

# **Evaluación técnico-económica de treinta y dos tratamientos factoriales de producción y procesamiento de lechuga lista para consumo inmediato**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura.

presentado por

**Luis Fernando Maas Molina**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 1999

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Luis Fernando Maas Molina

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

**Evaluación Técnico-Económica de Treinta y dos Tratamientos Factoriales de  
Producción y Procesamiento de Lechuga Lista Para Consumo Inmediato**

Presentado por

Luis Fernando Maas Molina

Aprobado:

---

Rodolfo Cojulún, M.Sc.  
Asesor principal

---

Joost Teuben, Ing.  
Jefe de Departamento

---

Miguel Avedillo, M.Sc.  
Asesor secundario

---

Antonio Flores, Ph.D  
Decano Académico

---

José M. Miselem L., M.Sc.  
Asesor secundario

---

Keith L. Andrews, Ph.D  
Director General

---

Claudia Garcia, Ph.D  
Coordinadora PIA

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Roberto Maas y Suyapa Molina por qué sus esfuerzos y sacrificios no han sido en vano.

A mis abuelas, Carmen Martínez de Molina y Consuelo Salgado de Maas (QDDG) que siempre han sido fuente de inspiración y fortaleza.

A todos los compatriotas que trabajan por una Honduras mejor y que a pesar de todas las limitaciones logran alcanzar sus sueños.

A todas aquellas personas que en algún momento pusieron en duda la culminación de esta meta.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios Padre, por haberme permitido culminar esta meta y por todas las bendiciones y lecciones recibidas.

A mi padre por su sacrificio, enseñanzas y ejemplo de honestidad a lo largo de mi vida.

A mi madre, por darme la vida y por creer constamente en mi y en cada sueño emprendido.

A mis hermanos, Juan, Jessie, Roberto, Carlos, Consuelo y Waleska por dejar sus huellas y recuerdos en mi corazón.

A mis tios, primos y demás familiares por tomarme siempre en cuenta y por el cariño y apoyo dado durante este tiempo, pero en especial al Lic. Douglas Eduardo Godoy Molina por ser el amigo y eterno compañero.

A mis amigos Julio, Nelson, Jorge, Jaime y Claudina por los momentos vividos y los que nos esperan.

A mis colegas de la carrera de Tecnología de alimentos, Antonio Salvador, Paul Oquist, Daniel Benitez, Belinda Zelaya, Andrea Palazuelos y Maricela Lizanne por hacer de los momentos difíciles más llevaderos y los felices mas duraderos.

A mis compatriotas, Allan Ramirez, Dennis Cardona, Jaime Madero, Dennis Puerto, Juan Angel Dubón, Angel Burgos por su amistad y sentido de compañerismo.

A Diana Rivera, Dania Baca, Marielena Moncada, Vanessa Quezada y Beatriz Pozo por la confianza y la amistad depositada en mi.

A los profesores Miguel Avedillo, Jose Miselem, Rodolfo Cojulun y Jose Nieto por ser parte integral de este trabajo y sus multiples enseñanzas.

A Klemen Guadalupe Gamboa Beltetón, por hacerme parte de su vida y por compartir los dos últimos años a su lado.

A todas aquellas personas que me tuvieron en el pensamiento y en las oraciones.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A la familia Maas Molina por el gran sacrificio realizado para mantenerme en la institución los cuatro años y al fondo dotal por su vital aporte durante el programa PA y PIA.

## RESUMEN

Maas, Luis 1999. Evaluación Técnico-Económica de Treinta y dos Sistemas de Producción y Procesamiento de Lechuga Lista Para Consumo Inmediato. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 90 p.

Las tendencias del mercado indican que cada año se consume mayor cantidad de productos listos para consumir bajos en calorías y ricos en fibra. Los productos vegetales frescos mínimamente procesados representan uno de los segmentos más prósperos. Al procesarlos se pretende aumentar la vida útil del producto y disminuir las pérdidas y obtener mejores precios. En la fase de campo, se evaluaron cuatro variedades de lechuga de hoja, para seleccionar las variedades a ser procesadas, utilizando como criterios el rendimiento y el ciclo del cultivo. En la fase de laboratorio se midió el efecto de tres niveles de aditivos (bajo, medio y alto) sobre los cambios en los atributos del producto para seleccionar el nivel que mejor conservara la lechuga empacada. En la fase de planta se evaluó el efecto de las variedades, el uso de aditivos, el tipo de empaque, la presentación de la hoja y la temperatura de procesamiento, sobre la pérdida de peso, la calidad microbiológica y los cambios en propiedades sensoriales del producto empacado. El análisis estadístico-económico determinó la viabilidad técnica y económica del proceso. La Royal Green y Red Salad Bowl, presentaron rendimientos similares ( $P < 0.05$ ) y un ciclo de cultivo más corto que la variedad Mesa 659 utilizada en Zamorano. Con el nivel de aditivos alto se redujo pérdidas de producto y la variación de los atributos del producto. La contaminación por coliformes en el producto, fue inferior a lo permitido por normas de salud y no hubo diferencia entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ). Las pérdidas de peso en el producto empacado fueron significativas hasta los cuatro días de almacenamiento ( $P < 0.05$ ), y dependió de uso aditivos y el tipo empaque. Los cambios sensoriales más drásticos ocurrieron a los ocho días de almacenamiento siendo menor en los tratamientos con aditivos y empacados sin vacío. Desde el punto de vista económico el procesamiento de la lechuga permite obtener rentabilidades mayores al 30% ( $P < 0.05$ ) por lo que se justifica el procesamiento.

Palabras claves: Tendencia del mercado, mínimamente procesados, modificada, bolsas de baja densidad, pérdidas mundiales.

## **Nota de prensa**

### **ELABORACION DE LECHUGA PREPARADA LISTA PARA CONSUMIR**

La lechuga representa la segunda hortaliza de mayor producción y comercialización, siendo los principales productores latinoamericanos México y Chile los cuales exportan a los Estados Unidos, en donde un 50% se comercializa en forma de ensaladas procesadas representando 19 billones de dólares.

Desde el punto de vista nutricional la lechuga es una excelente fuente de vitamina A, minerales como el potasio y fibra vegetal que contribuye en la digestión de los alimentos y reduce los riesgos de contraer cáncer de colón.

La lechuga por tener un alto contenido de agua tiene una vida útil muy corta, lo que encarece los procesos de almacenamiento e incrementa las pérdidas del producto una vez cosechado. A nivel mundial se estima que solo un 40% del área sembrada es cosechada y que de este total mas de la mitad se pierde antes de que el consumidor tenga acceso al producto.

En el mercado local existe poca oferta de lechuga fresca procesada lista para consumir ya que esta se comercializa a granel, empacada en bandeja o en forma de ensaladas en restaurantes de comida rápida, variando el precio a lo largo del año dependiendo de la disponibilidad de producto en el mercado.

Por estas razones en la planta de industrias Horto-Frutícolas de Zamorano se trato de desarrollar una ensalada que prolongara la vida del producto y que permitiera obtener mejores precios a través del procesamiento y empaque de la lechuga.

En la investigación se evaluó el efecto de factores que podrían afectar en la conservación del producto, la variedad empleada, el tipo de empaque, el uso de preservantes, la temperatura de procesamiento y la presentación física de la hoja.

Al procesar la lechuga y empacarla se logro extender la vida del producto por ocho días más, preservándose el color, textura, olor y apariencia del producto final, permitiendo aumentar la rentabilidad del cultivo.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoria.....	ii
Página para firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Indice de Cuadros.....	xii
Indice de Figuras.....	xv
Indice de Anexos.....	xvi
<b>1 INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.1 DESCRIPCION DEL ENTORNO.....	1
1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	1
1.3 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.....	2
1.4 HIPOTESIS.....	2
1.5 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
1.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	3
1.7.1 Agronómicas.....	3
1.7.2 Económicas.....	3
1.7.3 Tecnológicas.....	3
<b>2 REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LECHUGA.....	4
2.2 ANTECEDENTES.....	5
2.2.1 Cosecha.....	5
2.2.2 Almacenamiento.....	5
2.2.3 Mercado.....	5
2.2.3.1 Tendencias del mercado de hortalizas.....	6
2.2.3.2 Demanda de nuevos productos vegetales frescos.....	7
2.2.4 La calidad en la producción de productos hortícolas.....	8
2.3 FISILOGIA POST-COSECHA DE LA LECHUGA.....	8
2.3.1 Efecto de la maduración en los productos hortícolas.....	9
2.3.2 Estrategia para el control de la maduración de la lechuga.....	10
2.3.3 Principios de la atmósfera modificada en lechuga.....	10
2.3.4 Características de los filmes plásticos para el envase de lechuga.....	11
2.3.5 Efecto de la atmósfera modificada sobre la lechuga.....	12
2.3.6 Efectos negativos de la atmósfera modificada en la lechuga.....	12
2.3.7 Ventajas de la atmósfera modificada en el almacenamiento de lechuga.....	12

2.4	FLORA MICROBIANA EN LECHUGA FRESCA.....	13
2.5	USOS DE ADITIVOS EN EL PROCESAMIENTO DE LECHUGA FRESCA.....	13
2.6	DEFINICIÓN DE CONCEPTOS RELACIONADOS AL HACCP.....	14
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>15</b>
3.1	UBICACION DEL PROYECTO.....	15
3.2	ESQUEMA GENERAL DE LA INVESTIGACION.....	15
3.3	MATERIAL Y EQUIPO EMPLEADO.....	15
3.4	TRATAMIENTOS EVALUADOS.....	15
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
3.6	VARIABLES EVALUADAS.....	17
3.6.1	De campo.....	17
3.6.2	Económicas.....	18
3.6.3	Del proceso.....	18
3.6.4	De mercado.....	18
3.7	FASES DEL ENSAYO.....	18
3.7.1	Fase de campo.....	18
3.7.1.1	Ubicación y tamaño de las parcelas.....	19
3.7.2	Fase de laboratorio.....	19
3.7.2.1	Diseño del ensayo en el laboratorio.....	19
3.7.3	Fase de planta.....	20
3.7.4	Fase de mercado.....	24
3.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ECONOMICO.....	24
3.8.1	Análisis estadístico.....	24
3.8.1.1	Análisis comparativo.....	25
3.8.1.2	Análisis de relación.....	25
3.8.2	Análisis económico.....	25
3.9	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	25
3.9.1	Método del número más probable (NMP).....	25
3.10	IMPLEMENTACION DE HACCP.....	27
3.10.1	Principios del HACCP.....	27
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>28</b>
4.1	FASE DE CAMPO.....	28
4.1.1	Parcelas de pre-producción.....	28
4.1.2	Parcelas de producción.....	30
4.2	FASE DE LABORATORIO.....	34
4.3	FASE DE PLANTA.....	35
4.3.1	Resultado variable diferencia de peso.....	35
4.3.1.1	Análisis comparativo para la variable diferencia de peso a los cuarto días de almacenamiento.....	35
4.3.1.2	Análisis comparativo para la variable diferencia de peso a los ocho días de almacenamiento.....	36
4.3.1.3	Análisis comparativo para la variable diferencia de peso a los doce días de almacenamiento.....	37
4.3.2	Análisis variables organolépticas.....	38
4.3.2.1	Variable color.....	38
4.3.2.2	Análisis de independencia de la variable manchas.....	38
4.3.2.3	Análisis de independencia de la variable liquido extracelular.....	39

4.3.2.4	Análisis variable olor.....	40
4.3.3	Análisis comparativo variable microbiológica.....	40
4.3.3.1	Análisis de relación de variable microbiológica.....	42
4.4	<b>RESULTADOS DE INVESTIGACION DE MERCADO.....</b>	<b>42</b>
4.4.1	Análisis de independencia variables de mercado.....	44
4.5	<b>RESULTADOS ECONOMICOS.....</b>	<b>45</b>
4.5.1	Análisis marginal de costos, beneficio y tasa de retorno.....	45
4.5.2	Análisis comparativo de costos y beneficios netos.....	46
4.6	<b>ANALISIS HACCP PARA LA ELABORACION DE LA LECHUGA.....</b>	<b>48</b>
5.	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
6.	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
7.	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>54</b>
8.	<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Cambios en los constituyentes químicos de la lechuga.....	9
2.	Esquema del diseño experimental.....	17
3.	Distribución de las parcelas en los dos sistemas de producción.....	19
4.	Complejo de aditivos empleados en tres niveles en la fase de laboratorio.....	19
5.	Distribución de las unidades experimentales en la fase de laboratorio.....	20
6.	Función de los aditivos en el proceso de conservación de la lechuga..	20
7.	Rendimientos observados de las cuatro variedades en las parcelas De pre-producción de 75 m <sup>2</sup> en zona III y Orgánica.....	28
8.	Fuentes de variación en el modelo estadístico para el rendimiento Observado.....	29
9.	Comparación múltiple de medias entre los rendimientos esperados de las diferentes variedades.....	29
10.	Comparación múltiple entre los sistemas de producción a través de una prueba de SNK a un $\alpha=0.05$ .....	30
11.	Descripción de las variedades utilizadas.....	30
12.	Comparación de rendimiento y ciclo de cultivo entre variedades de lechugas de cabeza producidas en Zamorano versus variedades de hoja probadas a los 15 días a transplante.....	31
13.	Comparación entre los rendimientos observados y los rendimientos por lote para las variedades de hoja y cabeza.....	31
14.	Valor F, grados de libertad y nivel de significancia para las fuentes de variación y coeficientes relacionados al modelo estadístico para la variable rendimiento observado.....	32
15.	Valor F, grados de libertad y nivel de significancia para las fuentes de variación y coeficientes relacionados al modelo estadístico para la variable rendimiento por lote.....	32

16.	Comparación múltiple de medias (SNK) a un nivel de significancia de 0.05 para las variables rendimiento esperado y rendimiento por lote.....	33
17.	Contraste entre variedades de cabeza versus de hoja para las variables rendimiento observado y rendimiento por lote.....	33
18.	Comparación múltiple de medias de rendimiento bajo la prueba SNK a un $\alpha=0.20$ para las diferentes variedades.....	34
19.	Efecto de los tres niveles de aditivos en la pérdida de peso en gramos a los doce días de almacenamiento en cuarto frío a 12°C.....	34
20.	Cantidad de aditivos utilizados en los tres niveles establecidos.....	35
21.	Fuentes de variación significativas para la variable diferencia de peso a los cuatro días de almacenado.....	36
22.	Fuentes de variación significativas para la variable diferencia de peso a los cuatro días de almacenado.....	37
23.	Fuentes de variación significativas para la variable diferencia de peso a los cuatro días de almacenado.....	37
24.	Prueba de chi-cuadrado ( $P>0.05$ ) para el atributo color.....	38
25.	Prueba de chi-cuadrado ( $P>0.05$ ) para el atributo manchas a los ocho y doce días de almacenamiento.....	39
26.	Prueba de chi-cuadrado ( $P>0.05$ ) para el atributo liquido celular a los ocho y doce días de almacenamiento.....	40
27.	Resultados de análisis microbiológico para coliformes por tratamiento	41
28.	Andeva y fuentes de variación en el modelo estadístico para la variable coliformes.....	42
29.	Prueba de chi-cuadrado ( $P>0.05$ ) para la variable contaminación.....	42
30.	Índice de contingencia para los factores aditivos y empaque.....	42
31.	Grupo de variables relacionadas al consumo de las ensaladas por los consumidores.....	43
32.	Variables relacionadas al precio, tamaño y presentación del producto..	43
33.	Variables relacionadas a las características más importantes del producto, ventajas del producto y el uso de aditivos.....	44
34.	Valor de chi-cuadrado y índice de contingencia de Cramer para la	

	relación de las variables consumo y disponibilidad en el mercado local	45
35.	Análisis marginal para la variedad "Royal Green".....	45
36.	Análisis marginal de tratamientos para la variedad "Red Salad Bowl".	46
37.	Andeva para las variables costos y beneficio neto.....	47
38.	Resultados análisis HACCP.....	48

## INDICE DE FIGURAS

### Figura

1.	Esquema general de la investigación.....	16
2.	Flujo del proceso en fase de planta.....	21
3.	Secuencia del análisis estadístico.....	26
4.	Cambios relativos en el color del producto almacenado a los doce días de almacenamiento.....	38
5.	Cambios en la cantidad de tratamientos con manchas por variedad a los doce días de almacenamiento.....	39

## INDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Comparación nutricional entre variedades de hoja y cabeza.....	56
2.	Variación de precios de la lechuga.....	57
3.	Evolución del mercado de productos vegetales.....	58
4.	Figuras y esquemas relacionados a atmósfera modificada.....	59
5.	Cambios en las concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono e Intercambio gaseoso del producto empacado.....	60
6.	Características de los filmes plásticos.....	61
7.	Nivel mínimo de O <sub>2</sub> y máximo de CO <sub>2</sub> en la atmósfera modificada para la lechuga.....	62
8.	Evaluación de aditivos GRAS por la FDA.....	63
9.	Tipo de aditivos consumidos al año.....	64
10.	Procedimiento del método número más probable de coliformes.....	65
11.	Encuesta de lechuga preparada para el mercado de Zamorano.....	66
12.	Base de datos.....	67
12.1	Variables organolépticas.....	68
12.2	Variables económicas.....	69
12.3	Costos de aditivos.....	70
12.4	Costos por tratamiento.....	71
12.5	Variable microbiológica.....	72
12.6	Variable diferencia de peso.....	73
12.7	Input variable NMP.....	74

# **1. INTRODUCCION**

## **1.1 DESCRIPCION DEL ENTORNO**

El mercado de las hortalizas está determinado por la oferta de los diferentes productos que demandan a lo largo del año los consumidores nacionales, siendo las principales hortalizas consumidas tomate, lechuga, cebolla, papa, repollo, chile dulce y zanahorias.

El consumo tradicional de la mayoría de estos productos es en fresco como ingredientes básicos en ensaladas o acompañantes de otros platos, especialmente aquellos denominados comida rápida.

En el país existe poca oferta de productos hortícolas mínimamente procesados para consumirse en fresco, observándose cierta oferta de productos congelados como brócoli y coliflor que se encuentran en supermercados muy exclusivos y que van dirigidos a segmentos de mercados de clase media a alta.

## **1.2 DEFINICION DEL PROBLEMA**

La lechuga de hoja es un producto que por el tipo de uso y principalmente por su composición química, que incluye un 95% de agua, lo hace un producto altamente perecedero.

La lechuga entera puede tener una vida útil de hasta tres semanas cuando se le almacena bajo condiciones óptimas, donde se busca reducir al máximo la tasa respiratoria y la producción de etileno que causa el amarillamiento del tejido (Rubio, 1986).

Este alto contenido de agua favorece el desarrollo de ciertos microorganismos, en especial mohos y bacterias, siendo de suma importancia determinar los puntos críticos del proceso para poder tomar las medidas preventivas adecuadas, particularmente con los aditivos, preservantes y la temperatura de manejo, para evitar el posible deterioro del producto, lo que provocaría altos costos de reemplazos y desechos principalmente a los distribuidores como a las empresas comercializadoras.

Estos factores de deterioro se vuelven más determinantes una vez que el tejido es cortado, siendo importante el tiempo al que está expuesto el producto al ambiente, ya que esto activa sistemas fisiológicos que facilitan el ataque microbiano reduciendo la vida de anaquel del producto.

Para contrarrestar estos factores se han empleado el uso de aditivos y filmas plásticas con permeabilidades específicas para crear atmósferas modificadas, prolongando una vida de anaquel.

### **1.3 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO**

Existen razones, con repercusiones económicas y alimentarias, que justifican el desarrollo de tecnologías que puedan prolongar la vida útil de los productos alimentarios en fresco:

- **Descomposición:** Se estima que a escala mundial se pierde alrededor de un 50% de lo producido antes de que el consumidor haya podido tener acceso al producto. Inclusive en países altamente desarrollados las estimaciones ascienden hasta un 25%, lo que en su mayoría son descartados por los detallistas y supermercados.
- **Por otra parte los productores** están a expensas de la época de producción por lo que no pueden suplir producto de alta calidad a lo largo del año.
- **Tendencias de los consumidores:** Los consumidores están tendiendo a consumir cada año mayor cantidad de productos frescos o mínimamente procesados sobre los vegetales enlatados o preservados. Esto, debido a una mayor conciencia nutricional para reducir el consumo de grasas y aumentar el consumo de fibra vegetal por su efecto anticancerígeno.
- **Crecimiento de mercado:** Las estimaciones en el mercado norteamericano indican que el mercado de productos frescos tiene retornos anuales de 31 billones de dólares, con un crecimiento estimado en los últimos diez años del 12%. En los países centroamericanos este mercado se ve limitado por la poca oferta de productos procesados listos para consumir, representando una excelente oportunidad para darle valor agregado a la lechuga (Jenkins, 1991).

### **1.4 HIPOTESIS**

HO: No existe diferencia entre el uso de variedades de hoja y de cabeza.

HO: El efecto de los factores estudiados no es significativo en la conservación de la lechuga.

HO: Los resultados económicos diferenciales de los diferentes tratamientos no son significativos.

### **1.5 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un producto alternativo, de alta calidad, inocuo, que satisfaga las necesidades del mercado y que permita darle un valor agregado a la lechuga, convirtiéndola en producto de consumo inmediato en ensaladas o emparedados, a través de un proceso seguro y económicamente viable que permita obtener un

producto práctico, fácil de manipular y que ahorre el tiempo de preparación de estos alimentos.

## **1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1- Evaluar económicamente los diferentes sistemas de producción y las dos líneas de procesamiento según el alargamiento de la vida del producto.
- 2- Analizar las diferentes variables del proceso tanto técnica como económicamente, para determinar la viabilidad de las líneas de procesamiento y los diferentes tratamientos utilizados.
- 3- Obtener un producto de alta calidad y que tenga un potencial de aceptación en diferentes nichos de mercado en especial el institucional y el de consumo directo.

## **1.7 LIMITANTES DEL ESTUDIO**

### **1.7.1 Agronómicas**

- ◆ La poca experiencia en el manejo de lechuga de hoja, por lo que para su manejo se utilizó las prácticas establecidas para las variedades de cabeza.
- ◆ Las variedades que se utilizaron no han sido probadas para las condiciones del valle, por lo que desconoce su respuesta.
- ◆ La falta de control en factores climáticos durante la época lluviosa que dificultó el desarrollo del cultivo.

### **1.7.2 Económicas**

- ◆ La falta de recursos monetarios para adquirir un intercambiador de gases que permitiese añadir gases inertes como CO<sub>2</sub> y argón, para tener un mejor control de la atmósfera modificada.
- ◆ Falta de un sistema contable fiable que permita calcular costos de una manera confiable y acertada.
- ◆ La no diferenciación de precios entre la lechuga de hoja y la lechuga de cabeza.

### **1.7.3 Tecnológicas**

- ◆ La falta de intercambiador de gases evita el uso de este sistema de envasado.
- ◆ La temperatura de almacenaje (10°C) que esta por encima del óptimo que es de 0 a 4°C.
- ◆ Falta de un procesador que uniformice el corte de la hoja de lechuga.
- ◆ Falta de bolsas de polipropietileno de permeabilidad no selectiva para el adecuado empaque de la lechuga.
- ◆ Falta de una centrifuga con los implementos necesarios para remover el agua excesiva del procesamiento del producto.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LECHUGA

La lechuga es un cultivo anual que está considerado dentro del grupo de hortalizas más importantes y populares, ya que se cultiva y consume en diferentes partes del mundo (Mejía, 1999).

Su clasificación botánica fue realizada por Boswell (1979; citado por Montes, 1996), principalmente por tener vasos lactíferos:

- *Género: Lactuca*
- *Especie: sativa*
- *Familia: Compositae*
- *Tribu: Chichoria*
- *Sección: Scariola*

Este cultivo fue introducido a las Américas a comienzos del siglo XVI por Cristóbal Colon, específicamente en Brasil, donde se ha diseminado a toda el resto del continente (Montes, 1996).

Los factores inherentes al cultivo que lo hace muy atractivo para los agricultores son:

- ❖ Gran diversidad de cultivares desarrollados, que permite tener una variedad específica para cada zona climática.
- ❖ Un ciclo de cultivo corto (45 días en el campo), lo que permite tener varios ciclos de producción en el año, dándole un uso más intenso a la tierra.
- ❖ Poca incidencia de plagas y enfermedades, lo que evita egresos en plaguicidas caros como los insecticidas y fungicidas.
- ❖ Alto rendimiento y facilidad de comercialización por la existencia de varios canales de distribución ya que es producto de gran aceptación en el ámbito casero e industrial en donde se le emplea para producir producto fresco.

Existen muchos factores que influyen en forma directa en el rendimiento que se puede obtener, muchos de los cuales pueden ser controlados y manejados por los técnicos como:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| - Variedad seleccionada | - Fertilizaciones                         |
| - Clima                 | - Densidad de siembra                     |
| - Riego                 | - Incidencia de plagas y enfermedades     |
| - Tipo de suelo         | - Cosecha y condiciones de almacenamiento |

## **2.2 ANTECEDENTES**

### **2.2.1 Cosecha**

La cosecha se hace en forma progresiva ya que no todas las plantas llegan a la época de cosecha con las condiciones que el mercado exige, como un tamaño mediano a grande, producto tierno y una coloración verde intensa.

Lo más importante es que ésta debe realizarse en horas tempranas o bien tarde en el día para minimizar el calor de campo, trasladándose las lechugas lo más pronto posible para ser sometidas a un pre-enfriado, el cual tiene como objetivo reducir la temperatura del producto para que esté lista para almacenamiento a una temperatura de 0 a 4°C, esto se puede realizar de varias formas, siendo las más comunes: cuarto frío, hielo en forma directa, enfriado al vacío (Rubio, 1986).

Para poder darle un procesamiento adecuado que rinda un producto de alta calidad es absolutamente necesario que la materia prima esté en óptimas condiciones, siendo importante la cosecha y el almacenamiento que se le dé antes del procesamiento (Montes, 1996).

### **2.2.2 Almacenamiento**

La lechuga entera pre-enfriada, se conserva bien por un período de 2 a 3 semanas si se almacena en condiciones de baja temperatura (0 – 10°C) y alta humedad relativa (90% al 95%) en el cuarto frío. Si se mantiene la lechuga fuera del cuarto frío es posible mantener su calidad sumergiéndola en agua fría (Montes, 1996).

Desde el punto de vista nutritivo la lechuga es un alimento importante por su aporte en vitamina A, potasio, calcio y ácido ascórbico, siendo a la vez bajo en calorías y con un buen contenido de fibra, pero esto varía dependiendo de la variedad y el tipo de lechuga que se utiliza (Anexo 1, Tabla 1).

Estas propiedades nutricionales se ven afectadas por las condiciones de almacenamiento las cuales pueden provocar la pérdida del producto por los desordenes fisiológicos que pueden favorecer el crecimiento de microorganismos (Medlicott, 1993).

Entre los principales nutrientes que se pierden por períodos prolongados de almacenamiento son las vitaminas del complejo B y la C, azúcares y ácidos que provocan cambios en la apariencia del producto terminado (Jones, 1991) (Anexo 1, Figura 1).

### **2.2.3 Mercado**

El mercado local está dominado por las lechugas del tipo A que incluye aquellas que forman cabeza y de hoja crespa, siendo su principal uso para consumo fresco como

ingrediente en ensaladas, o como ingrediente en comidas rápidas como las hamburguesas (Montes, 1996).

En el mercado nacional la lechuga se comercializa como un producto a granel o empacado en bandejas de espuma flex y recubiertas con una filmina plástica; en algunos restaurantes de comida rápida se sirve en las barras de ensaladas, lo que le da un valor agregado al producto.

En mercados donde se consumen productos mínimamente procesadas las ensaladas de lechuga representan un 75% de las ventas y dentro del total de lechuga vendida de esta forma un 25% es producto orgánico, lo que para el año de 1997 represento 3.7 billones de dólares en ventas (Suarez, 1999).

Se estima que el crecimiento de participación de estos productos mínimamente procesados ha tenido un crecimiento anual de 6% y en la última década un crecimiento total del 20% (Riggs, 1998).

El precio del producto varía durante el año, siendo superior en la lechuga empacada en bandejas que la vendida a granel, pero en época lluviosa éste tiende a aumentar por disminución en la oferta del producto debido a efectos climáticos que favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas, especialmente el de la mancha angular, por lo que representa una excelente ventana para poder obtener mayor rentabilidad (Montes, 1996) (Anexo 2).

En los países de Norte América la lechuga representa la segunda hortaliza consumida y comercializada y sus ventas alcanzan varios millones de dólares, siendo los principales abastecedores México y Chile (Mejía, 1999).

**2.2.3.1 Tendencias del mercado de hortalizas.** Las tendencias en el mercado Norteamericano indican que del total de lechuga que se consume en los Estados Unidos, un 50% se comercializa como ensaladas preparadas en diferentes presentaciones y tamaños, desarrollados por diferentes empresas que compiten por una mayor participación en este creciente mercado (Riggs, 1998).

Los elementos de carácter tecnológico determinantes de la competitividad, con ensaladas a base de lechuga o mezcla de diferentes tipos, son: La diferenciación, la calidad y los servicios añadidos. En productos frescos, las innovaciones, generan una renta monopólica limitada y temporal debido a la facilidad de substituir estos productos, a su fácil imitación y su tendencia a madurar rápidamente. Por esto el alto nivel de saturación de los mercados acentúa la competencia tanto en calidad y novedad, como en precio (Romojoro, 1996).

La función básica de la innovación de productos es aportar una mayor variedad en la oferta, pero sin reemplazar al producto básico, captando segmentos del mercado o creando otros nuevos de acuerdo a demandas de un sector de consumidores (Jones, 1991) (Anexo 3).

Las principales líneas de innovación se centran en la reducción de contaminantes y de aditivos; en la sustitución de aditivos artificiales por otros de origen natural; en el

incremento de la calidad, economía, seguridad y uniformidad del producto; en la mejora de su calidad nutritiva y sensorial, y en la producción de alimentos que conserven al máximo las características organolépticas del producto fresco por medio de técnicas de conservación como el secado, las atmósferas controladas o las atmósferas modificadas especialmente en el empaque de lechuga mínimamente procesadas (Romojoro, 1996).

**2.2.3.2 Demanda de nuevos productos vegetales frescos.** En los últimos 20 años, en donde la mujer ha tomado un rol más determinante dentro de la sociedad, se ha visto en la necesidad de dejar el hogar, por lo que cada día aumenta la demanda por productos elaborados que requieran un mínimo de preparación, pero que tengan un alto valor nutritivo (Mejía, 1999).

Dentro del área de desarrollo de nuevos productos de conveniencia, preparados o semi-preparados, son los denominados productos de cuarta gamma o ready-to-use, ready-to-eat o fresh-cut products. Se trata de hortalizas frescas, entre las cuales se encuentra la ensalada de lechuga mínimamente procesada, normalmente troceadas y envasadas en film, lo que facilita su consumo. Pero en su desarrollo se presentan problemas al cortar el tejido, por pérdida de nutrientes y de textura, reacciones enzimáticas, aparición de olores y sabores desagradables, así como el crecimiento de hongos y bacterias, lo que disminuye la vida útil de estos productos (Jones, 1991) (Anexo 3).

Cabe destacar que una lechuga de calidad sólo se puede obtener en el proceso de producción en el campo ya que la calidad de la materia prima va a determinar la calidad final de la lechuga en el mercado.

Por otra parte, las crecientes limitaciones a los tratamientos químicos impuestos por las legislaciones y los consumidores obligan al desarrollo de tecnologías de tipo físico no contaminantes, como el uso de atmósferas modificadas (Romojoro, 1996).

Este cambio en el hábito de consumo ha motivado que desde hace varios años todos los sectores implicados en el proceso de comercialización y transformación de productos hortícolas exijan al sector primario una mayor calidad de sus producciones.

A pesar de los avances en la tecnología postcosecha y el esfuerzo de muchos científicos y tecnólogos de alimentos, un elevado porcentaje de la producción hortícola se pierde por diversos factores entre la recolección y el consumo. Aunque, no se dispone de estadísticas rigurosas, ciertas estimaciones cifran las pérdidas entre un 1/3 a 1/2 de la producción mundial (Jones, 1991).

Las exigencias del consumidor actual se orientan cada vez más por aspectos cualitativos que por cuantitativos y prefiere que las hortalizas, incluyendo la lechuga, tengan características sensoriales de alta calidad y alto porcentaje de los mismos exige productos que contengan menor cantidad de productos químicos (Riggs, 1998).

### **2.2.4 La calidad en la producción de productos hortícolas**

El concepto de calidad está determinado por el consumidor, el cual aceptará o rechazará un producto de acuerdo a la satisfacción de sus necesidades, a los que se deben incluir conceptos comerciales, higiénicos, de protección de la salud, nutricionales y sensoriales.

La calidad comercial de las lechugas en fresco comprende aspectos relacionados con la presentación externa, que son los que sirven de base para el establecimiento de las normas de calidad y la regulación de las transacciones comerciales.

Lo más dificultoso para los científicos ha sido establecer índices de calidad y métodos de medida que permitan objetivizar la determinación de la calidad en lechugas y hortalizas, pero no se ha podido establecer criterios que permitan interrelacionar los diferentes factores que integran la calidad sensorial (Romojoro, 1996).

La mayoría de especialistas consideran que los criterios para evaluar la calidad sensorial en lechugas y otras hortalizas son color, sabor y texturas los cuales vienen determinados por la composición química de los vegetales, que a su vez varía a lo largo de la vida del producto. Al producirse cambios importantes en los constituyentes químicos durante la maduración, es imprescindible establecer sus modificaciones y su influencia en la calidad de los alimentos.

Esto obliga a revisar algunos de los conceptos tradicionales que se han venido abordando en los estudios de post-producción, ya que no basta con prolongar la vida del vegetal durante un periodo más o menos largo, sino que además habrá que mantener su calidad sensorial.

### **2.3 FISILOGIA POST-COSECHA DE LA LECHUGA**

Estas líneas de innovación en el área denominada tecnología post-cosecha, que se refiere a la organización global del proceso de tratamiento, conjunto de métodos de conservación, empaquetado y transporte del producto desde su recolección hasta el consumo. Sus objetivos fundamentales son los de conservar el producto durante un periodo óptimo, manteniendo al máximo su calidad y propiedades organolépticas, nutritivas y sanitarias al mismo tiempo que se trata de reducir las pérdidas y los costos de procesamiento (Romojoro, 1996).

El término post-cosecha se puede definir como el periodo de tiempo que incluye todas las fases de comercialización de los productos hortícolas, desde la recolección hasta el consumo. En la actualidad el objetivo principal de los investigadores ha sido aumentar los periodos de conservación tratando de mantener la calidad del producto (Medlicott, 1993).

La limitación en el tiempo de conservación de la lechuga depende fundamentalmente de tres factores: 1) Producción de etileno, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>; 2) actividad metabólica de los tejidos; 3) pérdida de agua (Montes, 1998).

En los frutos no-climatéricos, como la lechuga, la pérdida de agua se convierte en el factor más limitante ya que no sólo provoca el arrugamiento del tejido, sino que acelera los procesos de maduración (Medlicott, 1993).

El proceso normal de cosecha de la lechuga incluye prácticas a nivel de campo y de cuarto frío, que se realizan con el objetivo de atenuar todos los procesos fisiológicos que puedan afectar la conservación y almacenamiento del producto, por un período de tiempo razonable de unos doce días a bajas temperaturas (0-4 °C) y humedades relativas de un 95% (Jones, 1991).

Pero, a pesar de los avances en las técnicas de conservación y almacenamiento se estima que un 25 a 40% de la lechuga cosechada se pierde una vez procesada y empacada por procesos fisiológicos (Montes, 1996).

### 2.3.1 Efecto de la maduración en los productos hortícolas

En la actualidad, se considera la maduración como un complejo fenómeno de diferenciación bioquímica controlado esencialmente por cuatro mecanismos reguladores: 1) aumento en la síntesis de enzima y ácidos nucleicos; 2) regulación de los sistemas enzimáticos; 3) cambios de permeabilidad en membranas y en la estructura celular; y 4) modificación de los equilibrios hormonales (Montes, 1996).

Durante la maduración del fruto tienen lugar una sucesión de importantes cambios bioquímicos y fisiológicos, que determinan las características sensoriales que conducen al logro de un producto adecuado para el consumo. En el cuadro 1 se recoge esquemáticamente la evolución de los constituyentes químicos que más inciden sobre la calidad sensorial del fruto durante la maduración:

Cuadro 1. Cambios en los constituyentes químicos de la lechuga.

Criterio de Calidad	Constituyente químico Implicado		Modificaciones del criterio
	Disminuye	Aumenta	
COLOR	Clorofila	Carotenos Xantofilas Favonoides Antocianinas	Cambios de color de piel y pulpa. Coloraciones amarillo-rojizas.
SABOR	Almidón Acidos orgánicos Taninos	CHO'S Proteínas	Aumento del dulzor. Disminución de la acidez. Disminución de la astringencia.
AROMA		Compuestos Aromáticos	Desarrollo del aroma y perfume.
TEXTURA	Protopectinas		Disminución de la dureza, ablandamiento del fruto.

Fuente: Romojoro, 1996.

Para la conservación de la lechuga se han buscado varias alternativas siendo una de las soluciones físicas más prominentes el uso de atmósferas modificadas (MAP), en el que se combinan los conocimientos de atmósfera controlada con las características de permeabilidad a los gases de las diferentes películas plásticas, para crear atmósferas modificadas. En estas presentaciones se incluyen asimismo servicios atractivos como las películas comestibles con amplio rango de permeabilidad y propiedades microbiológicas, físicas y sensoriales aceptables (Romojoro, 1996).

Por esta vía se pueden resolver algunos de los problemas fundamentales que plantea el almacenamiento de lechuga. En primer lugar, almacenamientos prolongados, lo que permiten regular en el tiempo su comercialización de acuerdo a la demanda. En segundo lugar, mantener las características organolépticas superando los métodos químicos, que actualmente son rechazados por los consumidores. A ello hay que unir la incorporación de servicios añadidos como materiales de envasado o control de calidad (Romojoro, 1996) (Anexo 4, Figura 1).

### **2.3.2 Estrategia para el control de la maduración de la lechuga**

Una vez determinados los factores que limitan la conservación se puede establecer estrategias para limitar el fenómeno de aceleración de la maduración, desarrollándose tecnologías que han tenido una mayor o menor aceptación de acuerdo con las posibilidades de aplicación. Existen numerosos sistemas y métodos para controlar los procesos degradativos de la calidad de la lechuga y se pueden agrupar de la siguiente forma:

Actuación sobre la intensidad respiratoria y metabolismo en general.

1. Actuación específica sobre el etileno.
2. Control de la atmósfera que rodea el fruto:
  - Atmósfera controlada
  - Atmósfera modificada
4. Control genético.

Las bajas temperaturas es el método más utilizado y tiene efectos positivos sobre la reducción de la intensidad respiratoria y del metabolismo del fruto. Se puede aplicar diferentes técnicas para cada producto; sin embargo, en algunos casos este método no permite asegurar una duración comercial suficiente de las hortalizas. Si el producto es expuesto por un tiempo prolongado a temperaturas por debajo de 12 °C se desarrolla lo que se conoce como daño por frío (Medlicott, 1993).

En el caso de la lechuga, el efecto de un largo almacenamiento es menos drástico ya que el producto se cosecha una vez que éste haya madurado en el campo, e inmediatamente se enfría para evitar una excesiva respiración del tejido.

### **2.3.3 Principios de la atmósfera modificada en lechuga**

Esta técnica de conservación de la lechuga, ya sea entera o cortada, bajo filmes plásticos con una permeabilidad definida, basándose en el cambio de las condiciones gaseosas iniciales del entorno inmediato al producto como consecuencia de su metabolismo y la barrera semipermeable del empaque (Romojoro, 1996).

La atmósfera modificada depende de un equilibrio dinámico, entre el metabolismo del fruto y la permeabilidad del film utilizado, para poder llegar a las condiciones de equilibrio óptimas para el almacenamiento de la lechuga.

La lechuga, al ser encerrada en un film plástico de permeabilidad determinada, la modificación de la composición de la atmósfera interna inicial, empobreciéndose en O<sub>2</sub> y enriqueciéndose en CO<sub>2</sub> y vapor de agua (Anexo 4, Figura1).

Después de un periodo inicial de adaptación a las nuevas condiciones atmosféricas se establece un equilibrio dinámico entre los gases producidos endógenamente y los gases del medioambiente que rodea a la lechuga (Anexo5, Tabla 1).

En este equilibrio, el porcentaje de consumo de O<sub>2</sub> y el desprendimiento de CO<sub>2</sub> equivalen al porcentaje de salida de estos gases a través del empaque a una temperatura determinada, esto se ha denominado modificación pasiva, en donde la atmósfera depende de la respiración de la lechuga y de la permeabilidad del film utilizado (Menchura, 1989) (Anexo 5, Figura 1).

Una vez que la lechuga ha sido empacada se producen dos tipos de intercambio simultáneamente para obtener una atmósfera estable en el film como ser: vegetal-microambiente y microambiente-atmósfera externa (Romojoro, 1996) (Anexo 5, Figura 2).

### **2.3.4 Características de los filmes plásticos para el envase de lechuga**

Los filmes utilizados en la industria para el envasado de lechuga son pocos entre los cuales: PVC, polietileno, polipropileno y poliestireno, los cuales se eligen en base a la actividad metabólica del producto, la temperatura de conservación y la permeabilidad del film a ciertos gases como el oxígeno, dióxido de carbono, etileno y vapor de agua.

Hasta hace poco los únicos plásticos utilizados eran de permeabilidad selectiva, es decir, con *permeabilidades específicas* o selectivas para los gases generados en el interior del envase. Por esta razón se han desarrollado diferentes técnicas de microperforación de la superficie de estos plásticos se ha podido mejorar la difusión de los gases a través del film, teniendo la particularidad de presentar la misma permeabilidad frente al oxígeno y al dióxido de carbono por lo que se denominan de *permeabilidad no selectiva* (Jenkins, 1991) (Anexo 6, Tabla 1).

Estos filmes microperforados han permitido modificar el flujo de gases por el envase, aumentándolo o disminuyéndolo, en función del número de microperforaciones, lo que permite disponer de la permeabilidad más adecuada para la variedad de lechuga utilizada (Menchura, 1989) (Anexo 6, Figura 1).

### **2.3.5 Efecto de la atmósfera modificada sobre la lechuga**

Uno de los principales efectos de la atmósfera modificada sobre el metabolismo de la lechuga es el descenso de la tasa respiratoria, disminuyendo el consumo de sustratos, producción de CO<sub>2</sub>, consumo de O<sub>2</sub> y desprendimiento de calor. El resultado es un frenado del metabolismo y por tanto una vida de conservación potencialmente más larga (Romojoro, 1996).

Este efecto inhibitor puede ser reversible si la actividad fisiológica no ha sido alterada, recuperándose la actividad metabólica normal del fruto una vez que se extraen de los envases y se colocan de nuevo al aire.

En lechuga se ha determinado que el nivel mínimo crítico de O<sub>2</sub> en el interior de los empaques es de 1% pues de lo contrario se iniciara el metabolismo anaerobio, produciéndose un aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> y formación de etanol. Este nivel crítico de O<sub>2</sub> depende de la variedad de lechuga, temperatura y tiempo de conservación (Jenkins, 1991) (Anexo 7, Tablas 1-2).

Las bajas concentraciones de O<sub>2</sub> y las altas de CO<sub>2</sub> afectan el metabolismo de algunos constituyentes responsables del color, textura, sabor, aroma y la velocidad de degradación (Medlicott, 1993).

Cuando los niveles de oxígeno y dióxido de carbono se encuentran fuera de los niveles de tolerancia se pueden producir fenómenos de empardeamiento y al mismo tiempo limitan las posibilidades de obtener la coloración normal de la lechuga cuando se transfiera fuera del empaque.

### **2.3.6 Efectos negativos de la atmósfera modificada en la lechuga**

- En lechuga, concentraciones de dióxido de carbono del 15% afectan el metabolismo fenólico, al activar la enzima fenilalaninaamonioliasa, lo que da lugar a un desarrollo de manchas marrones en sus hojas (Artes, 1998).
- Por el contrario, la polifenoloxidasas disminuye en presencia de CO<sub>2</sub>, pero cuando el tejido de lechuga, vuelve a las condiciones normales, la oxidación de fenoles y aparecen las manchas marrones.
- El exceso de humedad relativa que se puede formar en el interior del envase como consecuencia de la respiración del producto y la permeabilidad del film al vapor de agua, puede favorecer el desarrollo de agentes patógenos debido a la película de agua que se forma por condensación, aumentando la flora láctica y mesofílica aerobia.

### **2.3.7 Ventajas de la atmósfera modificada en el almacenamiento de lechuga**

- Los niveles bajos de oxígeno y altos de dióxido de carbono, dentro de los rangos de tolerancia de cada producto, permiten alargar los períodos de conservación.

- Limitación de la pérdida de peso y disminución de los procesos de arrugamiento de los tejidos (Bennik, 1998).
- Evita pérdida de la textura y coloración de los tejidos.
- Reducción del desarrollo de microorganismos, como consecuencia de la acción fungistática y bactericida del CO<sub>2</sub>, que inhibe a *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica* y *Escherichia coli*.
- Disminución más lenta en los contenidos de azúcares, ácidos y vitaminas.

## 2.4 FLORA MICROBIANA EN LECHUGA FRESCA

Todas las plantas verdes poseen una microflora residente en la superficie que normalmente subsiste en cantidades trazas de carbohidratos, proteínas y sales minerales que se disuelven en las exudaciones de la planta. Otras fuentes de contaminaciones microbianas son el suelo, agua de riego, polvo y el contacto que se tiene con la lechuga al momento de la cosecha y del procesamiento (Jay, 1996).

La población de microorganismos presentes depende del tipo de vegetal y del ambiente durante la producción y cosecha, así en el caso de la lechuga los conteos bacterianos pueden llegar hasta 10<sup>7</sup> por gramo de lechuga, siendo los principales tipos de microorganismos los formadores de esporas, corniformes, y bacterias lácticas que se ven favorecidas por el nivel de carbohidratos y la baja acidez de la lechuga. (Brackett y Splittoesser, 1992)

En algunos casos se puede encontrar la presencia de *Escherichia coli* que se relaciona al uso de aguas contaminadas para irrigación o lavado, heces fecales de animales, manos sucias o superficies contaminadas por los cosechadores (Teuben, 1998).

Según Jones (1991), a pesar de que el uso de bajas temperaturas combinado con las atmósferas modificadas pueden asegurar obtener un producto fresco durante el almacenamiento este método puede favorecer el desarrollo de microorganismos anaerobios facultativos especialmente *clostridium botulinum* y sus toxinas las cuales a pesar de que el producto parezca apto para el consumo humano puede que el producto este contaminado.

Para evitar este problema se recomienda mantener el producto a la temperatura óptima de almacenamiento y que durante el procesamiento de la materia prima no ocurran contaminaciones al producto.

## 2.5 USOS DE ADITIVOS EN EL PROCESAMIENTO DE LECHUGA FRESCA

Los aditivos alimenticios se definen como componentes de los alimentos que en forma directa o indirecta afectan las características de los alimentos modificando o preservando la calidad de los alimentos (Anexo 8).

Las estadísticas mundiales indican que una persona adulta consume al año su peso en aditivos ya sean naturales o artificiales, dando una imagen real de los usos dentro de la industria alimentaria. La mayor parte de estos aditivos incluye algunos que no son considerados aditivos por los consumidores como ser: el uso de endulzantes como el azúcar y la miel, especias, levaduras y compuestos fortificantes. Si se eliminara la parte que representan estos aditivos el consumo *per capita* se reduce a 5 libras (Jones, 1991).

A pesar de esto en los últimos años hay una marcada tendencia de los consumidores por reducir el uso de aditivos en los alimentos que consumen, el principal problema radica en que los mismos consumidores no saben ni siquiera los nombres de los compuestos utilizados y mucho menos su funcionalidad dentro de un producto (Jones, 1991).

Del total de aditivos utilizados los preservantes representan un 4.5%, mientras que los saborizantes y colorantes representan un 75% (Anexo 9, Figura 1).

## **2.6 DEFINICION DE CONCEPTOS RELACIONADOS AL HACCP**

- Fase operacional: Cualquier etapa de la fabricación del producto incluidas la recepción o producción de las materias primas.
- Incidencia: Es la ocurrencia de algo no deseado y que puede poner en peligro la garantía de salubridad del producto.
- Limite crítico: Es el valor a partir del cual se considera que no es aceptable el riesgo que se corre.
- Punto critico de control (PCC): Es el punto, fase u operación en el que puede aplicarse un control para eliminar o reducir a niveles aceptables un riesgo que puede afectar la salubridad de un alimento.
- PCC1: Es un pcc en el que el control es totalmente eficaz.
- PCC2: Es un pcc en el que el control es parcialmente eficaz.
- Riesgo: Es la posibilidad de que ocurra un daño. Puede ser físico, químico o biológico (Jordana, 1998).

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 UBICACION DEL PROYECTO**

El trabajo investigativo se llevo a cabo en la planta de Industrias Horto-Frutícolas de Zamorano donde se elaboran productos procesados, utilizando como materia prima hortalizas y frutas, que se producen en los campos del Zamorano y zonas productoras aledañas a la institución, en tres líneas de producción.

#### **3.2 ESQUEMA GENERAL DE LA INVESTIGACION**

El esquema general de la investigación se resume en la figura 1, donde se enmarca todas las fases en la que se dividió la investigación.

#### **3.3 MATERIAL Y EQUIPO EMPLEADO**

- Cuchillos de mesa
- Tablas para cortar
- Centrifugadora manual con recipiente con capacidad máxima de 2.5 Kg.
- Tinajas plásticas con capacidad para 40 litros
- Baldes plásticos con capacidad para 20 litros
- Hielo
- Bolsa plástica Criovac para 250 g.
- Empacadora al vacío
- Aditivos químicos: benzoato de sodio, bisulfito de sodio y ácido cítrico
- Balanza
- Termómetro
- Bandejas de acero inoxidable
- Colador plásticos

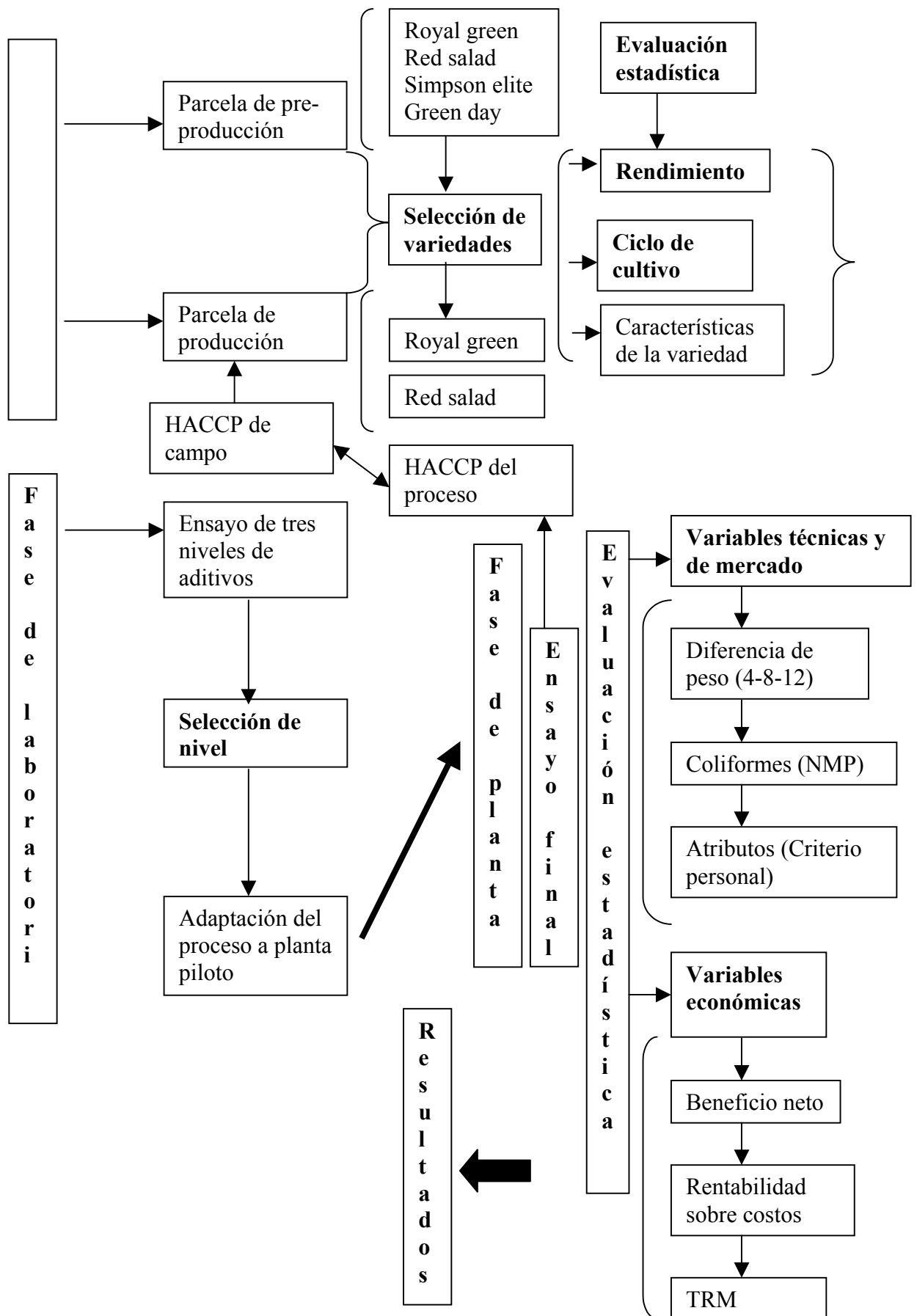
#### **3.4 TRATAMIENTOS EVALUADOS**

En el experimento que se realizo se evaluaron parámetros tanto de campo como de procesamiento los cuales se combinaron en un diseño factorial simple dando como resultado treinta y dos tratamientos combinados.

Los parámetros estudiados fueron:

- Dos variedades de lechuga de hoja, una variedad roja y una variedad verde.
- Dos líneas de producción, una fría (12°C) y una a temperatura ambiente, para determinar si tenía un efecto significativo en el tiempo de almacenamiento de la lechuga ya procesada.

Figura 1. Esquema general de la investigación.



- Dos tipos de empaçado, al vacío utilizando 1/2 atmósfera de presión y sin vacío.
- Dos tipos de presentación física de la hoja, entera y picada.
- Uso de complejo de aditivos.

### 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental es el de un factorial simple en el que se obtuvieron 32 tratamientos combinados, con sus respectivos unidades experimentales analizadas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Esquema del diseño experimental.

		VARIEDAD ROJA		VARIEDAD VERDE	
		Frío	Amb.	Frío	Amb.
Hoja Picada	Vacío	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas
	Sin vacío	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas
Hoja Entera	Vacío	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas
	Sin vacío	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas

### 3.6 VARIABLES EVALUADAS

#### 3.6.1 De campo

- Rendimiento observado en las parcelas de pre-producción y parcelas de producción.
- Cálculo del rendimiento por lote = Rendimiento observado x  $\Delta$  en número de ciclos de cultivo por lote.
- Duración del ciclo de cultivo de las variedades probadas.

### **3.6.2 Económicas**

- Costos diferenciales y totales de cada tratamiento.
- Precio del producto en base a productos sustitutos existentes en el mercado.
- Ingreso bruto y neto para cada tratamiento.
- Tasa de retorno marginal:  $TRM = \frac{\Delta \text{ en beneficio neto}}{\Delta \text{ en costos}}$

### **3.6.3 Del proceso**

- Diferencia de peso: Se determinó tomar medidas de peso en el producto empacado a los cuatro, ocho y doce días de almacenado el producto.
- Atributos: Se analizó el deterioro del producto tomando como parámetros de calidad los cambios en color, manchas, líquido extracelular y olor del producto en intervalos de cuatro días de almacenado.
- Microbiológica: Cuantificar la cantidad de coliformes por gramo de producto.

### **3.6.4 De mercado**

- Relacionadas al consumo de lechuga mínimamente procesada y a la disponibilidad de este producto en el mercado local.
- Relacionadas a la presentación de la hoja de lechuga, frecuencia de consumo y el precio que los consumidores estarían dispuestos a pagar.
- Relacionadas a las características del producto que los consumidores toman en cuenta para consumir este tipo de producto y al uso de aditivos.

## **3.7 FASES DEL ENSAYO**

### **3.7.1 Fase de campo**

Esta fase constituye la parte inicial del ensayo ya que en el se buscaba seleccionar las dos mejores variedades de un grupo de cuatro, las cuales fueron evaluadas en los dos sistemas de producción convencional y orgánica, las cuales fueron discriminadas por su respuesta a las condiciones de explotación en Zamorano, tomando en cuenta el rendimiento, ciclo productivo y respuesta a las prácticas culturales realizadas en ambos sistemas de producción.

**3.7.1.1 Ubicación y tamaño de las parcelas.** El tamaño de la parcela de pre-producción se estableció sembrándose 75 m<sup>2</sup> de cada variedad, seleccionándose las variedades “Royal Green” y la “Red Salad Bowl”, ya que tuvieron los rendimientos más altos y llegando a cosecha a los 21 días de transplante (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de las parcelas en los dos sistemas de producción.

Sistema de Producción	Ubicación de Las parcelas	Tamaño de las Parcelas m <sup>2</sup>	Número de ciclos	Días en el campo
Convencional	Zona II y III	450	4	21
Orgánico	Pastos	450	4	21

### 3.7.2 Fase de laboratorio

Esta fase se llevo acabo con el fin de seleccionar el nivel de complejo de aditivos a utilizar tratando de observar el proceso en una menor escala y poder adaptar el proceso a la planta piloto, evaluando la perdida de peso cada cuatro días y observando el deterioro físico del producto envasado.

Los niveles fueron establecidos a partir de una formulación empleada en Guatemala, los cuales fueron tomados como los niveles medios; El nivel alto fue determinado al añadirse 50% más sobre el nivel medio y el nivel bajo 50% menos que el nivel medio(Cuadro 4).

Cuadro 4. Complejo de aditivos empleados en tres niveles en la fase de laboratorio.

ADITIVO/NIVEL	BAJO	MEDIO	ALTO
Cloro 65%	25ppm	50ppm	75ppm
Benzoato de sodio	0.040%	0.077%	0.12%
Bisulfito de sodio	0.016%	0.032%	0.048%
Acido cítrico	0.028%	0.055%	0.083%

**3.7.2.1 Diseño del ensayo en el laboratorio.** El diseño empleado en la etapa de laboratorio era similar al del ensayo final con el objetivo de determinar los niveles óptimos del complejo de aditivos a utilizar en el proceso para la conservación de la lechuga una vez almacenada (Cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución de las unidades experimentales en la fase de laboratorio.

NIVELES DE ADITIVOS							
Presentación De hoja		BAJO		MEDIO		ALTO	
		Vacío	Sin vacío	Vacío	Sin vacío	Vacío	Sin vacío
Variedad verde	Entera	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas
	Picada	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas
Variedad roja	Entera	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas
	Picada	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas	3 réplicas

Los aditivos incluidos en complejo tienen funciones específicas que contribuyen a disminuir la actividad del agua e inhiben el desarrollo de microorganismos patógenos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Función de los aditivos en el proceso de conservación de la lechuga.

Aditivo	Funciones
Cloro al 65%	Reducir la población inicial de microorganismos
Benzoato de sodio	En condiciones ácidas controla mohos y levaduras
Bisulfito de sodio	Fuente de azufre para el control de bacterias acéticas
Acido cítrico	En condiciones anaeróbicas controla bacterias putrefactivas

### 3.7.3 Fase de planta

Se estableció el ensayo final utilizando el nivel del complejo de aditivos alto evaluando el comportamiento de las variables de proceso que determinan la calidad del producto final.

El proceso de elaboración del producto se puede observar en el flujo de proceso esquematizado en la Figura 2.

Figura 2. Flujo de proceso.

Descripción

La lechuga de hoja alcanza su tamaño comercial a los 21 días de transplantada al campo.

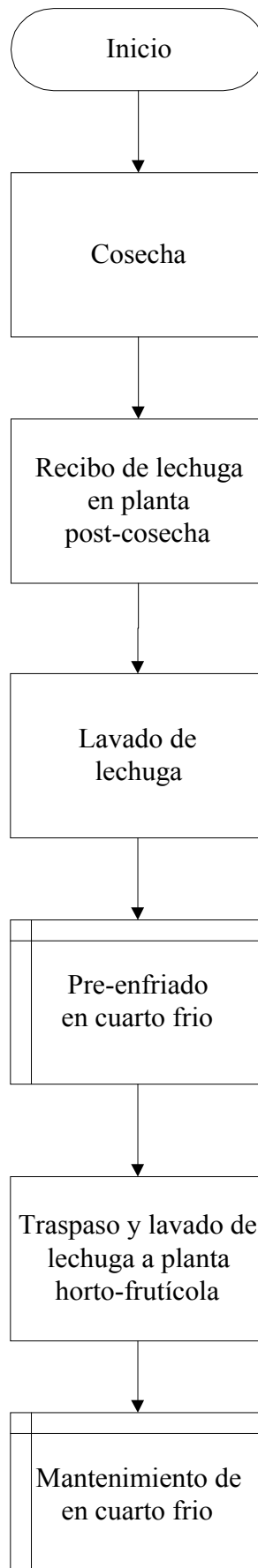
Se procedía pesar y lavar la lechuga después de cosechada.

Eliminación de tierra a través de lavado a presión.

Mantenimiento de lechuga en cuartos fríos a una temperatura de 0-5°C, con el propósito de eliminar el calor de campo.

Posteriormente a la eliminación del calor de campo, se recibía la lechuga en la planta horto-frutícola para ser procesada.

La lechuga se mantenía en el cuarto frío a 12°C durante 48 horas .



Extraer la lechuga del cuarto frío, para pasar a ser procesada por la línea fría o a temperatura ambiente.

Determinar la forma de la hoja a empaclar, entera o picada.

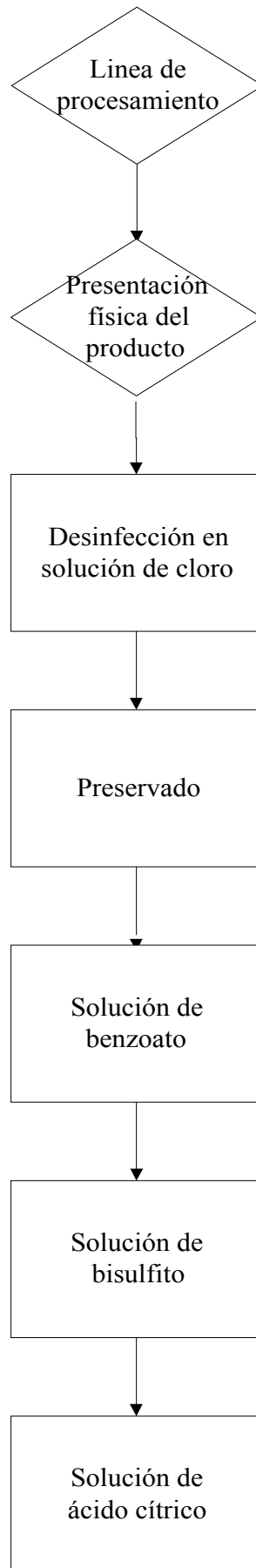
La solución para desinfección se preparo utilizando cloro al 60%, agregándose la cantidad para 40 litros.

Se pasa la lechuga por las diferentes soluciones de los aditivos.

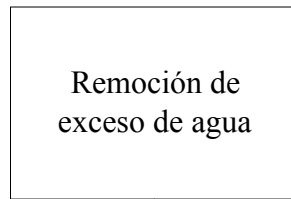
Se agregaba a 40 litros a una concentración y se mantuvo la lechuga en suspensión por 15 segundos.

Se agregaba a 40 litros a una concentración y se mantuvo la lechuga en suspensión por 15 segundos.

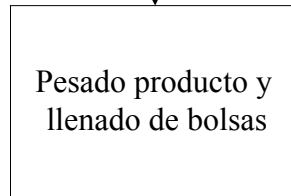
Se agregaba a 40 litros a una concentración y se mantuvo la lechuga en suspensión por 15 segundos.



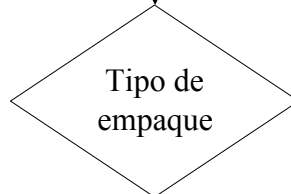
Se utilizo una centrifuga manual, con una velocidad de 3000 r.p.m. por un período de 1.5 minutos por tanda de lechuga.



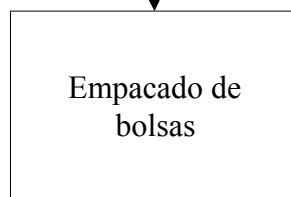
Se lleno las bolsas con 140 gramos de producto.



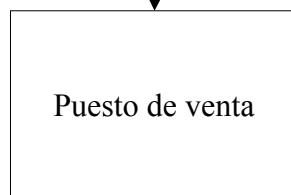
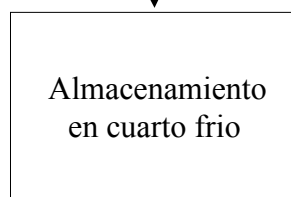
Se determinaba si la lechuga se empacaba al vacío o sin vacío.



Se empaco la lechuga a 0.5 atmósfera de vacío y 8 de sellado.



El almacenamiento se realiza a 12°C por un período de 12 días.



### 3.7.4 Fase de mercado

Esta fase se realizó en el puesto de ventas de Zamorano analizando una muestra de 100 individuos seleccionados al azar en la que se buscó determinar la aceptabilidad, percepción y grado de conocimiento de los consumidores del producto (Anexo 11).

## 3.8 ANALISIS ESTADISTICO Y ECONOMICO

### 3.7.1 Análisis estadístico

Para analizar los datos de cada variable se ajustaron modelos lineales para evaluar las variables mencionadas, resumiendo la metodología en la Figura 3.

$$Y_{ijklm} = \mu + \tau_i + \beta_j + \chi_k + \varepsilon_l + \phi_m + (\tau^*\beta)_{ij} + (\tau^*\chi)_{ik} + (\tau^*\varepsilon)_{il} + (\tau^*\phi)_{im} + (\beta^*\chi)_{jk} + (\beta^*\varepsilon)_{jl} + (\beta^*\phi)_{jm} + (\chi^*\varepsilon)_{kl} + (\chi^*\phi)_{km} + (\varepsilon^*\phi)_{lm} + (\tau^*\beta^*\chi)_{ijk} + (\tau^*\beta^*\varepsilon)_{ijl} + (\tau^*\beta^*\phi)_{ijm} + (\tau^*\chi^*\varepsilon)_{ikl} + (\tau^*\chi^*\phi)_{ikm} + (\tau^*\varepsilon^*\phi)_{ilm} + (\beta^*\chi^*\varepsilon)_{jkl} + (\beta^*\chi^*\phi)_{jkm} + (\chi^*\varepsilon^*\phi)_{klm} + (\tau^*\beta^*\chi^*\varepsilon)_{ijkl} + (\tau^*\beta^*\chi^*\phi)_{ijkm} + (\tau^*\beta^*\varepsilon^*\phi)_{ijlm} + (\tau^*\chi^*\varepsilon^*\phi)_{iklm} + (\beta^*\chi^*\varepsilon^*\phi)_{jklm} + (\tau^*\beta^*\chi^*\varepsilon^*\phi)_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$	Variable observada i.j.k.l.m
$\mu$	Promedio de las variables
$\tau_i$	Efecto de las variedades
$\beta_j$	Efecto de los aditivos
$\chi_k$	Efecto de la presentación de la hoja
$\varepsilon_l$	Efecto de la línea de procesamiento
$\phi_m$	Efecto del tipo de empaque
$(\tau^*\beta)_{ij}$	Efecto combinado de las variedades*aditivos
$(\tau^*\chi)_{ik}$	Efecto combinado de las variedades*presentación
$(\tau^*\varepsilon)_{il}$	Efecto combinado de las variedades*línea
$(\tau^*\phi)_{im}$	Efecto combinado de las variedades*empacado
$(\beta^*\chi)_{jk}$	Efecto combinado de aditivos*presentación
$(\beta^*\varepsilon)_{jl}$	Efecto combinado de aditivos*línea
$(\beta^*\phi)_{jm}$	Efecto combinado de aditivos*empacado
$(\chi^*\varepsilon)_{kl}$	Efecto combinado de la presentación*línea
$(\chi^*\phi)_{km}$	Efecto combinado de la presentación*empacado
$(\varepsilon^*\phi)_{lm}$	Efecto combinado de la línea*empacado
$(\tau^*\beta^*\chi)_{ijk}$	Efecto combinado de variedades*aditivos*presentación
$(\tau^*\beta^*\varepsilon)_{ijl}$	Efecto combinado de variedades*aditivos*línea
$(\tau^*\beta^*\phi)_{ijm}$	Efecto combinado de variedades*aditivos*tipo de empaque
$(\tau^*\chi^*\varepsilon)_{ikl}$	Efecto combinado de las variedades*presentación*línea
$(\tau^*\chi^*\phi)_{ikm}$	Efecto combinado de las variedades*presentación*tipo de empaque
$(\tau^*\varepsilon^*\phi)_{ilm}$	Efecto combinado de variedades*línea*empacado
$(\beta^*\chi^*\varepsilon)_{jkl}$	Efecto combinado de aditivos*presentación*línea
$(\beta^*\chi^*\phi)_{jkm}$	Efecto combinado de aditivos*presentación*empacado
$(\chi^*\varepsilon^*\phi)_{klm}$	Efecto combinado de la presentación* línea*empacado
$(\tau^*\beta^*\chi^*\varepsilon)_{ijkl}$	Efecto combinado de variedades*aditivos*presentación*línea
$(\tau^*\beta^*\chi^*\phi)_{ijkm}$	Efecto combinado de variedades*aditivos*presentación*empacado

$(\tau*\beta*\epsilon*\phi)_{ijklm}$	Efecto combinado de variedades*aditivos*linea*empacado
$(\tau*\chi*\epsilon*\phi)_{iklm}$	Efecto combinado de las variedades*presentación*linea*empacado
$(\beta*\chi*\epsilon*\phi)_{jklm}$	Efecto combinado de aditivos*presentación*linea*empacado
$(\tau*\beta*\chi*\epsilon*\phi)_{ijklm}$	Efecto combinado de variedades*aditivos*presentación*linea*empacado

**3.8.1.1 Análisis comparativo.** Al analizar comparativamente los diferentes tratamientos se utilizó el programa estadístico SAS versión 5.0 en el cual se realizó la prueba de SNK para la comparación múltiple de medias de los diferentes tratamientos en cuanto a las variables: Rendimiento observado, rendimiento por lote, pérdida de peso, microbiológica, costos e ingreso neto.

**3.8.1.2 Análisis de relación.** Se efectuó una la prueba de chi-cuadrado en los programas SAS versión 5.0 y SPSS versión 7.5 a los resultados muestrales de las variables microbiológica, de mercado, pérdida de peso y atributos del producto almacenado.

### 3.8.2 Análisis económico

Para analizar económicamente los diferentes tratamientos se empleó la metodología del CIMMIT de costos, ingreso y beneficios incrementales, para calcular la tasa de retorno marginal.

Este análisis permitió determinar el costo de producir una ensalada utilizando el tratamiento que tuvo menos pérdidas durante el almacenamiento, para posteriormente obtener el precio de venta, el cual debería de competir con productos sustitutos como la lechuga a granel y la lechuga empacada en bandejas.

## 3.9 ANALISIS MICROBIOLÓGICO

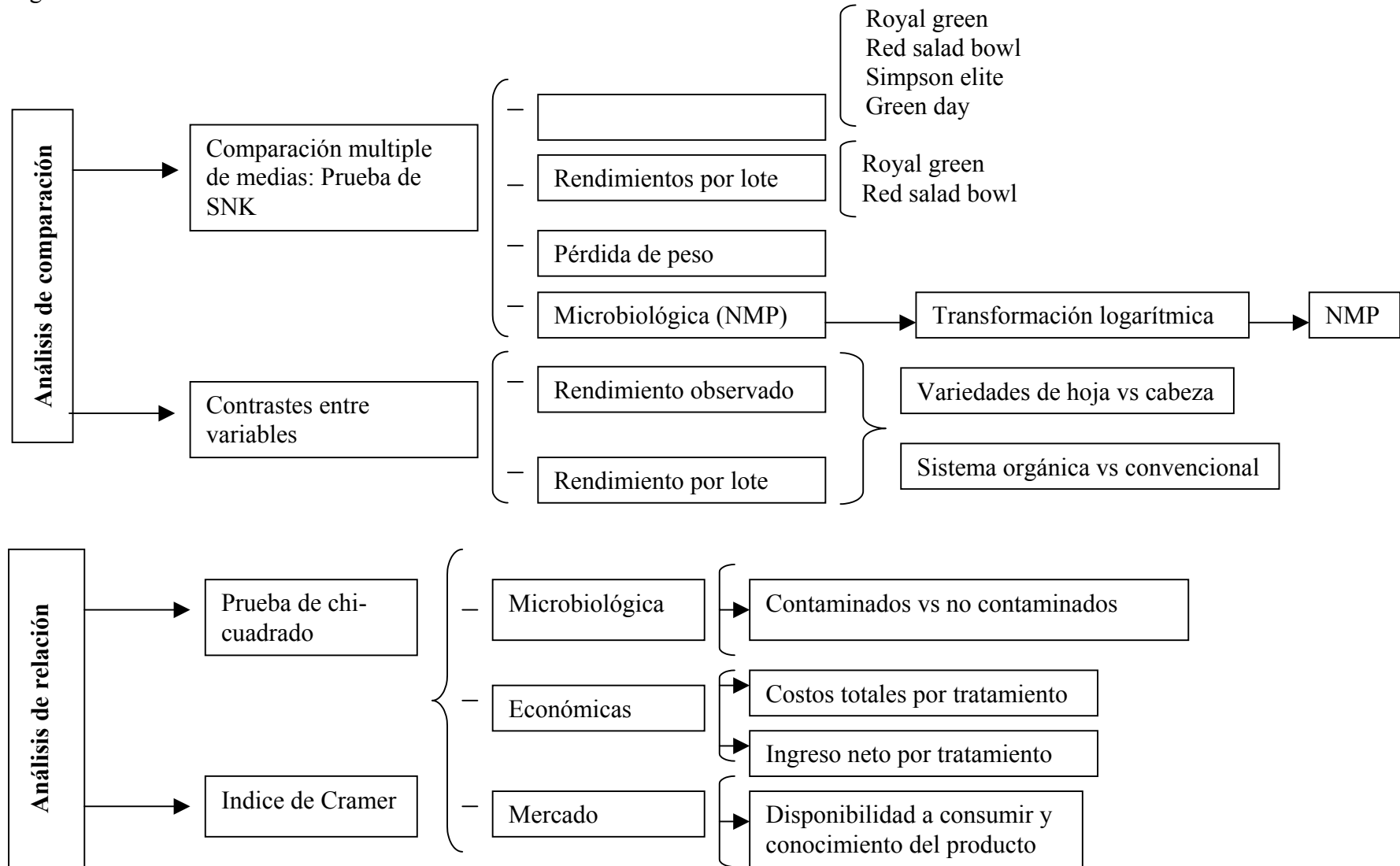
Para determinar la calidad microbiológica del producto se empleó el procedimiento del número más probable (NMP) de coliformes por gramo de producto a los doce de almacenamiento (Peeler, 1992).

### 3.9.1 Método del número más probable (NMP)

Este método está basado en el uso de probabilidades, ya que utiliza microorganismos indicadores para detectar la presencia de microorganismos patógenos, ya que son casi imposible todos los patógenos, y poder determinar las fuentes de contaminación.

Este método es semi cuantitativo, ya que se basa en la cantidad de tubos contaminados para determinar el número más probable de bacterias por gramo o mililitro (Anexo 10).

Figura 3. Secuencia del análisis estadístico.



### **3.10IMPLEMENTACION DE HACCP**

#### **3.10.1 Principios del HACCP**

El HACCP se desarrollo como iniciativa de la NASA para garantizar la calidad de los productos alimentarios de los programas espaciales, teniendo resultados positivos ya que el sistema redujo las contaminaciones e intoxicaciones a 0% (Forsythe y Hayes, 1998).

Según Jordana (1998), a partir de estos resultados se ha modificado y adaptado el HACCP la industria alimentaria siguiendo siete principios básicos:

- 1- Identificar los riesgos específicos asociados con la producción del producto en todas sus fases e identificar las medidas preventivas de su control.
- 2- Determinar las fases/ procedimiento / puntos operacionales que puedan controlarse para eliminar riesgos o reducir al mínimo la posibilidad de que se produzcan.
- 3- Establecer él limite critico que no deberá sobrepasarse para asegurarse que el pcc este bajo control y para el cual se utiliza el árbol de decisión de PCC.
- 4- Establecer un sistema de vigilancia para asegurar el control de los PCC mediante el programa adecuado.
- 5- Establecer las medidas correctoras adecuadas que habrán de adoptarse cuando un pcc no este bajo control.
- 6- Establecer los procedimientos de verificación para comprobar que el sistema HACCP funciona.
- 7- Establecer el sistema de documentación de todos los procedimientos.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 FASE DE CAMPO

#### 4.1.1 Parcelas de pre-producción

En la fase de campo se estableció dos parcelas de pre-producción de 300 m cada una, en los sistemas de producción convencional y orgánica, para determinar las dos mejores variedades desde el punto de vista de rendimiento y su respuesta a las condiciones climáticas manifestadas a través del ciclo de cultivo, para pasar a la etapa de procesamiento.

En ambas parcelas de producción las variedades "Royal Green" y la "Red Salad Bowl" mostraron la mejor respuesta a las prácticas realizadas en el campo con rendimientos observados de 111.0 y 54.32 kg/m<sup>2</sup> en el sistema convencional y 86.3 y 43.5 kg/m<sup>2</sup>, luego estos fueron extrapolados obteniéndose rendimientos esperados promedios en ambos sistemas de producción de 13.25 y 6.5 Tm/ha para cada variedad (Cuadro 7).

Las variedades Green day y Simpson elite fueron las que mostraron la respuesta más errática en ambos sistemas de producción con rendimientos esperados medios de 5.8 y 5.45 Tm/ha (Cuadro 7).

Cuadro 7. Rendimientos observados de las cuatro variedades en parcelas de pre-producción de 75 m<sup>2</sup> en zona III y Orgánica.

Variedad	Rendimiento observado (kgs)		Rendimiento esperado (Tm/ha)	
	Zona II	Orgánica	Zona II	Orgánica
Royal green	111.0	86.3	14.8	11.5
Red salad bowl	54.32	43.5	7.20	5.8
Green day	49.32	37.5	6.6	5.0
Simpson elite	46.7	35.2	6.20	4.7

Esta diferencia en la muestra fue analizada estadísticamente para determinar el nivel de significancia de diferencias entre las medias de las variedades y poder inferir poblacionalmente cuales fueron las que mejor respuesta mostraron.

Las fuentes de variación en este caso fueron las variedades, el sistema de producción y el error experimental, siendo la variable dependiente el rendimiento. En el cuadro 2

se muestra los grados de libertad, el valor f y el nivel de significancia de las diferentes fuentes de variación (Cuadro 8).

El modelo estadístico tiene un valor R cuadrado de 0.986 por lo que explica el 99% de los valores observados con un coeficiente de variación de 8.27 a un nivel de significancia de 0.05.

Cuadro 8. Fuentes de variación en el modelo estadístico para el rendimiento observado.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Valor F	Pr>F
Variedades	3	65.0	0.003
Sistema de producción	1	18.62	0.022
Error experimental	3	0.41	
Total	7		
R cuadrado=0.986      Coeficiente de variación=8.27      Media=7.73 Tm/ha			

En la comparación múltiple de medias se utilizó la prueba SNK a un nivel de significancia de 0.05, obteniéndose diferencia estadísticamente significativa únicamente entre los rendimientos esperados de la variedad "Royal Green", pero no entre las demás variedades, por lo que la diferencia obtenida en la muestra es debida al efecto de otros factores por lo que sus rendimientos son similares (Cuadro 9).

Cuadro 9. Comparación múltiple de medias entre los rendimientos esperados de las diferentes variedades.

Variedad	Media (Tm/ha)	Agrupamiento SNK*
Royal Green	13.15	A
Red salad Bowl	6.5	B
Green day	5.8	B
Simpson Elite	5.45	B

\* Variedades con misma letra no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos esperados.

Al comparar ambos sistemas de producción, se obtuvo una media de 8.7 Tm/ha, en el sistema convencional y 6.75 Tm/ha, en el sistema orgánico como promedio entre ambas variedades.

Esta diferencia, de 1.95 Tm/ha, entre el rendimiento es debida al efecto directo de la variedad y del sistema de producción ya que esa diferencia para las variedades en ambos sistemas de explotación, es significativa a un  $\alpha=0.05$ , lo que coincide con lo esperado (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparación múltiple entre los sistemas de producción a través de una prueba de SNK a un  $\alpha=0.05$ .

Sistema de explotación	Media (Tm/ha)	Agrupamiento SNK*
Convencional	8.7	A
Orgánico	6.75	B

\* Sistemas con misma letra no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos esperados.

A partir de los resultados del análisis se selecciono la variedad "Royal Green", por presentar los rendimientos más altos. La otra variedad, la "Red Salad Bowl" fue seleccionada tomando en cuenta características físicas como ser la conformación, tamaño y el color ya no hubo diferencia entre los rendimientos observados y esperados (Cuadro 11).

Cuadro 11. Descripción de las variedades utilizadas.

Variedad	Días a madurez	Tamaño	Color	Hojas	Características
Red Salad Bowl	50	Grande	Roja	Lobuladas	Buena coloración y sabor fuerte
Royal Green	55	Grande	Verde mediano	Anchas, Suaves	Produce buen peso y uniformidad
Simpson Elite	55-60	Grande	Verde claro	Corrugadas	Falta de precocidad para formarse
Green Day	55	Mediana	Verde oscuro	Lisas	Buen tamaño y coloración pareja

#### 4.1.2 Parcelas de producción

Bajo las condiciones de explotación las variedades de lechuga de hoja tuvieron en promedio 14 días en la etapa de invernadero y 21 días en el campo, lo que implica que variedades de hoja tienen un ciclo vegetativo de 24 días más corto que las variedades de lechuga de cabeza utilizadas en Zamorano y 15-20 días más corto que el ciclo de las mismas variedades mencionados en la literatura.

En comparación con las principales variedades de cabeza utilizadas en Zamorano, Ithaca y mesa 659, las variedades de hoja probadas en las parcelas de producción tuvieron rendimientos superiores que la variedad Mesa 659 e inferiores que la variedad Ithaca, pero se compensa por un ciclo de cultivo más corto que permite obtener un ciclo de campo más por unidad de terreno (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de rendimiento y ciclo de cultivo entre variedades de lechugas de cabeza producidas en Zamorano versus variedades de hoja probadas a los 15 días a transplante.

Variedad	Tipo de Lechuga	Días a cosecha	Ciclo (Días)	Rendimiento Medio esperado (Tm/ha)
Ithaca	Cabeza	45	60	19.75
Mesa 659	Cabeza	45	60	6.68
Red Salad Bowl	Hoja	21	36	5.8-7.2
Royal Green	Hoja	21	36	11.5-14.8

Esta reducción en el ciclo de cultivo implica una utilización más intensiva de las tierras y mano de obra dedicadas a la producción hortícola, permitiendo tener una mayor cantidad de lechuga y por ende mayores rendimientos e ingresos por lote, bajo las condiciones de Zamorano.

De esto se evaluó las variables rendimiento observado y rendimiento por lote, el cual se determinó al multiplicar los rendimientos observados por el número de ciclos, de las diferentes variedades para justificar técnica y económicamente la incorporación de lechugas de hoja en la explotación hortícola de Zamorano (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación entre los rendimientos observados y los rendimientos por lote para las variedades de hoja y cabeza.

Variedad	Tipo de lechuga	Rendimiento esperado tm/ha	Ciclos/lote	Rendimiento/lote tm/ha
Ithaca	Cabeza	33.3	1	33.30
		23.16	1	23.16
		5.74	1	5.74
Mesa 659	Cabeza	10.47	1	10.47
		8.8	1	8.80
		5.03	1	5.03
Red Salad Bowl	Hoja crespa	7.24	1.7	12.31
		5.28	1.7	8.98
		8.72	1.7	14.91
Royal Green	Hoja crespa	14.8	1.7	25.16
		12.4	1.7	21.08
		16.2	1.7	27.54

Para determinar si la diferencia entre los rendimientos observados de las variedades se elaboró el modelo estadístico teniendo como variable dependiente el rendimiento esperado, para el cual las fuentes de variación lo constituirían las variedades, el tipo de lechuga y el error experimental.

Este modelo presento un valor f de 2.31 y un nivel de significancia de  $\alpha=0.15$ , en el cual se explica un 46% de los valores observados con un coeficiente de variación de 57.35%. La media de la variable rendimiento observado para todas las variedades fue de 12.6 Tm/ha (Cuadro 14).

Cuadro 14. Valor F, grados de libertad y nivel de significancia para las fuentes de variación y coeficientes relacionados al modelo estadístico para la variable rendimiento observado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Valor F	Pr>F
Variedades	3	2.31	0.15
Tipo de lechuga	1	0.75	0.32
Error experimental	7		
Total	11		
R cuadrado=0.46    Coeficiente de variación=57.35    Media Rendimiento=12.6			

Para la variable rendimiento por lote se estableció el modelo estadístico en forma similar pero con un valor R cuadrado de 0.54, por lo que el modelo explica el 54% de los valores observados, con un coeficiente de variación de 45.45. El modelo mostró un valor F de 3.14 con un nivel de significancia de 0.086 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Valor F, grados de libertad y nivel de significancia para las fuentes de variación y coeficientes relacionados al modelo estadístico para la variable rendimiento por lote.

Fuente de variación	Grados de libertad	Valor F	Pr>F
Variedades	3	3.14	0.086
Tipo de lechuga	1	1.56	0.146
Error experimental	7		
Total	11		
R cuadrado=0.54    Coeficiente de variación=45.45    Media Rendimiento=16.37			

En la comparación múltiple de medias que se utilizo para determinar si la diferencia en la muestra entre las variedades de cabeza y de hoja, era significativa se obtuvo que a un  $\alpha$  de 0.05 no existía diferencia entre los rendimientos observados y los rendimientos por lote por lo que se acepta la hipótesis nula de igualdad entre las variedades (Cuadro 16).

Cuadro 16. Comparación múltiple de medias (SNK) a un nivel de significancia de 0.05 para las variables rendimiento esperado y rendimiento por lote.

Rendimiento observado			Rendimiento por lote		
Variedad	Media (Tm/ha)	SNK *	Variedad	Media (Tm/ha)	SNK *
Ithaca	20.73	A	Royal Green	24.59	A
Royal Green	14.47	A	Ithaca	20.73	A
Mesa 659	8.10	A	Red Salad Bowl	12.04	A
Red Salad Bowl	7.08	A	Mesa	8.10	A

\* Sistemas con misma letra no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos esperados.

Para determinar el efecto del tipo de lechuga sobre las variables de rendimiento se efectuó el contraste entre las variedades de hoja (Royal Green y Red Salad Bowl) versus las variedades de cabeza (Ithaca y Mesa 659).

Para la variable rendimiento observado y rendimiento por lote la diferencia del rendimiento entre las variedades de cabeza y las variedades de hoja fue efecto del tipo de lechuga ( $\alpha=0.04$  y  $0.019$  respectivamente) (Cuadro 17).

Cuadro 17. Contraste entre variedades de cabeza versus de hoja para las variables rendimiento observado y rendimiento por lote.

Rendimiento esperado			
Contraste	Grados de libertad	Valor F	Pr>F
Cabeza vs Hoja	1	5.76	0.043
Rendimiento por lote			
Cabeza vs Hoja	1	8.60	0.019

Al aumentar el nivel de significación a 0.20 la diferencia rendimiento entre las variedades es significativa por lo que a este nivel se rechaza la hipótesis nula de igualdad de rendimiento entre las variedades.

A este nivel no hubo diferencia entre la variedad Ithaca y la "Royal Green", pero ambas fueron superiores en rendimiento que las variedades mesa 659 y "Red Salad Bowl", a pesar que entre las variedades menos rendidoras no hubo diferencia (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación múltiple de medias de rendimiento bajo la prueba SNK a un  $\alpha=0.20$  para las diferentes variedades.

Rendimiento observado			Rendimiento por lote		
Variedad	Media (Tm/ha)	SNK*	Variedad	Media (Tm/ha)	SNK*
Ithaca	20.73	A	Ithaca	20.73	A
Royal Green	14.47	A	Royal green	24.59	A
Red Salad Bowl	7.08	B	Red Salad Bowl	12.04	B
Mesa 659	8.10	B	Mesa 659	8.10	B

\* Variedades con misma letra no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos esperados.

## 4.2 FASE DE LABORATORIO

En el ensayo establecido en la etapa de laboratorio se probó los tres niveles de aditivos, para determinar su efecto sobre la pérdida de peso del producto durante el almacenamiento en tres fechas con intervalos de cuatro días entre cada una.

Después de tomados las mediciones se determinó que el nivel de aditivo alto fue el que presentó menor reducción en el peso del producto y que mantuvo en mejor estado la calidad de la lechuga empacada (Cuadro 19).

Pero a pesar de que tales diferencias en la pérdida de peso entre los niveles del complejo de aditivos fueron reales, esta no puede ser atribuida al efecto directo del complejo de aditivos sino a un efecto indirecto al actuar sobre la reducción de microorganismos y a la inactivación de complejos enzimáticos que degradan el tejido almacenado, siendo un fenómeno difícil de explicar ya que la principal función de los aditivos es la conservación de las propiedades del producto.

Cuadro 19. Efecto de los tres niveles de aditivos en la pérdida de peso en gramos a los doce días de almacenamiento en cuarto frío a 12 °C.

NIVEL DE ADITIVO (Gramos)							
Variedad	Presentación	Bajo		Medio		Alto	
		Vacío	Sin	Vacío	Sin	Vacío	Sin
Verde	Entera	30.0	23.2	25.6	22.2	5.0	4.9
	Picada	27.9	25.9	27.5	27.3	6.4	1.5
Roja	Entera	23.7	30.8	24.4	25.1	2.8	2.5
	Picada	26.1	27.6	20.5	24.9	9.8	4.1

Las cantidades de aditivos utilizadas en cada tanda fueron estimadas a partir de la concentración de cada aditivo para los diferentes niveles, los cuales aumentaban en un 50% entre el nivel bajo, medio y alto (Cuadro 20).

Cuadro 20. Cantidad de aditivos utilizados en los tres niveles establecidos.

Aditivos	Cantidad de aditivo en gramos/40 litros		
	Bajo	Medio	Alto
Benzoato de sodio	16	30.8	48
Bisulfito de sodio	6.4	12.8	19.2
Ácido cítrico	11.2	22	33.2
Cloro al 60%	1.52	3.04	19.2

### 4.3 FASE DE PLANTA

#### 4.3.1 Resultados de la variable diferencia de peso

El análisis de la variable diferencia de peso muestra tres modelos diferentes para cada medida en el tiempo ya que cada una representa en si una variable a estudiar.

**4.3.1.1 Análisis comparativo para la variable diferencia de peso a los cuatro días de almacenado.** Al evaluar los tratamientos a los cuatro días de almacenado el producto se observó cambios en el contenido de las unidades experimentales, variando la diferencia entre los tratamientos.

En promedio la diferencia de peso para los tratamientos fue de 0.46 gramos con una variación entre los valores de 79.7% con un ajuste del modelo de 0.46, por lo que los valores poblacionales se explican en la misma proporción.

Las fuentes de variación que resultaron significativas fueron los aditivos ( $P > 0.003$ ), la interacción variedades\*aditivos ( $p > 0.04$ ) y la interacción variedad\*línea\*aditivos\*presentación ( $P > 0.001$ ), por lo que hay una mayor probabilidad de que la diferencia en la pérdida de peso entre los tratamientos se haya debido al efecto combinado de varios factores y no a un efecto aislado de un solo factor (Cuadro 21).

En la comparación múltiple de medias de los diferentes factores hubo diferencia para los tratamientos con y sin aditivos, ya que los demás factores las diferencias no fueron significativas a una  $P > 0.05$ . esto también se puede observar en las interacciones que salieron significativas el único factor en común es el de aditivo (Cuadro 21).

Cuadro 21. Fuentes de variación significativas para la variable diferencia de peso a los cuatro días de almacenado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Valor F	P>F
Variedades	1	1.25	0.26 A
Línea	1	0.38	0.54 A
Aditivos	1	9.45	0.003 B
Empaque	1	2.81	0.09 A
Presentación	1	0.08	0.78 A
Variedad*aditivos	1	4.27	0.04 A
Variedad*línea*aditivo* presentación	1	11.62	0.001 A
R cuadrado=0.46      Coeficiente de variación=79.69%      Media=0.46 gramos			

\* Factores con misma letra no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos esperados.

**4.3.1.2 Análisis comparativo de la variable diferencia de peso a los ocho días de almacenamiento.** Al momento de tomar las mediciones en este intervalo de tiempo se observó un aumento en la diferencia de peso que en promedio para todos los tratamientos fue de 1.51 gramos del peso inicial.

El modelo estadístico para esta variable se ajusta en un 0.32, con un coeficiente de variación entre los datos de un 34.67%, es decir que el modelo explica un 32% de los valores poblacionales.

Para la variable diferencia de peso a ocho días de almacenamiento solo una fuente de variación resultó significativa la interacción variedad\*línea\*aditivos\*presentación ( $P>0.006$ ) por lo que coincide con la variable diferencia de peso a los cuatro días de almacenamiento, en que la diferencia entre los tratamientos se debió al efecto de un factor combinado, pero esta diferencia experimental o muestral no es significativa con una  $P>0.05$  por lo que el efecto de los tratamientos es similar (Cuadro 22).

En la comparación múltiple de medias entre los factores estudiados no se obtuvo alguna diferencia estadísticamente significativa, por lo que la pérdida en peso causada por un solo factor es descartada y no existe la suficiente respaldo estadístico para discriminar los diferentes tratamientos aceptándose la hipótesis nula de igualdad entre los tratamientos (Cuadro 22).

Cuadro 22. Fuentes de variación significativas para la variable diferencia de peso a los cuatro días de almacenado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Valor F	P>F
Variedades	1	0.52	0.47 A
Línea	1	0.06	0.80 A
Aditivos	1	3.13	0.0815 A
Empaque	1	0.70	0.40 A
Presentación	1	0.28	0.60 A
Variedad*línea*aditivo* presentación	1	7.95	0.006 A
R cuadrado=0.32      Coeficiente de variación=34.67%      Media=1.51 gramos			

\* Factores con misma letra no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos esperados.

**4.3.1.3 Análisis comparativo de la variable diferencia de peso a los doce días de almacenamiento.** En la última medición en cuanto a la pérdida de peso en los diferentes tratamientos se observó que la media para todos fue de 2.55 gramos de pérdida de peso después de doce días de almacenado el producto.

En cuanto al modelo este se ajusta en un 0.41, con un coeficiente de variación de 19.88% entre los valores, por lo que la cantidad de valores poblacionales que el modelo es capaz de explicar es muy bajo.

De las fuentes de variación solo tres interacciones resultaron ser significativas, línea\*empaque\*presentación ( $P>0.005$ ), variedad\*línea\*aditivos\*empaque ( $P>0.02$ ) y variedad\*línea\*aditivos\*presentación ( $P>0.048$ ), por lo que no hubo diferencia entre los tratamientos y los factores bajo la prueba SNK a una  $P>0.05$  (Cuadro 23).

Cuadro 23. Fuentes de variación significativas para la variable diferencia de peso a los cuatro días de almacenado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Valor F	P>F
Variedades	1	0.72	0.40 A
Línea	1	9.01	0.08 A
Aditivos	1	3.59	0.06 A
Empaque	1	2.11	0.15 A
Presentación	1	0.04	0.84 A
Línea*empaque*presenta ción	1	8.43	0.005 A
R cuadrado=0.32      Coeficiente de variación=34.67%      Media=1.51 gramos			

- Factores con misma letra no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos esperados.

### 4.3.2 Análisis variables organolépticas

**4.3.2.1 Variable color.** Fue la primera variable en presentar cambios ya que a los cuatro días de almacenado el producto ocurrió cambios en este atributo, y la degradación fue aumentando a medida que se prolongaba el almacenamiento del producto pasando de los colores originales, verde y rojo intenso, a una combinación de colores lo que hace al producto no aceptable para el consumo a partir de los ocho días de almacenado.

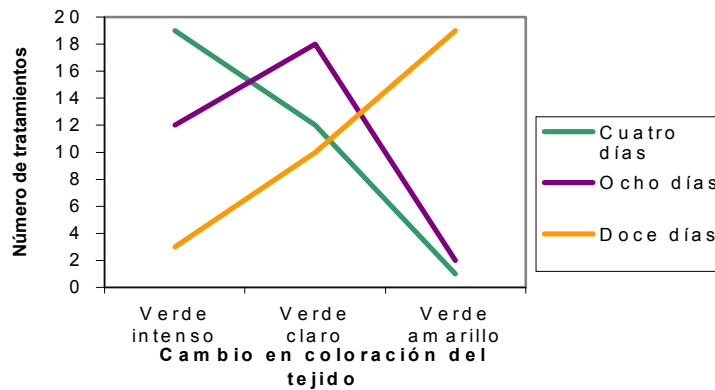


Figura 4. Cambios relativos en el color del producto almacenado a los doce días de almacenamiento.

Para determinar la influencia de los factores estudiados en el cambio se realizó el análisis de relación con el grado de deterioro, utilizando una prueba de chi-cuadrado ( $P > 0.05$ ).

Es decir hay independencia entre el grado del cambio de color y los factores estudiados aisladamente con una  $P > 0.05$ , es decir que la diferencia en el cambio de color es debida a otros factores combinados, aceptándose la hipótesis nula (Cuadro 24).

Cuadro 24. Prueba de chi-cuadrado ( $P > 0.05$ ) para el atributo color.

Estadístico	Valor	P>
Chi-cuadrado	1.39	0.50
Cramer	0.21	

**4.3.2.2 Análisis de independencia de la variable manchas.** Las manchas aparecieron en el producto a partir del día ocho y aumento en proporción a los doce días de almacenado el producto, variando la cantidad de tratamientos sin manchas según la variedad.

A los doce días de almacenado el producto los tratamientos que correspondían a la variedad roja presentaron una proporción de 9 con manchas mientras que la variedad verde solo 7 tratamientos presentaron mancha

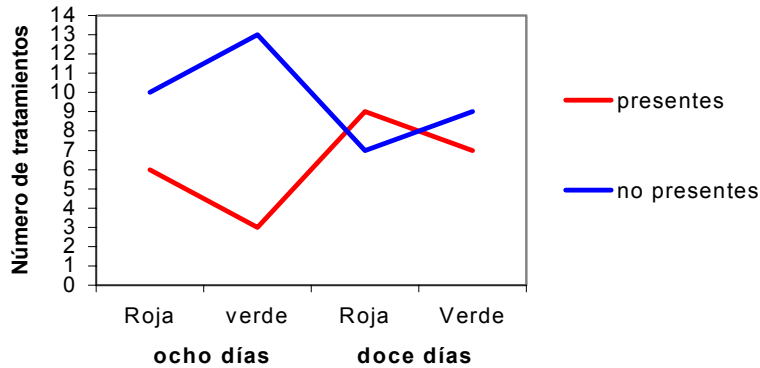


Figura 5. Cambios en la cantidad de tratamientos con manchas por variedad a los doce días de almacenamiento.

En el análisis de independencia bajo la prueba de chi-cuadrado ( $P > 0.05$ ) entre las variedades y la presencia de manchas en los tratamientos fue no significativa para ambas variedades tanto a los ocho como a los doce días de almacenamiento por lo que se acepta la hipótesis nula, por lo que la presencia de manchas en un tratamiento determinado no depende de la variedad (Cuadro 25).

Cuadro 25. Prueba de chi-cuadrado ( $P > 0.05$ ) para el atributo manchas a los ocho y doce días de almacenamiento.

Medida	Valor chi-cuadrado	P>
Cuarto día de almacenamiento	0.14	0.71
Octavo día de almacenamiento	0.50	0.48

**4.3.2.3 Análisis de independencia variable liquido extracelular.** Para la variable liquido extracelular la diferencia en el contenido entre los tratamientos se noto a partir del octavo día de almacenamiento, ya que la cantidad en algunos de los tratamientos era superior a lo establecido, por lo que constituye uno de los factores más determinantes para descartar el producto a los ocho días de almacenamiento. A los doce días todos los tratamientos presentaron cantidades de liquido extracelular superior a lo establecido, por lo que el producto queda descartados.

La diferencia entre los tratamientos con cantidades aceptables y no aceptables de liquido extracelular no dependieron de la variedad utilizada, ya que bajo la prueba de chi-cuadrado ( $P > 0.05$ ) no hubo diferencia estadísticamente significativa, por lo que ambas variedades tenían la misma probabilidad de ser descartados (Cuadro 26).

Cuadro 26. Prueba de chi-cuadrado ( $P>0.05$ ) para el atributo liquido celular a los ocho y doce días de almacenamiento.

Medida	Valor chi-cuadrado	P>
Cuarto día de almacenamiento	0.12	0.72

**4.3.2.4 Análisis variable olor.** El olor entre los tratamientos fue aceptable hasta el octavo día de almacenamiento, sin presentarse cambios hasta el día doce donde todas las unidades experimentales fueron descartadas por efectos putrefactivos, por lo que el atributo olor es mas determinante a partir del octavo día de almacenamiento.

### 4.3.3 Análisis comparativo variable microbiológica

En el análisis de coliformes realizado a los doce días de almacenamiento se observo diferencias entre los tratamientos en cuanto al número de tubos positivos, variando el número más probable de coliformes por gramo de muestra que como promedio era  $< 3$  (Cuadro 27).

Esa diferencia en la muestra obtenida en los análisis de laboratorio, no tuvo diferencia estadísticamente significativa al correr la prueba múltiple de medias de SNK con un  $P> 0.05$ , por lo que la diferencia en la cantidad de coliformes por gramo de cada tratamiento es debida al azar, posiblemente esa diferencia en el número de tubos contaminados se debió a una contaminación en el laboratorio, por lo que se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias entre los tratamientos.

El modelo estadístico empleado para el análisis de comparación de la variable coliformes se adapta a los valores observados en un 23%, con un coeficiente de variación entre los valores muestrales de 35% por lo que no son significativos con una  $P>0.05$  (Cuadro 28).

Al analizar los datos utilizando un nivel de significancia de 0.05 y 0.25 se encuentra diferencia significativa para el factor de empaque, lo que implica que existe diferencia entre los tratamientos empacados al vacío y sin vacío, con una  $P>0.01$  (Cuadro 28).

Cuadro 27. Análisis microbiológico para coliformes por tratamiento.

Tratamiento Con aditivos *	Número de tubos positivos/ 3 tubos			NMP/g	95% Límites de confianza	
	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>		Inferior	Superior
Roja/ent/vac/amb	1	0	0	4	<1	24
Roja/ent/sv/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Roja/ent/vac/frío	1	0	0	4	<1	24
Roja/ent/sv/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Roja/pic/vac/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Roja/pic/sv/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Roja/pic/vac/frío	1	2	0	11	4	35
Roja/pic/sv/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/ent/vac/amb	1	1	0	7	2	28
Verde/ent/sv/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/ent/vac/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/ent/sv/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/pic/vac/amb	0	1	0	3	<1	17
Verde/pic/sv/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/pic/vac/frío	1	0	0	4	<1	24
Verde/pic/sv/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Tratamientos Sin aditivos *						
Roja/ent/vac/amb	0	1	0	3	<1	17
Roja/ent/sv/amb	1	0	0	4	<1	24
Roja/ent/vac/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Roja/ent/sv/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Roja/pic/vac/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Roja/pic/sv/amb	0	1	0	3	<1	17
Roja/pic/vac/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Roja/pic/sv/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/ent/vac/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/ent/sv/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/ent/vac/frío	1	1	0	7	2	28
Verde/ent/sv/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/pic/vac/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/pic/sv/amb	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/pic/vac/frío	0	0	0	<3	-----	-----
Verde/pic/sv/frío	0	0	0	<3	-----	-----

\* Ver anexo 11 por codificación de los tratamientos.

Cuadro 28. Andeva y fuentes de variación en el modelo estadístico para la variable coliformes.

Fuente de variación	Grados de libertad	Valor F	P>
Variedad	1	0.22	0.63 A
Presentación	1	0.52	0.47 A
Empaque	1	6.16	0.01 B
Línea	1	0.001	0.94 A
Aditivos	1	1.15	0.29 A
R cuadrado= 0.24    Coeficiente de variación=35.03    Media=0.51 NMP			

\* Factores con misma letra no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los rendimientos esperados.

**4.3.3.1 Análisis de relación variable microbiológica.** El análisis de relación a través de la prueba de chi cuadrado, bajo la hipótesis de independencia entre las muestras contaminadas y las no contaminadas con relación a los factores estudiados determinó la relación existente entre las muestras que dieron positiva con los factores aditivos ( $P>0.03$ ) y el tipo de empaçado ( $P>0.001$ ) que llevaba el tratamiento (Cuadro 29).

Cuadro 29. Prueba de chi-cuadrado ( $P>0.05$ ) para la variable contaminación.

Factor	Valor chi-cuadrado	P>
Variedades	1.20	0.27
Presentación	0.93	0.34
Empaque	13.29	0.001
Línea	0.024	0.87
Aditivos	4.54	0.03

El grado en que los valores contaminados y no contaminados están relacionados al efecto de los aditivos en un 18% y al efecto causado por el empaçado 30.1%, es decir que el mayor o menor grado de contaminación este relacionado más al factor empaçado (Cuadro 30).

Cuadro 30. Índice de contingencia para los factores aditivos y empaçado.

Factor	Valor
Aditivos	0.182
Empaque	0.301

#### 4.4 RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DE MERCADO

En la encuesta realizada a una muestra del mercado de Zamorano, se observó que el 50% de los encuestados, han consumido en algún momento este tipo de ensaladas principalmente en el mercado Norte Americano, sobresaliendo marcas como la "Dole", "MarkTwain", "Fresh Cuts" y "Organic Garden".

Del total de personas encuestadas, un 35% lo ha consumido en el mercado de Tegucigalpa o San Pedro Sula siendo los lugares donde se encuentra disponible este tipo de productos cadenas de comida rápidas como "Burger King" (11%) y supermercados más selectivos como ser "Stock", Diprova y Mas x Menos (11%) los cuales se han caracterizado por importar productos congelados y frescos mínimamente procesados, el resto de los encuestados (60%) no lo han consumido o conocen de lugares donde este disponible este tipo de ensaladas (Cuadro 31).

Cuadro 31. Grupo de variables relacionadas al consumo de las ensaladas por los consumidores.

	Sí	no	No sé
Consumido alguna vez	50%	50%	
Consumido en mercado local	35%	15%	50%
	Burger King	Supermercados	Wendy's
Lugar de consumo	18	11	11

A la pregunta de si estuviese dispuestos a consumir este tipo de ensaladas, un 88% contestó afirmativamente. En cuanto al precio que los consumidores estarían dispuestos a pagar por encima de la lechuga a granel o en bandejas, un 56% estaría dispuesto a pagar entre un 25 a 50% más, 33% un 10 % más y 11% restante estaría dispuesto a pagar entre un 75 a 100% más, ya que estos consumidores pagarían por la calidad del producto.

En lo que respecta a la presentación física de la hoja de lechuga y al contenido de las bolsas los consumidores se manifestaron de la siguiente forma: Un 49% preferiría una hoja picada, un 30% hoja entera y un 21% encontraría convenientes ambas presentaciones; el tamaño de bolsa que más aceptación tendría entre los consumidores es el de 1/2 libra (34%) y 1/4 libra (27%) como presentaciones individuales, mientras que la bolsa de una libra (29%) es tomada como una presentación familiar (Cuadro 32).

Cuadro 32. Variables relacionadas al precio, tamaño y presentación del producto

	Sí	No	no sé
Estaría dispuesto a consumir	87	11	1
	10%	25-50%	75-100%
Precio	33	56	11
	Entera	Picada	Ambas
Presentación	30	49	21
	110 gramos	252 gramos	454 gramos
Tamaño	27	34	29

Los consumidores mencionaron como características determinantes del producto el color de la lechuga (31%), la textura (20%), la apariencia del producto empacado (18%) y la calidad microbiológica (14%). El 12% que no consumiría estas ensaladas mencionaron como principales razones la posible falta de limpieza, la presencia de microorganismos y la falta de frescura.

La percepción del consumir acerca del producto hace sobresaltar las siguientes ventajas, el ahorro en tiempo de preparación (56%), producto higiénico (13%), listo para consumir (12%), el valor nutricional del producto (8%) y en menor proporción se menciona la facilidad de almacenaje y transporte del producto. Entre las desventajas que algún segmento del mercado percibe del producto están: la falta de frescura (25%) y el uso de aditivos químicos (21%).

En la conservación del producto a través del uso de aditivos solo un 18% aceptaría su uso mientras que un 80% preferiría un producto totalmente orgánico (Cuadro 33).

Cuadro 33. Variables relacionadas a las características más importantes del producto, ventajas del producto y el uso de aditivos.

	Color	Textura	Apariencia	Microorganismo
Características	31	20	18	14
	Tiempo preparación	Higiene	Listo para consumir	Nutricional
Ventajas	56	13	12	4
	Sí	No	no sé	
Uso de aditivos	80	18	2	

#### 4.4.1 Análisis de independencia entre variables de mercado

En este análisis se encontró la relación entre algunas variables, especialmente con las características más objetivas del producto como ser precio, tamaño y presentación física del producto al mercado y a la predisposición de los consumidores hacia este tipo de producto.

Las variables que presentaron el grado de dependencia más alto (0.61) fueron el consumo en el mercado local y el grado de conocimiento del producto por los encuestados siendo altamente significativa ( $P > 0.001$ ), por lo que la disponibilidad del producto todavía es baja (35%), quedando un gran segmento del mercado por satisfacer.

La cantidad de consumidores que estarían en disposición de consumir ensaladas preparadas, depende del conocimiento de los consumidores del producto ya sea por que lo hayan consumido en el mercado local (35%) o en el mercado Norte Americano, aunque la relación no está fuerte (0.31) es altamente significativa ( $P > 0.002$ ), por lo que estos consumidores estarían en mayor disponibilidad de consumir estos productos (Cuadro 34).

Cuadro 34. Valor de chi-cuadrado y índice de contingencia de Cramer para la relación de las variables consumo y disponibilidad en el mercado local.

Relación	Valor Chi- cuadrado	Indice de Cramer	P>
Consumo y disponibilidad del producto en el mercado	36.97	0.608	0.001
Consumido y disponibilidad a consumir	9.47	0.308	0.002

## 4.5 RESULTADOS ECONÓMICOS

### 4.5.1 Análisis marginal de costos, beneficios y tasa de retorno

El análisis marginal se realizó para ambas variedades en donde el tratamiento más que resultado dominante fue el de hoja entera, empacado sin vacío, procesado en la línea a temperatura ambiente, sin aditivos con rentabilidades sobre los costos de 44 y 46% para la variedad "Royal Green" y la "Red Salad bowl" respectivamente (Cuadro 35 y 36).

Para establecer el precio unitario (5.7 Lps/bolsa) se determinó sobre la base de un precio medio obtenido de la variación del precio de la lechuga empacada en bandejas de espuma que va desde 3.75-16.75 Lps/bandeja de 12 onzas.

Cuadro 35. Análisis marginal para la variedad "Royal Green".

Tratamientos	Costo unitario	Ingreso bruto	Beneficio neto	$\Delta$ Costo	$\Delta$ beneficio neto	Rentabilidad /costos
Verde/pic/vac/frio/con	4.2	5.7	1.07	0.05	-0.05	0.25
Verde/pic/sv/frio/con	4.15	5.7	1.12	0.03	-0.03	0.27
Verde/pic/vac/amb/con	4.12	5.7	1.15	0.04	-0.04	0.28
Verde/pic/sv/amb/con	4.08	5.7	1.19	0.05	-0.05	0.29
Verde/ent/vac/frio/con	4.03	5.7	1.24	0.05	-0.05	0.31
Verde/ent/sv/frio/con	3.98	5.7	1.29	0.02	-0.02	0.32
Verde/pic/vac/frio	3.96	5.7	1.31	0.01	-0.01	0.33
Verde/ent/vac/amb/con	3.95	5.7	1.32	0.04	-0.04	0.33
Verde/pic/sv/frio	3.91	5.7	1.36	0	0	0.35
Verde/ent/sv/amb/con	3.91	5.7	1.36	0.03	-0.03	0.35
Verde/pic/vac/amb	3.88	5.7	1.39	0.04	-0.04	0.36
Verde/pic/sv/amb	3.84	5.7	1.43	0.06	-0.06	0.37
Verde/ent/vac/frio	3.78	5.7	1.49	0.05	-0.05	0.39
Verde/ent/sv/frio	3.73	5.7	1.54	0.02	-0.02	0.41
Verde/ent/vac/amb	3.71	5.7	1.56	0.05	-0.05	0.42
<b>Verde/ent/sv/amb</b>	<b>3.66</b>	<b>5.7</b>	<b>1.61</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.44</b>

\* Los costos están en Lempiras para una unidad de 140 gramos de peso neto

\*  $\Delta$  = Incremento en costos y beneficios netos

\* Ver anexo 11 por codificación de tratamientos

Cuadro 36. Análisis marginal de tratamientos para la variedad "Red Salad Bowl".

Tratamientos	Costo unitario	Ingreso bruto	Beneficio neto	$\Delta$ Costo	$\Delta$ beneficio neto	Rentabilidad /costos
Roja/pic/vac/frio/con	4.14	5.7	1.13	0.05	-0.05	0.27
Roja/pic/sv/frio/con	4.09	5.7	1.18	0.02	-0.02	0.29
Roja/pic/vac/amb/con	4.07	5.7	1.2	0.05	-0.05	0.29
Roja/pic/sv/amb/con	4.02	5.7	1.25	0.05	-0.05	0.31
Roja/ent/vac/frio/con	3.97	5.7	1.3	0.05	-0.05	0.33
Roja/ent/sv/frio/con	3.92	5.7	1.35	0.02	-0.02	0.34
Roja/pic/vac/frio	3.9	5.7	1.37	0	0	0.35
Roja/ent/vac/amb/con	3.9	5.7	1.37	0.05	-0.05	0.35
Roja/pic/sv/frio	3.85	5.7	1.42	0	0	0.37
Roja/ent/sv/amb/con	3.85	5.7	1.42	0.02	-0.02	0.37
Roja/pic/vac/amb	3.83	5.7	1.44	0.05	-0.05	0.38
Roja/pic/sv/amb	3.78	5.7	1.49	0.05	-0.05	0.39
Roja/ent/vac/frio	3.73	5.7	1.54	0.05	-0.05	0.41
Roja/ent/sv/frio	3.68	5.7	1.59	0.03	-0.03	0.43
Roja/ent/vac/amb	3.65	5.7	1.62	0.04	-0.04	0.44
<b>Roja/ent/sv/amb</b>	<b>3.61</b>	<b>5.7</b>	<b>1.66</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.46</b>

\* Los costos están en Lempiras para una unidad de 140 gramos de peso neto

\*  $\Delta$  = Incremento en costos y beneficios netos

\* Ver anexo 11 por codificación de tratamientos

#### 4.5.2 Análisis comparativo de costos y beneficios netos

Para determinar la significancia de las variables económicas se corrió el modelo lineal determinando que las fuentes de variación de los diferentes factores son altamente significativas ( $P < 0.05$ ) y el modelo se ajusta a los valores en un 99%, con una desviación de los valores muestrales de la medias de un 9%.

En la comparación múltiple de medias se encontró que los costos y beneficios diferenciales entre los tratamientos resultaron altamente significativos y que cada factor añadido encarece el procesamiento de la lechuga, por lo que el tratamiento de hoja entera, sin vacío, procesado a temperatura ambiente y sin aditivos para ambas variedades es el más rentable a un grado de confianza de 95% (Cuadro 37).

Es decir que los costos diferenciales son los que determinan la variación en la rentabilidad del producto procesado, en donde la media de costos y beneficios para todos los tratamientos fue de 3.90 y 1.37 Lps/bolsa de 140 gramos.

Cuadro 37. Andeva para la variables costos y beneficio neto

Fuente de variación	Grados de libertad	P>F
Variedades	1	0.001 A
Línea	1	0.001 B
Aditivos	1	0.001 C
Empaque	1	0.001 D
Presentación	1	0.001 E
Error	26	
R cuadrado: 0.99	Coefficiente variación: 0.69	Media costo:3.90 Media beneficio:1.37

#### 4.6 ANALISIS HACCP PARA LA ELABORACION DE LA LECHUGA

FASE	RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS	PCC	LÍMITE CRÍTICO	VIGILANCIA/FRECUENCIA	MEDIDAS CORRECTORA	REGISTROS
1. Agua de riego.	Contaminación microbiológica.	Fuente de abastecimiento adecuada.	1	Cumplir requisitos del agua de riego.	Análisis microbiológicos periódicos.	Tratamiento químico del agua con cloro.	Resultados de análisis de agua.
Cosecha	Contaminación microbiológica.	Trabajadores y herramientas de cosecha limpias y desinfectadas.	2	Especificaciones microbiológicas para el personal y herramientas de trabajo.	Análisis de superficies después lavado y antes de cada corte de producto.	Rechazo de materia prima no apta. Repetir el lavado y desinfección personal y de herramientas.	Registro de análisis por trabajador y sus herramientas. Registro de cantidad descartada.
2. Recibo y lavado del producto en planta post-cosecha	Contaminación física. Contaminación macro y microbiológica.	Lavado correcto de excesos de tierra. Eliminación de insectos y producto dañado por manchas.	1 2	El producto debe llegar al consumidor limpio y sin indicaciones de contaminaciones o insectos vivos o muertos.	Se realiza en cada corte que se realiza en el momento del lavado. Muestreo en línea de empaado.	Lavado del producto antes de procesarlo, empleando el uso de buenas prácticas de manufacturas para reducir riesgos..	Muestreo de la materia prima al recibirla en la planta. Nivel máximo de impureza por muestra de 1%.
3. Pre-enfriado	Daño físico del producto.	Correcto lavado y mantenimiento de la temperatura en cuarto frío, en el	1	Temperatura=0-4°C	Control del cuarto frío a través de los registros del	Modificar la temperatura del cuarto frío. Mantener el	Registros de la T° y condiciones de almacenamiento.

		tiempo necesario.			termostato. Inspección visual del producto.	producto por mayor tiempo en almacen.	
4. Traspaso y lavado de la materia prima a planta hortofruticola.	Contaminación microbilógica.	Personal que cumpla con B.P.M para el lavado y desinfección de manos.	2	Condiciones higienicas adecuadas. Buenas prácticas de manipulación.	Inspección visual. Correcta aplicación de programa de limpieza y desinfección	Corregir programa de desinfección y lavado. Correctas condiciones de trabajo.	Medida correctoras apropiadas.
5. Mantenimiento en cuarto frio	Daño por calor del producto. Contaminación por microbios.	Rápido lavado y transporte del producto al cuarto frio.	1	T° no mayor a los 12°C, manteniendo el producto refrigerado hasta procesarlo.	Registros de T°. Inspección visual del producto	Corregir condiciones de almacenamiento.	Registros de T°. Registro de perdidas durante almacenamiento
6. Picado de lechuga	Contaminación microbiológica.	Herramientas de trabajo desinfectadas. Ambiente de trabajo limpio.	1	B.M.P Cumplimiento de programa de lavado y desinfección.	Inspección visual. Cumplimiento de BMP.	Corregir ambiente de trabajo. Limpieza continua de herramientas entre tandas.	Medidas correctoras.
7. Desinfección de lechuga en solución de cloro	Contaminación microbiológica	Tiempo y T° de exposición adecuadas. Condiciones higienicas de equipo, útiles y personal.	1	Buenas practicas de manipulación. Adecuadas condiciones higienicas.	Tiempo y T° modificadas por inspección visual. Nivel apropiado de cloro.	Corregir concentración de los aditivos. Medición del tiempo de exposición.	Registros de T°. Registros de cantidad de cloro utilizada.

8. Línea fría de procesamiento	Daño del producto por baja temperatura.	Mantener temperatura de la línea a 12°C durante todo el procesamiento.	1	12°C Agua de alta calidad	Uso periódico de termómetros para mantener temperatura a 12°C. Análisis del agua.	Adición de hielo para bajar la temperatura. Tratamiento químico del agua.	Registros de cantidades de hielo añadidas por cantidad de agua utilizada.
9. Preservado del producto	Contaminación química y microbiológica.	Uso de aditivos a niveles adecuados.	1	Lavado y desinfección de todo el equipo. Mantener concentraciones adecuadas.	Inspección de los cálculos y pesado de aditivos. Inspección del lavado de equipo.	Desechar producto tratado con soluciones a concentraciones más altas.	Registro de los cálculos y cantidades utilizadas para cada solución.
10. Llenado del producto	Contaminación física y microbiológica.  Pesado de producto deficiente.	BMP por parte de los empleados.  Aplicación correcta de plan de lavado y desinfección.	1	Evitar al máximo contaminación del producto.  Pesar 140 gr de producto por bolsa.	Inspección visual.  Calibración de las balanzas.	Calibrar correctamente las balanzas y pesar correctamente las bolsas.	Medidas correctoras
11. Empacado de bolsas	Contaminación microbiológica	Empacar primero las bolsas que se llenan primero.	1	Empacar al minuto de llenarse las bolsas.  Usar 0.5 atmósferas en empaque al vacío	Calibración de la empacadora.  Evitar suciedades o producto en la orilla del empaque.	Calibrar correctamente la empacadora al vacío. Limpiar los bordes de la bolsa al momento de empaquetar.	Registrar el número de bolsas dañadas.  Tomar medidas correctoras.

## 5. CONCLUSIONES

- Las variedades de hoja tienen una respuesta favorable a las condiciones de Zamorano en ambos sistemas de explotación manifestándose en rendimientos similares a las variedades de cabeza.
- Las variedades de hoja presentaron un ciclo de cultivo veinticuatro días más corto que las variedades de cabeza, lo que permite obtener un mayor número de ciclos por lote, aumentando los ingresos y la producción y reduciendo los costos fijos por una mayor intensidad en el uso de la tierra.
- No se encontró diferencia significativa en los niveles de aditivos bajo y medio, pero el uso del nivel alto presenta la menor pérdida de producto ( $p < 0.05$ ).
- En el ensayo final la variable pérdida de peso fue significativa hasta los cuatro días de almacenamiento siendo los factores determinantes el uso de aditivos y empaque sin vacío.
- Las diferencias encontradas en la pérdidas de peso entre los tratamientos es dependiente del tipo de empaque ( $p < 0.01$ ) y el complejo de aditivos ( $p < 0.29$ ).
- Los cambios en los atributos del producto fueron significativos a los ocho días, para el color y doce días de almacenamiento, para olor, líquido extracelular y manchas.
- Las cantidades de coliformes diferenciales entre los tratamientos no fueron significativas, pero tales cantidades están por debajo de lo permitido por las leyes de salud.
- Las diferencias muestrales en cuanto a la cantidad de coliformes depende del uso de aditivos ( $p < 0.003$ ).
- Para ambas variedades el tratamiento que resultó dominante fue el de presentación entera, empacado sin vacío, sin aditivos y producido a temperatura ambiente, con rentabilidades sobre costos de 48 y 44% para la variedad "Red Salad Bowl" y la "Royal Green" respectivamente.
- Las diferencias entre los costos y beneficios netos diferenciales entre los tratamientos son altamente significativas ( $p < 0.001$ ) para todo los factores.
- El 88% de los encuestados estarían dispuestos a consumir el producto, prefiriendo la presentación picada y sin aditivos.

- Gran parte de los consumidores tienen conocimientos sobre la existencia de estos productos, pero existe un mayor número que nunca a consumido este tipo de productos en el mercado local y que estarían dispuestos a pagar un sobreprecio por la lechuga preparada.
- Las características más determinantes para el consumidor son el color, uso de aditivos e higiene.

## **6. RECOMENDACIONES**

### **Para la Zamoempresa de Cultivos Intensivos:**

- Incluir en los planes de explotación el uso de variedades de lechuga de hoja.
- Determinar la aceptación de las diferentes variedades de lechuga de hoja por parte del consumidor analizando las variables color, amargura y apariencia del producto.
- Evaluar en diferentes épocas y prácticas de explotación las variedades de hoja, para poder recomendar el uso de estas variedades en forma comercial.
- Dar a conocer el producto a través del impulso en el mercado recalcando los beneficios nutricionales de los productos vegetales frescos.
- Desarrollar la línea de productos frescos mínimamente procesados, para dar valor agregado a los productos hortícolas.
- Determinar la viabilidad del proyecto para justificar las inversiones a realizar.

### **Para la carrera de agroindustria y empresa de producción:**

- Desarrollar un estudio de mercado por estratos que permite tener una mejor perspectiva del mismo y orientarse hacia el sector industrial y de comidas rápidas.
- Evaluar el uso de gases inertes y de bolsas plásticas con permeabilidades selectivas en la conservación de estos productos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ARTES, F. 1995. Cost 94 packaging of lettuce and pigmentation of fruits studies. CEBAS-CSIC. Murcia. España. 85 p.
- BENNIK, M. 1998. Biopreservation of vegetables in modified atmosphere. Agrotechnological Research Institute. AA Wageningen. Holland. 70 p.
- BRACKETT, R. y SPLITTOESSER, D. 1992. Fruits and Vegetables. Compendium of Methods for the microbiological examination of foods. Vanderzant, C. y Splittoesser, D. Capitulo 49. 919-925 p.
- FORSYTHE, S. y HAYES, P. 1998. Food hygiene, microbiology and HACCP. Tercera edición. Chapman and Hall. Maryland. EEUU. 434 p.
- JAY, J. 1996. Modern Food Microbiology. Quinta edición. International Thompson. Chapman & Hall. New York. EEUU. 633 p.
- JENKINS, W. 1991. Packaging Foods With Plastics. James Harrington. Technomic Publishing Company. EEUU. 315 p.
- JONES, J. 1992. Food Safety. Eagen Press. Minnesota. EEUU. 454 p.
- JORDANA, J. 1998. Guía de aplicación del sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en la industria cárnica. Ed. Blas Serrano. EUROCARNE. Madrid. España. 145 p.
- MECHURA, F. 1989. Plastic Packaging. Plastic Films Technology. Kier Finlayson. Technomic Publishing Company. EEUU. 266 p.
- MEDLICOTT, A. 1993. Los beneficios y el uso de la tecnología de Post-cosecha. FHIA. La Lima. Honduras. 245 p.
- MEJIA, M. 1999. Situación actual y perspectivas del mercado de hortalizas. Notas de clase Olericultura Avanzada. Zamorano. Honduras. 25 p.
- MONTES, A. 1996. Cultivo de Hortalizas en el Trópico. Zamorano Academic Press. Zamorano. Honduras. 256 p.

- MONTES, A. 1998. Fisiología post-cosecha de las hortalizas. Notas de clase. Zamorano. Honduras. 12 p.
- PEELER, et. al. 1992, The Most Probable Number Technique. Compendium of Methods for the microbiological examination of foods. Vanderzant, C. y Splittoesser, D. Capitulo 6. 105-119 p.
- RIGGS, J. 1998. Fresh Cut. The Packer. Lori Fairchild. California. EEUU. Vol. CIV No.54. 38-42 p.
- ROMOJORO, F. 1996. Nuevas Tecnologías De Conservación De Frutas y Hortalizas: Atmósferas Modificadas. Manuel Zapata y Pedro Segura. Ediciones Mundi Prensa. España. 217 p.
- RUBIO, J.F. 1994. Manual Agrícola SUPERB. Ciudad de Guatemala. Guatemala. 591 p.
- SUAREZ, A. 1999. Producción orgánica de cultivos. FHIA. La Lima. Honduras. 340 p.
- TEUBEN, J. 1998. Manual de prácticas de laboratorio de microbiología. Zamorano. Honduras. 75 p.

## 8. ANEXOS

Anexo 1. Comparación nutricional en variedades de hoja versus de cabeza.

Tabla 1. Valor nutricional en la lechuga:

ELEMENTO	HOJA SUAVE	DE CABEZA
Agua	95%	95.50%
Energía	47 cal	56.0 cal
Proteína	4.0 g	3.9 g
Grasa	0.7 g	0.4 g
Calcio	117.0 mg	86.0 mg
Fósforo	87.0 mg	95.0 mg
Hierro	6.7 mg	2.2 mg
Sodio	30.0 mg	39.0 mg
Potasio	886.0 mg	754.0 mg
Vit.A	260.0 UI	1420.0 mg
Tiamina	0.21 mg	27.0 mg
Riboflavina	0.20 mg	0.25 mg
Niacina	0.9 mg	1.20 mg
Ac.Ascorbico	28.0 mg	28.0 mg

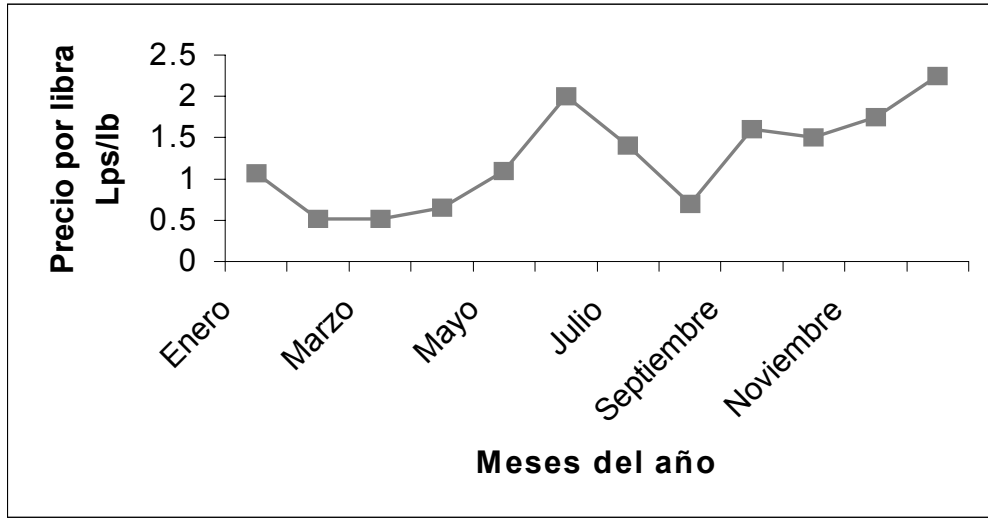
- Fuente: Composition of foods. Agriculture Handbook #8. Agricultural Research service, USDA.1963.

<b>Nutrition Facts</b>	
Serving Size 1 1/2 cups shredded (85g)	
Amount Per Serving	
<b>Calories 15</b>	<b>Calories from Fat 0</b>
% Daily Value*	
<b>Total Fat 0g</b>	<b>0%</b>
Saturated Fat 0g	0%
<b>Cholesterol 0mg</b>	<b>0%</b>
<b>Sodium 30mg</b>	<b>1%</b>
<b>Total Carbohydrate 4g</b>	<b>1%</b>
Dietary Fiber 2g	8%
Sugars 2g	
<b>Protein 1g</b>	
Vitamin A 40%	Vitamin C 6%
Calcium 4%	Iron 0%

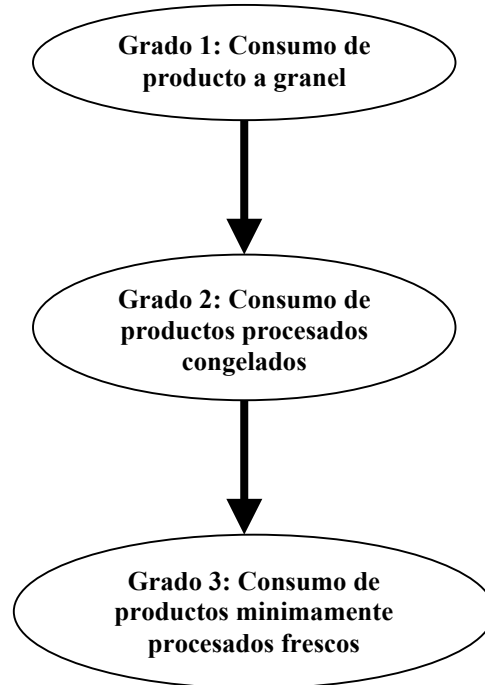
<b>Nutrition Facts</b>	
Serving Size 1/6 medium head (89g)	
Amount Per Serving	
<b>Calories 15</b>	<b>Calories from Fat 0</b>
% Daily Value*	
<b>Total Fat 0g</b>	<b>0%</b>
Saturated Fat 0g	0%
<b>Cholesterol 0mg</b>	<b>0%</b>
<b>Sodium 10mg</b>	<b>0%</b>
<b>Total Carbohydrate 3g</b>	<b>1%</b>
Dietary Fiber 1g	4%
Sugars 2g	
<b>Protein 1g</b>	
Vitamin A 4%	Vitamin C 6%
Calcium 2%	Iron 2%

Figura 1. Comparación del valor nutricional de lechuga de hoja y lechuga de cabeza.  
Fuente: www.Dole.com

## Anexo 2. Fluctuación de precios de la lechuga a lo largo del año



## Anexo 3. Evolución del mercado de vegetales procesados



## Anexo 4. Figuras y esquemas relacionados a la atmósfera modificada

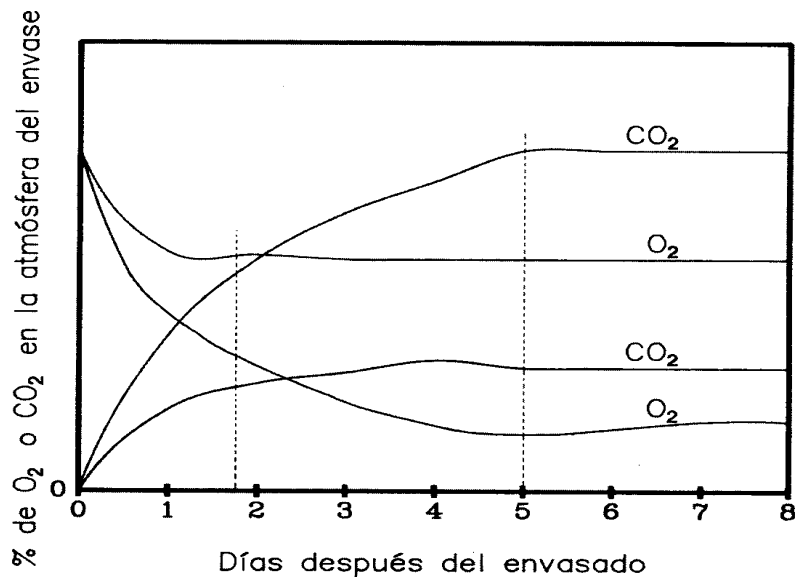


Figura 1. Cambios en la concentración de  $CO_2$  y  $O_2$  en el empaque plástico durante el almacenamiento (Romojoro, 1998).

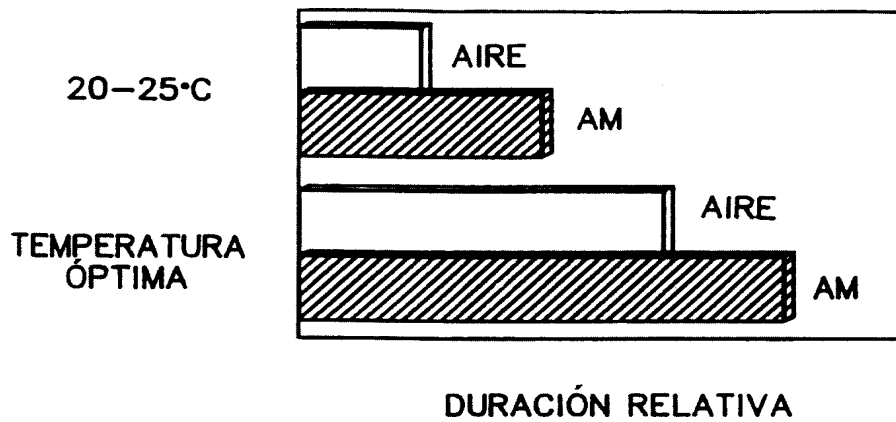


Figura 2. Duración relativa de vegetales frescos conservados en atmósferas modificadas óptimas y en aire (Medlicott, 1993).

## Anexo 5. Figuras relacionadas a la atmósfera modificada

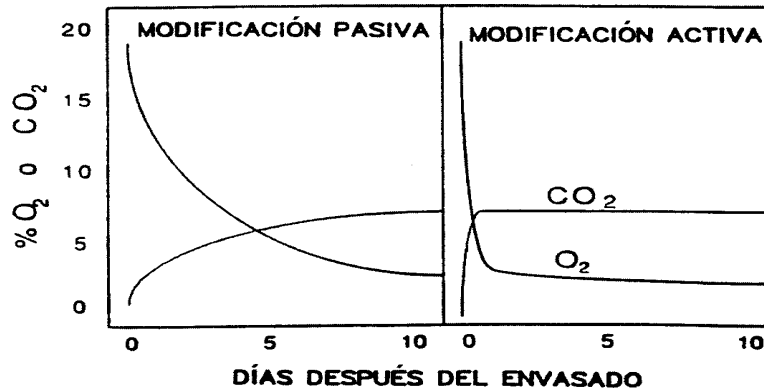


Figura 1. Cambios relativos en las concentraciones de  $O_2$  y  $CO_2$  durante la conservación en atmósfera activa y pasiva (Romojoro, 1998).

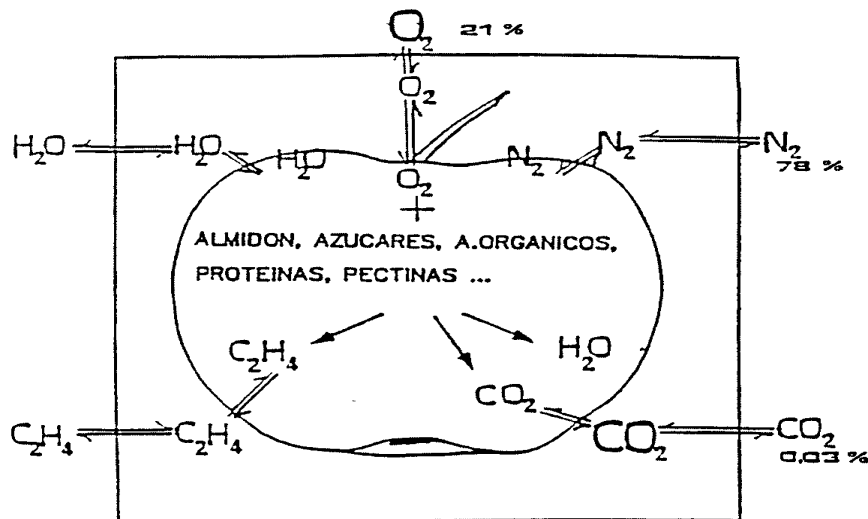


Figura 2. Embalaje bajo atmósfera modificada. Representación esquemática de los cambios gaseosos entre el producto vegetal empacado y el medio exterior, a través del film (Romojoro, 1998).

Tabla 1. Concentración recomendada para la atmósfera de equilibrio de la lechuga y otros productos vegetales.

Producto	Temperatura °C	$O_2$	$CO_2$ %
Champiñón	0 - 5	aire	10 - 15
Espárrago	0 - 5	aire	5 - 10
Espinaca	0 - 5	aire	10 - 20
Fresa	0 - 5	10	15 - 20
Kiwi	0 - 5	2	5
Lechuga	0 - 5	2 - 5	0
Mango	10 - 15	5	5
Manzana	0 - 5	2 - 3	1 - 2
Melón Cantaloup	3 - 7	3 - 5	10 - 15
Melón Honey dew	10 - 12	3 - 5	0
Melocotón	0 - 5	1 - 2	5
Papaya	10 - 15	5	10
Pera	0 - 5	2 - 3	0 - 1
Pepino	8 - 12	3 - 5	0
Piña	10 - 15	5	10
Pomelo	10 - 15	3 - 10	5 - 10
Tomate verde maduro	12 - 20	3 - 5	0
Tomate semi maduro	8 - 12	3 - 5	0

## Anexo 6. Características de los filmes plásticos

Tabla 1. Permeabilidad de diferentes tipos de filmes al O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>.

Tipo de film	Permeabilidades			MVTR*
	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub>	
Polyethylene, low density	3.900-13.00	3.700-77.000	2,0-5,9	
Polypropylene	1.300-6.400	7.700-21.000	3,3-5,9	
Polystyrene	2.600-7.700	10.000-26.000	3,4-3,8	
Cellulose acetate	1.814-2.325	13.330-15.500	6,7-7,3	1.163-1.395
Polyvinyl Chloride	620-2.248	4.263- 8.138	3,6-6,9	140- 171
Polyvinylidene Chloride	15,5	59	3,8	3,1
Rubber	589-50.375	4.464-209.250	4,2-7,6	-10,9
Hydrochloride Nylon-6	15,5	31	2,0	126
Polyester	52-130	180-390	3,0-3,5	
Polycarbonate	13.950-14.725	23.250-26.350	1,7-1,8	10,9-17,1
Ethylcellulose	31.000	77.500	2,5	310
Methylcellulose	1.240	6.200	5,0	3.100

Fuente: Jenkins, 1991.

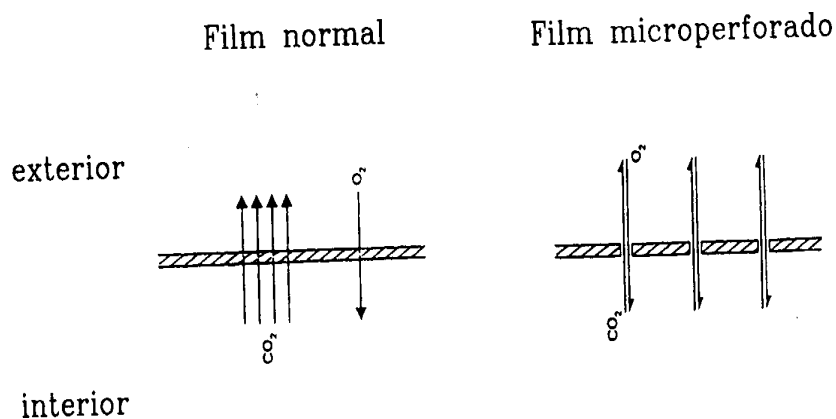


Figura 1. Esquema de la difusión de gases en filmes de permeabilidad selectiva y no selectiva (Jenkins, 1991).

Anexo 7. Nivel mínimo de O<sub>2</sub> y máximo de CO<sub>2</sub> en la atmósfera modificada para la lechuga

Tabla 1. Nivel mínimo de O<sub>2</sub> para lechuga y productos mínimamente procesados

Nivel mínimo de O <sub>2</sub> (%)	producto
1	Manzana, brócoli, champiñón, pera, mayoría de los productos mínimamente procesados.
2	Manzana, albaricoque, coles de Bruselas, calabaza, melón Cantaloup, coliflor, cereza, maíz dulce, judía verde, kiwi, nectarina, papaya, melocotón, pera, piña, ciruela, fresa.
3	Alcachofa, aguacate, pepino, pimiento, tomate.
5	Espárrago, cítricos, guisante, patata.

Fuente: Romojoro, 1998.

Tabla 2. Nivel máximo de CO<sub>2</sub> para la lechuga y otros productos hortícolas

Nivel máximo de CO <sub>2</sub> (%)	producto
2	Manzana (Golden Delicious), albaricoque, alcachofa, apio, col China, uva, lechuga, pera, pimiento, patata, tomate.
5	Manzana (mayoría de las variedades), aguacate, plátano, coles de Bruselas, calabaza, zanahoria, coliflor, arándano, kiwi, mango, nectarina, naranja, papaya, guisante, melocotón, pimiento picante, ciruela, rábano.
10	Espárrago, brócoli, pepino, pomelo, judía verde, limón, piña, patata, perejil.
15	Melón Cantaloup, cereza, maíz dulce, champiñón, espinaca, fresa, zarzamora, frambuesa.

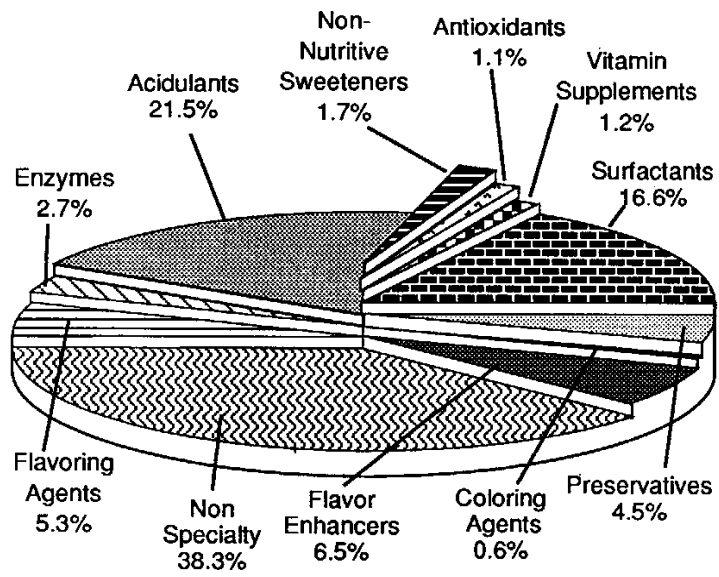
Fuente: Romojoro, 1998.

## Anexo 8. Evaluación de aditivos GRAS por la FDA

Clase	Estatus	Número de compuestos	Ejemplos típicos
I	Uso actual y futuro seguro bajo los niveles establecidos por la buenas prácticas de manufactura.	305	<b>Benzoatos, ácido cítrico</b> , aceites vegetales, fosfatos, caseína
II	Uso actual seguro bajo los niveles establecidos.	68	Alginatos, zinc, hierro, taninos
III	Estudios adicionales recomendados por preguntas no resueltas.	19	BHA, BHT, cafeína, <b>bisulfito de sodio</b>
IV	La FDA urge establecer condiciones más seguras o prohíbe la adición en alimentos.	5	Sal y cuatro almidones modificados
V	Insuficiente información para dar una recomendación.	18	Ciertas sales de hierro, glicérido.

Fuente: Jones, 1992.

## Anexo 9. Tipo de aditivos consumidos al año



Fuente: Jones, 1992.

Figura 1. Consumo de los diferentes tipos de aditivos alimenticios

## Anexo 10. Procedimiento para la identificación y cuantificación de coliforme

### I-Prueba presuntiva para coliformes totales

1. Pese 25 g de la muestra y agregue 225 ml de agua de dilución (1:10)
2. Homogenice por 60 segundos en el Stomacher.
3. Prepare las diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  y homogenizar.
4. Prepare tres series (una de cada dilución) de tres tubos con campana de Durham, Cada uno con caldo LST.
5. Inocule cada serie con 1 ml de cada dilución.
6. La pipeta debe estar pegada a la pared dejand escurrir por 2-3 segundos.
7. Inocule los tubos por  $48.^{+2}$  horas a  $35^{\circ}\text{C}$ .
8. Examine los tubos a las  $24.^{+2}$  horas por formación de gas.
9. Después de la primera lectura, reincube los tubos negativos por 24 horas adicionales.
10. Observe gas en cualquier cantidad dentro de las 48 horas: test presuntivo positivo.
11. Realice test confirmativo a todos los tubos positivos.

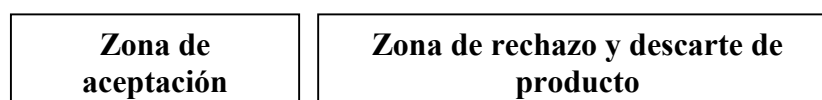
### Prueba confirmativa

1. Agite cada tubo de caldo LST con producción de gas y transfiera una asada de suspensión al tubo con caldo Brilla para coliformes totales.
2. Incube por 48 horas a  $35^{\circ}\text{C}$ .

## Anexo 11. Base de datos variables estudiadas

**Escala de evaluación variables organolépticas**

<b>Variable</b>	<b>Escala de cambios</b>		
Color	Intenso	Claro	Combinado
Líquido extracelular	Aceptable= < 1 ml	No aceptable= > 1 ml	
Manchas	Presentes	No presentes	
Olor	Agradable	Desagradable	

**Codificación de variables**

<b>Variable</b>	<b>Código</b>
Diferencia de peso a los cuatro días de almacenamiento	Dif peso1
Diferencia de peso a los ocho días de almacenamiento	Dif peso2
Diferencia de peso a los doce días de almacenamiento	Dif peso3
Número más probable de coliformes por gramo	NMP
Número más probable de coliformes por gramo transformado logarítmicamente	NMP1
Coliformes	Coli

**Codificación de factores estudiados**

<b>Factor</b>	<b>Código</b>
Variedad: Roja Verde	Roj o R Ver o V
Empaque: Vacío Sin vacío	Vac o CV Sin o SV
Presentación de hoja: Entera Picada	Ent o E Pic o P
Línea de procesamiento: Ambiente Frío	Amb o A Fri o F
Aditivos: Con aditivos Sin aditivos	Con o C Sin o S

## 12.1 Variables organolépticas

<b>Tratamiento</b>	<b>Color</b>	<b>Manchas</b>	<b>Olor</b>	<b>Líquido</b>
<b>con aditivos</b>				
Roja/ent/vac/amb	Rojo claro	Presente	Agradable	Aceptable
Roja/ent/sv/amb	Rojo claro	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Roja/ent/vac/frio	Rojo claro	Presente	Agradable	Aceptable
Roja/ent/sv/frio	Rojo intenso	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Roja/pic/vac/amb	Rojo claro	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Roja/pic/sv/amb	Rojo claro	presente	Agradable	No aceptable
Roja/pic/vac/frio	Rojo intenso	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Roja/pic/sv/frio	Rojo claro	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Verde/ent/vac/amb	verde intenso	Presente	Agradable	Aceptable
Verde/ent/sv/amb	verde intenso	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Verde/ent/vac/frio	verde intenso	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Verde/ent/sv/frio	verde intenso	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Verde/pic/vac/amb	verde intenso	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Verde/pic/sv/amb	verde claro	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Verde/pic/vac/frio	verde intenso	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Verde/pic/sv/frio	verde intenso	Sin presencia	Agradable	No aceptable
<b>Tratamientos</b>				
<b>Sin aditivos</b>				
Roja/ent/vac/amb	Rojo intenso	Presente	Agradable	Aceptable
Roja/ent/sv/amb	Rojo morado	Presente	Agradable	Aceptable
Roja/ent/vac/frio	Rojo claro	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Roja/ent/sv/frio	Rojo claro	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Roja/pic/vac/amb	Rojo morado	Presente	Agradable	Aceptable
Roja/pic/sv/amb	Rojo claro	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Roja/pic/vac/frio	Rojo claro	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Roja/pic/sv/frio	Rojo morado	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Verde/ent/vac/amb	verde claro	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Verde/ent/sv/amb	verde claro	Presente	Agradable	Aceptable
Verde/ent/vac/frio	verde claro	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Verde/ent/sv/frio	verde intenso	Sin presencia	Agradable	Aceptable
Verde/pic/vac/amb	Verde amarillo	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Verde/pic/sv/amb	Verde amarillo	Presente	Agradable	No aceptable
Verde/pic/vac/frio	verde claro	Sin presencia	Agradable	No aceptable
Verde/pic/sv/frio	verde claro	Sin presencia	Agradable	No aceptable

## 12.2 Variables económicas

	Unidad	Costo unitario	Cantidad
<b>Materia prima directa</b>			
Lechuga de hoja	kg	3.3	140 gramos
			227 gramos
			454 gramos
<b>Insumos añadidos</b>			
Hielo	kg	1	7 kilos
Benzoato de sodio	kg	63.4	48 gramos
Cloro	kg	37.4	19.2 gramos
Bisulfito	kg	83.4	19.2 gramos
Ácido cítrico	kg	60.2	33.2 gramos
Bolsa plástica	bolsa	1.2	100
<b>Mano de obra</b>			
Directa	Hora	8.26	14
Indirecta			
	Tiempo a depreciar	Anualidad	Costo por unidad
<b>Materiales y equipos</b>			
Centrifuga manual		20	300
Baldes plástico		2	30
Tinas plástica		2	37.5
Canasta grande		2	13.5
Canasta cuadrada		2	12
Cuchillos		1	15
Mesas de acero inoxidable		10	780.105
Cuarto frío		10	15000
Empacadora al vacío		10	19382.505
Pascones Plásticos		1	32
Bascula		6	3146.188333
Balanza		4	2127.9225
Termometro		5	1262.888

## 12.3 Costos de aditivos

Insumo	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Costo Total
Tina plástica de 40 litros	tina	0.11	1	0.11
Agua	litro	0.0001	40	0.004
Benzoato de sodio	gramo	0.083	48	4.00
Mano de obra	hora	7	0.17	1.17
Balanza	hora	1.08	0.033333333	0.04
Bascula	hora	0.73	0.033333333	0.02
				5.3442
Insumo	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Costo Total
Tina plástica de 40 litros	tina	0.11	1	0.11
Agua	litro	0.0001	40	0.004
Bisulfito de sodio	gramo	0.083	19.2	1.60
Mano de obra	hora	7	0.17	1.17
Balanza	hora	1.08	0.033333333	0.04
Bascula	hora	0.73	0.033333333	0.02
				2.94228
Insumo	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Costo Total
Tina plástica de 40 litros	tina	0.11	1	0.11
Agua	litro	0.0001	40	0.004
Ácido cítrico	gramo	0.060	33.2	2.00
Mano de obra	hora	7	0.17	1.17
Balanza	hora	1.08	0.033333333	0.04
Bascula	hora	0.73	0.033333333	0.02
				3.33964
Insumo	Unidad	Costo unitario	Cantidad	Costo Total
Tina plástica de 40 litros	tina	0.11	1	0.11
Agua	litro	0.0001	40	0.004
Cloro al 60%	gramo	0.037	19.2	0.72
Mano de obra	hora	7	0.17	1.17
Balanza	hora	1.08	0.033333333	0.04
Bascula	hora	0.73	0.033333333	0.02
				2.05908

## 12.4 Costos por tratamientos

<b>Tratamiento</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Ingreso bruto</b>	<b>Ingreso bajo</b>	<b>Ingreso alto</b>	<b>BN bajo</b>
Roja/ent/vac/amb	3.9	5.27	2.7	8.6	-1.2
Roja/ent/sv/amb	3.85	5.27	2.7	8.6	-1.15
Roja/ent/vac/frio	3.97	5.27	2.7	8.6	-1.27
Roja/ent/sv/frio	3.92	5.27	2.7	8.6	-1.22
Roja/pic/vac/amb	4.07	5.27	2.7	8.6	-1.37
Roja/pic/sv/amb	4.02	5.27	2.7	8.6	-1.32
Roja/pic/vac/frio	4.14	5.27	2.7	8.6	-1.44
Roja/pic/sv/frio	4.09	5.27	2.7	8.6	-1.39
Verde/ent/vac/amb	3.95	5.27	2.7	8.6	-1.25
Verde/ent/sv/amb	3.91	5.27	2.7	8.6	-1.21
Verde/ent/vac/frio	4.03	5.27	2.7	8.6	-1.33
Verde/ent/sv/frio	3.98	5.27	2.7	8.6	-1.28
Verde/pic/vac/amb	4.12	5.27	2.7	8.6	-1.42
Verde/pic/sv/amb	4.08	5.27	2.7	8.6	-1.38
Verde/pic/vac/frio	4.2	5.27	2.7	8.6	-1.5
Verde/pic/sv/frio	4.15	5.27	2.7	8.6	-1.45
Tratamientos sin aditivos					
Roja/ent/vac/amb	3.65	5.27	2.7	8.6	-0.95
Roja/ent/sv/amb	3.61	5.27	2.7	8.6	-0.91
Roja/ent/vac/frio	3.73	5.27	2.7	8.6	-1.03
Roja/ent/sv/frio	3.68	5.27	2.7	8.6	-0.98
Roja/pic/vac/amb	3.83	5.27	2.7	8.6	-1.13
Roja/pic/sv/amb	3.78	5.27	2.7	8.6	-1.08
Roja/pic/vac/frio	3.9	5.27	2.7	8.6	-1.2
Roja/pic/sv/frio	3.85	5.27	2.7	8.6	-1.15
Verde/ent/vac/amb	3.71	5.27	2.7	8.6	-1.01
Verde/ent/sv/amb	3.66	5.27	2.7	8.6	-0.96
Verde/ent/vac/frio	3.78	5.27	2.7	8.6	-1.08
Verde/ent/sv/frio	3.73	5.27	2.7	8.6	-1.03
Verde/pic/vac/amb	3.88	5.27	2.7	8.6	-1.18
Verde/pic/sv/amb	3.84	5.27	2.7	8.6	-1.14
Verde/pic/vac/frio	3.96	5.27	2.7	8.6	-1.26
Verde/pic/sv/frio	3.91	5.27	2.7	8.6	-1.21

## 12.5 Variables microbiológica

<b>Tratamiento</b>	<b>contaminados</b>	<b>no contaminados</b>
Roja/ent/vac/amb	4	2
Roja/ent/sv/amb	0	3
Roja/ent/vac/frio	4	2
Roja/ent/sv/frio	0	3
Roja/pic/vac/amb	0	3
Roja/pic/sv/amb	0	3
Roja/pic/vac/frio	11	1
Roja/pic/sv/frio	0	3
Verde/ent/vac/amb	7	1
Verde/ent/sv/amb	0	3
Verde/ent/vac/frio	0	3
Verde/ent/sv/frio	0	3
Verde/pic/vac/amb	3	2
Verde/pic/sv/amb	0	3
Verde/pic/vac/frio	4	2
Verde/pic/sv/frio	0	3
<b>Tratamientos sin aditivos</b>		
Roja/ent/vac/amb	3	2
Roja/ent/sv/amb	4	2
Roja/ent/vac/frio	0	3
Roja/ent/sv/frio	0	3
Roja/pic/vac/amb	0	3
Roja/pic/sv/amb	3	2
Roja/pic/vac/frio	0	3
Roja/pic/sv/frio	0	3
Verde/ent/vac/amb	0	3
Verde/ent/sv/amb	0	3
Verde/ent/vac/frio	7	1
Verde/ent/sv/frio	0	3
Verde/pic/vac/amb	0	3
Verde/pic/sv/amb	0	3
Verde/pic/vac/frio	0	3
Verde/pic/sv/frio	0	3

## 12.6 Variable diferencia de peso

Rep	peso ini	peso fin1	peso fin2	peso fin3	dif peso1	dif peso2	dif peso3
1	140	139.3	138.2	137.5	0.7	1.8	2.5
2	140	139.8	138.4	137.4	0.2	1.6	2.6
3	140	139.4	138.2	136.2	0.6	1.8	3.8
1	140	139.2	137.9	137.1	0.8	2.1	2.9
2	140	139.4	138.3	137.8	0.6	1.7	2.2
3	140	139.2	138.1	136.9	0.8	1.9	3.1
1	140	139.8	139	138.7	0.2	1	1.3
2	140	139.9	138.8	137.7	0.1	1.2	2.3
3	140	140	139.1	137.8	0	0.9	2.2
1	140	139.2	138	136.9	0.8	2	3.1
2	140	139.9	138.5	137.9	0.1	1.5	2.1
3	140	139	138.3	137.1	1	1.7	2.9
1	140	139.6	138.1	137.2	0.4	1.9	2.8
2	140	140	139.2	138.1	0	0.8	1.9
3	140	139.9	139	137.8	0.1	1	2.2
1	140	139.5	138.4	137.1	0.5	1.6	2.9
2	140	140	139.3	138.2	0	0.7	1.8
3	140	139.3	138.6	137.6	0.7	1.4	2.4
1	140	139.8	138.3	137.2	0.2	1.7	2.8
2	140	139.8	138.8	137.6	0.2	1.2	2.4
3	140	139.9	138.1	137.9	0.1	1.9	2.1
1	140	139.7	138.1	137	0.3	1.9	3
2	140	139.8	138.2	137.1	0.2	1.8	2.9
3	140	139.5	138.7	137.9	0.5	1.3	2.1
1	140	139.2	138	136.7	0.8	2	3.3
2	140	139.3	138.3	137.6	0.7	1.7	2.4
3	140	139	137.8	136.2	1	2.2	3.8
1	140	139.7	138.9	137.4	0.3	1.1	2.6
2	140	139.7	138.7	137.8	0.3	1.3	2.2
3	140	139.3	138.5	137.6	0.7	1.5	2.4
1	140	139	137.9	136.8	1	2.1	3.2
2	140	139.5	138.9	136.9	0.5	1.1	3.1
3	140	138.5	137.2	136.2	1.5	2.8	3.8
1	140	139.6	138.6	137.5	0.4	1.4	2.5
2	140	140	139.1	137.7	0	0.9	2.3
3	140	139.2	138.1	137.4	0.8	1.9	2.6
1	140	139.9	138.4	137.3	0.1	1.6	2.7
2	140	140	139.2	138.2	0	0.8	1.8
3	140	140	138.5	137.5	0	1.5	2.5
1	140	139.9	138.9	137.8	0.1	1.1	2.2
2	140	139.9	138.7	136.9	0.1	1.3	3.1
3	140	139.5	138.2	137.2	0.5	1.8	2.8
1	140	139.8	138.1	136.9	0.2	1.9	3.1

## 12.7 Input variable NMP

---

```

data coli;
input var $ pres $ emp $ lin $ ad $ nmp;
nmp1=log10 (nmp+1);
datalines;
r e v a c 4
r e s a c 1.5
r e v f c 4
r e s f c 1.5
r p v a c 1.5
r p s a c 1.5
r p v f c 1.1
r p s f c 1.5
v e v a c 7
v e s a c 1.5
v e v f c 1.5
v e s f c 1.5
v p v a c 3
v p s a c 1.5
v p v f c 4
v p s f c 1.5
r e v a n 3
r e s a n 4
r e v f n 1.5
r e s f n 1.5
r p v a n 1.5
r p s a n 3
r p v f n 1.5
r p s f n 1.5
v e v a n 1.5
v e s a n 1.5
v e v f n 7
v e s f n 1.5
v p v a n 1.5
v p s a n 1.5
v p v f n 1.5
v p s f n 1.5
;
proc print;
run;

proc glm;
class var pres emp lin ad;
model nmp1=var pres emp lin ad;
means var pres emp lin ad/ snk
lsmeans var pres emp lin ad/ stderr pdiff;

```

## Anexo 12. Encuesta para el mercado de Zamorano

1. ¿ Ha consumido algún tipo de ensalada de lechuga preparada lista para consumir?
  - A. Si
  - B. No
2. ¿ Dónde consumió este producto, con qué frecuencia y qué marca fue la que compro?
3. ¿Conoce de algún lugar en el país donde se estén vendiendo o produciendo este tipo de ensalada de lechuga preparadas?
  - A. Sí
  - B. No
4. ¿Ha comprado, en el mercado local, este tipo de producto y con qué frecuencia?
  - A. Sí
  - B. No
5. ¿Estaría dispuesta a comprar y a consumir estas ensaladas de lechuga si se ofrecieran en el supermercado o puesto de venta? Por qué razones?
  - A. Sí
  - B. No
6. ¿De comprar este producto cuánto más estaría dispuesto a pagar por la lechuga preparada?
  - A. 10% más
  - B. 25%
  - C. 50%
  - D. 100%
7. ¿Qué tamaño de presentación de ensalada sería el que usted más compraría? Por qué?
  - A. 1/4 libra
  - B. 1/2 libra
  - C. 1 libra
  - D. Otra
8. ¿Qué características de las ensaladas tomaría en cuenta para comprar y consumir este producto?
 

➤ Color-----	Apariencia-----
➤ Textura-----	Manchas-----
➤ Aroma-----	Otros
➤ Microbios-----	
9. ¿ De las característica (s) que menciono cuales consideraría más relevantes y cuales menos importantes? 1 más importante
 

➤ Color-----	Apariencia-----
➤ Textura-----	Manchas-----
➤ Aroma-----	Otros
➤ Microbios-----	
10. ¿ Que beneficios o ventajas cree que le brindaría este producto? Que desventajas o perjuicios?
 

➤ Ahorro en tiempo-----	Falta de frescura-----
➤ Lista para consumir-----	Uso de químicos-----
➤ Alimento higiénico-----	Producto sucio-----
➤ Alimento nutritivo-----	Necesidad de lavar-----
➤ Fácil de almacenar-----	Manchas-----
➤ Fácil de transportar-----	Poco tiempo de almacenamiento-----
➤ Otros	Otros
11. ¿ Que tipo de presentación física del producto sería la más conveniente para usted:
  - A. Hoja entera
  - B. Hoja picada
  - C. Otros
12. ¿ Tratándose de ensaladas de lechuga usted preferiría un producto 100% natural o que se incluyera en el procesamiento algún aditivo para conservar el producto una vez almacenado?
  - A. 100% natural
  - B. Aceptaría químicos
  - C. No se de químicos