los alimentos es la utilización de antioxidantes de origen natural, en sustitución de los de origen sintético. El romero, al igual que el resto de plantas aromáticas, son ricos en poli fenoles, que son compuestos químicos de origen natural y de gran poder antioxidante, las propiedades antioxidantes del romero fueron arduamente estudiadas y su eficiencia fue comprobada en la conservación de la vida útil de los alimentos.

#### **b. Acción Antioxidante del Romero**

Ávila et al. (2011), Según sus investigaciones realizadas mencionan que una característica del extracto de romero es que su actividad antioxidante se incrementa conforme el pH disminuye, posiblemente

debido a que tanto el ácido carnósico como el carnosol son más estables y su efecto protector puede durar más tiempo durante la oxidación.

Castaño et al.(2010),Sustentan que las hojas de romero (*Rosmarinus Officinalis* L.) contienen compuestos con clara actividad antimicrobiana, actividad que es mayor en el aceite esencial y sobre bacterias Gram negativas, actividad atribuida a la concentración de terpenos del material vegetal, que posiblemente ocasionan un aumento de la permeabilidad, dañando la membrana celular bacteriana.

Ibáñez et al (2003), explican que mediante extracción supercrítica, se extrajeron en forma selectiva los compuestos antioxidantes de las hojas de romero; carnosol, rosmanol, ácido carnósico, entre otros, donde la fracción obtenida a distintas temperaturas demostró una alta actividad como antioxidante.

Martínez (2001) comparó la actividad antioxidante del extracto de algunas especies de la familia Labiatae, con respecto a la acción antioxidante de BHA y BHT, obteniendo una alta inhibición de la per oxidación de lípidos con el uso de extracto de romero.

Tránsito (2008), menciona que, el romero se utiliza como conservante y antioxidante natural en la industria de la alimentación.

Esta acción, particularmente potente, se atribuye a la presencia de rosmanol, carnosol y otros diterpenos, con demostradas propiedades antioxidantes, si bien el ácido rosmarínico puede contribuir a tal acción.

AINIA (2019), en el artículo publicado menciona que el extracto de romero es ya un aditivo alimentario tras la aprobación de la directiva 2010/67 de la Comisión Europea. El uso de este aditivo por su potencial antioxidante es atractivo para la industria, que demandaba su regulación. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) analizó y aprobó el uso del extracto de romero como antioxidante. Más allá del uso de las hojas de romero como condimento, otros componentes de esta planta se han demostrado como potentes agentes antioxidantes, como los ácidos fenólicos, los flavonoides y los diterpenoides.

### c. Composición química del romero.

Estrada (2010), menciona la siguiente composición química:

**Terpenos:** Carnosol o pricosalvina (diterpeno amargo), ácido oleanico, ácido oleanòlico, ácido acetiloleanòlico, ácido ursòlico y ácido acetiulursòlico, ácido carnosilico, rosmaridienol.



**Flovonoides:** Apigenina, diosmetina, diosmina, hispidulina, luteolina, nepritina.

**Ácidos fenólicos:** Cafeico, clorogénico, labiatico, neoclorogenico y rosmarinico, colina, taxasterol, lupeol taninos.

**Diterpenos:** Comosol, crosmanol, rosmadial

**Ácidos triterpenicos:** Acido ursolico 2 a 4%

**Alcoholes triterpenicos :**Alfa y beta amirina, betulòsido

Además, el romero tiene pequeñas cantidades del alcaloide rosmaricina y aceite esencial que es un aceite estimulante, tienen propiedades analgésicas, antisépticas, antidiarreicos, antirreumáticas, astringentes, es un estimulante circulatorio, sudorífico, cicatrizante, hepático y tonificante.

#### 2.2.4.2. Tomillo (*Thymus vulgaris L.*)

Namesny (1993), Donde refiere que el tomillo (*Thymus vulgaris L.*) pertenece a la familia de las labiadas. El nombre genérico proviene del verbo griego "thym" (perfumar) en alusión al intenso y agradable aroma de la planta. El nombre específico expresa su frecuente presencia. Se trata de una planta aromática, vivaz, polimorfa. Su altura puede fluctuar entre los 10 a 40 cm, con numerosas ramas

leñosas, donde las hojas son lineares, oblongas, pediceladas, opuestas, glabras y blanquecinas por su envés



Gráfico 3. Tomillo (*Thymus vulgaris* L.)

Fuente: Alduán (2003)

**a. Clasificación científica:** (Cáceres, 2001)

REINO	: Plantea
DIVISIÓN	: Magnoliophyta
CLASE	: Magnoliopsida
ORDEN	: Lámiales
FAMILIA	: Lamiaceae
GÉNERO	: <i>Thymus</i>
ESPECIE	: <i>T. vulgaris</i>

Verdugo (1999), nos dice que los principios activos concentrados en sus aceites esenciales y extractos, provenientes de hojas y flores, se caracterizan por tener propiedades antisépticas y antioxidantes, además de aromáticas, saborizantes y medicinales. Estas

propiedades serán ventajosas para prolongar la vida útil de la lechuga.

Herbotecnia (2003), indica que sus componentes alcanzan la mayor concentración durante la época de floración, la que en Chile corresponde a fines de primavera.

Lee (2002), nos confirma que la actividad antioxidante de los extractos volátiles de tomillo, albahaca, romero y lavanda fueron evaluados, determinando que el extracto de tomillo tiene una actividad antioxidante similar al BHT. La actividad antioxidante del tomillo aportará beneficios en la conservación y prolongación de la vida en anaquel de la lechuga.

#### **b. Propiedades Antioxidantes del Tomillo.**

Miura et al (2002), al analizar los compuestos fenólicos presentes en tomillo y salvia, encontraron que estos presentaban una alta actividad antioxidante, logrando estabilizar el aceite a altas temperaturas. En la actividad antioxidante del tomillo se consideran implicados el timol y el carvacol de la esencia, así como los flavonoides y otros polifenoles. El ácido rosmarinico, junto a los derivados hidroxicinámicos y compuestos flavonoides, demostraron proporcionar una interesante actividad antioxidante in vitro, inhibiendo la producción de aniones superóxido y la peroxidación

lipídica en sistemas microsomales y mitocondriales bajo inducción con hierro.

#### **d. Composición química del tomillo**

Estrada (2010), menciona la siguiente composición química del tomillo:

**Aceite esencial** (0,8-2,5%): Presenta fundamentalmente timol(40%),p-cimeno(15-50%),alcanfor(11-16%).carvacrol(2.5-14.6%),linalol(4%),1,8-cineol(3%),acetato de bornilo, acetato de linalino, geraniol, alfa-beta pineno, limoneno.

**Flavonoides:** Principalmente heterósidos del luteol y api genol.

**Flavonas metoxilidas:** Cosmosiina, timonina, isotiminina, timusina, naringenina.

**Taninos** (7-10%) : Serpìlina (principio amargo), saponinas ácidas y neutras, ácido labiatico, ácidos fenilcarboxilicos (clorogénico y cafeico), ácido rosmarìnico (1%), ácido litospermico, resinas.

#### **2.2.5. Métodos de conservación para prolongar la vida útil de las hortalizas.**

Rotondo (2008), indica encontrar métodos que ayuden a frenar el deterioro de estos productos constituye uno de los principales objetivos de la industria del sector. En este sentido, deben aplicarse técnicas de conservación que

puedan prolongar la vida útil del producto minimizando la modificación de sus características sensoriales y nutricionales. Las tecnologías tradicionalmente empleadas en la conservación de este tipo de producto son la refrigeración (como requisito indispensable tanto en las etapas de producción, como de distribución, almacenamiento y comercialización) y el envasado en atmósfera modificada. Menciona las siguientes tecnologías:

**a. Las temperaturas bajas:** son esenciales para disminuir la tasa respiratoria, el crecimiento microbiano, la actividad enzimática y la pudrición de las superficies cortadas. Estos productos almacenados a temperaturas entre 2 y 4 °C alcanzan, en general, una vida útil de aproximadamente 7 a 10 días.

**b. La atmósfera modificada:** se considera el segundo método más eficaz para prolongar la vida útil de los productos frescos procesados. Se basa en un proceso dinámico en donde el producto interactúa con el envase cerrado, para finalmente alcanzar un equilibrio en la atmósfera gaseosa interna. En general se utilizan bolsas de polietileno con permeabilidad selectiva al oxígeno, dióxido de carbono y al vapor de agua.

**c. Otras tecnologías para prolongar la vida útil son:** el empleo de soluciones desinfectantes, antioxidantes, tratamientos con luz ultravioleta, adición de agentes estabilizantes de color y textura, aplicación de antimicrobianos o el uso de recubrimientos comestibles.

### 2.2.6. Recubrimientos comestibles

Mchugh (2000), define que un recubrimiento comestible es como una capa delgada que forma una cubierta sobre el alimento, y una película comestible es una capa preformada y delgada, la cual una vez elaborada puede ser colocada sobre el alimento. El uso de películas y recubrimientos comestibles para extender la vida útil de los alimentos no son un nuevo concepto, sin embargo, han ganado importancia en la actualidad. En China durante los siglos XII y XIII se aplicaban recubrimientos elaborados a base de cera. Los chinos notaron que con éste método la pérdida de agua y la fermentación de los alimentos se llevaban a cabo más lentamente.

Martínez et al. (1999), indican que los recubrimientos comestibles son aquellos elaborados con sustancias poliméricas naturales, de composición heterogénea las cuales pueden ser ingeridas sin riesgo para el consumidor y que le aportan algunos nutrientes tales como: proteínas, gelatina, caseína, celulosa, almidón o materiales con base en dextrina, gomas, ceras, lípidos o derivados de los mono glicéridos y la mezcla de cualquiera de estos grupos que tienen como fin inhibir la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aroma, lípidos y además servir como transporte de antioxidantes, antimicrobianos y sabores e impartir integridad mecánica y facilitar la manipulación de los alimentos.

Gennadios (1997), menciona que el recubrimiento comestible, es una película protectora desarrollada con el fin de prolongar la vida útil de los alimentos. Actualmente están dotándolas con propiedades antimicrobianas, debido a la creciente demanda de productos mínimamente procesados y las exigencias de los consumidores modernos, que son atraídos por los productos naturales que aporten algún beneficio a su salud. La inmersión en infusiones de tomillo y romero para conservar la lechuga, linda con las necesidades del consumidor actual de productos naturales.

Embuscado (2009), en su libro “Películas Comestibles y Recubrimiento para Aplicaciones Alimentarias” expone los conceptos siguientes: La calidad de los alimentos depende de su análisis organoléptico, nutricional y microbiológico, todos los cuales están sujetos a cambios dinámicos durante el almacenamiento y distribución. Tales cambios se deben principalmente a las interacciones entre los alimentos y su entorno o con la migración entre los diferentes componentes dentro un alimento compuesto. En los últimos 20 años, ha habido más de 45 patentes de envases comestibles, durante el año 2006 solo había 174 artículos científicos se centraron en empaque comestible más trabajo cubierto en estos documentos, se refiere a la transferencia de vapor de agua. Sin embargo, hay otras aplicaciones potenciales. Por ejemplo, el embalaje comestible se puede utilizar para encapsular compuestos de sabor y aroma, antioxidantes, agentes antimicrobianos, pigmentos, iones que impiden las reacciones de pardeamiento, o sustancias nutritivas tales como

las vitaminas. Cuando un material de embalaje tal como una película, una capa delgada, o un recubrimiento es integral como parte de un alimento y se come con la comida, que califica como embalaje "comestible". Los recubrimientos son estructuras auto portantes que pueden ser utilizados para envolver productos alimenticios. Ellos se encuentran ya sea en la superficie del alimento o como capas delgadas entre diferentes componentes de un producto alimenticio. Además, los recubrimientos comestibles se han utilizado desde hace tiempo para mantener la calidad y extender la vida de anaquel de algunas frutas y hortalizas, tales como cítricos, manzanas y pepinos. Las frutas y hortalizas son frecuentemente cubiertas al sumergir o asperjar un variado número de materiales comestibles. De esta manera, se forma una membrana semipermeable en la superficie para reducir la respiración, controlar la pérdida de humedad y proporcionar otras funciones Falguera *et al.* (2011), Indica que los recubrimientos formulados apropiadamente pueden ser utilizados en la mayoría de los alimentos para responder a los retos asociados con la estabilidad de la calidad, seguridad comercial, valor nutrimental y los costos económicos de producción. A reserva de la industria de productos frescos, los beneficios potenciales de utilizar recubrimientos comestibles incluyen:

- Proporcionar una barrera contra la pérdida de humedad en la superficie del producto. La pérdida de humedad durante el almacenamiento pos



cosecha de productos frescos lleva a la pérdida de peso y a cambios de textura, sabor, y apariencia.

- Proporcionar una barrera de gases suficiente para controlar el intercambio gaseoso entre el producto fresco y la atmósfera que lo rodea, lo que retardará la respiración y el proceso de deterioro. La función como barrera gaseosa podría retardar la oxidación enzimática y proteger a los productos frescos de la decoloración por ablandamiento de textura durante el almacenamiento.
- Restringir el intercambio de compuestos volátiles entre el producto fresco y el ambiente que lo rodea al proporcionar barreras gaseosas, que previenen la pérdida natural de compuestos volátiles de sabor, color de productos frescos y la adquisición de olores extraños.
- Proteger de daño físico causado por impacto mecánico, presión, vibraciones y otros factores mecánicos.
- Actuar como acarreadores de otros ingredientes funcionales, tales como agentes antimicrobianos, antioxidantes, nutracéuticos, ingredientes de color y sabor para reducir la carga microbiana, retardar la oxidación y decoloración y mejorar la calidad.

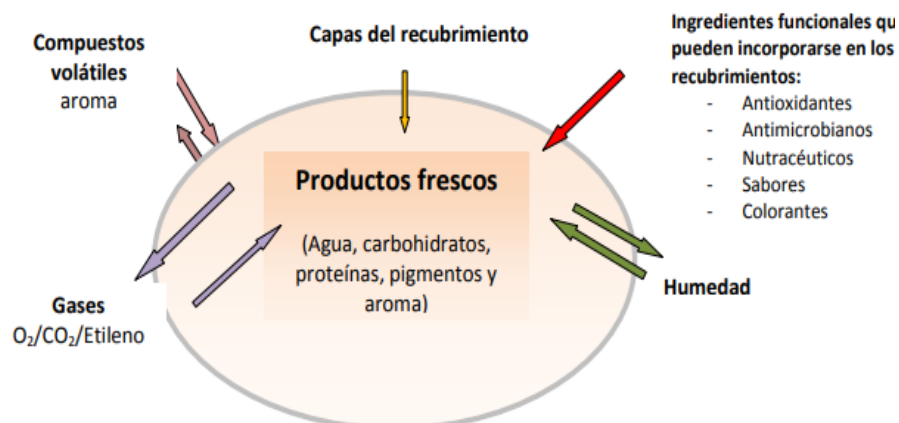


Gráfico 4. Propiedades funcionales de un recubrimiento Comestible en frutas y hortalizas frescas  
Fuente: Falguera *et al.*, 2011.

Pérez y Molina (2007), mencionan que el problema del deterioro se debe a que los productos hortofrutícolas son tejidos vivos que están sujetos a continuos cambios después de ser cosechados. Durante el almacenamiento, las frutas y hortalizas continúan respirando, es decir consumiendo oxígeno ( $O_2$ ) y desprendiendo dióxido de carbono ( $CO_2$ ). La velocidad de deterioro es generalmente proporcional a la velocidad a la que transcurre la respiración del producto. Además, las frutas y hortalizas también transpiran, es decir pierden agua, lo cual produce pérdidas importantes por deshidratación. Esta es debida al proceso de transpiración en el cual existe una transferencia de agua desde las células del fruto a la atmósfera que lo rodea. Por este motivo, aunque los productos se almacenen a la temperatura adecuada, si no se controla la humedad que les rodea habrá una migración de vapor de agua

desde el fruto hacia el exterior. Como alternativa a la solución de estos problemas el IVIA ha venido desarrollando en los últimos años nuevas técnicas de almacenamiento que hacen posible prolongar el tiempo de vida de estos productos. Una de estas técnicas es el uso de recubrimientos comestibles. Los recubrimientos comestibles se definen como productos comestibles que envuelven el producto, creando una barrera semipermeable a gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ) y vapor de agua. Estos recubrimientos también mejoran las propiedades mecánicas ayudando a mantener la integridad estructural del producto que recubren, a retener tres compuestos volátiles y también pueden llevar aditivos alimentarios (agentes antimicrobianos, antioxidantes, etc.). Cuando los frutos son cubiertos por películas comestibles, se crea una atmósfera modificada en el interior del fruto que reduce la velocidad de respiración y por tanto retrasa el proceso de senescencia del producto. Además, crean una barrera a la transferencia al vapor de agua retrasando el deterioro del producto hortofrutícola por deshidratación. En general, los recubrimientos comestibles están compuestos de ceras naturales, polisacáridos y proteínas, formando un envase ideal desde el punto de vista medioambiental, puesto que son biodegradables y pueden ser consumidos con el producto. Además, en el futuro, los recubrimientos comestibles podrían reducir la necesidad de refrigeración y el coste de almacenamiento por el uso de CA. Los recubrimientos comestibles pueden aplicarse en forma de finas capas de material alrededor (y en algunos casos “dentro”) de los alimentos

mediante inmersión, pulverización o envolturas, con el fin de ofrecer una barrera selectiva a la transmisión de gases, vapor de agua y otros solutos y también para proteger al alimento.

### **2.2.7. Vida útil de los alimentos**

Cabeza (2007), define la vida útil como el período de tiempo durante el cual el producto almacenado no se percibe significativamente distinto al producto inicial o recién elaborado. Para la evaluación de los productos se utilizan técnicas de evaluación sensorial, análisis físicos; químicos y microbiológicos. La vida útil o en anaquel, se define; como el periodo de tiempo, después del envasado o elaboración y que, cumpliendo determinadas condiciones de almacenamiento, el alimento sigue siendo seguro y apropiado para su consumo. A demás durante ese tiempo, debe conservar sus características sensoriales, químicas, físicas, funcionales o microbiológicas y cumplir con la información nutricional indicada en la etiqueta. Esencialmente la vida de anaquel de un alimento, se define como el tiempo en el cual éste conservará sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales. La vida útil abarca varias facetas del valor nutritivo incluyendo seguridad, valor alimenticio y características sensoriales. Cuando se afecta este valor nutritivo, esto influye notablemente en las decisiones de compra del consumidor, no dice también que, la aplicación de salas limpias o blancas (SB) como recinto técnicamente limpio, constituyen un procesado higiénico cuyo objetivo es

controlar la contaminación del aire en áreas de trabajo, especialmente en el área del envasado.

#### **2.2.8. Tecnologías aplicadas a los productos procesados.**

Artès (2008), señala que, encontrar métodos que ayuden a frenar el deterioro de estos productos constituye uno de los principales objetivos de la industria del sector. En este sentido, deben aplicarse técnicas de conservación que puedan prolongar la vida útil del producto minimizando la modificación de sus características sensoriales y nutricionales. Las tecnologías tradicionalmente empleadas en la conservación de este tipo de producto son la refrigeración (como requisito indispensable tanto en las etapas de producción, como de distribución, almacenamiento y comercialización) y el envasado en atmósfera modificada y nos dice que:

- Las temperaturas bajas son esenciales para disminuir la tasa respiratoria, el crecimiento microbiano, la actividad enzimática y la pudrición de las superficies cortadas. Estos productos almacenados a temperaturas entre 2 y 4 °C, alcanzan, en general, una vida útil de aproximadamente 7 a 10 días.
- La atmósfera modificada se considera el segundo método más eficaz para prolongar la vida útil de los productos frescos procesados. Se basa en un proceso dinámico en donde el producto interactúa con el envase cerrado, para finalmente alcanzar un equilibrio en la atmósfera

gaseosa interna. En general se utilizan bolsas de polietileno con permeabilidad selectiva al oxígeno, dióxido de carbono y al vapor de agua.

### **2.2.9. La necesidad del empaque**

FAO (1987), en el Manual para el mejoramiento del manejo de postcosecha indica que, la función principal del empaque es la de proteger el producto durante se transporte y comercialización. La lechuga se debe empaquetar con cuidado para no ocasionar daños mecánicos (Quebraduras, magulladuras y otros) en cajas plásticas limpias y desinfectadas para el mercado local, o de cartón para mercados más distantes. El producto se acomoda en las cajas de manera que se limite el movimiento de las lechugas dentro del empaque (poco espacio vacío evita que se muevan durante el transporte), pero a la vez se debe evitar el llenado con demasiada presión, que provocaría daños mecánicos irreversibles en el producto (quebraduras, magulladuras, desprendimiento de hojas, etc.). La colocación de la lechuga dentro de los empaques con la base hacia arriba (hojas hacia abajo) ayuda a proteger las hojas externas durante el transporte, y evita que se pierdan un exceso de hojas cuando se sacan de las cajas para colocarlas en los exhibidores de los puntos de venta. La cantidad de lechugas que se coloquen en cada empaque depende del tamaño del producto, la forma y tamaño del empaque, las normas o exigencias de los mercados o el cliente a quien se dirige. El patrón de acomodo dentro de las

cajas y las cantidades por caja pueden variar con la época, pues el tamaño de los productos cambia considerablemente a través del año. El acomodo del producto debe ser tal que lo proteja durante su transporte y comercialización. El empaque de frutas y hortalizas debe satisfacer los requerimientos tanto del producto como del mercado. La naturaleza perecible de los productos frescos significa que el empaque es una inversión necesaria a fin de:

- Proteger el producto en todas las etapas del proceso de mercadeo desde el productor al consumidor.
- Eliminar la manipulación Individual del producto para de este modo, acelerar el proceso de mercadeo.
- Uniformizar el número de unidades del producto por envase de modo que todos los comerciantes manejen cantidades estandarizadas.

Nos dice también que la mayoría de los países en desarrollo el empaque de productos frescos puede no existir o ser básico. Aunque hay casos específicos de que se persigue activamente el desarrollo del envase, por lo general esto constituye una excepción. La mejora del empaque se cita a menudo como una gran meta para el desarrollo del mercado y prevención de pérdidas postcosecha. En ocasiones se sugiere una forma particular de envase, el que es probado, y cuando falla, todos los planes para futuras pruebas se olvidan. El muy bajo valor de la mayoría de los productos frescos reduce el desarrollo de los envases y la introducción de materiales básicos de costo relativamente

pequeño y poco sofisticados. Sin embargo, la percibibilidad de los productos frescos justifica buscar cualquier mejora en materia de empaque, siempre que muestre algún beneficio sobre la calidad de postcosecha y pueda justificarse económicamente. Además, menciona que, vale la pena notar que el empaque usualmente es el elemento de postcosecha que puede cambiarse con más facilidad, ya que existe una tendencia a culpar a un empaque inadecuado de los altos niveles de deterioro, sin antes llevar a cabo un análisis detallado de toda la cadena de la manipulación y mercadeo. Allí donde las pérdidas son demasiado altas es poco probable que el cambio de envase de como resultado alguna disminución significativa, si no se mejoran al mismo tiempo las técnicas de cosecha, la manipulación en el campo, clasificación por calidad y sistema de transporte. Por lo tanto, deben introducirse nuevos tipos de envases como uno de los componentes de un programa integrado para mejorar las técnicas de manipulación a lo largo de toda la cadena de mercadeo.



❖ **Bolsas plásticas:**

FAO (1987), Los plásticos en forma de película están desplazando a otros materiales como el papel, algodón o cubriendo otras necesidades, ocurre eso por su bajo costo, transparencia y resistencia. Además, son completamente manejables desde la fabricación, llenado y sellado. Los más usados son: polietileno, poli estireno, poliuretano, polivinilvloruro, cuyas ventajas son:

- Transparencia y buena visibilidad del producto.
- Reduce la pérdida de humedad del producto por su limitada permeabilidad al vapor de agua.
- Ofrece buena resistencia al desgarre.
- Pueden sellarse fácilmente.
- Fácil impresión o color.
- Son envolturas higiénicas.

❖ **Empaque recomendado para la lechuga:**

Handerburg (1988), considera que la lechuga se debe pre enfriar 0°C a 5°C tan pronto como se corta. La lechuga es altamente perecible y se deteriora rápidamente conforme aumenta la temperatura. La lechuga

debe mantenerse a humedad ambiente alta (98 a 100%), para lograrlo se puede usar forros de polietileno o envolturas plásticas individuales. Sin embargo estos recursos deben ser perforados o ser permeables al vapor de agua, con el fin de mantener una atmósfera no dañina y evitar que, al momento de remover el producto almacenado, la humedad relativa se de 100%. Las películas micros perforados (polietileno de baja densidad) se emplean en aquellos productos que precisan de una velocidad de transmisión de oxígeno elevada. Las películas micro perforadas mantienen unos niveles de humedad relativa altos y son muy efectivas para prolongar la vida media de productos especialmente sensibles a las pérdidas por deshidratación y de deterioro por microorganismos, como es el caso de la lechuga. El uso de estos materiales de empaque facilita la manipulación del producto y reduce considerablemente los daños mecánicos durante el manejo. La cantidad de lechugas que se coloquen en cada empaque depende del tamaño del producto, la forma y tamaño del empaque, las normas o exigencias de los mercados o el cliente a quien se dirige.

❖ **Empaque bajo atmósfera modificada (EAM)**

Church (1994), menciona que el principio del empaque bajo atmósferas modificadas (AM) consiste en crear un ambiente con baja concentración de O<sub>2</sub> y alta de CO<sub>2</sub> dentro del empaque. El uso de películas de empaque

hace posible la modificación de la composición de  $O_2$  y  $CO_2$  de la atmósfera que rodea los productos frescos de manera individual, sin tener que controlar todo un lote. La atmósfera modificada puede obtenerse por modificación activa o pasiva, en la activa, la atmósfera se modifica durante el empacado generalmente por inyección de una mezcla de gases de una composición dada y en la pasiva la permeabilidad a los gases ( $O_2$ ,  $CO_2$ , etileno y vapor de agua) de las películas y la respiración del producto permitirá la creación de una atmósfera de equilibrio. Después de ser cosechadas, las frutas y vegetales frescos continúan sus procesos metabólicos, consumen  $O_2$  y producen Dióxido de Carbono y vapor de agua. La modificación de la atmósfera alrededor del producto se lleva pasivamente por efecto de la respiración y permeabilidad de la película. Cuando el producto fresco es envasado, se llevan a cabo dos procesos simultáneos: la respiración del producto y la permeación de los gases a través de la película plástica. Nos dice también que, inmediatamente después de empacar un vegetal, la concentración interior de  $O_2$  comienza a disminuir y la concentración de  $CO_2$ , agua y etileno (para frutos climatéricos) se incrementa como consecuencia de la respiración. Si la película es poco permeable se puede llegar a condiciones de anaerobiosis con la formación de etanol, acetaldehído u otros compuestos orgánicos asociados a olores y calidad indeseable.

Davies (1995), indica que, en un EAM bajo condiciones de equilibrio, las velocidades de producción de CO<sub>2</sub> y de consumo de O<sub>2</sub> son iguales a las velocidades de premiación de los gases que pasan a través de la película, además un sistema de empaque ideal bajo AM deberá tener un balance óptimo de niveles de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> durante el almacenamiento, transporte, manipulación y distribución del producto empacado. En el empackado bajo atmósferas modificadas se requiere del uso de películas con permeabilidad específica y las permeabilidades a O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> deberán definirse en función de la IR del vegetal, la temperatura y la atmósfera deseada alrededor del producto. De acuerdo a las propiedades de permeabilidad de la película, pueden ocurrir tres situaciones en la atmósfera interna del empaque:

- Si es una película impermeable se pueden generar condiciones de anaerobiosis lo que provoca deterioro fisiológico del producto.
- Si la película es demasiado permeable se pueden generar condiciones de aerobiosis que provocan deshidratación y pérdida de peso del producto.
- Si la película es de permeabilidad intermedia generará un balance adecuado en los niveles de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en AM y conservará al producto por mayor tiempo.

Parry (1995), Nos dice que entre los beneficios de la atmosfera modificada podemos citar:

- Frenan la actividad respiratoria.
- Reducen o inhiben la síntesis de etileno.
- Inhiben la maduración.
- Limitan el ablandamiento
- Retrasan las pérdidas de textura.
- Restringen los cambios de composición (pérdida de acidez y de azúcares, degradación de clorofila, antocianinas, biosíntesis de carotenos, prevención de la rancidez y el pardeamiento enzimático paliando las alteraciones fisiológicas y los daños por frío, manteniendo el color y protegiendo las vitaminas de los productos frescos).

### ❖ Polietileno de baja densidad (LDPE)

Velasco (2017), indica que el polímero de baja densidad es un polímero obtenido del petróleo, con una estructura de cadenas muy ramificadas; esto hace que tenga una densidad más baja que la del PEAD (0,92-0,94 g/cm<sup>3</sup>) y se caracteriza por:

Alta resistencia

Resistencia térmica

Resistencia química

Tiene una mayor flexibilidad

Menciona también que la bolsa de polietileno es un envase simple, barato y que se utiliza en todos los países. Este tipo de envase se utiliza principalmente para la distribución de: manzanas, peras, naranjas, zanahorias, lechugas, entre otros.

#### 2.2.10. Almacenamiento de la lechuga.

Según la Guía técnicas del manejo pos cosecha de apio y lechuga para el mercado fresco (2014), la lechuga se debe colocar siempre bajo la sombra, en lugares frescos y protegidos del sol, idealmente refrigerada entre 0 y 5°C con 95% HR (humedad relativa). Cuando se almacena a temperatura ambiente, el deterioro es muy rápido y la comercialización debe ser también muy rápida. Cuando el producto se enfría, es importante mantenerlo en condiciones de refrigeración a la misma temperatura durante toda la cadena de

comercialización, porque las fluctuaciones de temperatura pueden favorecer el desarrollo de patógenos. Si existen limitaciones para el transporte refrigerado se deben utilizar medios con aislamiento interno que permita mantener la temperatura del producto y realizar los envíos de producto en las horas más frescas del día. Nos indica también que, para productos tan perecederos como la lechuga, cuando no se cuenta con las facilidades para enfriamiento y transporte refrigerado, es de suma importancia un rápido manejo y distribución del producto hasta el punto de venta, manteniéndolo en lugares frescos, con empaques que permitan la circulación del aire durante la cadena de comercialización. Guía técnica del manejo pos cosecha de apio y lechuga para el mercado fresco.

Además, la Guía técnicas del manejo pos cosecha de apio y lechuga para el mercado fresco (2014), presenta la tabla N° 04, donde se observa la temperatura óptima para la conservación de la lechuga mínimamente procesada, la temperatura ideal recomendada, después del procesamiento y empacado es de 0°C para un tiempo de vida en anaquel de 1 a 2 semanas.

Tabla 4. Tiempos de conservación a temperaturas recomendadas

Frutas o Vegetales	Conservación máxima (semanas)	Temperatura (°C)
Plátanos	2 - 3	12
Toronja	Más de 16	10
Mangos	2 - 3	7
Pepinos	2 - 4	7
Tomates	1 - 3	7
Paltas	3 - 5	7
Maracuyá, Cocona	3 - 5	7
Melones	2 - 3	5
Mandarinas	4 - 6	5
Naranjas	Más de 12	5
Manzanas	Más de 28	5
Espárragos	2 - 4	5
Brócoli	1 - 3	0
Coliflor	2 - 4	0
Lechuga	1 - 2	0
Duraznos	2	-1
Cerezas	1 - 4	-1
Peras	Más de 28	- 1

Fuente: The Research Association for the Paper and Board Printing And Packaging Industries. Citado en Guía Técnicas del Manejo Pos Cosecha de Apio y lechuga para el mercado fresco (2014)

Lo mismo que, la tabla 4 muestra el tiempo de conservación de la lechuga, según la temperatura en la cual se mantiene en almacenaje, observamos que a mayor temperatura la vida útil de la lechuga es más corta, mientras que a



menores temperaturas como 0°C, se prolonga a aproximadamente dos semanas.

Tabla 5. Duración de la vida post- recolección de la lechuga en función de la temperatura de conservación

Almacenaje Días	1	2	4	6	8	10		12
Temperatura °C	20	16	8	4	2	1		0

Fuente: Namesny (1993).

Tabla 6. Recomendaciones para almacenamiento de la lechuga

Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Tiempo de almacenamiento (días)
0	95	21 - 28
5	95	14

Fuente: Suslow and Cantwell (2002), Recommendations.

Maintaining Postharvest Quality (Lettuce)

### 2.2.11. Microorganismos en las lechugas

Whitfield (1998), menciona que según estudios realizados la lechuga ha sido asociada con brotes de origen microbiano por ser un alimento de consumo crudo, lo que agrega un riesgo en la transmisión de microorganismos, algunos factores como fertilización, agua de riego contaminada, las prácticas de cosecha, los riesgos en la en la preparación y hábitos de consumo contribuyen a la proliferación de microorganismos de patógenos humanos, en el caso de

necesitar conservarse, lo ideal es aplicar una temperatura de 0°C y una humedad relativa mayor de 95%.

Gonzales et al. (2011), indica también que, los mohos, levaduras y bacterias pueden crecer en hortalizas, pero las bacterias se aíslan más frecuentemente, ya que crecen más rápido que las levaduras y los mohos y por ello compiten con ventaja, especialmente a temperaturas de refrigeración. La alteración post-cosecha de las hortalizas crudas se da abundantemente en ausencia de cualquier tipo de tratamiento. La alteración está influida por los antecedentes de la tierra en la que han crecido las hortalizas. Igualmente, el suelo contaminado con inundaciones o el agua de riego de mala calidad expone las hortalizas a los microorganismos alterantes y a los patógenos humanos.

Según Tortajada et al. (2001), sustenta que las micotoxinas son sustancias nocivas para la salud, generadas por el crecimiento de hongos que contaminan los alimentos, la presencia de estas toxinas implican la posible existencia de otras debido a que un solo hongo produce diferentes micotoxinas. Entre los hongos toxigénicos destaca el género *Aspergillus* con dos variedades, el *A.flavus* y el *A. parasiticus*, por generar las aflatoxinas que son potentes hepatocarcinógenos. El *A. flavus* produce aflatoxinas B1 y B2, mientras que el *A.parasiticus* produce aflatoxinas B1, B2, G1 y G2, las cuales son tóxicas y cancerígenas. Las micotoxinas del género *Fusarium* están relacionadas con

el cáncer del esófago en los humanos. La ocratoxina C producida por el *A. ochraceus* y por el *Penicillium verrucosum*, está implicada con la tumorigénesis de las vías urinarias.

Bejarano (2007), indica que el microbiota dominante sobre las hortalizas recién cosechadas es muy variable. Está constituida por bacterias gramnegativas como *Enterobacter*, *Pantoea* y *Pseudomonas*, pero las partes que crecen cerca o dentro del suelo contienen bacterias grampositivas, por ejemplo *Bacillus*, *paenibacillus*, *clostridium* y organismos corineformes. Muchos de estos organismos son pectinolíticos o celulolíticos y originan el reblandecimiento característico de las podredumbres blandas, por ejemplo *Pectobacterium carotovorum*., menciona también, que el alto contenido acuoso de las hortalizas, así como su crecimiento en contacto con el suelo, predisponen al deterioro. Es poco común el tratamiento en la zona de empaque y son más sensibles al frío que las frutas. En el campo los puntos de contaminación son diversos: la microbiota saprobia epífita y del suelo, los frutos, ramas u hojas enfermos, los envases cosecheros, las plantas de empaque, el agua de reciclado, las cámaras de almacenamiento, desertización o frío, el transporte y la venta. Aunque los mismos tipos de microbios pueden estar presentes sobre frutas u hortalizas, las características intrínsecas del producto afectan a los organismos residentes determinando cuáles finalmente desarrollarán. Las hortalizas tienen en general un pH entre 5 y 6 mientras que las frutas muestran un valor menor a 4,5 aunque existen excepciones, por

ejemplo melón. Por lo tanto las bacterias crecen más rápido que los mohos y levaduras sobre la mayoría de las hortalizas, y viceversa en el caso de las frutas.

#### ❖ **Hongos y levaduras en las lechugas**

InfoAgro (2016), indica que los hongos pueden producir una desorganización acuosa de la lechuga (ablandamiento acuoso) causado por *Sclerotinia* o por *Botrytis cinerea*, estas se distinguen de las pudriciones blandas bacterianas por el desarrollo de esporas negras y grises. La eliminación de las hojas y la baja temperatura también pueden reducir la severidad de estas pudriciones. La severidad del problema se ve agravado porque la parte comestible de la lechuga se encuentra en contacto con el suelo durante su etapa de producción y porque la lechuga es un producto que se consume crudo, sin ningún tipo de tratamiento térmico que pueda acabar con los microorganismos que causan enfermedades que el producto pueda traer del campo. Las levaduras se encuentran comúnmente en plantas, granos, frutas y otros alimentos que contienen azúcar. Éstas están presentes en la tierra, el aire, en la piel y los intestinos de animales y algunos insectos. Son transferidas de lugar por la gente, el equipo, los alimentos y las corrientes de aire. Las levaduras dañan los alimentos pero no producen enfermedades. Suelen tener actividad pectinasa que genera pérdida de consistencia del producto y la mayoría de

levaduras toleran un rango de pH de  $3 < \text{pH} < 10$ , prefieren un medio ligeramente ácido con pH 4.5 a 6.5.

Mueller (2004), los hongos filamentosos aislados de las hortalizas con más frecuencia son *Aureobasidium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Phoma*, *Chaetomium* y en menor proporción *Aspergillus*, *Acremonium*, *Botrytis*, *Cladosporium*, Algunos de estos mohos son patógenos oportunistas, mientras que otros son patógenos verdaderos que pueden invadir el tejido sano.

Carlile (2001), menciona que las levaduras se encuentran con frecuencia en las hojas y las flores, aunque en número muy pequeño, siendo los insectos un importante vector de diseminación de las mismas. Están sobre la epidermis de frutas y pueden penetrar a los tejidos subyacentes como resultado de un daño mecánico. El suelo es un importante reservorio, desde el cual pueden llegar a los alimentos, pero también suelen hallarse en el agua de lagos y ríos. Su presencia depende de la temperatura, el pH, la humedad y la disponibilidad de azúcares simples. Las levaduras son hongos que forman sobre los medios de cultivo colonias pastosas, constituidas en su mayor parte por células aisladas que suelen ser esféricas, ovoideas, elipsoides o alargadas. Sustenta que, las levaduras pertenecen a dos clases de hongos: ascomicetos o basidiomicetos, aunque muchas de ellas se presentan comúnmente en la forma imperfecta. Las levaduras ascomicetas forman ascas libres, con 1 a 8

ascosporas, y en las especies hifales las ascas están desnudas. Las ascosporas de las levaduras son algo más resistentes al calor y la desecación que las células vegetativas, si bien tienen mucha menor resistencia térmica que las esporas bacterianas, por lo que mantienen la viabilidad de la especie durante los cambios adversos del medio ambiente.

Hernández (2018), considera que el análisis microbiológico de los alimentos es una herramienta que garantiza el mantenimiento o mejora de la calidad de los alimentos y se pueden realizar durante todo el proceso de fabricación, como forma de prevención y control de las contaminaciones y que puede ser usada para aumentar el tiempo de vida útil, y por extensión impactar positivamente en la economía industrial y en la salud pública.

## **2.2.12. Análisis Sensorial y Pruebas de Preferencia**

### **a. Evaluación sensorial de la lechuga**

Pedrero y Pangborn (1997), indica que la evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características del producto, que son percibidas por los sentidos humanos, es una disciplina científica que permite evocar, medir, analizar e interpretar las características de un alimento percibidas por la vista, el olfato, el tacto, el gusto y el oído.

Davis (2003), menciona que después de eliminar las hojas exteriores, la lechuga debe presentar un color verde brillante. Además, las hojas deben ser crujientes y turgentes.

Cheftel(1992), indica que la evaluación sensorial, es una disciplina científica que estudia, mide y interpreta las reacciones que provocan las características de los alimentos y otros materiales mediante los sentidos: Se centra en todos los sentidos olfato, vista, gusto, tacto y oído, no por ello son menos importantes que los métodos químicos, físicos y microbiológicos, entre otros las propiedades organolépticas; en el orden cronológico de apreciación, se pueden ordenar como: a) Apariencia (forma, color), señalada por la visión; b) Sabor (aroma, gusto), indicada por el olor y gusto; c) Textura (resistencia, consistencia a la masticación, etc.), apreciado por el tacto.

Alarcón (2005), indica que la evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta. Sustenta también, que además de medir la aceptación de un producto, la evaluación sensorial permite también medir el tiempo de vida útil de un producto alimenticio.

Brennan et al. (2000), consideran que el parámetro de calidad que contribuye a la primera impresión del producto alimentario es su apariencia visual, determinada por el color y la forma .Además, el color, es uno de los principales criterios de elección que actúa como indicador cuantificador de la vida útil del producto.

#### **b. Tipos de evaluación sensorial para alimentos.**

##### **- Pruebas orientadas al consumidor**

Watts et al. (1992), expresan que las pruebas orientadas hacia las preferencias del consumidor, no se emplean panelistas entrenados ni seleccionados por su agudeza sensorial; sin embargo, los panelistas deben ser usuarios del producto integradas de 30 a 50 panelistas. Este tipo de panel es capaz de indicar la relativa aceptabilidad de un producto y también identificar defectos en productos. Además, incluyen las siguientes pruebas:

- Las pruebas de preferencia que tienen por objetivo determinar cuál de dos o más muestras es preferida por un número determinado de personas, el test de preferencia mide factores psicológicos y factores que influyen en el sabor del alimento.

Alarcón (2005), menciona que en esta prueba se le presenta al panelista dos muestras codificadas y se le pide que cual de las dos muestras prefiere y para que sea más representativa se le puede pedir que exponga sus razones sobre la decisión tomada y cuyas ventajas:



- Fácil de organizar
- No produce fatiga en el panelista
- Fácil de realizar
- El análisis estadístico es rápido
- No requiere repetición

Además sustentan que, las pruebas de aceptabilidad se aplican para conocer la reacción de un consumidor frente a un alimento; es de carácter afectivo o subjetivo ya que miden el grado de aceptación del producto por ello se dice que son pruebas de criterio personal. Las pruebas hedónicas están destinadas a medir el grado de satisfacción, en cuánto gusta o disgusta un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas las cuales deben ser impares con una categoría o un punto intermedio de "ni gusta ni disgusta"; en éstas existen hedónicas verbales y faciales.

#### - **Pruebas orientadas al producto**

Watts et al. (1992), indican que las pruebas orientadas al producto se emplean pequeños paneles entrenados que funcionan como instrumento de medición. Los paneles entrenados se utilizan para identificar diferencias entre productos alimenticios similares o para medir la intensidad de características tales como (olor y gusto), textura o apariencia. Por lo general, estos paneles constan de 5 a 15 panelistas seleccionados por su agudeza sensorial, los que han sido especialmente entrenados. Indican que incluyen las pruebas de diferencias,

pruebas de ordenamiento por intensidad, pruebas de puntajes por intensidad y pruebas de análisis descriptivo. Este tipo de información se obtiene a nivel de laboratorio.

### 2.3. Bases conceptuales

#### a. Recubrimiento Comestible

Fernández et al. (2015), define un recubrimiento comestible (RC) como una matriz transparente continua, comestible y delgada, que se estructura alrededor de un alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento con el fin de preservar su calidad y servir de empaque.

Serra (2016), indica que la tecnología de los recubrimientos comestibles consiste en la aplicación de una película comestible delgada que recubre o separa los componentes del alimento, creando una barrera entre el alimento y la atmósfera que lo rodea. Dicha barrera protege, inhibiendo o retrasando la migración de humedad, oxígeno, dióxido de carbono u otros compuestos, pudiendo además servir como vehículo para la incorporación de aditivos como los compuestos antioxidantes o agentes antimicrobianos o incluso cualquier ingrediente que se quiera incorporar en la superficie de un producto.

### **b. Vida útil de los Alimentos**

Man y Jones (2000), indican que la vida útil (VU) es un periodo en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil.

Hernández (2018), expresa que la vida útil, es llamada también vida en anaquel, es básicamente como la fecha de caducidad de un producto, es decir el tiempo en que el alimento permanece fresco y sano para el consumo.

### **c. Infusión**

Pérez et al. (2009), mencionan que infusión es una bebida obtenida a partir de ciertos frutos o hierbas aromáticas, que se introducen en agua hirviendo. De esta manera, podemos mencionar que el té y el café son infusiones.

### **d. Antioxidantes**

Namesny (1993), indica que son sustancias que retardan el comienzo o disminuyen la velocidad de oxidación de los materiales autooxidables, con la inhibición de la formación de radicales libres en la etapa de iniciación o cuando interrumpe la propagación de la cadena de radicales libres.

Wiley (1997), Afirma que, son sustancias utilizadas para conservar los alimentos ya que lentifican la alteración por enranciamiento o la decoloración

debida a la oxidación. En frutas y hortalizas refrigeradas mínimamente procesadas existen diversos tipos de reacciones oxidativas en las que átomos o moléculas pierden electrones para dar lugar una fórmula reducida.

e. **Lechuga**

INIA (2017), sustenta que la lechuga (*Lactuca sativa L.*), en sus diferentes formas y colores, es una hortaliza más común y consumida en todo el mundo, cuya principal producción se concentra en zonas más templadas y sub tropicales, que actualmente se cultiva al aire libre e invernaderos, en suelo o en forma hidropónica; esta última evita las limitaciones que provocan las condiciones climáticas, luminosas y de suelo.

f. **Tomillo**

Verdugo (1999), nos dice que el tomillo (*Thymus vulgaris L.*), es un arbusto aromático de intenso olor a timol de unos 40cm, aspecto grisáceo, tallos leñosos, muy poblado de hojas lineares, opuestas, entre aovadas y lanceoladas, diminutas aproximadamente de 1 cm, las flores son bilabiadas, rosadas, muy pequeñas, agrupadas en una especie de cabezuela en el extremo de las ramitas, florece en primavera a partir de marzo y que los principios activos concentrados en sus aceites esenciales y extractos, provenientes de hojas y flores, se caracterizan por tener propiedades antisépticas y antioxidantes, además de aromáticas, saborizantes y medicinales.

**g. Romero**

Palama y Navarro(2011),sustentan que el romero (*Rosmarinus officinales L.*) es una planta arbustiva con tallos prismáticos, las hojas son estrechas, agudas y pequeñas, tiene forma de espigas de color verde brillante con márgenes revolutos y tallos leñosos y ramificados, el tamaño de la planta varia de 0.5 a 1metro de altura, florece dos veces al año en primavera y otoño de color azul claro con pequeñas manchas violetas, por lo general es utilizado como planta medicinal y diversos estudios han demostrado su capacidad antioxidante debido a los ácidos cafeico y rosmarinico que tiene como composición.

**h. Análisis Sensorial**

Reglero (2011), indica que consiste en la realización de diversas pruebas según una serie de procedimientos rigurosos, fiables con el fin de evaluar diferentes propiedades o atributos de un producto utilizando los sentidos. Reglero (2011).

**i. Prueba de preferencia**

Reglero (2011), también menciona que la prueba de preferencia se trata de reconocer si el juez prefiere una sobre otra, donde se presentan dos muestras y se le pregunta al juez cual prefiere, además se incluye en el cuestionario un apartado de observaciones para que explique, si lo desea, y en que basa su elección. Los resultados se evalúan mediante tablas de significación estadística.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Materiales

#### 3.1.1. Lugar de ejecución.

El trabajo de investigación fue desarrollado en los ambientes de los laboratorios de Análisis de Alimentos y en el Centro experimental “Luis Pasteur” de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias, donde se llevó a cabo la fase experimental de elaboración y aplicación de los recubrimientos comestibles y los análisis fisicoquímicos. Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en el laboratorio de Calidad Ambiental de la Facultad de Medio Ambiente de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”

#### 3.1.2. Materiales

##### a. Reactivos

- Ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) 1.N
- Ácido ascórbico
- Acido oxálico
- Hidróxido de sodio
- Hexano

##### b. Insumos

- Agua ozonificada.
- Agua tratada e hipoclorito de sodio
- Infusiones de tomillo y romero: 10 % - 15 % - 20 %
- Hipoclorito de sodio

### 3.1.3. Equipos y accesorios

#### Equipos

- Equipo de baño maría marca Biotron
- Balanza analítica marca Santorius: Capacidad de 160 g. de
- Sensibilidad +- 0.001g.
- Agitador magnético marca Stable Temp.
- Cocinas de gas SURGE
- Estufa Memmert 0-1000C
- Horno esterilizador
- Balanza mecánica marca Delta
- Campanas desecadoras a temperatura ambiente
- Cronometro
- Refrigeradora

#### Materiales de vidrio y otros

- Pie de rey ( vernier)
- Mecheros de gas.

- Morteros de porcelana
- Mesa de proceso de acero inoxidable.
- Sacabocados de acero inoxidable.
- Espátulas y utensilios estériles
- Materiales de vidrio para titulación.
- Termómetros: de rango - 20 a 110°C, USA.
- Probeta
- Fiola de 100ml
- Pipeta y placas Petri

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Hipótesis

#### 3.2.1.1. Hipótesis General

H<sub>1</sub>: El recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero, influye de manera significativa sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales para prolongar la vida útil de la lechuga durante su almacenamiento.



### 3.2.1.2. Hipótesis específicas

**H<sub>1</sub>:** El recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero, influye de manera significativa sobre las propiedades fisicoquímicas para prolongar la vida útil de la lechuga durante su almacenamiento

**H<sub>2</sub>:** El recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero, influye de manera significativa sobre las propiedades, microbiológicas para prolongar la vida útil de la lechuga durante su almacenamiento

**H<sub>3</sub>:** El recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero, influye de manera significativa sobre las propiedades sensoriales para prolongar la vida útil de la lechuga durante su almacenamiento

### 3.2.2. Operacionalización de variables

Tabla 7. Variables, dimensiones e indicadores

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES
INDEPENDIENTE Recubrimiento comestible de la infusión de tomillo y romero	Recubrimiento al 10%,15% y 20%	Concentraciones peso/peso
	Temperatura de almacenamiento de 15°C,10°C y 5°C	Grados centígrados
DEPENDIENTE Prolongación de la Vida Útil de la lechuga	Propiedades físicas	Pérdida de peso

### 3.2.3. Población y Muestra

#### 3.2.3.1. Población

Las lechugas de variedad lisa “Seda Boston “provenientes del mercado central de Huaraz; el romero y tomillo proveniente de las zonas rurales.

#### 3.2.3.2. Muestra

Las muestras o unidad de análisis están formadas por las 27 Cabezas de lechuga, adquirida en el mercado central de Huaraz. Las que se determinaron por las ecuaciones siguientes:

$$n = \frac{\sigma^2 \times Z^2}{e^2}$$

Dónde:

$\sigma$  = Desviación estándar = 0.2651 (valores factoriales)

$Z = 1.96$

$e = 0,1$

Y corregida con:

Donde:  $n =$  muestra

$$n = \frac{(0.2651)^2 \times (1.96)^2}{(0.1)^2} = 27$$

### 3.2.4. Diseño Experimental

La investigación presenta un diseño experimental modelo factorial de

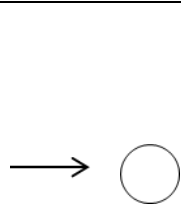
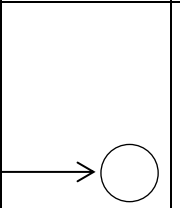
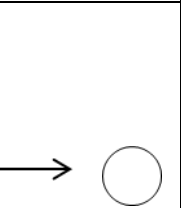
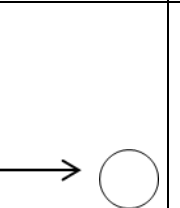
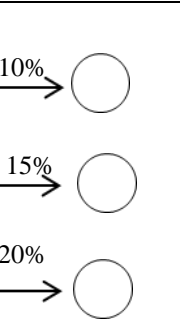
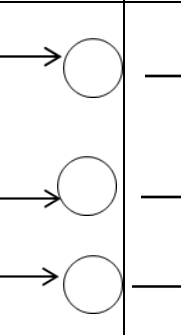
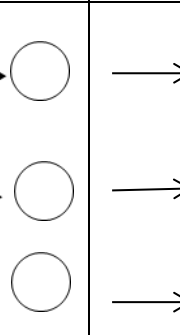
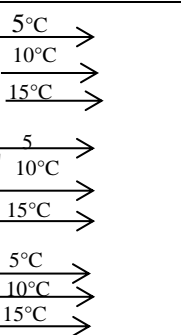
$3 \times 3 \times 3 = 27$  tratamientos; que se resumen en recubrimiento en

Concentraciones de: 10 %, 15 %, 20 %; Temperaturas de almacenamiento:

5°C, 10°C y 15°C; con tres repeticiones.

La tabla 8 resume las actividades que se realizaron durante la investigación.

Tabla 8. Diseño de investigación experimental del efecto del recubrimiento comestible de tomillo y romero para la prolongación de la vida útil de la lechuga, modelo factorial de 3x3x2

ETAPAS	I ETAPA	II ETAPA						III ETAPA
	Caracterización de la materia prima	Estudio de tratamientos de coberturado						Caracterización del producto final
OPERACIONES	Recepción de la lechuga	Selección y limpieza	Lavado , Desinfección y escurrido	Deshojado	Tratamiento de recubrimiento con las infusiones	Escurrido y secado	Pesado y Empacado	Almacenado
DIAGRAMA DE FLUJO								
CONTROLES	Análisis químico proximal de la materia prima. (Anexo 2). Análisis físico.	Tamaño Presencia Apariencia Eliminación de hojas externas	Relación 1:3 Hipoclorito de sodio: 15ppm Eliminación del exceso de agua. Análisis microbiológico. (Anexo 3)	Manualmente hoja por hoja. Medidas biométricas	Inmersión en las infusiones de tomillo y romero por 5 min. Recomendado por Romero (2010). Determinación de pH de la solución.	Eliminación del exceso de solución.	Peso de muestra inicial. Tipo de empaque PET para un grupo de hojas.	Control de temperatura y pérdida de peso cada 2 días. Análisis químico proximal del producto final óptimo (Anexo 4). Análisis microbiológico (Anexos 5,6,7) Análisis sensorial y preferencia. (Anexo 8,9)

### 3.2.4.1. Etapas del Diseño Experimental

#### Etapa I: Caracterización de la materia prima

Evaluación físico – químico de la lechuga variedad lisa “Seda Boston” proveniente del mercado central de Huaraz.

##### a. Análisis químico proximal

- **Humedad:** Se empleó el secado por estufa de circulación de aire caliente a 105°C hasta obtener peso constante. AOAC (2009).
- **Ceniza:** Por incineración de la materia orgánica de 500°C a 600°C en una Mufla hasta peso constante. Pearson (1993).
- **Proteínas:** Se empleó el método del micro Keldahl, para determinar el porcentaje de Nitrógeno y luego multiplicar por su factor para convertir en porcentaje de proteínas. AOAC (2009)
- **Grasa:** Se realizó la extracción de grasa mediante el solvente Hexano, con el equipo Soxhlet. AOAC (2009)
- **Carbohidratos:** Se obtuvo por diferencia de 100 y la suma de proteína, agua, ceniza y grasa. Pearson (1993).

##### b. Análisis físico.

###### - Medidas biométricas

Se realizó de forma manual para obtener el valor promedio de porcentaje de las hojas de la lechuga. Para medir el calibre promedio del diámetro de las hojas con un pie de rey para establecer el recipiente de inmersión y el envasado final.

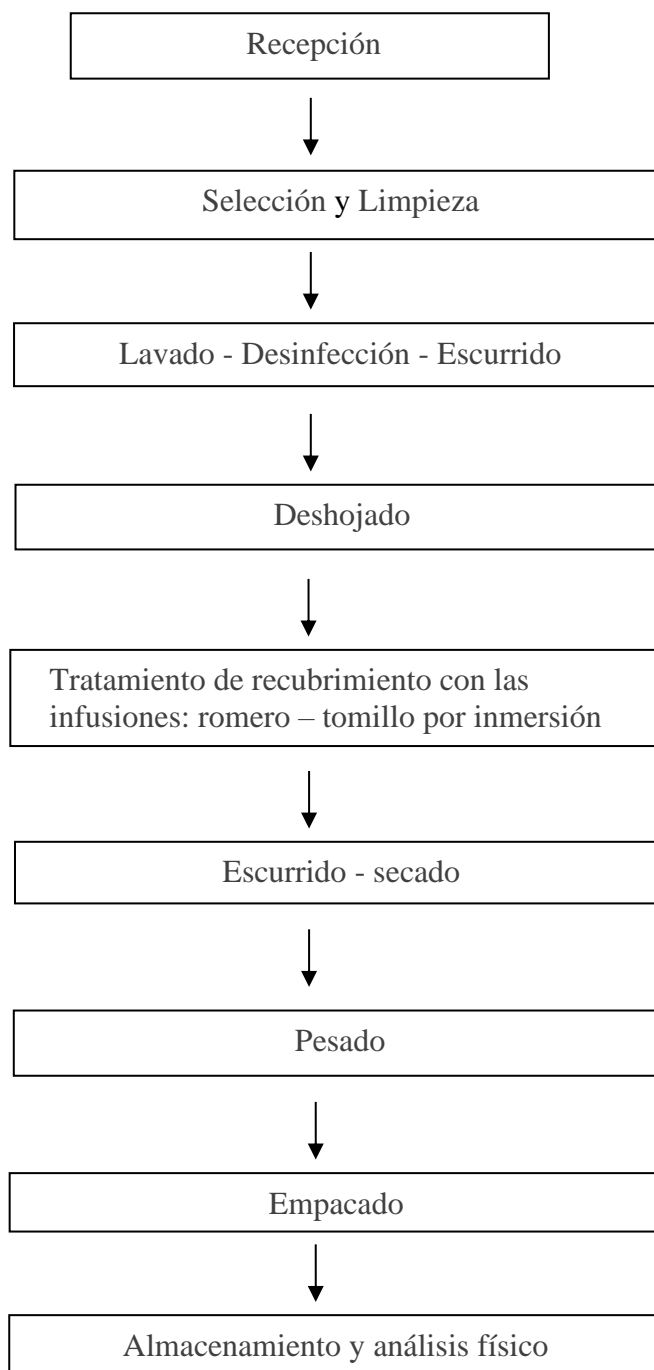
**Etapa II: Estudio de tratamientos de coberturado:**

Gráfico 5. Diagrama de Flujo para la cobertura de la Lechuga

### Descripción de las operaciones

**a. Recepción:** Se recibieron las lechugas en el laboratorio de Análisis de Alimentos de la FIIA, obtenidas en el mercado central de Huaraz.

**b. Selección y limpieza:** Se eliminaron las hojas deterioradas expuestas al exterior de toda la lechuga mediante inspección visual, se seleccionaron considerando factores como: tamaño, diámetro, apariencia, textura y sin daños mecánicos (Wiley, 1997)

**c. Lavado, Desinfección y Escurrido:** Se realizó un lavado en la relación de 3:1 y luego una desinfección con hipoclorito de sodio de 15 ppm para luego escurrir y eliminar todo el exceso de agua. La lechuga se escurrió, para remover la mayor cantidad de agua de lavado que se pueda y evitar que se quede agua acumulada entre las hojas de la lechuga, pues esta puede favorecer las pudriciones y deterioro del producto especialmente si los productos se empaqueta en bolsas plásticas, abiertas o cerradas. Para el escurrido, el producto se agita ligeramente en el aire al sacarlo de la pila de lavado y se coloca en rejillas en la posición que permita un mayor drenaje del agua atrapada en las hojas. Se determinó la acidez iónica (pH) de la lechuga, para ello se pesó 100g de lechuga ya escurrida y se adiciono

20 ml de agua destilada para luego licuar y obtener una pasta homogénea y determinar el pH , según NMX-F-317-(1978). Se realizó el análisis microbiológico de la materia prima ya desinfectada. (Anexo 3.)

**d. Deshojado:** Se realizó con mucho cuidado manualmente uno por uno, desechando las hojas maltratadas, dañadas los que favorecen el deterioro del producto.

**e. Tratamiento de recubrimiento:** Se preparó los recubrimientos con las infusiones de tomillo y romero con las concentraciones de 10%., 15% y 20% ya que a partir de infusiones mayores de 20 % la solución de recubrimiento es muy amarga y picante, este tratamiento se realizó sobre cada hoja de la lechuga haciendo una inmersión por 5 minutos cubriéndolas completamente en las soluciones de 10%,15% y 20%. Una vez aplicada las soluciones antioxidantes a las hojas de lechuga se depositaron sobre bandejas escurridoras previamente etiquetadas. A continuación explicamos la preparación de las soluciones de inmersión:

- **Solución madre :** Se pesó 100 g de hojas tomillo, 100g de hojas de romero ,luego se hizo hervir con 1 litro de agua destilada por 5 minutos a la temperatura de 89<sup>0</sup>C que es la temperatura de ebullición en la ciudad de Huaraz que está a una altitud de 3090 m.s.n.m. Luego se procedió al filtrado y envasado.



**Solución al 10%,15% y 20%:**

. Para el 10%. Se midió 10 ml de la solución madre y se llenó a una fiola para enrazarlo con 90 ml de agua destilada.

. Para el 15%. Se cogió 15 ml de la solución madre y 85 ml de agua destilada.

. Para el 20%. Se midió 20ml de la solución madre y 80ml de agua destilada.

-Determinación de acidez de las soluciones al 10%,15% y 20%

Para ello se rotulo tres vasos de precipitados con las concentraciones de 10%, 15% y 20% adicionando a cada uno 20ml respectivamente, y se determinó la acidez iónica con el pH metro.

**f. Ecurrido:** Esta operación consistió en eliminar la cantidad de agua proveniente del tratamiento de recubrimiento con infusión de tomillo y romero, ya que esta infusión por el contenido de su presión de vapor evitará la eliminación del vapor de agua de la lechuga y los aceites en infusión evitarán la oxidación de la lechuga.

**g. Pesado:** Se pesaron 257.6 g aproximadamente de hojas aptas de lechuga para el recubrimiento. Tabla 23

**h. Empacado:** Se envasaron en bolsas para las hojas individuales o en empaque de PET para un grupo de hojas. El PET es un plástico flexible resistente al impacto y de gran transparencia. Es importante

que la lechuga se escurra bien antes de empacarla, para evitar la acumulación de líquido dentro del empaque. El uso de estos materiales de empaque facilita la manipulación del producto y reduce considerablemente los daños mecánicos durante el manejo. Handerburg (1988)



Gráfico 6. Lechuga en empaque

**i. Almacenamiento:** Se almaceno las lechugas coberturas en concentraciones de 10%,15% y 20% a temperaturas de 5°C,10°C y 15°C con dos repeticiones y los parámetros de control en el almacenaje fueron: la evaluación de la pérdida de peso cada dos días hasta obtener el valor más óptimo siendo la muestra que menos sufre deshidratación ,en cuanto al Análisis físico, se determinó la pérdida de peso para ello , se pesaron todas las muestras ya etiquetadas según concentración en el día inicial (día 0), de ahí en adelante se pesaron cada dos días para determinar así la cantidad de humedad que se perdió en cada uno de los tratamientos hasta el final de su vida útil y se determinó por gravimetría, tomando el peso inicial (peso de lechuga envasada), el peso final (peso del día en que

se realiza la medida) y el peso de lechuga envasada, antes de la introducción en el envase (peso lechuga), calculando este parámetro mediante la ecuación siguiente y expresando el resultado en %.

$$\begin{aligned} & \text{Pérdida de peso (\%)} \\ & = [(Peso_{inicial} - Peso_{final}) \times 100] / \text{Peso lechuga} \end{aligned}$$

Los datos se recolectarán en la planilla de inspección.

### **Etapla III: Caracterización del producto final**

Se evaluó el mejor tratamiento mediante los siguientes análisis:

#### **a. Análisis químico proximal**

Se aplicó a la muestra más óptima almacenada durante 16 días.

**-Humedad:** Se empleó el secado por estufa de circulación de aire caliente a 105°C hasta obtener peso constante. AOAC (2009).

**-Ceniza:** Por incineración de la materia orgánica de 500°C a 600°C en una Mufla hasta peso constante. Pearson (1993).

**-Proteínas:** Se empleó el método del micro Kjeldahl, para determinar el porcentaje de Nitrógeno y luego multiplicar por su factor para convertir en porcentaje de proteínas. AOAC, (2009)

**-Grasa:** Se realizó la extracción de grasa mediante el solvente Hexano, con el equipo Soxhlet. AOAC (2009)

**-Carbohidratos:** Se obtuvo por diferencia de 100 y la suma de proteína, agua, ceniza y grasa. Pearson (1993).

#### **b. Análisis microbiológico**

Se realizaron los siguientes análisis: Gérmenes Viables o unidades formadoras de colonias por gramo de muestra de mohos y levaduras en el laboratorio de biología de la facultad de Medio Ambiente de la UNASAM. Se obtuvo el valor del recuento total de gérmenes expresado de la siguiente manera:

$$N = C \times D$$

Dónde:

N = Unidades formadoras de colonia por gramo de muestra

C = Número de colonias.

D = Factor de dilución

Las pruebas microbiológicas se realizaron luego de la esterilización que corresponde al día 0 y a los 16 días, de acuerdo con los resultados de las características físicas por deshidratación.

#### **c. Análisis sensorial**

Se realizó un análisis sensorial a las muestras de lechugas con recubrimiento al 10%,15% y 20% a la temperatura de almacenamiento a 5 °C al finalizar los 16 días y así elegir el mejor tratamiento. Se evaluó la apariencia general, color, sabor y textura manejando una escala hedónica de cinco puntos, donde la calificación más baja es de 1 punto y la calificación más alta es de 5 puntos. La evaluación se realizó con la participación de un panel de jueces seleccionados por 20 personas (Anexo 8), además se realizó la prueba de preferencia entre la muestra más óptima y una lechuga fresca( Anexo 9).

### 3.2.5. Diseño estadístico

El modelo experimental que se aplicó es el diseño experimental completamente al azar con dos repeticiones, con un análisis de medidas repetitivas donde se tomó información periódicamente cada dos días hasta que las características organolépticas del alimento fueran aceptables.

Las unidades experimentales fueron las más homogéneas para realizar la estadística descriptiva y la estadística inferencial para la constatación de las hipótesis evaluando las medidas de tendencia central como la media, varianza y desviación estándar mediante el programa Statgraphics.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Etapa I: Caracterización de la materia prima

#### a. Análisis químico proximal

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de los análisis de la composición química de la lechuga.

Tabla 9. Análisis químico proximal de la Lechuga (g/100 g de muestra original materia prima)

ENSAYOS FISICOQUIMICOS	Evaluación 1(%)	Evaluación 2 (%)	PROMEDIO (%)
Humedad	95,40	95,28	95,34
Materia Grasa	0,14	0,12	0,13
Proteína	0,89	0,96	0,93
Cenizas	0,47	0,45	0,46
Carbohidratos	3,10	3,19	3,14

Según la tabla 9 los resultados obtenidos, están muy próximos a los indicadores mencionados en las Tablas Peruanas de la Composición Química Proximal de la lechuga del Ministerio de salud y Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Instituto Nacional de Salud (2017), según Informe técnico N°015 (Anexo 2)

## b. Análisis físico

Tabla 10. Caracterización de una cabeza de lechuga

Variable	Valor
Peso (gramos)	309.9
Acidez iónica (pH)	5.62

Los resultados de la tabla 10 muestran el índice de madurez de la lechuga, ya que se calcula observando y midiendo los cambios en el tamaño, forma y peso, como indica, Namesny (1993).

Tabla 11. Medidas biométricas de las hojas de lechuga

MUESTRAS	PESO gramos	ESPESOR DE LA HOJA (mm)	DIAMETRO MAYOR (mm)	DIÁMETRO MENOR (mm)
1	15.8	0.36	136	117
2	14.48	0.3	100	90
3	15.8	0.28	139	87
4	11.1	0.3	112	108
5	10.07	0.31	122	118
6	9.72	0.38	143	107
7	11.1	0.38	134	92
8	9.19	0.24	90.6	80
9	9.55	0.32	109	86
10	11.21	0.3	128	91

Los resultados que se muestra en la Tabla 11, han influido de manera significativa para determinar el tamaño del empaque de las muestras ya que las hojas de lechuga fueron sometidas a diferentes concentraciones de coberturado al 10%,15% y 20% para su posterior almacenaje a temperaturas de 5<sup>0</sup>C,10<sup>0</sup>C y 15 <sup>0</sup>C , las mismas que facilitaron el manejo de la operación de pesado de cada muestra. Además muestra el tamaño, peso, firmeza y solidez, así como el tono verde de sus hojas como menciona Seminis (2016), las que se evidencian en el Anexo 11. Y además, para los procesos de cobertura por resistir a los tratamientos y temperaturas de refrigeración, por encontrarse dentro del límite permitido para la conservación y almacenamiento según Yauri (2004), las que se muestran mediante los histogramas de frecuencias.

### **c. Histograma - Peso de lechugas (g)**

Datos/Variable: Peso de lechugas (g)

Selección de la Variable: Peso de lechugas (g)

10 valores con rango desde 9.19 a 15.8



Tabla 12. Tabla de frecuencias para peso de lechugas (g)

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	8.8		0	0.0000	0	0.0000
1	8.8	9.6	9.2	2	0.2000	2	0.2000
2	9.6	10.4	10.0	2	0.2000	4	0.4000
3	10.4	11.2	10.8	2	0.2000	6	0.6000
4	11.2	12.0	11.6	1	0.1000	7	0.7000
5	12.0	12.8	12.4	0	0.0000	7	0.7000
6	12.8	13.6	13.2	0	0.0000	7	0.7000
7	13.6	14.4	14.0	0	0.0000	7	0.7000
8	14.4	15.2	14.8	1	0.1000	8	0.8000
9	15.2	16.0	15.6	2	0.2000	10	1.0000
10	16.0	16.8	16.4	0	0.0000	10	1.0000
	mayor de	16.8		0	0.0000	10	1.0000

Media = 11.802 Desviación Estándar = 2.57562

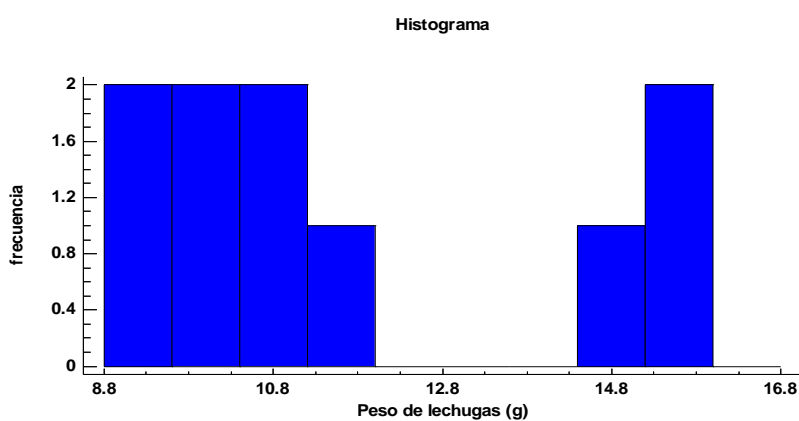


Gráfico 7. Histograma de frecuencias de peso de las lechugas

#### d. Distribuciones de Probabilidad

Tabla 13. Distribución normal de los pesos de lechuga

<i>Parámetros:</i>	<i>Media</i>	<i>Desv. Est.</i>
Distribución	11.802	2.57562

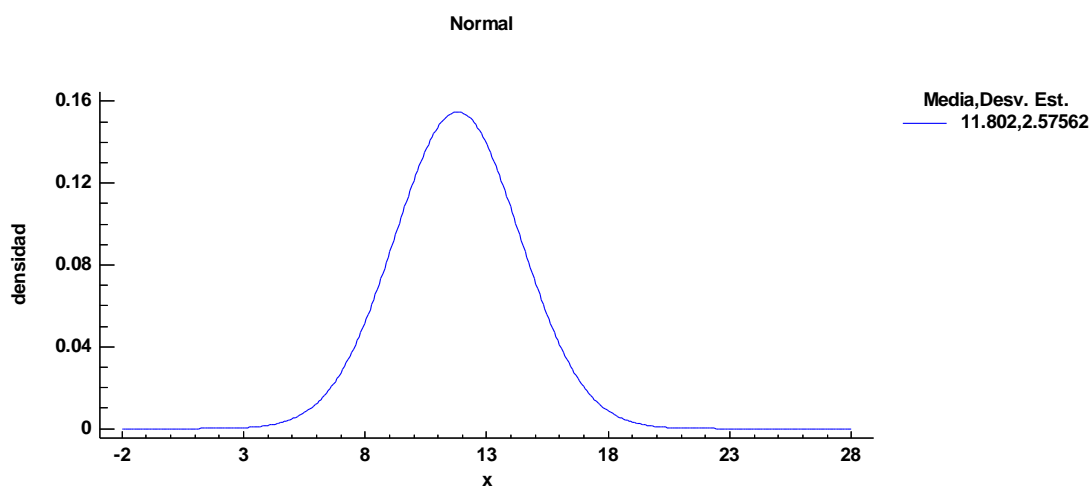


Gráfico 8. Distribución normal de los pesos de la lechuga

Este comportamiento de los pesos es similar como lo reporta Yauri (2004)

#### e. Histograma - Espesor de la hoja (mm)

Datos/Variable: Espesor de la hoja (mm)

Selección de la Variable: Espesor de la hoja (mm)

10 valores con rango desde 0.24 a 0.38

Tabla 14. Tabla de frecuencias para espesor de la hoja (mm)

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	0.23		0	0.0000	0	0.0000
1	0.23	0.246	0.238	1	0.1000	1	0.1000
2	0.246	0.262	0.254	0	0.0000	1	0.1000
3	0.262	0.278	0.27	0	0.0000	1	0.1000
4	0.278	0.294	0.286	1	0.1000	2	0.2000
5	0.294	0.31	0.302	4	0.4000	6	0.6000
6	0.31	0.326	0.318	1	0.1000	7	0.7000
7	0.326	0.342	0.334	0	0.0000	7	0.7000
8	0.342	0.358	0.35	0	0.0000	7	0.7000
9	0.358	0.374	0.366	1	0.1000	8	0.8000
10	0.374	0.39	0.382	2	0.2000	10	1.0000
	mayor de	0.39		0	0.0000	10	1.0000

Media = 0.317 Desviación Estándar = 0.0447338

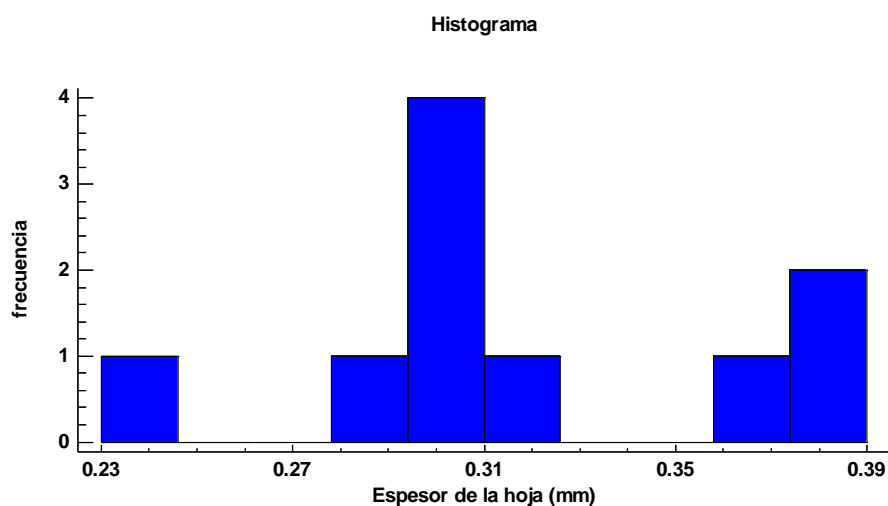


Gráfico 9. Histograma de frecuencias de espesor de las hojas de lechuga

## f. Distribuciones de Probabilidad

Tabla 15. Distribución normal de espesores de las hojas de lechuga.

Parámetros	Media	Desv. Est.
Distribución	0.317	0.0447388

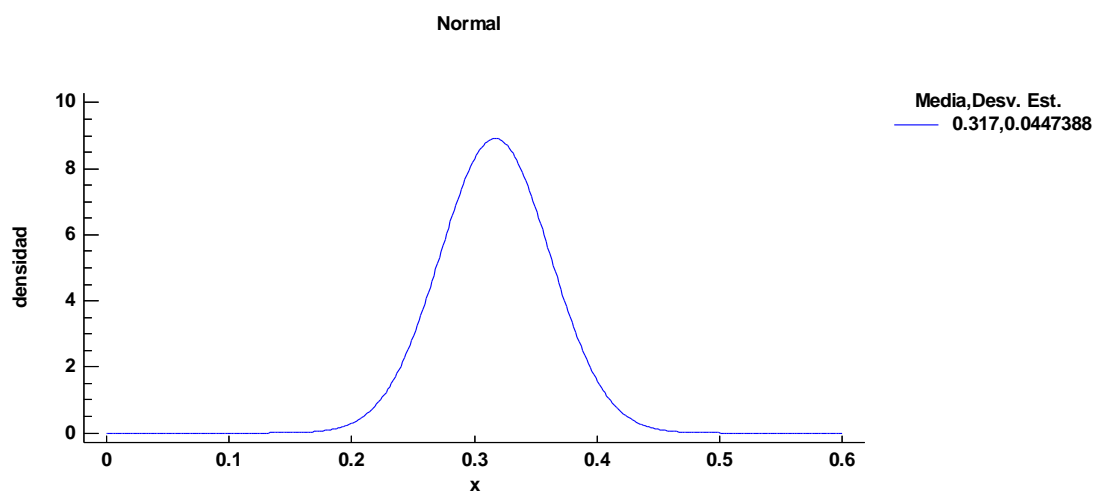


Gráfico 10. Distribución normal de los espesores de las hojas de lechuga

Este comportamiento de los espesores es similar como lo reporta Yauri (2004)

## g. Histograma - Diámetro mayor lechuga (mm)

Datos/Variable: Diámetro mayor lechuga (mm)

Selección de la Variable: Diámetro mayor lechuga (mm)

10 valores con rango desde 90.6 a 143.0

Tabla 16. Tabla de Frecuencias para diámetro mayor lechuga (mm)

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	87.0		0	0.0000	0	0.0000
1	87.0	93.0	90.0	1	0.1000	1	0.1000
2	93.0	99.0	96.0	0	0.0000	1	0.1000
3	99.0	105.0	102.0	1	0.1000	2	0.2000
4	105.0	111.0	108.0	1	0.1000	3	0.3000
5	111.0	117.0	114.0	1	0.1000	4	0.4000
6	117.0	123.0	120.0	1	0.1000	5	0.5000
7	123.0	129.0	126.0	1	0.1000	6	0.6000
8	129.0	135.0	132.0	1	0.1000	7	0.7000
9	135.0	141.0	138.0	2	0.2000	9	0.9000
10	141.0	147.0	144.0	1	0.1000	10	1.0000
	mayor de	147.0		0	0.0000	10	1.0000

Media = 121.36 Desviación Estándar = 17.7666

Histograma

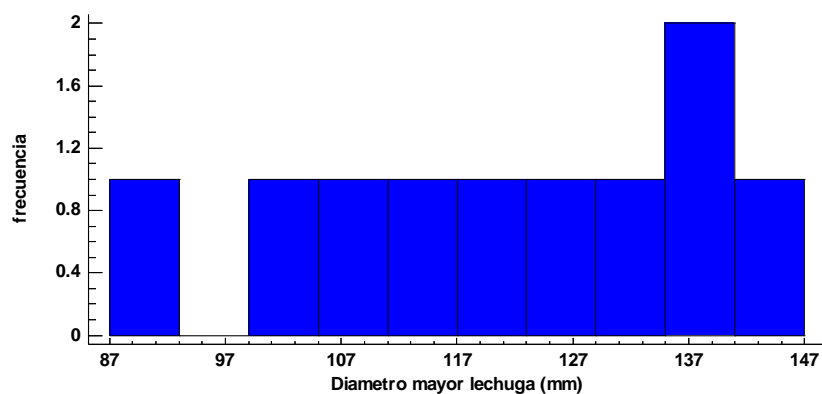


Gráfico 11. Histograma de frecuencias del diámetro mayor de lechugas

En el gráfico 11 se muestra que la medida del diámetro mayor de las lechugas, que hay por lo menos 1 lechuga que está en cada intervalo, pero podemos observar que en punto 97 no hay ninguna lechuga con ese diámetro y en el intervalo de 135 a 141 hay mayor frecuencia en el punto 137.

#### h. Distribuciones de Probabilidad

Tabla 17. Distribución normal del diámetro mayor de las lechugas.

<i>Parámetros:</i>	<i>Media</i>	<i>Desv. Est.</i>
Distribución	121.36	17.7666

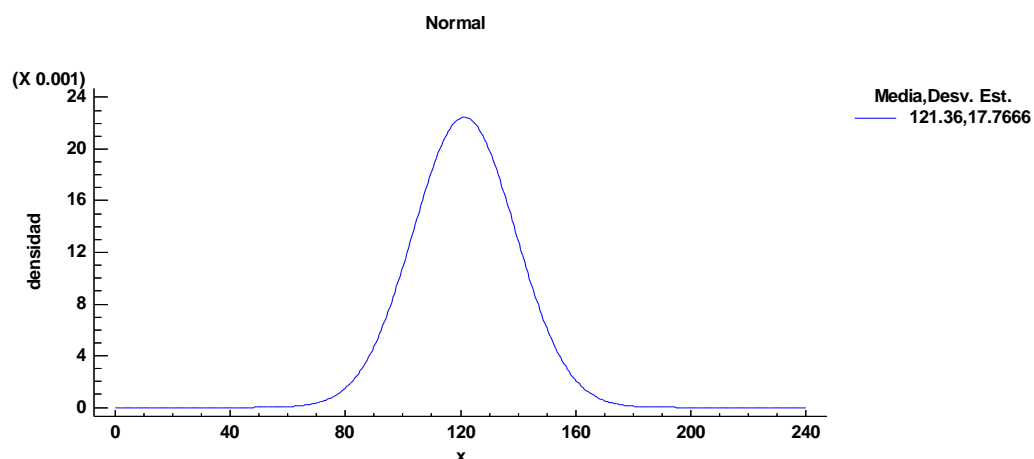


Gráfico 12. Distribución normal del diámetro mayor de lechugas

Este comportamiento de normal del diámetro mayor de la lechuga es similar como lo reporta Yauri (2004)

### i. Histograma - Diámetro menor lechuga (mm)

Datos/Variable: Diámetro menor lechuga (mm)

Selección de la Variable: Diámetro menor lechuga (mm)

10 valores con rango desde 80.0 a 118.0

Tabla 18. Tabla de frecuencias para diámetro menor lechuga (mm)

Clase	Límite Inferior	Límite Superior	Punto Medio	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Rel. Acum.
	menor o igual	78.0		0	0.0000	0	0.0000
1	78.0	83.0	80.5	1	0.1000	1	0.1000
2	83.0	88.0	85.5	2	0.2000	3	0.3000
3	88.0	93.0	90.5	3	0.3000	6	0.6000
4	93.0	98.0	95.5	0	0.0000	6	0.6000
5	98.0	103.0	100.5	0	0.0000	6	0.6000
6	103.0	108.0	105.5	2	0.2000	8	0.8000
7	108.0	113.0	110.5	0	0.0000	8	0.8000
8	113.0	118.0	115.5	2	0.2000	10	1.0000
9	118.0	123.0	120.5	0	0.0000	10	1.0000
10	123.0	128.0	125.5	0	0.0000	10	1.0000
	mayor de	128.0		0	0.0000	10	1.0000

Media = 97.6 Desviación Estándar = 13.6561

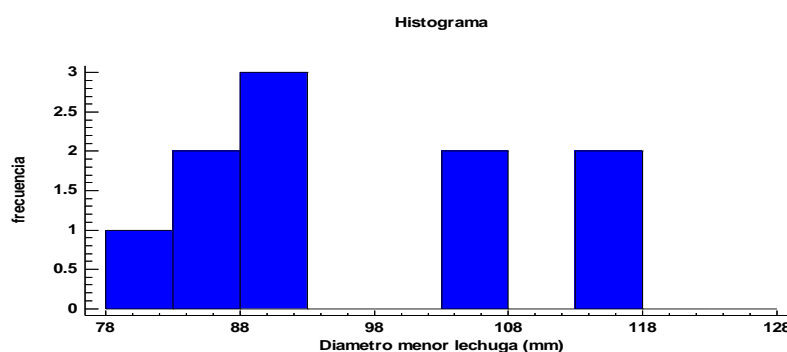


Gráfico 13. Histograma de frecuencias del diámetro menor de lechugas

En el gráfico 13 se muestra que la medida del diámetro menor de las lechugas, que la mayor frecuencia se encuentra en el punto 90.5 y hay mayor número de lechugas menores a este punto.

### j. Distribuciones de Probabilidad

Tabla 19. Distribución normal del diámetro menor de la lechuga

<i>Parámetros:</i>	<i>Media</i>	<i>Desv. Est.</i>
Distribución	97.6	13.6561

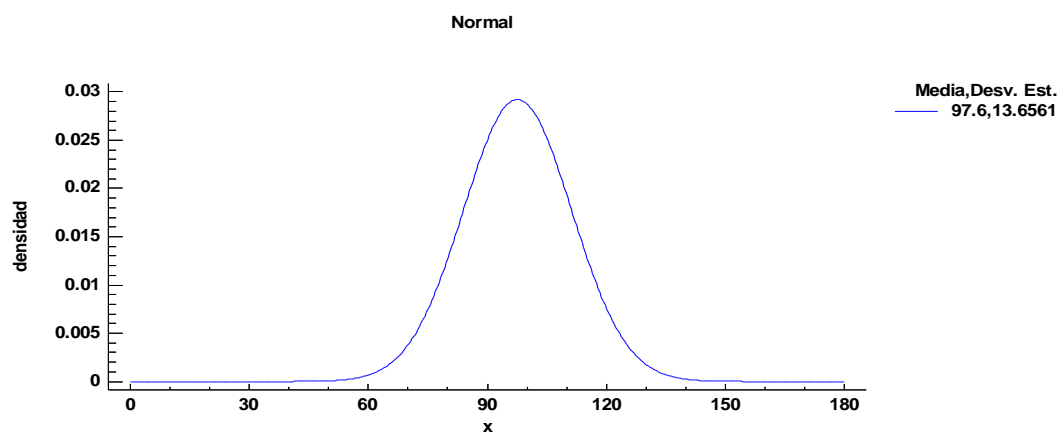


Gráfico 14. Distribución normal del diámetro menor de lechugas

Este comportamiento de normal del diámetro menor de la lechuga es similar como lo reporta Yauri (2004)



## 4.2. Etapa II: Estudio de tratamientos de coberturado

### 4.2.1. Recepción, selección, lavado y desinfección de las cabezas de lechuga

Se decepcionaron las 27 cabezas de lechugas frescas adquiridas del mercado central de Huaraz, se limpiaron y deshojaron las hojas amarillas para luego hacer el lavado correspondiente.

Tabla 20. Lavado y desinfección de la materia prima

Operación	Relación	Presencia de gérmenes viables
Lavado( Agua: Lechuga)	3:1	
Hojas de lechuga antes de la desinfección		>100ufc/g
Desinfección hipoclorito de sodio	15ppm	
Tiempo de contacto	1.0 min	11 ufc/g
Tiempo de contacto	2.0 min	10 ufc/g
Tiempo de contacto	3.0 min	9 ufc/g
Tiempo de contacto	4.0 min	7 ufc/g
Tiempo de contacto	5.0 min	6 ufc/g

UFC/ g: unidades formadoras de colonia por gramo

En la tabla 20 se observa que la materia prima presenta una concentración mayor a 100 ufc por gramo de muestra antes de realizar la desinfección con 15ppm con hipoclorito de sodio y esta va disminuyendo las ufc a medida que permanece en contacto en la solución de desinfección de hipoclorito de sodio. Siendo la relación a mayor tiempo de contacto menor ufc., de los gérmenes viables como los mohos y levaduras presentes en la lechuga causantes de las pudriciones blandas las mismas que son eliminadas por el cloro libre que genera la solución siendo similar en los

procesos de higienización reportados por Castro y Quispe (2010). En el Anexo 3 se muestra el resultado del análisis microbiológico realizado con un tiempo de contacto de 2 min, según Informe de ensayo AL150007.

Garmendia y Vero (2006), Expresan que el cloro es el desinfectante más utilizado en la industria alimentaria. Debido a su bajo costo, se ha utilizado ampliamente para desinfección de superficies en contacto con alimentos y también para reducir la carga microbiana del agua utilizada en diferentes operaciones.

#### **a. Comparación de Dos Muestras - Tiempo de contacto (min) & UFC/100 gramos**

Muestra 1: Tiempo de contacto (min)

Muestra 2: UFC/100 gramos

Selección de la Variable: UFC/100 gramos

Muestra 1: 6 valores en el rango de 0 a 5.0

Muestra 2: 6 valores en el rango de 7.0 a 100.0

Tabla 21. Resumen estadístico para las muestras del lavado y desinfección

Medidas estadísticas	Tiempo de contacto (min)	UFC/100 gramos
Recuento	6	6
Promedio	2.5	24.1667
Desviación Estándar	1.87083	37.1775
Coefficiente de Variación	74.8331%	153.838%
Mínimo	0	7.0
Máximo	5.0	100.0
Rango	5.0	93.0
Sesgo Estandarizado	0	2.44152
Curtosis Estandarizada	-0.6	2.98482

La tabla 21 contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos, estos datos pueden evaluar las medidas de tendencia central de particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, UFC/100 gramos tiene un valor de sesgo estandarizado fuera del rango normal. UFC/100 gramos tiene una curtosis estandarizada fuera del rango normal.

### c. Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de Tiempo de contacto (min): 2.5  
 +/- 1.96332 [0.53668; 4.46332]

Intervalos de confianza del 95.0% para la media de UFC/100 gramos: 24.1667 +/- 39.0155 [-14.8488; 63.1822]

Intervalos de confianza del 95.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -21.6667 +/- 33.8608 [-55.5275; 12.1941]

#### d. Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula:  $media1 = media2$

Hipótesis Alterna.:  $media1 \neq media2$

Suponiendo varianzas iguales:  $t = 14.2573$  valor-P = 0.184405

Se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

#### e. Comparación de Desviaciones Estándar

Tabla 22. Comparación de desviación estándar para las muestras de lavado y desinfección.

Medidas estadísticas	Tiempo de contacto (min)	UFC/100 gramos
Desviación Estándar	1.87083	37.1775
Varianza	3.5	1382.17
Gl	5	5

Razón de Varianzas= 0.00253226

Intervalos de confianza del 95.0%

Desviación Estándar de Tiempo de contacto (min): [1.16779; 4.58842]

Desviación Estándar de UFC/100 gramos: [23.2065; 91.1821]

Razones de Varianzas: [0.000354339; 0.0180966]

Prueba-F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis Nula:  $\sigma_1 = \sigma_2$

Hipótesis Alternativa:  $\sigma_1 \neq \sigma_2$

$F = 0.00253226$  valor-P = 0.00000347445

Se rechaza la hipótesis nula para  $\alpha = 0.05$ .

Se ejecutó la prueba F para comparar las varianzas de las dos muestras. También construye intervalos ó cotas de confianza para cada desviación estándar y para la razón de varianzas, de particular interés es el intervalo de confianza para la razón de varianzas, el cual se extiende desde 0.000354339 hasta 0.0180966. Puesto que el intervalo no contiene el valor de 1, existe diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de las dos muestras con un 95.0%; los que se pueden observar en el grafico siguiente de cajas y bigotes.

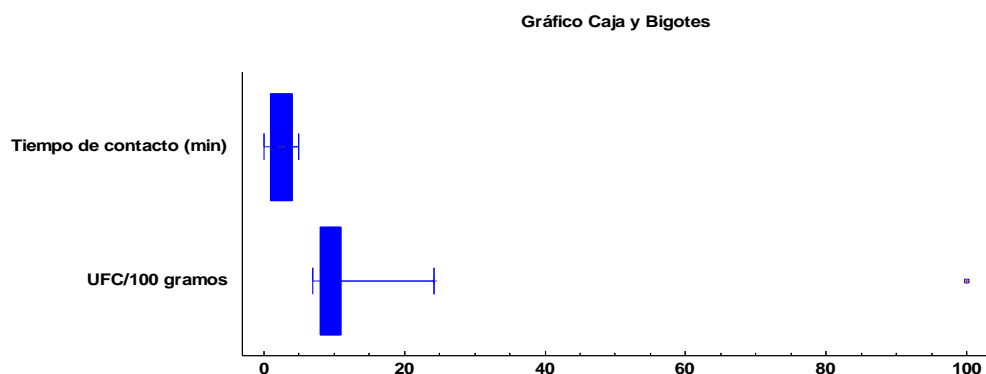


Gráfico 15. Cajas y Bigotes de la comparación del tiempo de contacto y la disminución de unidades formadoras de colonias

Hacer el análisis microbiológico durante el proceso de recubrimiento comestible de tomillo y romero para la prolongación de la vida útil de la lechuga es de suma importancia porque se garantiza la calidad del producto y como forma de prevención y control de las contaminaciones y así aumentar el tiempo de vida útil de la lechuga como afirma Hernández (2018). Los análisis microbiológicos realizados fueron a la materia prima ya desinfectada y a los 16 días de control de peso de las muestras; observándose que el tratamiento con recubrimiento al 10% a diferentes temperaturas fueron las que menos se deshidrataron, es por ello que a esas muestras se realizaron el análisis microbiológico para determinar la muestra más óptima y de mayor calidad. Los valores de tiempo de contacto en el momento de la desinfección son determinantes para iniciar el tratamiento adecuadamente con el fin de garantizar y lograr mayor vida útil a las lechugas.

Tabla 23. Reporte del peso de una cabeza de lechuga y rendimiento para el recubrimiento

Partes	Peso(g)	Porcentaje (%)	Acidez Iónica (p H)
Una Cabeza de lechuga	310.5	100	
Hojas aptas para el recubrimiento	257.6	82.96	5.69
Hojas no aptas	52.9	17.04	5.12

La tabla 23 se observa que el rendimiento por cabeza de lechuga para realizar el coberturado de las hojas aptas es del 82.96% y el 17.04% corresponde parte del tallo y hojas malogradas. En cuanto a la acidez se observa que las hojas aptas para el recubrimiento son menos ácidas con un pH de 5,12 en comparación con las hojas no aptas por ser más duras, opacas en cuanto al color y más ácidas al paladar con un p H 5.12., como afirma Bejarano (2017), y según Salunkhe et al. (2004) menciona que también se debe considerar el estado de madurez cuando las plantas alcanzan un tamaño y firmeza aceptables y se requiere completar antes de que las hojas adquieran una consistencia dura y un sabor amargo.

## 4.2.2. Tratamiento del recubrimiento

### 4.2.2.1. Preparación de la solución de inmersión

Tabla 24. Preparación de un litro de solución madre

Componentes	Peso/ volumen	Unidad	Temperatura de ebullición	Tiempo de ebullición	pH
Romero	100	g	89 °C	5min	6.14
Tomillo	100	g			
Agua destilada	1000	ml			

En la tabla 24, se muestra la preparación de la solución madre con 100 g de hojas de tomillo y 100 g de hojas de romero obtenidas del mercado central de Huaraz, que previamente se hizo el lavado y desinfección al igual que la lechuga, luego se escurrieron las muestras antes del pesado para llevarnos a ebullición por un tiempo de 5 minutos.

Según la tabla 24 el p H=6.14 de la solución madre es casi neutra, cercano al p H =7 del agua químicamente pura considerada como el disolvente universal, lo que indica que cumple con los requisitos de un antioxidante de no impactar en cuanto al olor, color y sabor. Coppen (1989).



Tabla 25. Preparación de las soluciones al 10% , 15% y 20%

Componente	Solución al 10%( 1litro)	Solución al 15%	Solución al 20%
Solución madre (ml)	100	150	200
Agua destilada(ml)	900	850	800
Total solución	1000	1000	1000

La Tabla 25 muestra la preparación de las soluciones al 10%,15% y 20% las mismas que se llevó a enfriar hasta la temperatura del medio ambiente que fue de 21° C para hacer las inmersiones de las hojas de lechuga ya preparadas y etiquetadas.

#### 4.2.2.2. Determinación de la acidez de las soluciones

Tabla 26. Determinación de la acidez de las soluciones al 10%,15% y 20%

VARIABLE pH	VALOR	UNIDAD
Soluciones	10%	6.24
	15%	6.23
	20%	6.38
		pH

En la tabla 26 observamos el valor de p H de las soluciones de inmersión que siguen cumpliendo con los requisitos como antioxidantes aún más cercanos al punto neutro. Coppen (1989).

#### 4.2.2.3. Inmersión de las hojas de lechuga

Tabla 27. Valores del proceso de recubrimiento de las hojas de lechuga

RECUBRIMIENTO	10%	15%	20%
Espesor de la hoja de lechuga antes de la inmersión(mm)	0.36	0.32	0.37
Tiempo de inmersión(min)	5	5	5
Espesor de la hoja de lechuga después de la inmersión	0.37	0.35	0.38
pH	5.90	5.93.	5.92

La tabla 27 se observa que luego de realizar la inmersión de las hojas de lechuga por un tiempo de 5 min, un ligero incremento en el espesor de las hojas de lechuga, lo mismo que hay un incremento en la acidez de las hojas de lechuga en comparación de la acidez de la materia prima según la tabla 10.

#### 4.2.3. Deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según temperatura

##### a. Planteamiento de la Hipótesis Estadística

De manera literal:

H<sub>0</sub>: Los resultados del proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento a 5°C son igual a 10°C e igual 15°C

$H_1$ : Los resultados del proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento a 5°C no son igual a 10°C y no igual 15°C.

### En términos de promedio

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

### Matemática:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

$$H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq 0$$

### b. Nivel de Significancia

$$\alpha=0.05$$

**Muestra:** Se reporta en la tabla 29

Tabla 28. Proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según temperaturas de 5<sup>o</sup> C, 10<sup>o</sup> C y 15<sup>o</sup> C.

TEMPERATURA	RECUBRIMIENTO	REPETICIONES	DIAS								PERDIDA DE PESO	% PERDIDA DE PESC	PROMEDIO DEL % PERDIDA DE PESO
			DIA 0	DIA 2	DIA 4	DIA 7	DIA 10	DIA 11	DIA 16				
			PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA	PESO DE LA MUESTRA				
5°C	10%	1	12.24	12.08	12.08	11.98	11.98	11.98	12.19	0.05	0.41	0.43	
		2	68.20	68.10	68.02	68.00	68.00	67.90	68.00	0.20	0.29		
		3	51.90	51.70	51.60	51.60	51.60	51.60	51.60	0.30	0.58		
	15%	1	26.37	26.28	26.18	25.98	25.88	25.88	25.48	0.89	3.38	3.53	
		2	48.60	48.20	48.00	47.70	47.40	47.30	47.00	1.60	3.29		
		3	46.00	45.50	45.20	44.70	44.30	44.20	44.19	1.81	3.93		
	20%	1	14.31	14.25	14.15	14.05	14.05	14.05	13.85	0.46	3.21	3.45	
		2	53.40	53.00	52.80	52.50	52.30	52.20	51.19	2.21	4.14		
		3	53.30	52.90	52.70	52.40	52.10	52.00	51.70	1.60	3.00		
10°C	10%	1	19.40	19.32	19.32	19.30	19.30	19.30	19.30	0.10	0.52	0.63	
		2	40.50	40.50	40.45	40.43	40.43	40.40	40.40	0.10	0.25		
		3	61.70	61.60	61.50	61.40	60.35	60.20	61.00	0.70	1.13		
	15%	1	19.60	19.40	19.32	19.29	19.10	19.00	19.00	0.60	3.06	2.93	
		2	85.50	85.00	84.70	84.40	84.00	83.90	83.80	1.70	1.99		
		3	50.90	50.40	49.90	49.40	49.35	49.10	49.00	1.90	3.73		
	20%	1	12.68	12.53	12.33	12.13	12.03	12.03	11.30	1.38	10.88	6.11	
		2	39.30	39.30	38.90	38.65	38.62	38.10	38.00	1.30	3.31		
		3	45.90	45.50	45.20	45.00	44.70	44.60	44.00	1.90	4.14		
15°C	10%	1	19.68	19.57	18.77	18.77	18.62	18.61	18.60	1.08	5.49	3.72	
		2	71.10	70.90	70.90	70.90	70.10	70.00	69.60	1.50	2.11		
		3	47.70	47.50	47.30	47.10	47.00	46.20	46.00	1.70	3.56		
	15%	1	36.34	36.09	33.49	33.10	32.80	3.71	32.69	3.65	10.04	9.90	
		2	50.10	49.60	45.60	45.20	44.60	44.00	43.40	6.70	13.37		
		3	49.30	48.90	48.00	47.40	46.80	46.40	46.20	3.10	6.29		
	20%	1	17.52	17.38	17.08	16.88	16.78	16.68	13.00	4.52	25.80	18.19	
		2	49.80	47.50	45.20	43.00	42.60	42.50	42.00	7.80	15.66		
		3	74.80	71.50	74.10	71.10	67.00	65.60	65.00	9.80	13.10		

Los datos que se presentan en la Tabla 28, muestran los resultados de los pesos durante el proceso de deshidratación de las muestras de lechuga, almacenadas según el diseño experimental de 3x3 x3. Las muestras evaluadas a las temperaturas de almacenamiento con 5 0 C, 10 0 C y 15 0 C, con las soluciones de recubrimiento al 10%,15% y 20% y cada muestra con tres repeticiones.

#### a. Estadístico de Prueba

Para realizar el Análisis de varianza de un factor primero veremos si cumple los supuestos (Homocedasticidad y Normalidad los datos) para luego aplicar el procedimiento del ANOVA.

#### - Normalidad del proceso de deshidratación de la lechuga durante su Almacenamiento según temperaturas

Para ver la normalidad de los datos como la muestra es pequeña usaremos la prueba de Shapiro Wilks además de observar la prueba de Kolmogórov-Smirnov que es más genérico, usando el software SPSS Versión 24.

Tabla 29. Pruebas de normalidad de la deshidratación de la lechuga durante su Almacenamiento según temperatura.

	Temperatura	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pérdida de Peso	5° C	,212	9	,200 <sup>*</sup>	,901	9	,260
	10° C	,178	9	,200 <sup>*</sup>	,891	9	,204
	15° C	,156	9	,200 <sup>*</sup>	,919	9	,385

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La hipótesis nula que plantea la prueba de Shapiro Wilk es que la distribución de los datos de cada nivel del tratamiento es normal.

Observando el Sig. (P-Valor) todos los niveles tienen Sig. Superior a 0.05, lo cual afirma que los datos provienen de una distribución normal a una confianza de 95%.

Se concluye que los datos tienen distribución normal y pasamos a probar la homocedasticidad.

#### - Homocedasticidad

Para realizar la prueba de homocedasticidad o homogeneidad de las varianzas aplicaremos la prueba de comparaciones múltiples realizado por el SPSS demo versión 24.

Tabla 30. Prueba de homogeneidad de varianza de la deshidratación de lechuga en almacenamiento según temperatura

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Pérdida de Peso	Se basa en la media	10,914	2	24	,052
	Se basa en la mediana	6,859	2	24	,054
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	6,859	2	9,345	,067
	Se basa en la media recortada	10,439	2	24	,055

La hipótesis nula que se tiene en esta prueba es que las varianzas son iguales en los niveles del factor, observando el Valor P este es mayor a 0.05, con el cual concluimos que las varianzas son homogéneas.

Contrastado los supuestos para realizar el ANOVA, aplicaremos la prueba.

Como es un Análisis de Varianza de un factor con 3 niveles aplicaremos el ANOVA de un factor con la distribución F.

Tabla 31. Análisis de varianza de la deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según temperatura.

Análisis de varianza					
	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	68.70	34.350	9.78	0.001
Error	24	84.33	3.514		
Total	26	153.03			

El  $F_{Tabla}=3,403$  con 2 y 24 Grados de libertad y un  $\alpha=0.05$

## b. Región de decisión

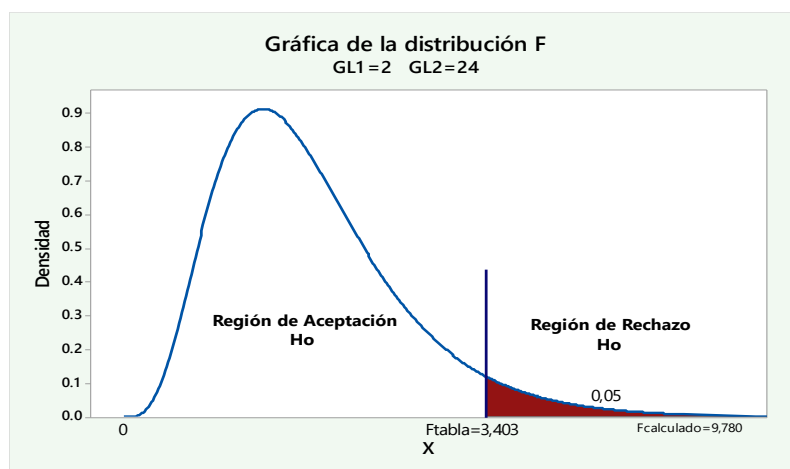


Gráfico 16. Grafica de decisión del proceso de la deshidratación de lechuga en almacenamiento según temperatura

## c. Decisión

Como F calculado es mayor al F de la tabla rechazamos la Hipótesis nula, entonces concluimos estadísticamente que los niveles de los resultados del proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento a 5°C no son igual a 10°C e no igual 15°C en promedio, a una confianza de 95%.

El modelo del ANOVA presentado quedaría de la siguiente manera:

### Modelo:

Perdida peso = 2.172 - 1.097 Temperatura\_10°C + 2.256 Temperatura\_15°C

- 1.159 Temperatura\_5°C



Una vez calculado el modelo realizaremos el análisis Post Hoc para ver cuál es el nivel más óptimo.

#### d. Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Temperatura N Media Agrupación

15°C	9	4.43	A
10°C	9	1.076	B
5°C	9	1.013	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 32. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias de la deshidratación de lechuga durante su almacenamiento según temperatura.

Diferencia de niveles	De las EE de medias diferencia	IC de 95%	Valor T ajustado	Valor p
15°C - 10°C	3.352	0.884(1.147; 5.558)	3.79	0.002
5°C - 10°C	-0.062	0.884(-2.268; 2.143)	-0.07	0.997
5°C - 15°C	-3.414	0.884(-5.620; 1.209)	-3.86	0.002

Nivel de confianza individual = 98.02%

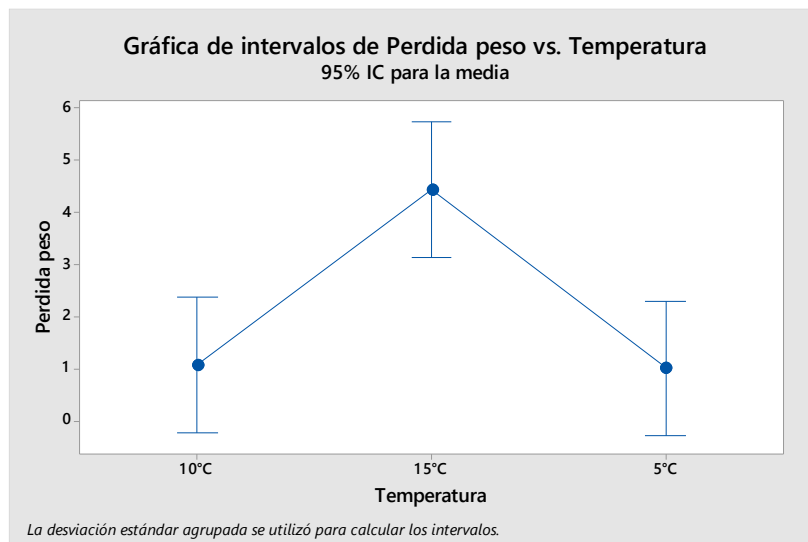


Gráfico 17. Intervalos de pérdida de peso versus temperatura

Del análisis de varianza de un factor se concluye que los resultados del proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento a 5°C tienen menos pérdida de peso a comparación del almacenamiento a 10°C y 15°C como se demostró gráficamente.

#### 4.2.4. Deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento.

##### a. Planteamiento de la Hipótesis Estadística

**De manera literal:**

$H_0$ : Los resultados del proceso de deshidratación en promedio de la lechuga durante su almacenamiento son igual a 10% de recubrimiento, igual a 15% de recubrimiento e igual a 20% de recubrimiento.

$H_1$ : Los resultados del proceso de deshidratación en promedio de la lechuga durante su almacenamiento no son igual a 10% de recubrimiento, no es igual a 15% de recubrimiento e no igual a 20% de recubrimiento.

### En términos de promedio

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Matemática:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

$$H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq 0$$

### b. Nivel de Significancia

$$\alpha=0.05$$

### c. Muestra

Los datos recopilados en el experimento se muestran en la tabla 34.

### d. Estadístico de Prueba

Para realizar el Análisis de varianza de un factor primero veremos si cumple los supuestos (Homocedasticidad y Normalidad los datos) para luego aplicar el procedimiento del ANOVA.

- **Normalidad de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento**

Para ver la normalidad de los datos como la muestra es pequeña usaremos la prueba de Shapiro Wilks además de observar la prueba de Kolmogórov-Smirnov que es más genérico, usando el software SPSS Versión 24 en su versión demo.

Tabla 33. Prueba de normalidad de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento.

	Recubrimiento	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pérdida de Peso	10%	,255	9	,093	,842	9	,061
	15%	,280	9	,098	,830	9	,055
	20%	,313	9	,081	,802	9	,052

a. Corrección de significación de Lilliefors

La hipótesis nula que plantea la prueba de Shapiro Wilk es que la distribución de los datos de cada nivel del tratamiento es normal. Observando el Sig. (P-Valor) todos los niveles tienen Sig. Superior a 0.05, lo cual afirma que los datos provienen de una distribución normal a una confianza de 95%.

Se concluye que los datos tienen distribución normal y pasamos a probar la homocedasticidad.

#### - Homocedasticidad

Para realizar la prueba de homocedasticidad o homogeneidad de las varianzas aplicaremos la prueba de comparaciones múltiples realizado en el demo de SPSS.

Tabla 34. Prueba de homogeneidad de la varianza de deshidratación de lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Perdida de Peso	Se basa en la media	6,687	2	24	,180
	Se basa en la mediana	1,796	2	24	,188
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,796	2	12,936	,205
	Se basa en la media recortada	5,611	2	24	,201

La hipótesis nula que se tiene en esta prueba es que las varianzas son iguales en los niveles del factor, observando el Valor P este es mayor a 0.05, con el cual concluimos que las varianzas son homogéneas.

Contrastado los supuestos para realizar el ANOVA, aplicaremos la prueba.

Como es un Análisis de Varianza de un factor con 3 niveles aplicaremos el ANOVA de un factor con la distribución F.

Tabla 35. Análisis de Varianza de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Recubrimiento	2	36.35	18.176	3.74	0.039
Error	24	116.68	4.862		
Total	26	153.03			

El  $F_{\text{Tabla}}=3,403$  con 2 y 24 Grados de libertad y un  $\alpha=0.05$ .

#### e. Región de decisión

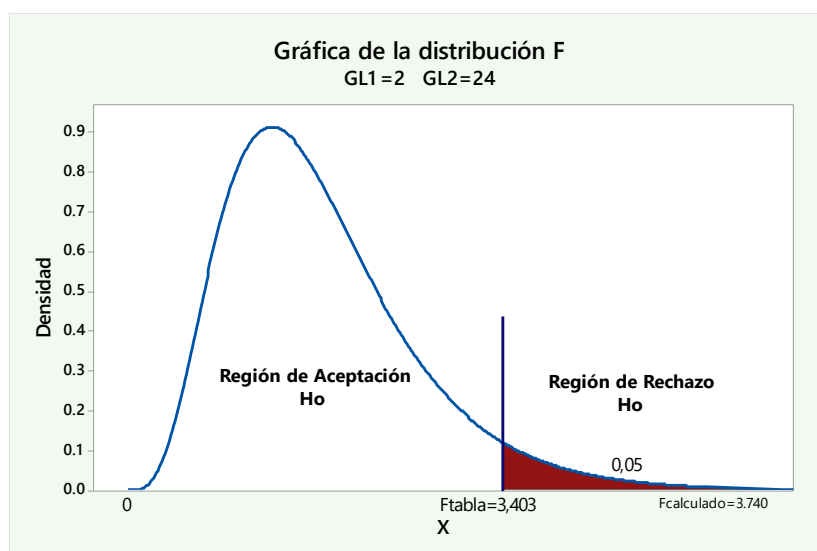


Gráfico 18. Grafica de decisión del proceso de la deshidratación

De lechuga en el almacenamiento según porcentaje de recubrimiento

#### f. Decisión

Como F calculado es mayor al F de la tabla rechazamos la Hipótesis nula, entonces concluimos estadísticamente que Los resultados del proceso de deshidratación en promedio de la lechuga durante su almacenamiento no es igual a 10% de recubrimiento, no es igual a 15% de recubrimiento e no igual a 20% de recubrimiento, a una confianza de 95%.

El modelo del ANOVA presentado quedaría de la siguiente manera,

**Modelo: Perdida** peso = 2.172 - 1.536 Recubrimiento\_10.00%

+ 0.267 Recubrimiento\_15.00%

+ 1.269 Recubrimiento\_20.00%

Una vez calculado el modelo realizaremos el análisis Post Hoc para ver cuál es el nivel más óptimo.

#### g. Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.

Recubrimiento	N	Media	Agrupación
20.00%	9	3.44	A
15%	9	2.439	AB

10.00%            9    0.637 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 36. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias de la deshidratación de lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento.

Diferencia de niveles	De las EE de medias diferencia	IC de 95%	Valor T ajustado	Valor p
15.00% - 10.00%	1.80	01.04(-0.79; 4.40)	1.73	0.214
20.00% - 10.00%	2.80	1.04 (0.21; 5.40)	2.70	0.032
20.00% - 15.00%	1.00	1.04 (-1.59; 3.60)	0.96	0.606

Nivel de confianza individual = 98.02%

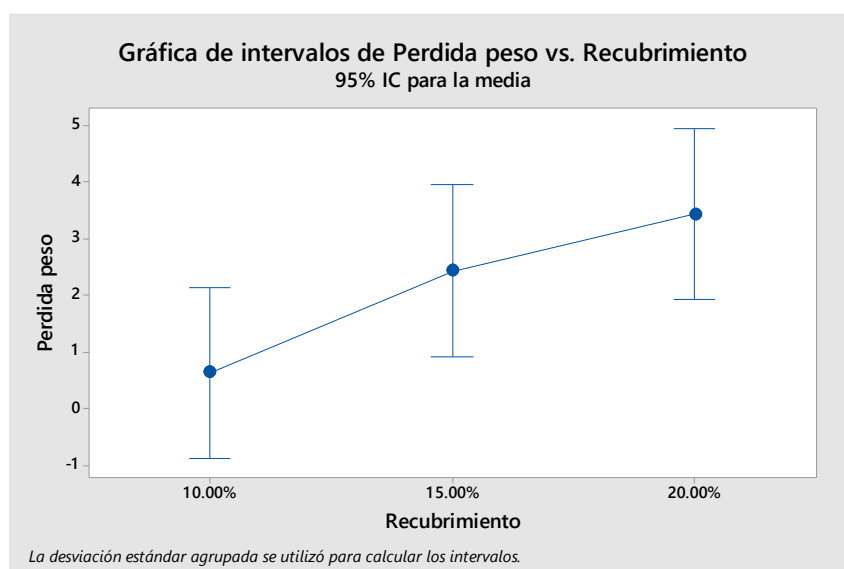


Gráfico 19. Intervalos de pérdida de peso versus recubrimiento



Del análisis de varianza de un factor se concluye que los resultados del proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento a un a 10% de recubrimiento tiene menos pérdida de peso a comparación del 15% y 20% de recubrimiento.

#### **4.2.5. Deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento y temperatura.**

##### **a. Planteamiento de la Hipótesis Estadística**

De manera literal:

$H_0$ : Los resultados del proceso de deshidratación de la lechuga no tienen interacción entre la temperatura y el porcentaje de recubrimiento.

$H_1$ : Los resultados del proceso de deshidratación de la lechuga tienen interacción entre la temperatura y el porcentaje de recubrimiento.

##### **En términos de promedio**

$$H_0: \mu_{11} = \mu_{12} = \mu_{13} = \mu_{21} = \mu_{22} = \mu_{23} = \mu_{31} = \mu_{32} = \mu_{33}$$

$$H_1: \mu_{11} \neq \mu_{12} \neq \mu_{13} \neq \mu_{21} \neq \mu_{22} \neq \mu_{23} \neq \mu_{31} \neq \mu_{32} \neq \mu_{33}$$

##### **Matemática:**

$$y_{ij} = \mu + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$$H_0: \alpha\beta_{11} = \alpha\beta_{12} = \alpha\beta_{13} = \alpha\beta_{21} = \alpha\beta_{22} = \alpha\beta_{23} = \alpha\beta_{31} = \alpha\beta_{32} = \alpha\beta_{33} = 0$$

$$H_1: \alpha\beta_{11} \neq \alpha\beta_{12} \neq \alpha\beta_{13} \neq \alpha\beta_{21} \neq \alpha\beta_{22} \neq \alpha\beta_{23} \neq \alpha\beta_{31} \neq \alpha\beta_{32} \neq \alpha\beta_{33} \neq 0$$

### b. Nivel de Significancia

$$\alpha=0.05$$

### c. Muestra

Los datos recopilados en el experimento se muestran en la tabla N° 38.

### d. Estadístico de Prueba

Para realizar el Análisis de varianza de un factor primero veremos si cumple los supuestos (Homocedasticidad y Normalidad los datos) para luego aplicar el procedimiento del ANOVA.

#### - Normalidad

Para ver la normalidad de los datos como la muestra es pequeña usaremos la prueba de Shapiro Wilks además de observar la prueba de Kolmogorov-Smirnov que es más genérico, usando el software SPSS Versión 24.

Tabla 37. Pruebas de normalidad del proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento y temperatura.

	Recubrimiento	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pérdida de Peso	10%	,255	9	,093	,842	9	,061
	15%	,280	9	,098	,830	9	,055
	20%	,313	9	,081	,802	9	,052

a. Corrección de significación de Lilliefors

	Temperatura	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pérdida de Peso	5° C	,212	9	,200 <sup>h</sup>	,901	9	,260
	10° C	,178	9	,200 <sup>h</sup>	,891	9	,204
	15° C	,156	9	,200 <sup>h</sup>	,919	9	,385

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La hipótesis nula que plantea la prueba de Shapiro Wilk es que la distribución de los datos de cada nivel del tratamiento es normal.

Observando el Sig. (P-Valor) todos los niveles tienen Sig. Superior a 0.05, lo cual afirma que los datos provienen de una distribución normal a una confianza de 95%.

Se concluye que los datos tienen distribución normal y pasamos a probar la homocedasticidad.

### - Homocedasticidad

Para realizar la prueba de homocedasticidad o homogeneidad de las varianzas aplicaremos la prueba de comparaciones múltiples realizado en el MINITAB 17.0.

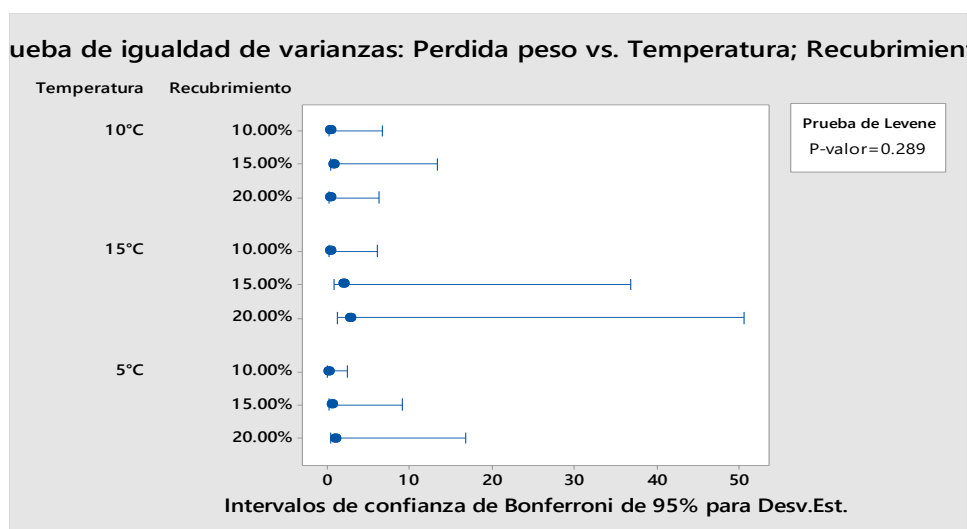


Gráfico 20. Prueba de igualdad de varianzas de la deshidratación de Lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de Recubrimiento y temperatura.

La hipótesis nula que se tiene en esta prueba es que las varianzas son iguales en los niveles del factor, observando el Valor P este es mayor a 0.05, con el cual concluimos que las varianzas son homogéneas.

Contrastado los supuestos para realizar el ANOVA, aplicaremos la prueba.

Como es un Análisis de Varianza de un factor con 11 niveles aplicaremos el ANOVA de un factor con la distribución F.

Tabla 38. Análisis de varianza de la deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento según porcentaje de recubrimiento y temperatura

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temperatura	2	68.70	34.350	24.30	0.000
Recubrimiento	2	36.35	18.176	12.86	0.000
Temperatura*Recubrimiento	4	22.54	5.6.34	3.99	0.017
Error	18	25.44	1.413		
Total	26	153.03			

El F tabla = 2,928 con 4 y 18 grados de libertad y un  $\alpha = 0.05$

#### e. Región de decisión

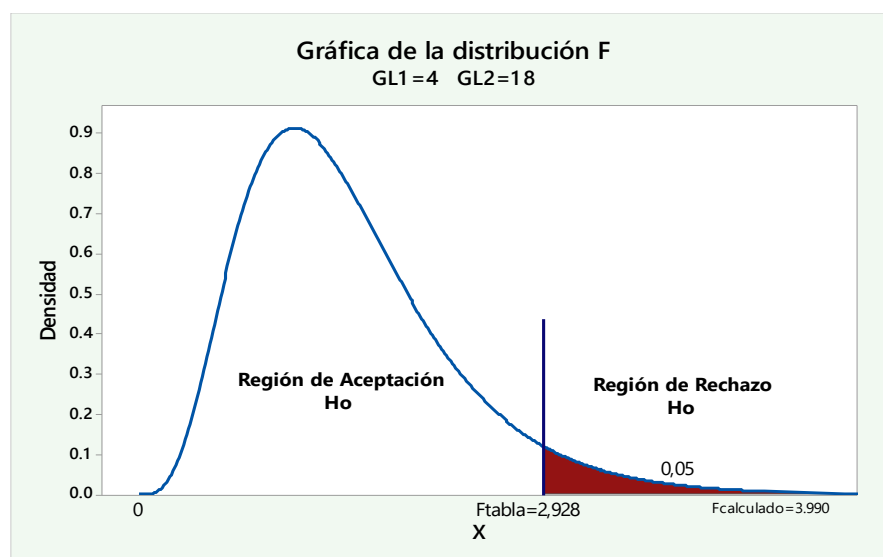


Gráfico 21. Grafica de decisión del proceso de deshidratación de lechuga en almacenamiento según porcentaje de recubrimiento y temperatura

## f. Decisión

Como F calculado es mayor al F de la tabla rechazamos la Hipótesis nula, entonces concluimos estadísticamente que los resultados del proceso de deshidratación de la lechuga tienen interacción entre la temperatura y el porcentaje de recubrimiento a una confianza de 95%.

El modelo del ANOVA presentado quedaría de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \text{Pérdida peso} = & 2.172 - 1.097 \text{ Temperatura}_{10^{\circ}\text{C}} \\
 & + 2.256 \text{ Temperatura}_{15^{\circ}\text{C}} \\
 & - 1.159 \text{ Temperatura}_{5^{\circ}\text{C}} - 1.536 \text{ Recubrimiento}_{10.00\%} \\
 & + 0.267 \text{ Recubrimiento}_{15.00\%} + 1.269 \text{ Recubrimiento}_{20.00\%} \\
 & + 0.760 \text{ Temperatura*Recubrimiento}_{10^{\circ}\text{C } 10.00\%} \\
 & + 0.058 \text{ Temperatura*Recubrimiento}_{10^{\circ}\text{C } 15.00\%} \\
 & - 0.818 \text{ Temperatura*Recubrimiento}_{10^{\circ}\text{C } 20.00\%} \\
 & - 1.466 \text{ Temperatura*Recubrimiento}_{15^{\circ}\text{C } 10.00\%} \\
 & - 0.211 \text{ Temperatura*Recubrimiento}_{15^{\circ}\text{C } 15.00\%} \\
 & + 1.677 \text{ Temperatura*Recubrimiento}_{15^{\circ}\text{C } 20.00\%} \\
 & + 0.706 \text{ Temperatura*Recubrimiento}_{5^{\circ}\text{C } 10.00\%} \\
 & + 0.153 \text{ Temperatura*Recubrimiento}_{-5^{\circ}\text{C } 15.00\%} \\
 & - 0.859 \text{ Temperatura*Recubrimiento}_{-5^{\circ}\text{C } 20.00\%}
 \end{aligned}$$

Una vez calculado el modelo realizaremos el análisis Post Hoc para ver cuál es el nivel más óptimo.

**g. Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

C13	N	Media	Agrupación
15°C y 20%	3	7.37	A
15°C y 15%	3	4.48	A B
10°C y 20%	3	1.527	B C
5°C y 15%	3	1.433	B C
15°C y 10%	3	1.427	B C
5°C y 20%	3	1.423	B C
10°C y 15%	3	1.400	B C
10°C y 10%	3	0.300	C
5°C y 10%	3	0.1833	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tabla 39. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	De las EE de Medias diferencia	IC DE 95%	Valor T ajustado	Valor p
10°C y 15% - 10°C y 10%	1.100	0.971 (-2.304; 4.504)	1.13	0.961
10°C y 20% - 10°C y 10%	1.227	0.971 (-2.178; 4.631)	1.26	0.930
15°C y 10% - 10°C y 10%	1.127	0.971 (-2.278; 4.531)	1.16	0.955
15°C y 15% - 10°C y 10%	4.183	0.971 (0.779; 7.588)	4.31	0.010
15°C y 20% - 10°C y 10%	7.073	0.971 (3.669; 10.478)	7.29	0.000
5°C y 10% - 10°C y 10%	-0.117	0.971 (-3.521; 3.288)	-0.12	1.000
5°C y 15% - 10°C y 10%	1.133	0.971 (-2.271; 4.538)	1.17	0.954
5°C y 20% - 10°C y 10%	1.123	0.971 (-2.281; 4.528)	1.16	0.956
10°C y 20% - 10°C y 15%	0.127	0.971 (-3.278; 3.531)	0.13	1.000
15°C y 10% - 10°C y 15%	0.027	0.971 (-3.378; 3.431)	0.03	1.000
15°C y 15% - 10°C y 15%	3.083	0.971 (-0.321; 6.488)	3.18	0.093
15°C y 20% - 10°C y 15%	5.973	0.971 (2.569; 9.378)	6.15	0.000
5°C y 10% - 10°C y 15%	-1.217	0.971 (-4.621; 2.188)	-1.25	0.933
5°C y 15% - 10°C y 15%	0.033	0.971 (-3.371; 3.438)	0.03	1.000
5°C y 20% - 10°C y 15%	0.023	0.971 (-3.381; 3.428)	0.02	1.000
15°C y 10% - 10°C y 20%	-0.100	0.971 (-3.504; 3.304)	-0.10	1.000
15°C y 15% - 10°C y 20%	2.957	0.971 (-0.448; 6.361)	3.05	0.119
15°C y 20% - 10°C y 20%	5.847	0.971 ( 2.442; 9.251)	6.02	0.000
5°C y 10% - 10°C y 20%	-1.343	0.971 ( -4.748; 2.061)	-1.38	0.890
5°C y 15% - 10°C y 20%	-0.093	0.971 ( -3.498; 3.311)	-0.10	1.000
5°C y 20% - 10°C y 20%	-0.103	0.971 ( -3.508; 3.301)	-0.11	1.000
15°C y 15% - 15°C y 10%	3.057	0.971 ( -0.348; 6.461)	3.15	0.098
15°C y 20% - 15°C y 10%	5.947	0.971 ( 2.542; 9.351)	6.13	0.000
5°C y 10% - 15°C y 10%	-1.243	0.971 ( -4.648; 2.161)	-1.28	0.925
5°C y 15% - 15°C y 10%	0.007	0.971 ( -3.398; 3.411)	0.01	1.000
5°C y 20% - 15°C y 10%	-0.003	0.971 ( -3.408; 3.401)	-0.00	1.000
15°C y 20% - 15°C y 15%	2.890	0.971 ( -0.514; 6.294)	2.98	0.134
5°C y 10% - 15°C y 15%	-4.300	0.971 ( -7.704; -0.896)	-4.43	0.008
5°C y 15% - 15°C y 15%	-3.050	0.971 ( -6.454; 0.354)	-3.14	0.100
5°C y 20% - 15°C y 15%	-3.060	0.971 ( -6.464; 0.344)	-3.15	0.098
5°C y 10% - 15°C y 20%	-7.190	0.971 (-10.594; -3.786)	-7.41	0.000
5°C y 15% - 15°C y 20%	-5.940	0.971 ( -9.344; -2.536)	-6.12	0.000
5°C y 20% - 15°C y 20%	-5.950	0.971 ( -9.354; -2.546)	-6.13	0.000
5°C y 15% - 5°C y 10%	1.250	0.971 ( -2.154; 4.654)	1.29	0.923
5°C y 20% - 5°C y 10%	1.240	0.971 ( -2.164; 4.644)	1.28	0.926
5°C y 20% - 5°C y 15%	-0.010	0.971 ( -3.414; 3.394)	-0.01	1.000

Nivel de confianza individual = 99.75%



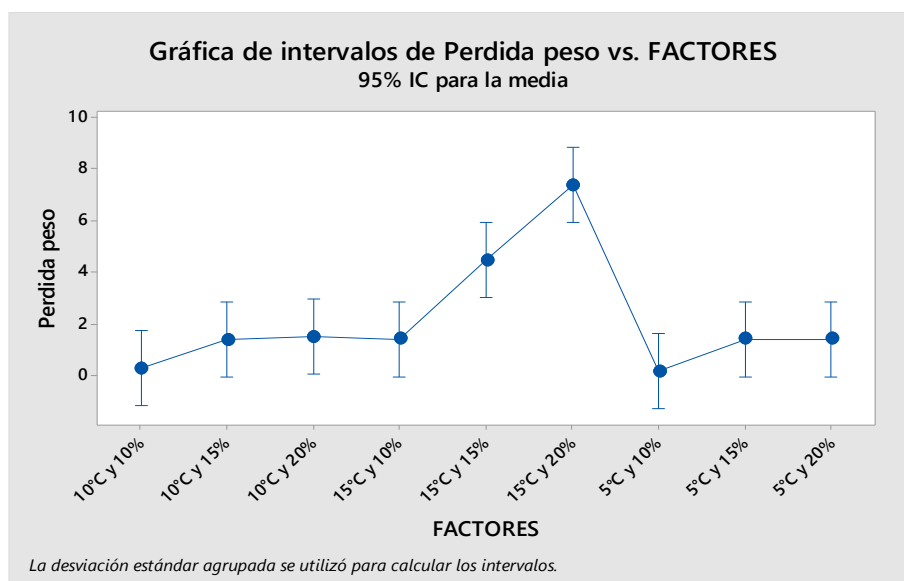


Gráfico 22. Intervalos de pérdida de peso versus factores de temperatura y porcentajes de recubrimiento.

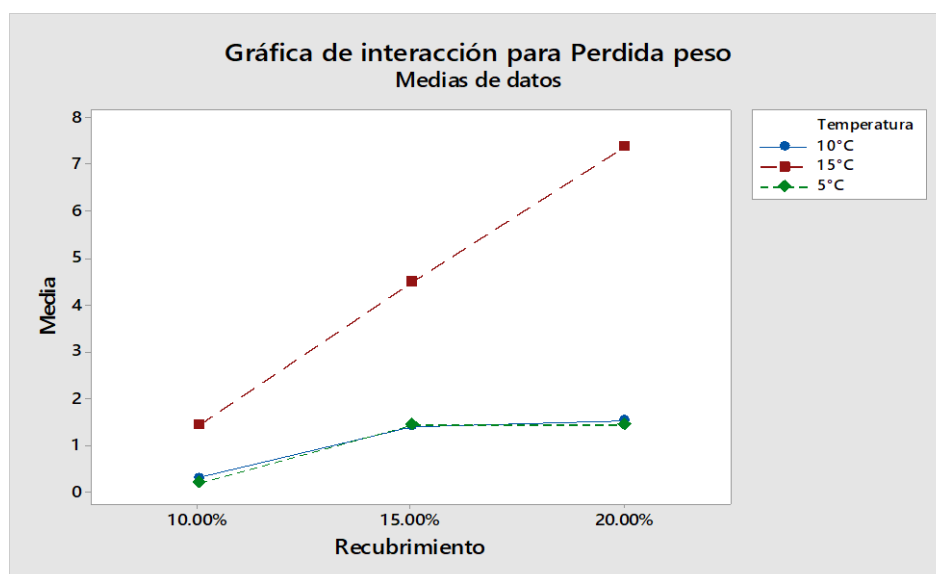


Gráfico 23. Interacción para la pérdida de peso.

Del análisis de varianza de dos factores se concluye que los resultados del proceso de deshidratación de la lechuga durante su almacenamiento a un 10% de recubrimiento con una temperatura de 5°C tiene menor pérdida de peso a comparación del almacenamiento las diferentes combinaciones de 15% y 20% de recubrimiento como a 10°C y 15°C.

### 4.3. Etapa III: Caracterización del producto final óptimo

Según el resultado del tiempo de deshidratación de las muestras según la Tabla 28, se verifica que hay menor deshidratación en las muestras almacenadas a la temperatura de 5°C con el 10% de recubrimiento. Razón por la que se considera la muestra con mayor vida útil, corroborando con los análisis físicos químicos, microbiológicos y sensoriales que a continuación se presenta.

#### 4.3.1. Análisis químico proximal

Tabla 40. Análisis químico proximal de la lechuga a 16 días de almacenamiento con recubrimiento al 10% y T°5°C

Ensayos físico químicos (g/100g de muestra original)	Evaluación 1 (%)	Evaluación 2 (%)	PROMEDIO (%)
Humedad	95,96	95,91	95,93
Materia Grasa	0,10	0,17	0,13
Proteínas	1,00	1,02	1,01
Cenizas	0,30	0,35	0,32
Carbohidratos	2,64	2,55	2,61

La tabla 40, indica los resultados obtenidos, están muy próximos a los indicadores mencionados en la composición química proximal de la lechuga del Ministerio de salud y Centro Nacional de Alimentación y Nutrición Instituto Nacional de Salud (2009) existe un ligero incremento en la composición de las proteínas en comparación de la cantidad de proteínas de la materia prima por que el recubrimiento que tienen hace que le aporte algunos nutrientes como proteínas, como indica Martínez(1999), Además se observa también que hay una disminución en la cantidad de carbohidratos esto, por el consumo de energía en los proceso metabólicos de la lechuga para prolongar la vida útil, y permaneciendo casi igual los demás componentes químicos, reporte según informe técnico N°025(Anexo 4)

#### 4.3.2. Análisis físico

Tabla 41. Análisis físico de las muestras de lechuga a 16 días de almacenamiento con recubrimiento al 10% y T°5°C

Numero de muestras	Peso(g)	Espesor de la hoja(mm)	Diámetro mayor	Diámetro menor
1	16.7	0.46	138	118
2	15.50	0.35	103	91
3	16.8	0.35	141	88
4	12.1	0.50	113	110
5	11.07	0.41	125	119
6	10.50	0.46	144	108
7	12.2	0.41	136	93
8	10.20	0.32	91	82
9	10.45	0.40	110	87
10	12.20	0.4	129	93

Los valores que se muestran en la Tabla 41 correspondiente al producto final y en comparación con la Tabla 11 donde se presentan las mismas hojas de lechuga sin el tratamiento, podemos observar que hay un pequeño incremento esto podría ser por el aporte de nutrientes del recubrimiento de la infusión de romero y tomillo, como dice Martínez (1999), pero también se puede afirmar que hubo errores de medición.

### 4.3.3. Análisis microbiológico

Tabla 42. Análisis microbiológico de la materia prima sin recubrimiento

Microorganismo	Materia prima sin recubrimiento muestra inicial luego del desinfectado ufc/gr
Mohos/g	10
Levadura/g	<1

En la tabla 42 se muestra el resultado del recuento total de mohos y levaduras obtenidas partir de las muestras de lechuga como materia prima sin recubrimiento realizado luego de la etapa de lavado, desinfección y escurrido. Según el reporte de análisis microbiológico (Anexo 3)

Tabla 43. Análisis microbiológico de las muestras de lechuga almacenadas 16 días a las temperaturas de 5°C, 10°C y 15°C al 10% de recubrimiento.

Microorganismo	Recubrimiento al 10% a la temperatura de 5°C ufc/gr	Recubrimiento al 10% a la temperatura de 10°C ufc/gr	Recubrimiento al 10% a la temperatura de 15°C ufc/gr
mohos/g	20	20	20
levadura/g	150	165	250

La Tabla 43, se observa que hay un incremento de hongos y levaduras que está dentro de los límites permisibles según Anexo N° 10, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, siendo menor el crecimiento de hongos y levaduras en las muestras cuya concentración es del 10% de recubrimiento a las temperaturas de almacenamiento a 5 °C, 10 °C y 15 °C. Según los datos mostrados del análisis microbiológico al producto final, podemos determinar que la muestra más óptima es la almacenada a la temperatura de 5 °C. Se evidencia que el recubrimiento de la infusión de tomillo y romero actúan como sustancias antimicrobianas afirmada según: Castaño et al.(2010), Las hojas de romero (*Rosmarinus Officinalis L.*) contienen compuestos con clara actividad antimicrobiana, actividad que es mayor en el aceite esencial y sobre bacterias Gram negativas, actividad atribuida a la concentración de terpenos del material vegetal, que posiblemente ocasionan un aumento de la permeabilidad, dañando la membrana celular bacteriana, corroborado por Chen (1992), menciona la que propiedad muy importante que presenta el romero, es su actividad antimicrobiana, la cual, se atribuye al carnosol, ácido ursólico y rosmanol. Estas propiedades antimicrobianas serán útiles en la conservación de la lechuga, dado la cantidad de agua que posee (95%) fuente para la proliferación de microorganismos. Se muestran los resultados de análisis microbiológico a los 16 días de almacenamiento al 10% de concentración de recubrimiento a

diferentes temperaturas, de las que se ha elegido la mejor muestra , reporte en los ensayos AL50008 del tratamiento  $T_1$  (Anexo 5) ,AL15009 del tratamiento  $T_2$  (Anexo 6) y AL150010 del tratamiento  $T_3$  (Anexos 7).

#### 4.3.4. Análisis sensorial del proceso de deshidratación de la lechuga

##### a. Planteamiento de la Hipótesis Estadística

###### De manera literal:

$H_0$ : La aceptabilidad de la deshidratación de la lechuga es igual a 10%, igual a 15% e igual a 20% de recubrimiento

$H_1$ : La aceptabilidad de la deshidratación de la lechuga no es igual a 10%, no igual a 15% e no igual a 20% de recubrimiento.

###### En términos de promedio

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

###### Matemática:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

$$H_1: \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \alpha_3 \neq 0$$

### b. Nivel de Significancia

$$\alpha=0.05$$

### c. Muestra

Los datos recopilados en el experimento se muestran a continuación:

Tabla 44. Evaluación sensorial con recubrimientos al 10%,15% y 20% a la temperatura de almacenamiento a 5 0 C al finalizar los 16 días.

PANELISTAS	PRODUCTO												Acep10%	Acep15%	Acep20%
	10%				15%				20%						
	APARIENCIA	COLOR	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA	COLOR	SABOR	TEXTURA	APARIENCIA	COLOR	SABOR	TEXTURA			
1	4	3	3	4	3	2	4	3	2	1	5	2	14	12	10
2	3	4	3	5	2	2	4	4	1	1	4	3	15	12	9
3	5	4	4	5	3	3	4	4	2	2		2	18	14	6
4	3	3	4	5	2	2	5	3	2	1	5	2	15	12	10
5	3	3	5	5	2	2	4	4	1	1	5	2	16	12	9
6	5	4	3	5	3	3	4	3	2	2	5	1	17	13	10
7	4	3	3	4	2	2	5	4	1	1	5	2	14	13	9
8	5	3	2	5	4	2	3	4	3	2	4	3	15	13	12
9	4	4	3	4	3	3	3	3	2	1	5	2	15	12	10
10	5	4	3	3	3	3	4	2	2	2	4	1	15	12	9
11	4	4	4	4	2	3	4	3	1	1	5	2	16	12	9
12	4	3	3	5	3	2	4	4	2	2	5	2	15	13	11
13	5	4	4	2	4	3	5	4	3	1	5	2	15	16	11
14	3	3	3	4	2	2	4	3	1	2	4	2	13	11	9
15	5	4	4	4	3	3	4	2	2	1	4	1	17	12	8
16	5	4	3	5	4	2	4	2	3	1	5	1	17	12	10
17	4	4	4	4	3	3	4	3	2	2	4	2	16	13	10
18	4	3	3	3	3	2	3	2	2	1	4	1	13	10	8
19	4	4	3	4	2	3	3	2	1	1	3	2	15	10	7
20	5	4	3	5	4	3	4	2	2	1	5	1	17	13	9



#### d. Estadístico de Prueba

Para realizar el Análisis de varianza de un factor primero veremos si cumple los supuestos (Homocedasticidad y Normalidad los datos) para luego aplicar el procedimiento del ANOVA.

##### - Normalidad de la evaluación sensorial

Para ver la normalidad de los datos como la muestra es pequeña usaremos la prueba de Shapiro Wilks además de observar la prueba de Kolmogórov-Smirnov que es más genérico, usando el software SPSS Versión 24 en su versión demo.

Tabla 45. Pruebas de normalidad del análisis sensorial del proceso de deshidratación de la lechuga a diferentes concentraciones

Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Acceptabilidad a 10%	,216	20	,055	,930	20	,155
Acceptabilidad a 15%	,245	20	,063	,870	20	,179
Acceptabilidad a 20%	,214	20	,072	,938	20	,223

a. Corrección de significación de Lilliefors

La hipótesis nula que plantea la prueba de Shapiro Wilk es que la distribución de los datos de cada nivel del tratamiento es normal. Observando el Sig. (P-Valor) todos los niveles tienen Sig. Superior a 0.05, lo cual afirma que los datos provienen de una distribución normal a una confianza de 95%.

Se concluye que los datos tienen distribución normal y pasamos a probar la homocedasticidad.

### **-Homocedasticidad**

Para realizar la prueba de homocedasticidad o homogeneidad de las varianzas aplicaremos la prueba de comparaciones múltiples realizado por el SPSS.

Tabla 46. Pruebas de homogeneidad de varianza del análisis sensorial del proceso de deshidratación de la lechuga a diferentes concentraciones

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Aceptabilidad	Se basa en la media	,182	2	57	,834
	Se basa en la mediana	,151	2	57	,860
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,151	2	56,769	,860
	Se basa en la media recortada	,213	2	57	,808

La hipótesis nula que se tiene en esta prueba es que las varianzas son iguales en los niveles del factor, observando el Valor P este es mayor a 0.05, con el cual concluimos que las varianzas son homogéneas.

Contrastado los supuestos para realizar el ANOVA, aplicaremos la prueba.

Como es un Análisis de Varianza de un factor con tres niveles aplicaremos el ANOVA de un factor con la distribución F.

Tabla 47. Análisis de varianza de la evaluación sensorial

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	372.1	186.050	102.41	0.000
Error	57	103.6	1.817		
Total	59	475.7			

El  $F_{\text{Tabla}}=3,159$  con 2 y 57 Grados de libertad y un  $\alpha=0.05$

### e. Región de decisión

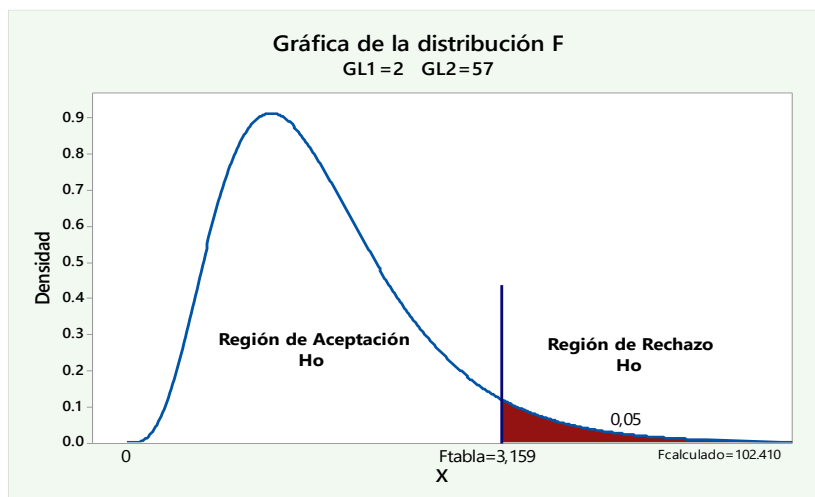


Gráfico 24. Distribución F del análisis sensorial del proceso de deshidratación de la lechuga a diferentes concentraciones

### f. Decisión

Como F calculado es mayor al F de la tabla rechazamos la hipótesis nula, entonces concluimos estadísticamente que los niveles La aceptabilidad de la deshidratación

de la lechuga no es igual a 10%, no igual a 15% e no igual a 20% de recubrimiento en promedio, a una confianza de 95%.

El modelo del ANOVA presentado quedaría de la siguiente manera:

**Modelo:**

Aceptabilidad = 12.350 + 3.050 Factor Aceptabilidad a 10% + 0.000 Factor

Aceptabilidad a 15% - 3.050 Factor Aceptabilidad a 20%

Una vez calculado el modelo realizaremos el análisis Post Hoc para ver cuál es el nivel más óptimo.

**g. Comparaciones en parejas de Tukey**

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
Acep10%	20	15.400	A
Acep15%	20	12.350	B
Acep20%	20	9.300	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

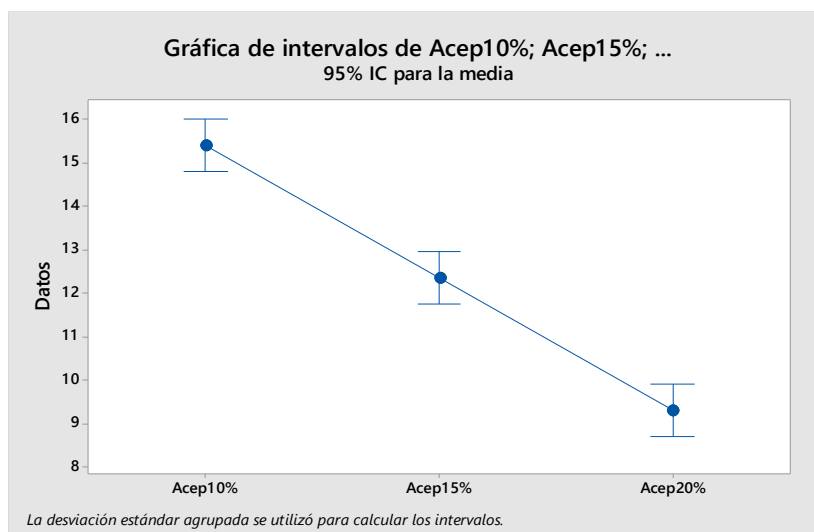


Gráfico 25. Intervalos de aceptación

El análisis de varianza de un factor se concluye que la aceptabilidad del producto final con un recubrimiento al 10%, es más aceptable en comparación del recubrimiento a 15 % y 20%, tal como se aprecia en el gráfico de promedios

#### 4.3.5. Evaluación de preferencia

Tabla 48. Evaluación de preferencia con recubrimiento al 10% a la temperatura de almacenamiento de 5 °C al finalizar los 16 días determinado como el mejor Tratamiento.

N° de panelistas	Producto	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
20	100% de preferencia.	100% de preferencia. No prefieren

Siendo:

T<sub>1</sub> Ensalada preparada con lechuga almacenada a la temperatura de 5°C y al 10% de recubrimiento.

T<sub>2</sub> Muestra testigo que fue la ensalada preparada con lechuga fresca

Los 20 panelista prefieren la muestra T<sub>1</sub> comentando que es agradable, frente al T<sub>2</sub> que si es un poco amarga. (Anexo 9),Según la Fundación para la Innovación Agraria de Chile(2003), los cuales, señalan que el uso del romero utilizado en alimentos afecta las características de sabor y aroma, manteniendo inalterable la textura y apariencia.

## V. CONCLUSIONES

1. El recubrimiento comestible aplicado en el presente trabajo de investigación tuvo un efecto significativo en la conservación de la lechuga tratada con un recubrimiento al 10% de solución de romero y tomillo a una temperatura del 5 °C lo que permitió conservar los atributos de calidad por un periodo 16 días.
2. Del análisis de varianza de dos factores se concluyó que los resultados de pérdida de peso de la lechuga durante su almacenamiento a un a 10% de recubrimiento con una temperatura de 5°C tiene menor pérdida de peso a comparación del almacenamiento las diferentes combinaciones de 15% y 20% de recubrimiento como a 10°C y 15°C.
3. Las propiedades antioxidantes de romero y tomillo favorecieron prolongar la vida útil de la lechuga conservando sus características organolépticas, durante 16 días, por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas.
4. En cuanto al análisis Sensorial se concluye que la aceptabilidad del producto final con un recubrimiento al 10%, es más aceptable en comparación del recubrimiento a 15 % y 20% por presentar mejor apariencia, color, sabor y textura. Además, según la evaluación de preferencia tuvo mayor aceptación en comparación con una lechuga fresca por presentar un sabor agradable.

## V. RECOMENDACIONES

1. Realizar trabajos de investigación con recubrimientos naturales en otras hortalizas de mayor consumo, las cuales pueden ser ingeridas sin riesgo alguno para la salud del consumidor ya que se incrementan algunos nutrientes en los alimentos mínimamente procesados.
2. Evaluar los efectos de la solución de recubrimiento de romero y tomillo en el incremento del sabor agradable en las hortalizas y otros alimentos.
3. Evaluar los efectos de la humedad relativa, durante su almacenamiento.
4. Continuar con las investigaciones del efecto del recubrimiento comestible de tomillo y romero para la prolongación de la vida útil de la lechuga y establecer un empaque adecuado para su conservación.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Association of official Analytical Chemist (AOAC). 2009. Manual de análisis de alimentos. (20th ed). Vol. II. Horwitz (ed.). USA: Washington, D.C.  
  
[http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ManualdeFundamentosyTecnicasdeAnalisisdeAlimentos\\_6501.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/ManualdeFundamentosyTecnicasdeAnalisisdeAlimentos_6501.pdf). (accesado el 6 de abril,2015)
2. Análisis de varianza ANOVA Pruebas de Tukey.2013. Método para comparar las medias de los tratamientos.  
  
<https://es.slideshare.net/JaimeIncaGuerrero/anova-prueba-de-tukey> (accesado el 5 de agosto,2016)
3. Artes F. 2008. Panorámica actual de la Postcosecha Hortofrutícola y de los productos vegetales mínimamente procesados. II Curso Internacional: Tecnología postcosecha y procesado mínimo. Cartagena, España
4. Alarcón, E. 2005. Evaluación sensorial de la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Bogotá.
5. Ávila, S.R. Navarro, A. Vera, L.O. Dávila, M. 2011. Romero: una revisión de sus usos no culinarios.
6. Bejarano, NV. Carrillo. 2007.Manual de microbiología de los Alimentos: frutas y hortalizas.Cap.7



7. Brennan, M. Le Port, G. and Gormley, R. 2000. Post-harvest treatment with citric acid or hydrogen peroxide to extend the shelf life of fresh sliced mushrooms. *Leben Mittel- Wissenschaft und Technologie* . 33 (4): 283-289.
8. Cabeza, H. 2007. Aplicación de la Microbiología Predictiva en la determinación de la vida útil de los alimentos. Departamento de Microbiología. <http://enalcahe.googlepages.com/UsodelaMicrobiologaPredictivaparaest.pdf>. (accesado el 14 de marzo del 2014)
9. Carlile MJ et al. 2001. *The Fungi*. 2<sup>a</sup> ed. Academic Press, San Diego, p 70.
10. Castaño, H. Ciro, G., Zapata, J., & Jiménez. 2010. Actividad bacteriana del extracto etanólico y del aceite de hojas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre algunas bacterias de interés alimentario. *VITAE. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica Universidad de Antioquia* :149-154.
11. Castro, N y Quispe, A. 2010. Efecto del Ozono de los Sistemas de Higienización de Frutas y Hortalizas en los Laboratorios Especializados de la FIIA-UNASAM.
12. Centro Tecnológico Industria Agroalimentaria (AINIA). 2019. El Extracto De Romero, Un Nuevo Aditivo Antioxidante.
13. Cerdas, Ayala. M., Montero Calderón M. 2004. Guías técnicas del manejo postcosecha de apio y lechuga. Centro de investigaciones Agronómicas (CIA) Costa Rica.

14. Cheftel, J.C. y ChefteL, H. 1992. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza. Acribia. 333p. (Vol 1).
15. Chen, Q. 1992. Effects of rosemary extracts and major constituents on lipid oxidation and soybeans lipoxygenase activity. *Journal of the American Oil Chemists Society*.
16. Church, N. 1994. Developments in modified atmosphere packaging and related technologies: *Trends in Food Science Technology*. 5: 345 -352.
17. Coppen, P. 1989. The use of antioxidants and Rancidity. *Journal of Science and Technology*. 25: 75-83
18. Coronado, H. Salvador, V. Rey, G. Vázquez.2015. Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. Universidad Autónoma de México. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
19. Davies, A.R.1995. Advances in modified atmosphere packaging. In *New Methods of Food Preservation*. Blackie Academic Professional.Scotland :304-320.
20. De Ancos, B., González-Peña, D., Colina-Coca, C., & Sánchez-Moreno, C. 2015. Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(1): 8-17.
21. Debeaufort, F., Quezada-Gallo, J., Voilley, A. 1998. Edible films and coatings: Tomorrow's packagings: A review. *Critical Reviews in Food Science*.

22. Diario Oficial de la República. 2008. *Resolución Ministerial N° 591: Norma Sanitaria que establece Los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad Para Los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.* [ manual del MINSAs]. 27 de agosto del 2008, 20 p.
23. Durán, F. 1998. *Respuesta de la Lechuga (Lactuca stiva l.) a la fertilización orgánica. Cumbaya, Pichincha.* [Tesis de Ingeniero Agrícola]. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
24. Eissa Hesham A. 2007. Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom. *Journal of Food Quality* 30:623-645
25. Estrada, S. 2010. *Determinación de la actividad antimicrobiana in vitro de los extractos de romero (Rosmarinas officinales) y tomillo (Thymus vulgaris).* [Tesis de grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
26. Falguera, V. Quintero. P., Jiménez A., Muñoz J. A., Ibarz A. 2011. Edible films and coatings: Structures, active function and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology* 22:292-303.
27. Fernández, Valdés. 2015. Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Rev Cie Téc Agr*, v. 24, n. 3, p. 52-57.

28. Friedman, M. 1997. Chemistry, biochemistry and dietary role of potato polyphenols. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45 (5): 1523-1540
29. Galvis, J. A., 2010. Cosecha e Índices de cosecha de la lechuga. Proyecto de investigación: Desarrollo Tecnológico para la conservación de Lechuga, Tomate y Zanahoria precortados. Informe Técnico. 20 páginas.
30. Garmendia, G., Vero S. 2006 Métodos para la desinfección de frutas y hortalizas [www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_Hort/Hort\\_2006\\_197\\_18\\_27.pdf](http://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_2006_197_18_27.pdf)
31. Gennadios, A. 1997. Edible coating and films based on proteins. In: *Edible coatings and films to improve food quality*. JM Krochta, EA Baldwin, M Nisperos-Carriedo (Eds.). pp 201-277. Lancaster: Technomic Publishing Co.
32. Guía Técnicas del manejo poscosecha de apio y lechuga para el mercado fresco 2014.
33. Gómez E, J. 2009. Reporte Científico. El orégano y el romero, dos potentes antioxidantes para conservar alimentos”. *Diario deivisa.es* Instituto de Agroquímica y Tecnología de alimentos.
34. Gonzales, K. Toro, T. Rubio, D. 2011. Microorganismos patógenos en hortalizas y frutas *Monografias.com* S.A.

35. Halliwell, B., Gutteridge, J. 1989. Free Radicals in Biology and Medicine, Clarendon Press, Oxford.
36. Haard,N.,Fennema,O.1992.Características de los tejidos vegetales comestibles: Química de los alimentos, ISBN 84-200-0733-1, págs. 961-1024
37. Handerburg, R. 1988. Almacenamiento Comercial de Frutas, Legumbres y Existencias de Floristerías y Viveros, IICA, Costa Rica.
38. Herbotecnia. 2003. Tecnología de cultivo y poscosecha de plantas medicinales, medicinales y tintóreas.  
  
[http:// www.herbotecnia.com.ar](http://www.herbotecnia.com.ar) (accesado el 11 de agosto,2016)
39. Hernández, P. 2018 Análisis microbiológico de los alimentos.
40. Ibáñez, E., Kubatova, A., Senorans, F., Cavero, S., Reglero, G., and Hawthorne, S. 2003. Subcritical water extraction of antioxidant compounds from rosemary plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(2):375-382.
41. InfoAgro. 2016. El cultivo de la lechuga. *The lettuce growing* .
42. Instituto Tecnológico de la Alimentación (AINIA). 2019.El extracto de romero, un nuevo aditivo antioxidante. *Organización Parque tecnológico*: 5-11
43. Inty .2011. cultivo de la lechuga y composición química.

44. Jaramillo, J., Días, R. 1995. Producción de Hortalizas en el Departamento de Antioquia, Bogotá, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
45. Kahkonen, N. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47: 3954- 3962
46. Lee, K. And Shibamoto, T. 2002. Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and spices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50(17).
47. León, A., Rezza, D. y Chiesa, A. 2007. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agro exportaciones. Cátedra de Horticultura, Facultad de Agronomía UBA. Buenos Aires, Argentina. (Int. 8011). aleon@agro.uba.ar.
48. López, H. 1992. Principios básicos de la postcosecha de frutas y hortalizas. Santiago, FAO. 306p.
49. Lozano, E. 2004. El orégano: propiedades, Composición, y actividad biológica de sus componentes. México D.F: Universidad Autónoma de Queretano. 98p.
50. Malca, G. 2001. Lechugas Hidropónicas. Lima- Perú.
51. Man, D. y Jones, A. 2000. Shelf Life Evaluation of Foods. USA. Editorial Aspen Publication. Segunda Edición.
52. Martinez-Tome, M. 2001. Antioxidant properties of Mediterranean spices compared with common food additives. *Journal of Food*.

53. Medina de Días, R., Zimmermann M., Dupertuis, L., Espejo C., Amadio, C., Raimondo, E. 2003. Aceite Esencial De Tomillo Como Antioxidante y Conservador en Hamburguesas Funcionales. Rev. Facultad de Ciencias Agrarias Uncuyo. Tomo XXXV. N° 2. 13-23. Argentina.
54. Miura, K., Kikuzaki, H. and Nakatani, N. 2002. Antioxidant activity of chemical components from sage (*Salvia officinalis* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) measured by the oil stability index method. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50(7):1845-1851
55. Mueller, G. 2004. Biodiversity of Fungi. Elsevier, Amsterdam, p 595.
56. Muñoz, F. 1987. Plantas medicinales y aromáticas. Madrid, Mundi- Prensa. 365p.
57. Mchugh T. 2000. Protein-lipid interactions in edible films and coatings. Nahrung 44: 148-151.
58. Namesny, Alicia. 1993. Post- recolección de Hortalizas. Reus, editorial de horticultura, S.L. 330p. (Vol. I).
59. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) 1987. Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Vol. I (Cosecha y Empaque). Santiago de Chile.



60. Parra, Y. 2019. La Respiración y Transpiración en los vegetales y en la vidapost cosecha. All Rights Reserved. Agronomaster Agronomaster.
61. Patiño, N., Moreno y Chaparro.2012. Efecto de la aplicación de un Recubrimiento Comestible Antimicrobial y Antioxidante a partir de aceite de Orégano (*Origanum vulgare*) en la calidad y vida útil de la lechuga (*Lactuca sativa L*) mínimamente procesada refrigerada .Ingenieras de alimentos Universidad de la Salle Bogotá-Colombia mchaparro@unisalle.edu.co./Revista Alimentos Hoy.
62. Pearson, D.1993. Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos; Acribia, S.A .Zaragoza (España) .
63. Pérez, L. 2007. En la tesis titulada” *Efecto de compuestos antioxidantes procedentes de romero (rosmarinus officinalis l.) sobre las propiedades físicas de membranas modelo*. [Tesis doctoral] Universidad Manuel Hernández: España
64. Ramos García, M., Bautista-Baños, S., Barrera-Necha, L. 2010. Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. Revista Mexicana de Fitopatología.
65. Richardson, T., Hyslop, D. 1993. Enzimas. In: Fennema, O. ed. Química de los alimentos. Zaragoza, Acribia. 536p.

66. Rotondo R., Ferrato J.A., Firpo I.T. 2008. Hortalizas mínimamente procesadas o de IV Gama: Alimentos y salud. Cátedra de Cultivos Intensivos. Área Horticultura Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Rosario: Revista N°26.
67. Salunkhe, D.K., Deshpande, S.S. 2004. En tratado de Ciencia y Tecnología de las hortalizas. Editorial Acribia. Zaragoza (España): 505-522.
68. Shapiro, S. S.; Wilk, M. B. 1965. «An analysis of variance test for normality . Test de Shapiro–Wilk. Estadística. Pag, actualizada 2019
69. Sarria, S. D. 2021. Antioxidantes para aplicación en frutas y hortalizas mínimamente: Alternativas de aprovechamiento de los residuos en la agroindustria: 101.
70. Seminis, B. 2016. Índices De Madurez Para Cosechar Hortalizas.Vegetables by Bayer.
71. Serra, M. 2016. Recubrimientos comestibles: ¿Son algo más que una tecnología de conservación?,ANIA insights.
72. Sherwin, P. 1990. Antioxidants and food additives. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 40: 1270-1285.
73. Suquilanda, V. 1995. Mini lechugas: Manual para la Producción Orgánica. Quito, Fundación para el desarrollo agropecuario.






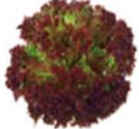

74. Suslow, T.; Cantwell, M. 2002. Recommendations maintaining Postharvest Quality (Lettuce).
75. Szöllôsi, R., SZöllôsi, I. Simpson, B and Knez, N. 2002. Total antioxidant power in some Species of Labiatae (Adaptation of FRAP method) Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology. 46(3):125-127
76. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos .2017. Ministerio de Salud-Centro Nacional de Alimentos y Nutrición Instituto Nacional de Salud.
77. Tabuenca, E. 2019. Beneficios de la lechuga para la salud. <https://salud.uncomo.com/articulo/beneficios-de-la-lechuga-para-la-salud-42948.html> (accesado el 06 de setiembre, 2019)
78. Tortajada, F.; Castell, G.; Tornero, B.; Gimeno, C. 2001. Micotoxinas y cáncer pediátrico. Valencia, España.
79. Transito L. 2008. El romero, planta aromática con efectos antioxidantes. vol 27
80. Triantaphyllou, K., Blekas, G. and Boskou, D. 2001. Antioxidative properties of water extracts obtained from herbs of the species Lamiaceae. International Journal off Food Sciences and Nutrition. 52(4):313-317.
81. Vaya, J., Aviram, M. 2001. Nutritional antioxidants: Mechanisms of action, analyses of activities and medical applications. Curr. Med. Chem. 1:99-117

82. Velasco, M. 2017. *Biodegradación del polietileno de baja densidad, mediante el uso del lepidóptero *Gallería mellonella* bajo condiciones térmicas controladas en el 2017*. [Tesis de Ingeniero Ambiental] Facultad de Ingeniería: Universidad Cesar Vallejo-Lima Perú.
83. Verdugo, G., Morend, L. 1999. Obtención y caracterización de aceites esenciales, extracto seco y materia seca de *Rosmarinus officinalis* y *Thymus vulgaris*, con potencial agroindustrial provenientes de cultivos orgánicos. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso, proyecto conjunto FIA. 41p.
84. Vogel, H. y Berti, M. 2003. Plantas medicinales y aromáticas de calidad. Editorial Fundación para la Innovación Agraria. Santiago. 169p.
85. Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elías, L. G. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Ottawa: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo
86. Wiley, D. 1997. Frutas y Hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. editorial acribia, s.a. Zaragoza España.
87. Yauri, J. 2004. *Determinación del tiempo óptimo de pre enfriamiento mediante hidrefrigeración de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) para su almacenamiento*. [Tesis de ingeniero en Industrias Alimentarias]. Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

## ANEXOS





## Anexo 1. Variedades de lechuga

TIPO DE LECHUGA	CARACTERÍSTICAS	PRESENTACION
Iceberg	De hoja crujiente, hojas apretadas formando un repollo Se utiliza en ensaladas simples o rellenos de tacos, burritos, hamburguesas.	
Romana	También conocida como oreja de burro. Tiene una textura quebradiza y un sabor suave y ligeramente amargo. Es más tolerante al calor lo que le hace ideal para ensaladas templadas. Suele ser la elegida para la elaboración de la ensalada Cesar	
Francesa, Lisa Trocadero	De cogollo redondo, hojas finas y textura mantecosa. Tiene un sabor delicado pero intenso. Se la conoce también como Seda Boston. Recomendada en ensaladas afrutadas o tropicales	
Batavia	Similar a la francesa, de cogollo suelto, hojas rizadas y textura mantecosa. Consumida y producida principalmente en el norte de España y suroeste de Francia. Ideal para cualquier tipo de ensalada	
Hoja de Roble	De hojas rizadas con tonalidades del rojo al marrón, ofrece una textura tierna y ligeramente crujiente, además de un sabor delicado y dulzón. Muy recomendada para ensaladas vistosas, se suele mezclar con otro tipo de lechuga.	
Lollo Rosa	Lechuga rizada, de color rojizo y sabor amargo, se suelen utilizar tan solo las puntas y contornos, ya que el tallo amargo demasiado. Al igual que la hoja de roble, es muy vistosa y se suele combinar también con otro tipo de lechugas.	
Escarola	Tiene un toque claramente amargo y algo picante, al igual que el lollo rosa se utilizar tan solo las puntas y contornos, y se suele combinar también con otro tipo de lechugas. De sabor fuerte se recomienda utilizar con ingredientes con sabores marcados.	

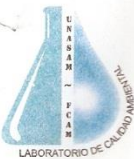
Fuente: Burruezo (2016)

## Anexo 2. Análisis químico proximal de la materia prima

UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS HUARAZ – ANCASH - PERÚ			
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"			
<b>INFORME TECNICO N°015</b>			
<b>I. DATOS GENERALES</b>			
SOLICITANTE	: GLADYS ELIZABETH PEÑARANDA OROPEZA		
MUESTRA	: LECHUGA		
PRESENTACIÓN	: BOLSA DE POLIETILENO		
MUESTREO POR	: EL SOLICITANTE		
FECHA DE RECEPCIÓN	: 02 DE FEBRERO DE 2015		
N° DE RECIBO	:		
<b>II. DATOS DE LA ETIQUETA DE LA MUESTRA</b>			
PRODUCTO	: LECHUGA ( <i>Lactuca sativa L.</i> )		
PROCEDENCIA	: MERCADO CENTRAL DE HUARAZ		
CANTIDAD DE MUESTRA	: 500g.		
FECHA DE RECOLECCIÓN	: 02 DE FEBRERO DE 2015		
<b>III. RESULTADOS</b>			
FECHA DE ANÁLISIS	: DEL 02 AL 09 DE FEBRERO DEL 2015		
ENSAYOS FÍSICO/QUÍMICOS	RESULTADO 1	RESULTADO 2	PROMEDIO
1. Humedad (g/100g de muestra original)	95,40	95,28	95,34
2. Materia Grasa (g/100g de muestra original)	0,14	0,12	0,13
3. Proteína (g/100g de muestra original)	0,89	0,96	0,93
4. Cenizas (g/100g de muestra original)	0,47	0,45	0,46
5. Carbohidratos (g/100g de muestra original)	3,10	3,19	3,14
 Ing. SALOMÉ GONZALES LIZARME JEFE DE LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS DE LA FIIA - UNASAM		 MGR. JORGE RAMÍREZ RODRÍGUEZ DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS - UNASAM	



## Anexo 3. Análisis microbiológico de la materia prima desinfectada




**LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL**

**INFORME DE ENSAYO AL150007**

<b>CLIENTE</b>	Razón Social: GLADYS ELIZABETH PEÑARANDA Dirección: Av. Universitaria # 893 - Independencia	Atención : Gladys Elizabeth Peñaranda Referencia : Acta de Muestreo AM1500007
<b>MUESTRA</b>	Producto : Lechuga	Identificación: MP - 01
<b>MUESTREO</b>	Responsable: Gladys Elizabeth Peñaranda Referencia: CO150050	Fecha/Hora : 03/02/15 - 08:00 a.m
<b>LABORATORIO</b>	Recepción : Erick Aguilar Romero/Laboratorio de Calidad Ambiental Análisis : Dña. Rosario Polo Salazar Análisis : 03 - 10/Febrero/2015	Fecha/Horas : 03/02/15 - 10:30 a.m Cód. Lab. : AL150007

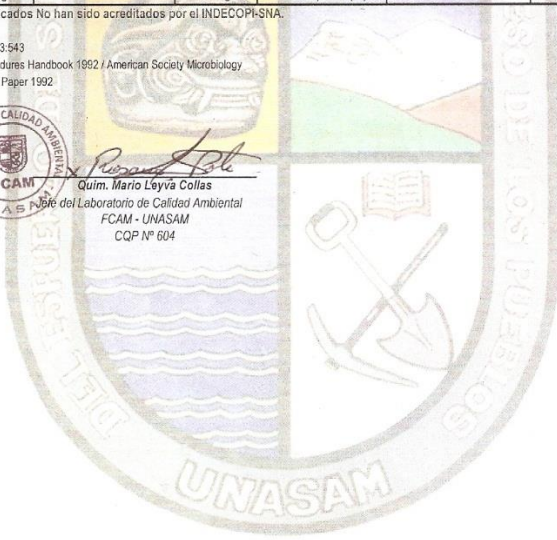
COD.	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	LÍMITE DETEC. DEL ENSAYO	RESULTADO
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN SUPERFICIES INERTES</b>					
AL22	Hongos / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	10
AL23	Levaduras / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	< 1

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.  
Fuente:  
J Appl. Bacteriol (1970) 33:543  
Initial Microbiology Procedures Handbook 1992 / American Society Microbiology  
FAO FOOD and Nutrition Paper 1992



*Mario Leyva Collas*  
Quim. Mario Leyva Collas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Huaraz, 10 de Febrero de 2015




Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirmientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.


LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
 Av. Centenario N° 200-Huaraz-Ancash. Telef. 421 431- Cel. 943032706 / 943032787 RPM. # 703722 / RPM # 703723  
 E-mail: labfcam@hotmail.com



## Anexo 4. Análisis químico proximal del producto final



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS  
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS  
HUARAZ – ANCASH - PERÚ



"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

**INFORME TECNICO N°025**

**I. DATOS GENERALES**

SOLICITANTE : GLADYS ELIZABETH PEÑARANDA OROPEZA  
MUESTRA : LECHUGA  
PRESENTACIÓN : BOLSA DE POLIETILENO  
MUESTREADO POR : EL SOLICITANTE  
FECHA DE RECEPCIÓN : 02 DE FEBRERO DE 2015  
N° DE RECIBO : 004090


**II. DATOS DE LA ETIQUETA DE LA MUESTRA**

PRODUCTO : LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)  
PROCEDENCIA : MERCADO CENTRAL DE HUARAZ  
CANTIDAD DE MUESTRA : 500g.  
FECHA DE RECOLECCIÓN : 02 DE FEBRERO DE 2015


**III. RESULTADOS**

FECHA DE ANÁLISIS : 18 AL 25 DE FEBRERO DEL 2015

ENSAYOS FÍSICO/QUÍMICOS	RESULTADO 1	RESULTADO 2	PROMEDIO
1. Humedad (g/100g de muestra original)	95,96	95,91	95,94
2. Materia Grasa (g/100g de muestra original)	0,10	0,17	0,13
3. Proteína (g/100g de muestra original)	1,00	1,02	1,01
4. Cenizas (g/100g de muestra original)	0,30	0,35	0,32
5. Carbohidratos (g/100g de muestra original)	2,65	2,56	2,61

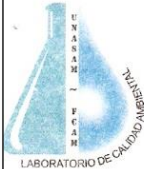


Ing. SALOMÉ GONZÁLES IZARME  
JEFE DE LABORATORIO DE ANÁLISIS  
DE ALIMENTOS DE LA FIIA- UNASAM



Mag. NORMA GAMARRA RAMIREZ  
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS – UNASAM

Anexo 5. Análisis microbiológico del producto final con recubrimiento al 10%  
almacenada a la Temperatura de 5<sup>0</sup> C, designada con T<sub>1</sub>.



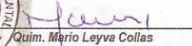
**INFORME DE ENSAYO AL150008**

<b>CLIENTE</b>	Razón Social: GLADYS ELIZABETH PEÑARANDA OROPEZA Dirección: Av. Universitaria # 893 - Independencia	Atención : Gladys Elizabeth Peñaranda Oropeza Referencia : Acta de Muestreo AM1500008
<b>MUESTRA</b>	Producto : Lechuga	Identificación: T1 - 10%
<b>MUESTREO</b>	Responsable: Gladys Elizabeth Peñaranda Oropeza Referencia: CO150050	Fecha/Hora : 18/02/15 - 11:00 a.m
<b>LABORATORIO</b>	Recepción : Adela Castillo Llanque/Laboratorio de Calidad Ambiental Análista : Blga. Rosario Polo Salazar Análisis : 18 - 25/Febrero/2015	Fecha/Horas : 18/02/15 - 15:54 p.m Cód. Lab. : AL150008

COD.	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	LÍMITE DETEC. DEL ENSAYO	RESULTADO
AL	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS				
AL22	Hongos / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	10
AL23	Levaduras / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	140

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.  
Fuente:  
J Appl Bacteriol (1970) 33:543  
Initial Microbiology Procedures Handbook 1992 / American Society Microbiology  
FAO FOOD and Nutrition Paper 1992

Huaraz, 25 de Febrero de 2015



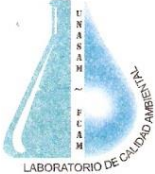
Quím. Mario Leyva Collas  
Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

UNASAM

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N° 200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 943032706 / 943032787 RPM. # 703722 / RPM # 703723  
E-mail: labcam@hotmail.com

Anexo 6. Análisis microbiológico del producto final con recubrimiento al 10%  
almacenada a la Temperatura de 10<sup>0</sup> C, designada con T<sub>2</sub>.

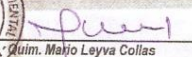


**INFORME DE ENSAYO AL150009**

<b>CLIENTE</b>	Razón Social: GLADYS ELIZABETH PEÑARANDA OROPEZA Dirección: Av. Universitaria # 893 - Independencia	Atención : Gladys Elizabeth Peñaranda Oropeza Referencia : Acta de Muestreo AM1500009
<b>MUESTRA</b>	Producto : Lechuga	Identificación: T2 - 10%
<b>MUESTREO</b>	Responsable: Gladys Elizabeth Peñaranda Oropeza Referencia: CO150050	Fecha/Hora : 18/02/15 - 11:00 a.m
<b>LABORATORIO</b>	Recepción : Adela Castillo Llanque/Laboratorio de Calidad Ambiental Análista : Blg. Rosario Polo Salazar Análisis : 18 - 25/Febrero/2015	Fecha/Horas : 18/02/15 - 15:54 p.m Cód. Lab. : AL150009

COD.	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	LÍMITE DETEC. DEL ENSAYO	RESULTADO
<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS</b>					
AL22	Hongos / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	20
AL23	Levaduras / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	100

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.  
Fuente:  
J.Appl. Bacteriol (1970) 33:643  
Inicial Microbiology Procedures Handbook 1992 / American Society Microbiology  
FAO FOOD and Nutrition Paper 1992



Quim. Maño Leyva Collas  
Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604


Huaraz, 25 de Febrero de 2015

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N° 200-Huaraz- Ancash. Telef. 421 431- Cel. 943032706 / 943032787 RPM. # 703722 / RPM # 703723  
E- mail: labfcam@hotmail.com



Anexo 7. Análisis microbiológico al producto final con recubrimiento al 10%  
almacenada a la Temperatura de 15 °C, designada con T3.




**INFORME DE ENSAYO AL150010**

CLIENTE	Razón Social: GLADYS ELIZABETH PEÑARANDA OROPEZA Dirección: Av. Universitaria # 893 - Independencia	Atención : Gladys Elizabeth Peñaranda Oropeza Referencia : Acta de Muestreo AM1500010
MUESTRA	Producto : Lechuga	Identificación: T3 - 10%
MUESTREO	Responsable: Gladys Elizabeth Peñaranda Oropeza Referencia: CO150050	Fecha/Hora : 18/02/15 - 11:00 a.m
LABORATORIO	Recepción : Adela Castillo Llanque/Laboratorio de Calidad Ambiental Analista : Blga. Rosario Polo Salazar Análisis : 18 - 25/Febrero/2015	Fecha/Horas : 18/02/15 - 15:54 p.m Cód. Lab. : AL150010


COD.	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO DE ENSAYO	LÍMITE DETEC. DEL ENSAYO	RESULTADO
AL	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS				
AL22	Hongos / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	40
AL23	Levaduras / gr.	UFC/gr	Rto. en placa (*)	< 1	250

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INDECOPI-SNA.  
Fuente:  
J Appl Bacteriol (1970) 33:543  
Initial Microbiology Procedures Handbook 1992 / American Society Microbiology  
FAO FOOD and Nutrition Paper 1992



Quim. Mario Leyva Coillas  
Jefe del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
COP N° 604

Huaraz, 25 de Febrero de 2015



X

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dirimientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
Av. Centenario N° 200-Huaraz-Ancash. Telef. 421 431- Cal. 943032706 / 943032787 RPM. # 703722 / RPM # 703723  
E- mail: labcam@hotmail.com

## Anexo 8. Formato de análisis sensorial

NOMBRE:...

EDAD:....

FECHA:.....

**INSTRUCCIONES:**

Por favor antes de probar las muestras de lechuga, siga la secuencia de cada atributo a calificar en orden establecido. Los atributos serán calificados de acuerdo a su opinión basándose en la siguiente escala de calificación:

- Muy bueno (5 puntos)
- Bueno (4 puntos)
- Regular (3 puntos)
- Malo (2 puntos)
- Rechazado (1 punto)

**ATRIBUTO**

- |    |                    |     |     |     |     |     |
|----|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. | Apariencia general | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| 2. | Color              | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| 3. | Sabor              | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |
| 4. | textura            | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) | ( ) |

OBSERVACIONES:.....

Gracias

## Anexo 9. Formato de la ficha de evaluación de preferencia

Usted ha recibido dos muestras de ensalada de lechuga.

Pruebe primero la muestra  $T_1$  y después la muestra  $T_2$ .

Indique con **X** cuál de las dos muestras prefiere:

$T_1$  .....

$T_2$ .....

COMENTARIOS

.....

.....

MUCHAS GRACIAS

Anexo 10. Evaluación sensorial a la muestra almacenada a la temperatura de 5 °C y con 10% de recubrimiento.

MUESTRA 2	
<b>ANEXO 1. FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL</b>	
NOMBRE:.....	FECHA:.....
EDAD:.....	
INSTRUCCIONES:	
Por favor antes de probar las muestras de lechuga, siga la secuencia de cada atributo a calificar en orden establecido. Los atributos serán calificados de acuerdo a su opinión basándose en la siguiente escala de calificación:	
<input type="checkbox"/>	Muy bueno (5 puntos)
<input type="checkbox"/>	Bueno (4 puntos)
<input type="checkbox"/>	Regular (3 puntos)
<input type="checkbox"/>	Malo (2 puntos)
<input type="checkbox"/>	Rechazado (1 punto)
ATRIBUTO	
1.	Apariencia general ( ) ( ) ( ) (4) ( )
2.	Color ( ) ( ) (3) ( ) ( )
3.	Sabor ( ) ( ) ( ) (4) ( )
4.	textura ( ) ( ) ( ) (4) ( )
OBSERVACIONES:..... <i>La lechuga es agradable</i> .....	
.....	
.....	
Gracias	

Descripción: Representa la calificación de un panelista que hizo de evaluación sensorial la muestra almacenada a la temperatura de 5 °C y con 10% de recubrimiento.

## Anexo 11. Evaluación de preferencia

ANEXO 2. FICHA DE EVALUACIÓN DE PREFERENCIA

Ud., ha recibido dos muestras de ensalada de lechuga. Pruebe primero la muestra  $T_1$  y después la muestra  $T_2$ .

Indique con X cuál de las dos muestras prefiere:

$T_1$  :  .....

$T_2$  : .....

COMENTARIOS: *La Segunda Muestra ( $T_2$ ) es un poco rancia, la muestra  $T_1$  es más agradable al paladar.*

MUCHAS GRACIAS

**Descripción:** Siendo la muestra  $T_1$ , la muestra almacenada a la temperatura de 5 °C y con 10% de recubrimiento y  $T_2$  lechuga fresca sin recubrimiento.



Anexo 12. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano

<b>14. FRUTAS, HORTALIZAS, FRUTOS SECOS Y SIMILARES.</b>						
<b>14.1 Frutas y hortalizas frescas. ( sin ningún tratamiento)</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	$10^2$	$10^3$
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
<b>14.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios Mesófilos	1	3	5	3	$10^4$	$10^6$
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	$10^2$
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas).						
<b>14.3 Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	$10^2$
Levaduras	3	3	5	1	10	$10^2$
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	$5 \times 10^2$
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---

**Fuente:** MINSA (2008), Norma Sanitaria que establece Los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad Para Los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

**Anexo 13. Imágenes del tratamiento coberturado realizado en el laboratorio de análisis de alimentos FIIA-UNASAM.**



Descripción: El lavado, desinfección y escurrido de la materia prima.



Descripción; Solución madre de la infusión de tomillo y romero



Descripción: Ecurrido de las lechugas tratadas con el coberturado,  
Ubicadas en bandejas separadas de acuerdo a la concentración.



Descripción: Pesado inicial y empaqueo de lechugas ya tratadas.







Descripción: Selección de muestras etiquetadas para el almacenamiento  
Según porcentaje de coberturado.



Descripción: Producto final optimo a los 16 días, almacenada a la  
Temperatura de 5<sup>0</sup> C con 10% de coberturado.



Descripción: Producto final optimo a los 16 días, almacenada a la Temperatura de 5<sup>0</sup> C con 15% de coberturado.



Descripción: Producto final optimo a los 16 días, almacenada a la Temperatura de 5<sup>0</sup> C con 20% de coberturado.

Anexo 14. Imágenes de panelistas de la evaluación sensorial y de preferencia



### Anexo 15. Hoja de vida



#### I) DATOS PERSONALES:

Nombres y Apellidos: Gladys Elizabeth Peñaranda Oropeza

Fecha de Nacimiento: 31 de Marzo de 1964

Lugar de Nacimiento: Independencia –Huaraz-Ancash

Estado Civil : Soltera

D.N.I : 31608828

Dirección : Av. Universitaria N° 893-Independencia-Huaraz

Teléfono fijo : 043 428146

Teléfono Móvil : 942668741

E-mail : [glady1234@hotmail.com](mailto:glady1234@hotmail.com)

Idioma : Castellano

Quechua Ancash (Intermedio)

#### II) PERFIL PROFESIONAL:

Bachiller en Ingeniería de Industrias Alimentarias con buen desempeño profesional y con experiencia en programas sociales y educación.

Soy una persona responsable, proactiva, solidaria, empática y con capacidad de trabajo en equipo, bajo presión y adaptable a cambios. Capaz de sumir retos y con habilidad en tomar decisiones pertinentes y rápidas, con alta capacidad de iniciativa e innovación, que comprometido con el avance de la ciencia y tecnología Alimentaria.



### III) FORMACIÓN ACADÉMICA

- Ingeniero en Industrias Alimentarias:  
Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de Huaraz-Ancash.
- Educación Secundaria:  
I.E. G.U.E .Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga-Huaraz
- Educación primaria: I.E Jorge Basadre Grohmann.

### IV) TÍTULOS

- Profesora de Educación Secundaria:  
Instituto Superior Pedagógico Público de Huaraz, Especialidad Física y Química.
- Bachiller en Educación:  
Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Facultad de Ciencias Sociales, Educación y de la Comunicación.
- Magister en Administración de la Educación  
Universidad César Vallejo de Trujillo.

### V) EXPERIENCIA PROFESIONAL

- Docente en la Educación básica Regular con R.D.D N° 676 del 31-05-1989 con más de 30 años de servicio en favor de los niños y adolescentes.
- Programas sociales en formación de Educación Laboral y técnica en Industrias Alimentarias.
- Coordinadora de ciencias en la I.E. Virgen de las Mercedes de Jangas

- Jefe de Laboratorio de Química en la I.E G.U.E” Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga”
- Especialista de Educación secundaria en la UGEL Carlos Fermín Fitzcarrald

## VI) IDIOMAS

Castellano

Quechua Ancash (Nivel Intermedio)