



## Elaboración de Papa y Zanahoria Mínimamente Procesadas

J. Loyola, A. Mosquera, P. Castillo

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Escuela Superior Politécnica del Litoral, Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral, 09-015863

Guayaquil, Ecuador

jj\_loyola@hotmail.com, amosquer1986@hotmail.com, pcastil@espol.edu.ec

### Resumen

*El presente estudio se basó en el diseño de una línea de proceso de papa y zanahoria mínimamente procesadas, determinando las condiciones de las etapas críticas del proceso; como lo son, el lavado, escaldado, almacenamiento y distribución. Para ello se realizó un estudio de mercado para encontrar las necesidades del mercado y la aceptación que tendría el producto en el momento de su lanzamiento, aparte de la determinación de un nivel de consumo medio para tener una idea de la capacidad de producción requerida.*

*Para encontrar las condiciones de la etapa de lavado, se realizaron pruebas que implicaban el análisis microbiológico y sensorial del producto, después de haber sufrido inmersiones en soluciones cloradas con distintas concentraciones. En el caso del escaldado, se realizaron pruebas preliminares, que implicaban la selección de las combinaciones de reactivos de acuerdo a su perfil microbiológico y su nivel de costos. Aparte de ello, se realizaron pruebas de empaque, y se seleccionó el empaque que permitía un nivel de respiración adecuado, que no permita el inicio de fermentaciones dentro del producto.*

*Después de seleccionar la mejor combinación de reactivos y el mejor empaque para este producto, se realizó un aumento en las concentraciones de reactivos, en este caso específico del Metabisulfito, y un aumento del espesor de empaque, para aumentar la vida útil del producto en 5 días.*

*Ya, con las condiciones y parámetros del proceso, se diseñó una línea de producción con la capacidad suficiente para satisfacer la demanda que se calculó en el estudio de mercado. Al final del proyecto, se analizó la viabilidad de la implementación de una planta productora de vegetales mínimamente procesados, analizando costos, retorno de inversiones, y cálculo de utilidades.*

**Palabras Claves:** *Mínimamente procesadas, papa, zanahoria, escaldado químico, empaquetado hipobárico.*

### Abstract

*The following study was based in the design of a process line of minimally processed potatoes and carrots determining the conditions of the critical phases of the process; such as, washing, blanching, storage and distribution. For this, a study of the market was made to find the necessities of it, and the acceptance that the product will have once it is release to the public, also the determination of an average consumption level to have an idea of the required production capacity.*

*To find the conditions of the washing stage, tests were performed that involved the microbiological and sensorial analysis of the product, after having suffered immersions in chlorinated solutions at different concentrations. In the case of blanching, preliminary tests were conducted, that implicated the selection of the combinations of the reagents according to their microbiological profile and their level of costs. Furthermore, packaging tests were made, and the package selected allowed an adequate level of respiration, that did not allow the initiation of fermentation inside the product.*



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



*After selecting the best combination of reagents and the best package for this product, an increase in the concentration of the reagents was performed, in this specific case of the Metabisulphite, and an increase in the thickness of the package, to increase the product's useful life at 5 days.*

*Finally, having the conditions and parameters of the process, a line of production was designed with enough capacity to satisfy the demand that was calculated in the market research. At the end of the project, the feasibility of the implementation of a production plant of minimally processed vegetables was analyzed, including its costs, return on investment, and profit.*

**Key Words:** *Minimally processed, potato, carrot, chemical blanching, hypobaric packaging.*

## 1. Introducción

El interés creciente de los consumidores hacia adquirir productos más frescos, ha conllevado a un acelerado ritmo de crecimiento de productos mínimamente procesados, llamados comercialmente de la Cuarta Gama de la alimentación. Estos productos se presentan al consumidor, pelados, desinfectados y cortados de acuerdo a los requerimientos, ahorrando tiempos en la preparación de las comidas.[1]

En el caso del mercado institucional de comidas, el alto costo de mano de obra y tiempos de operación para la adecuación de los vegetales que se utilizan en la preparación de sus menús, hace pensar que proporcionar un vegetal limpio, fresco y cortado de acuerdo a sus necesidades y listo para usar, ayudaría a disminuir los costos y tiempos que representan estas operaciones. Esta necesidad conlleva a crear un proceso productivo que permita obtener un producto mínimamente procesado con una vida útil mayor a la del producto fresco, pero sin modificar sus características sensoriales.

La elección de la papa y la zanahoria como objetos de estudio, se debe a las características que presentan estos vegetales y a las formas de uso que se les da en las comidas diarias. La papa tiene una velocidad de pardeamiento enzimático alta, por lo que puede ser un referente en el control de las reacciones bioquímicas causantes del pardeamiento, para otros vegetales. Así mismo el consumo de zanahoria en crudo en algunas preparaciones culinarias, da una pauta del perfil microbiano que tiene que tener el vegetal en el momento de ser consumido, puesto que la cantidad de microorganismos debe de ser muy inferior a la de un producto que se debe de someter a cocción antes de su uso.

## 2. Estudio de Mercado

### 2.1 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación detalla todos los procedimientos que se deben de realizar en la investigación de mercados, para lograr el objetivo que se tenga planteado. Para ello se estructura de manera ordenada todas las acciones que se vayan a tomar para realizar el estudio.

#### 2.1.1 Definir Información Requerida

Para definir la información requerida se realizaron las siguientes actividades:

1. Definir el mercado potencial de papa y zanahoria mínimamente procesados
2. Investigar el volumen de consumo de estos vegetales en el mercado institucional
3. Determinar los niveles de precio promedio de adquisición para cada vegetal.
4. Determinar las formas de presentación que prefieren los consumidores de estos productos.

#### 2.1.2 Planeamiento de la Fase Descriptiva

Se seleccionó la investigación descriptiva para recolectar la información que se requiere, debido a que este tipo de investigación tiene como objetivo principal la descripción del mercado con sus características, así como también se encarga de estudiar la participación de un producto, para la determinación de las ventas potenciales

#### 2.1.3 Elaboración de Encuestas

Se realizó un método de encuesta verbal, en donde el entrevistador presentó el cuestionario mostrado en la figura 1.

Nombre del proyecto:		Vegetales Mínimamente Procesados Empacados Hipobáricamente						
Preparado por:		Juan José Loyola/ Andrés Mosquera			Date (DD/MM/AAAA):		13/10/2008	
<p><i>Esta encuesta ayuda a identificar las características de la demanda institucional vegetales pre-procesados (zanahoria y papa). La encuesta realizada en la ciudad de Guayaquil está dirigida a:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personas responsables de la decisión de compra de alimentos en las empresas</li> <li>• Personas responsables de la preparación de alimentos en las empresas</li> </ul>								
<b>1. Datos personales:</b>								
Nombre		Empresa			e-mail			
Dirección				Teléfono				
<b>2. Preguntas</b>								
A. Le agrada recibir la papa y zanahoria pelada, cortada, y desinfectada listas para el consumo							Si	No
B. Cantidad de libras que consume de cada vegetal							Cantidad	
1.	Zanahoria							
2.	Papa							
C. Precio aproximado que usted paga por libra de:		\$0.25	\$0.30	\$0.35	\$0.40	\$0.45	Otro	
3.	Zanahoria							
4.	Papa							
D. ¿Qué tipo de corte utiliza para estos productos?		Cubos	Rodajas	Rallada	Palitos	Otro		
5.	Zanahoria							
6.	Papa							
E. Si pudiese recibir los vegetales mínimamente procesados y listos para su uso a un precio conveniente preferiría:		2 Kg (4.4 lbs.)	3 Kg (6.6 lbs.)	4 Kg (8.8 lbs.)	Otro			
7.	Zanahoria							
8.	Pimiento							

**Figura 1.** Encuesta de vegetales mínimamente procesados.

#### 2.1.4 Diseño del Muestreo

En nuestro caso la población objetivo se definió de la siguiente forma:

**Elementos:** hombre o mujer que se encargue de la preparación de alimentos o de la decisión de compra de vegetales.

**Unidad de muestreo.-** negocios que constituyan el mercado institucional de comidas.

**Extensión.-** Zona Urdesa, Alboradas, Alrededores de la Universidad Estatal y Miraflores.

**Fecha:** 2009

En la tabla 1 se presenta el número de unidades muestrales de toda la población (120), junto con el tamaño de la muestra (18), los cuales fueron divididos en 3 grupos de acuerdo a sus características [2].

UNIDADES MUESTRALES			
GRUPO	CANTIDAD	PARTICIPACIÓN	UNIDADES MUESTRALES
Restaurantes de comidas varias	72	60%	11
Locales de comidas rápidas	40	33%	6
Asaderos y parrilladas	8	8%	1
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>	<b>18</b>

**Tabla 1.** Unidades muestrales

### 2.1.5 Análisis de Datos

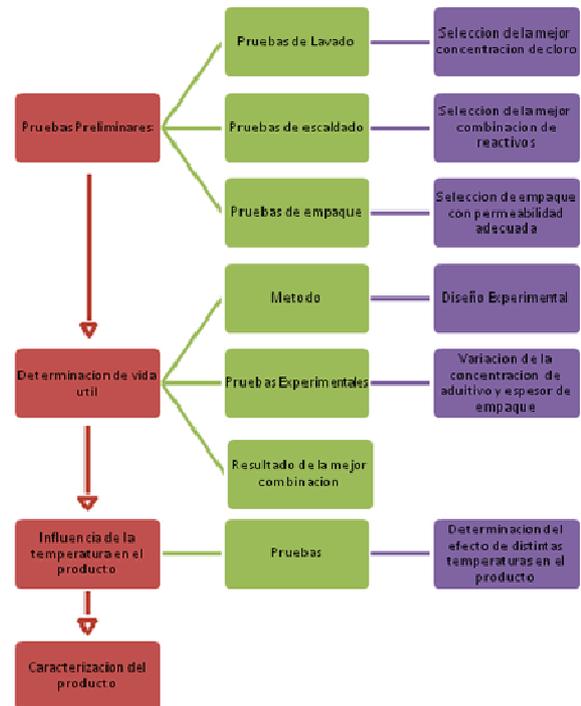
En el presente estudio de mercado se logró concluir que la papa y la zanahoria mínimamente procesadas tienen un alto porcentaje de aceptación dentro del mercado institucional (Tabla 2), que hace suponer que el lanzamiento de este producto tendrá una gran acogida.

Papa	Zanahoria
94% Aceptación del producto	
Consumo 44 lb/local	Consumo 9.32 lb/local
Precio Promedio \$0.31/lb	Precio Promedio \$0.21/lb
Presentación: Palitos (bastones) y Rodajas	Presentación: Cubos y Rodajas
4 Kg	2 Kg

**Tabla 2.** Resumen de análisis de datos

## 3. Pruebas Preliminares

En la Figura 2 se sintetiza la metodología de las pruebas realizadas.



**Figura 2.** Metodología de las Pruebas

### 3.1 Pruebas de lavado

Se realizó una variación en la concentración de referencia (50ppm), para determinar cuál de todas las concentraciones (30, 50 y 80 ppm) cumple con el objetivo planteado, el cual es disminuir por lo menos un ciclo logarítmico la carga microbiana inicial sin influir en la velocidad del pardeamiento enzimático [3].

#### 3.1.1 Análisis de pruebas

La mejor concentración para la etapa de lavado fue de 50 ppm, que cumplía con los objetivos planteados.

### 3.2 Escaldado Químico

Para realizar esta prueba se tomaron como referencia tratamientos de escaldado [4], los cuales tenían un mejor perfil microbiológico después de 12 días refrigerados a 4°C y presentaban un menor costo de reactivos, los tratamientos que cumplían con estas condiciones fueron los siguientes:

**Tratamiento C:** 0,01% metabisulfito + 1,5% ácido cítrico

**Tratamiento E:** 0,02% sorbato de potasio + 1,5% ácido cítrico

**Tratamiento F:** 0,02% sorbato de potasio + 0,02% benzoato de sodio.

### 3.2.1 Análisis y selección de las combinaciones del escaldado.

De acuerdo a los criterios de selección establecidos anteriormente, los límites máximos que pueden tener los vegetales en cuanto al recuento de aerobios totales es de 500 ufc y en mohos y levaduras es de 100 ufc. Se analizó y escogió el Tratamiento C: 1.5% de ácido cítrico + 0.01% de Metabisulfito.

### 3.3 Selección de Empaque

Se determinó que empaque permitía una permeabilidad adecuada de oxígeno para que se cumpla el metabolismo básico que necesita el vegetal para no producir fermentaciones y para evitar el pardeamiento enzimático en un tiempo determinado de acuerdo a las necesidades de comercialización del producto.

Materiales de empaque utilizados:

- Polietileno de baja densidad espesor 0.052 mm.
- Fundas de baja permeabilidad a gases

#### 3.3.1 Análisis de selección de empaque

Se pudo observar que el mejor empaque entre la funda de baja permeabilidad y la funda de polietileno de acuerdo a las condiciones de vida útil esperadas para este estudio, el polietileno resultó ser el mejor.

## 4. Determinación de Vida Útil

### 4.1 Influencia de concentración del aditivo seleccionado y del espesor de empaque

El objetivo fue aumentar la concentración de metabisulfito y espesor del empaque, para aumentar la vida útil del producto en 5 días.

#### 4.1.1 Metodología de las pruebas

Se usaron las combinaciones de reactivos y espesor de empaque, a una temperatura de 7°C, que se mencionan a continuación:

**Prueba 1:** ácido cítrico 1.5% + metabisulfito 0.04% + polietileno espesor 0.075 mm

**Prueba 2:** ácido cítrico 1.5% + metabisulfito 0.02% + polietileno espesor 0.075 mm

**Prueba 3:** ácido cítrico 1.5% + metabisulfito 0.04% + polietileno espesor 0.052 mm

**Prueba 4:** ácido cítrico 1.5% + metabisulfito 0.02% + polietileno espesor 0.052 mm.

### 4.2 Diseño Experimental

En la tabla 3 se resume la información para la ejecución del diseño experimental.

Variable de Resultado	Factores	Niveles
Vida útil	1. Concentración de Metabisulfito	1. Aerobios Totales
	2. Espesor de Empaque	2. Mohos y Levaduras
Nivel de Confianza	$\alpha = 0.05$	95%
Repeticiones Experimentales		4

**Tabla 3.** Diseño Experimental.

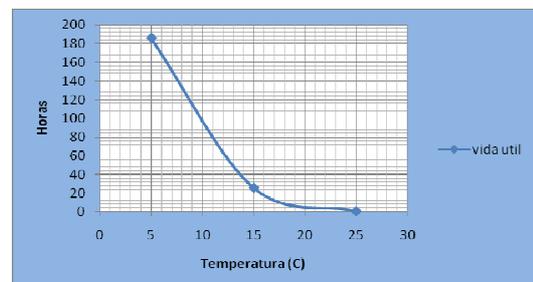
Una vez analizado los datos de todo el diseño de experimento realizado, se pudo concluir que la concentración de metabisulfito de 0.04% y de espesor del empaque 0.075mm brindaba una mayor protección al producto, lo cual consiguió un aumento de la vida útil del producto a 5 días.

### 4.3 Influencia de la Temperatura

Se determinó cuál es el tiempo de vida útil que tiene el vegetal a temperaturas referenciales, emulando a las que estaría en el almacenamiento y/o distribución. Se sometieron a las siguientes temperaturas:

- Temperatura 1: 5 °C
- Temperatura 2: 15°C
- Temperatura 3: 25 °C

Con los datos obtenidos se realizó la curva de vida útil a distintas temperaturas (figura 3), dato que sirvió para establecer las condiciones de almacenamiento, de acuerdo a los tiempos de esta etapa en el proceso productivo.



**Figura 3.** Vida Útil

Se concluyó que la vida útil final del producto es de 5 días a una temperatura de 7°C.

#### 4.4 Caracterización del Producto Final

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo caracterizar el producto final, tas 4 y 5.

Tipo de alimento	Papa pelada y cortada empacada Hipobáricamente
Envase	Funda de polietileno de espesor 0.075 mm
Contenido declarado	4000 gramos
Tiempo máximo de consumo	5 días
Forma de conservación	Refrigeración (7 C)
Presión de vacío	-0.01 Bar

**Tabla 4.** Caracterización de la papa como producto final

Tipo de alimento	Zanahoria pelada y cortada empacada Hipobáricamente
Envase	Funda de polietileno de espesor 0.075 mm
Contenido declarado	2000 gramos
Tiempo máximo de consumo	5 días
Forma de conservación	Refrigeración (7 C)
Presión de vacío	-0.01 Bar

**Tabla 5.** Caracterización de la zanahoria como producto final

#### 5. Diseño del Proceso

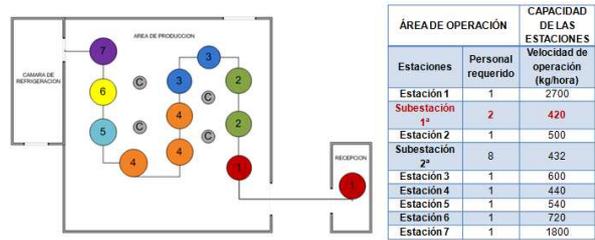
A continuación se nombran todas las etapas del proceso productivo:

- Recepción
- Almacenamiento
- Lavado 1
- Selección
- Pelado
- Remojo 1
- Corte
- Remojo 2
- Lavado 2
- Escaldado Químico
- Pesado
- Sellado Hipobárico
- Almacenamiento

En la tabla 6 se detallan los equipos y sus capacidades, satisfaciendo las necesidades de producción.

**Tabla 6.** Capacidad de Producción de los Equipos

Se elaboraron estaciones de trabajo, las cuales se muestran de forma esquemática en la figura 6, con sus respectivas capacidades.



**Figura 6.** Estaciones de Trabajo y sus Capacidades

Dado que la capacidad de la subestación 1<sup>a</sup> es la menor de todas las estaciones, se determina que la capacidad de la planta es de 420 kg/hora.

#### 6. Viabilidad de Proyecto

Se determino el costo total de inversión, con rubros como los que se detallan en la tabla 7.

Rubro	Costo
Camión refrigerado	\$20000
Costo de mobiliarios	\$3755
Costos de constitución	\$1000
Costo de equipos	\$30800
Gastos de adecuación	\$14000
Alquiler del local (1er mes)	\$1000
<b>Costos de inversión totales</b>	<b>\$70555</b>

**Figura 7.** Costo Total de Inversión.

Luego de este costeo se realizo un análisis en cuanto al flujo de efectivo que tendría el negocio en un escenario de crecimiento de la demanda del 1% y 0.5% en un periodo de 4 meses, determinando que la recuperación del capital se dará en un lapso de 16 meses en los dos escenarios, con la única diferencia que las utilidades del último periodo son mayores en el escenario de crecimiento del 1 % con \$920.45, a diferencia de las utilidades en el escenario con crecimiento de 0.5%, que serian de \$387.07.

#### 7. Conclusiones y Recomendaciones

Se pudo concluir que la aceptación del mercado en cuanto a papa y zanahoria mínimamente procesados es del 94% en los sitios mencionados anteriormente, lo que supone una gran aceptación en otras ubicaciones dentro y fuera de Guayaquil, lo que constituiría una gran demanda del producto y posibilidades de crecimiento posterior.



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



La concentración de metabisulfito dentro del proceso de escaldado químico es directamente proporcional a la velocidad de crecimiento microbiano al igual que el espesor del empaque, debido a que concentraciones de 0.01% de metabisulfito con un espesor de empaque de 0.052mm apenas alcanzaron una vida útil de 3 días, a diferencia que concentraciones de 0.04% de metabisulfito y un espesor de empaque de 0.075mm, alcanzaron una vida útil de 5 días.

La temperatura de almacenamiento del producto es inversamente proporcional a la vida útil esperada, debido a dos factores, que son la aceleración del crecimiento microbiano, debido a que a mayores temperaturas de refrigeración el crecimiento microbiano aumentaba, y la respiración del vegetal también lo hacía, lo que implica una mayor producción de reacciones bioquímicas, que se traducían en deterioro de la vida útil. En este estudio se determinó que para una vida útil de 5 días, el producto debe de estar almacenado a 7°C.

El retorno de la inversión estimado para un escenario normal, en donde la demanda se comportaba de una manera uniforme con un crecimiento de 1% cada 4 meses, estuvo estimado en un periodo de 16 meses, teniendo utilidades netas de \$920.45. En cambio para un escenario pesimista con un crecimiento de la demanda del 0.5% cada 4 meses, el retorno de la inversión estuvo estimado en un periodo de 16 meses, pero las utilidades netas fueron inferiores de \$387.07.

## 5. Agradecimientos

Nuestros más sinceros agradecimientos a la Ing. Priscila Castillo, por su continuo apoyo y asesoramiento para la realización de este estudio.

## 6. Referencias

- [1] Productos vegetales mínimamente procesados o de la cuarta gama, [www.horticom.com/pd/article.php?sid=73132](http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=73132), 23 de septiembre del 2009.
- [2] Proyectos de Inversión, Ing. Gustavo Guerrero, ESPOL, 1era edición, 15 de noviembre del 2009.
- [3] Uso de Cloro para la Desinfección de Vegetales: Efectos en la Salud Humana, <http://www.ambiente-ecologico.com/revist57/cloro57.htm>, María Luisa Castro de Esparza, 30 de septiembre del 2009.

- [4] Control del pardeamiento enzimático en papa, <http://fcial.uta.edu.ec/archivos/fripapa.pdf>, Mónica Silva, Sandra Sarabia, 15 de noviembre del 2009.