ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Diseño de un proceso para el aprovechamiento de soya y quinua: Desarrollo de un enlatado de albóndigas en salsa"

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentada por:

Karina Isabel Rocha Galecio

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

AGRADECIMIENTO

A todos aquellos que de una u otra manera me ayudaron a llevar a cabo este trabajo, a la doctora Susana por brindarme todas las facilidades para realizarlo y a la Ingeniera Ana María Costa Directora de Tesis, por toda su paciencia y ayuda.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MIS SOBRINOS

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Luis Miranda Sanchez
DELEGADO DEL DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ana María Costa V.
DIRECTORA DE TESIS

Ing. Daniel Núñez
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Karina Rocha Galecio

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo desarrollar un producto enlatado aprovechando alimentos altamente nutritivos y poco industrializados como la soya y la quinua, para obtener albóndigas en salsa de sabor y textura agradable y por medio del estudio de penetración de calor determinar los tiempos y temperaturas del proceso para obtener un producto microbiológicamente seguro.

La soya y la quinua son cereales con un elevado contenido de nutrientes, específicamente proteínas y carbohidratos, además de vitaminas. La disponibilidad de estos cereales en la región y el país es alta sin dejar de lado el costo de los mismos que no representa un gasto significativo. La soya es un cereal muy versátil que se utiliza como reemplazo de ciertos alimentos, en este trabajo se la utilizó procesada (extrusada) en vez de carne para la elaboración de las albóndigas.

Para lograrlo se seleccionaron las materias primas y materiales a utilizar para el desarrollo de las albóndigas. Mediante pruebas experimentales se

determinaron los ingredientes de la fórmula y el porcentaje de los mismos para obtener un producto de sabor agradable y de textura firme que resista un proceso térmico. Además durante las pruebas se determinaron los parámetros de operación para establecer procedimientos a seguir.

Una vez definida la fórmula definitiva se realizaron pruebas de planta para simular una producción normal, cuidando tiempos, temperaturas, desde la elaboración de la masa y la salsa hasta el llenado y cerrado de las latas. Adicional a esto se definieron los parámetros de aceptación o rechazo de las materias primas y demás insumos y se determinaron los equipos a utilizar.

Posteriormente se realizo un análisis nutricional de las albóndigas y se estableció el Fo o tiempo de esterilización utilizando sensores de temperatura tipo “Data Trace” para determinar si el proceso térmico cumple con los requerimientos para destrucción de *Clostridium botulinum* y asegurar un alimento inocuo.

Finalmente empleando análisis bromatológicos y organolépticos se determinó si todos los cambios en las fórmulas hasta llegar a la fórmula final fueron los adecuados. Además se definieron las bases correctas para la elaboración de los parámetros del proceso, para trabajar con los mismos valores a mayor escala y en cualquier ocasión. Adicional a esto se determinó si el estudio de

penetración de calor fue el adecuado, mediante la valoración del Fo para alimentos enlatados altamente proteicos y con gran contenido de almidón y se establecieron los parámetros para asegurar un producto microbiológicamente estable.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN……..II

ÍNDICE GENERAL……V

ABREVIATURAS……VII

SIMBOLOGÍA……..VIII

ÍNDICE DE FIGURAS……..…IX

ÍNDICE DE TABLAS……..X

INTRODUCCIÓN……1

CAPITULO 1

1.- GENERALIDADES……...3

1.1 Generalidades de la Soya……..3

1.2 Generalidades de la Quinua…..…….....6

1.3 Características Nutricionales de la soya y la quinua…..……..6

1.4 Tratamiento térmico…….8

CAPITULO 2

2.- MATERIALES Y MÉTODOS……19

2.1 Selección de Materia Prima .....…….....19

2.2 Selección de envase……..……25

2.3 Pruebas de laboratorio……..……..26

2.4 Estudio de penetración de calor……..……..33

CAPITULO 3

3.- RESULTADOS……37

3.1 Pruebas de planta…….……..37

3.1.1 Formula aprobada……37

3.1.2 Proceso de elaboración…….……..43

3.1.3 Equipos……..57

3.2 Características Físico-Químicas y organolépticas…….……...60

3.3 Análisis nutricional…….……70

3.4 Determinación de tiempo de esterilización…….……80

CAPITULO 4

4.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones…….……89

4.2 Recomendaciones..……..……..……92

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ABREVIATURAS

B	Brix
C	Celsius
cm	Centímetros
F	Fahrenheit
g	Gramos
J	Joules
Kcal	Kilocalorías
L	Letalidad
LDL	Lipoproteína de baja densidad (siglas en ingles)
lt	Litro
mg	Miligramos
min	Minutos
Pv	P value
T	Temperatura
t	Tiempo

SIMBOLOGÍA

%	Por ciento
º	Grados
Δ	Delta
Σ	Sumatoria
α	Alpha(Nivel de Confianza)

INDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1.1 Calentamiento por conducción y convección……...12
Figura 1.2 Primera operación de formado del doble cierre……...13
Figura 1.3 Segunda operación de formado del doble cierre……13
Figura 1.4 Curva logarítmica de supervivencia de los gérmenes……14
Figura 1.5 Curva de los tiempos de destrucción de gérmenes durante 1 minuto a 121.1ºC……16
Figura 2.1 Soya Texturizada……..21
Figura 2.2 Probability Plot de Normalidad……32
Figura 2.3 Temperatura vs tiempo (primer estudio de penetración de calor)……..…36
Figura 2.4 Letalidad vs tiempo (primer estudio de penetración de calor)……...36
Figura 3.1 Diagrama de Pareto……39
Figura 3.2 Normal Probability Plot para los efectos de los Factores……...40
Figura 3.3 Soya Texturizada antes y después de la hidratación……....44
Figura 3.4 Tamaño relativo de las albóndigas formadas con la cuchara de medida……..…47
Figura 3.5 Albóndigas antes y después del blanching……48
Figura 3.6 Llenado de albóndigas (16/lata)……50
Figura 3.7 Posición de las latas dentro de la canasta……59
Figura 3.8 Entrada de vapor saturado y salida de condensado……...60
Figura 3.9 Evaluación de color de salsa, escala Pantone(06/09/2007)……..……...65
Figura 3.10 Salsa sobre fondo blanco……65
Figura 3.11 Salsa y Albóndigas evaluadas el 31/07/2008……..66
Figura 3.12 Evaluación de color de salsa, escala Pantone (31/7/2008)……...66
Figura 3.13 Siembra en petrifilm para aerobios mesófilos……..……68
Figura 3.14 Siembra en petrifilm para aerobios mesófilos y para E. coli ……70
Figura 3.15 Siembra en petrifilm para mohos y levaduras……..70
Figura 3.16 Etiqueta de información nutricional de otro producto del mercado……...79
Figura 3.17 Temperatura vs. Tiempo, sensor M3P17494.....82
Figura 3.18 Letalidad vs. Tiempo, sensor M3P17494……..…85
Figura 3.19 Temperatura vs. Tiempo, sensor M3P18271……...86
Figura 3.20 Letalidad vs. Tiempo, sensor M3P18271……..88

INDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1 Información nutricional de la carne de soya Texturizada……..…...7
Tabla 2 Información nutricional de la quinua…….....8
Tabla 3 Comparación nutricional de la quinua con otros cereales…….23
Tabla 4 Matriz de orden estándar……...31
Tabla 5 Factorial Fit……38
Tabla 6 Formula aprobada de las albóndigas……...42
Tabla 7 Formula aprobada de la salsa……...43
Tabla 8 Controles del proceso……..55
Tabla 9 Condiciones de la cámara de estabilidad acelerada prueba # 4……..63
Tabla 10 Evaluación de estabilidad prueba # 4……...64
Tabla 11 Evaluación de estabilidad prueba # 10…….67
Tabla 12 Kilocalorías generadas por los nutrientes energéticos……...71
Tabla 13 Información nutricional de las albóndigas……78
Tabla 14 Comparación nutricional con otros productos del mercado..…80

INTRODUCCION

La soya es una leguminosa ampliamente usada y conocida como un sustituto de varios alimentos no solo por su alto contenido proteínico sino por ser baja en grasa, y sobre todo por su versatilidad para elaborar derivados; la quinua es un cereal autóctono de la región de los andes y tiene un alto contenido de proteínas y carbohidratos, siendo estos mayor aun que la mayoría de cereales consumidos en el país como el trigo, la avena o la cebada. Ambos se caracterizan por tener limitado uso principalmente a nivel industrial siendo por tanto poco aprovechados a pesar de sus altas características nutritivas.

En nuestro país a pesar de contar con una gran diversidad de alimentos la población no lleva un buen régimen alimenticio donde los niños sufren las mayores consecuencias, siendo por tanto necesario la elaboración de un producto económico, fácil de elaborar, con disponibilidad de materia prima todo el año y de alto valor nutritivo. En el presente trabajo se trata el "Diseño de un proceso para el aprovechamiento de soya y quinua: Desarrollo de un enlatado de albóndigas en salsa" que tiene su enfoque principal en el aprovechamiento de alimentos altamente nutritivos, de alta producción y rendimiento, y sobre todo poco industrializados.

Para realizarlo se evalúa la mejor materia prima para la elaboración de las albóndigas, tomando en cuenta primero el alto contenido proteínico de la

soya y así mismo considerando la facilidad de uso y almacenamiento del extruso de soya por sobre la soya fresca, por el lado de la quinua se la escogió entre varios cereales como la cebada, el trigo y la avena debido a que posee el mas alto contenido de proteínas y carbohidratos, debiendo luego cambiar la quinua fresca por harina de quinua, mas fácil de utilizar y almacenar.

En base a pruebas piloto se determino la formula adecuada para el desarrollo de las albóndigas considerando características como sabor y textura. Durante estas pruebas también se fueron estableciendo parámetros de proceso como pesos promedios de las albóndigas, número de albóndigas por lata, temperatura y tiempo del escaldado, temperatura de llenado del líquido de gobierno, temperatura de cerrado de las latas y finalmente tiempo y temperatura del proceso.

Una vez escogida la fórmula final y ya establecidos todos los parámetros arriba mencionados se procedió a realizar el estudio de penetración de calor para determinar el Fo y verificar así que el proceso realizado a la temperatura y tiempo establecidos para la esterilización son los adecuados y que nuestro producto no representa riesgo microbiológico para los consumidores, asegurando además su estabilidad en percha.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Generalidades de la Soya

Soja (también conocida como soya), nombre común de una leguminosa anual y de las semillas que forma.

Clasificación científica: la soja pertenece a la familia de las Fabáceas (Fabaceae). Es la especie Glycine max.

Las semillas, casi esféricas, suelen ser de color amarillo claro, y también negro, castaño o verde en ciertas variedades raras. El hilo o cicatriz es negro, castaño o amarillo. Las semillas contienen alrededor de un 20% de aceite y un 40% de proteínas.

Los dos productos básicos que se obtienen de la soja son harina y aceite (1).

Se ha comprobado que la sustitución de la proteína animal por este alimento puede reducir hasta en un 20 % la tasa de colesterol en la sangre. La isoflavona genisteína ayuda no solamente a disminuir el colesterol "malo" (LDL) y los triglicéridos sino que mejora la circulación en general al aumentar la flexibilidad de las arterias y hacer que la sangre fluya con mayor facilidad. Previene, por lo tanto, que el colesterol se deposite en las arterias y conduzca a la arteriosclerosis o que haya una mayor predisposición a sufrir alguna enfermedad cardíaca. Además de las isoflavonas también interviene en esta propiedad su contenido en ácidos grasos omega-3. Todo ello explicaría por qué las personas vegetarianas, que suelen consumir bastante soya, presentan unas arterias en mejor estado, mas flexibles y jóvenes. Sin embargo las propiedades cardiovasculares de este alimento no solamente son útiles para aquellas personas que coman exclusivamente vegetales.

Se ha comprobado como en personas que comen habitualmente carne su nivel de colesterol se reducía o no aumentaba cuando se incluía una ración diaria de esta legumbre en la dieta. De alguna manera este alimento contrarresta los efectos negativos del colesterol de la carne animal (2).

- **Carne de soya texturizada**

  La carne de soya al igual que otros sucedáneos cárnicos, es una alternativa saludable a la proteína animal, grasa saturada y colesterol, como son las carnes rojas, salchichas y embutidos.

  Partiendo del fréjol de Soya, y después de extraer de éste el aceite de Soya por medio de un prensado y sin el uso de solventes se obtiene la Harina Desgrasada de frejol de Soya.

  En el proceso de extrusión, la estructura cuaternaria de las proteínas se abre por la humedad y las temperaturas elevadas durante el proceso, dicha temperatura logra desactivar los factores anti nutricionales presentes en la soja. Las moléculas se polimerizan, se establecen enlaces intermoleculares y se reorientan, dando lugar así a la clásica textura fibrosa de las proteínas vegetales texturizadas.

  Este tipo de extrusión inactiva enzimas como la ureasa (reduce la vida útil del producto), la lipoxigenasa, como así también los factores antinutricionales (tripsina) que reduce la digestibilidad y vida útil del producto elaborado. Al extruir la Harina Desgrasada

de Poroto de Soya se obtiene un alimento con una textura y características muy similares a las de la carne (3).

1.2 Generalidades de la Quinua

Quinua, planta conocida también como arrocillo, trigo inca y arroz del Perú. Es netamente de los andes americanos y se cultiva desde hace unos 3.000 a 5.000 años.

Clasificación científica: la quinua pertenece a la familia de las Quenopodiáceas (Chenopodiaceae). Su nombre científico es Chenopodium quinua (1).

1.3 Características Nutricionales de la Soya y la Quinua

Un alimento es valorado por su naturaleza química, por las transformaciones que sufre al ser ingerido y por los efectos que produce en el consumidor.

Soya.- El consumo de soya se contempla en los países orientales como una alternativa al consumo de la carne. Supera al resto de las legumbres por su riqueza en proteínas y su gama completa de aminoácidos esenciales (2).

TABLA 1

INFORMACION NUTRICIONAL DE LA CARNE DE SOYA TEXTURIZADA

COMPONENTES	100g
Calorías	365 Kcal
Agua	5.9g
Proteínas	39.1g
Grasa Total	7.2g
Colesterol	0g
Carbohidratos	36g
Fibra	5.7g
Cenizas	6.1g

FUENTE: Alimentaria Rosco S.A., 2007

Quinua.- La quinua constituye uno de los principales componentes de la dieta alimenticia de la región de los Andes, fue base nutricional en las principales culturas americanas. La composición de aminoácidos esenciales, le confiere un valor biológico comparable solo con la leche y el huevo. La Quinua posee cualidades superiores a los cereales y gramíneas.

Se caracteriza más que por la cantidad, por la calidad de sus proteínas dada por los aminoácidos esenciales que constituye como: la isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triftofano, y valina (4).

TABLA 2

INFORMACION NUTRICIONAL DE LA QUINUA

COMPONENTES	100g
Calorías	370 Kcal
Proteínas	13.5g
Grasa Total	4.8g
Colesterol	0.0g
Carbohidratos	70.9g
Fibra	3.45g
Calcio	100mg
Hierro	9.21mg
Sodio	7.5 mg
Potasio	286mg
Tiamina	0.24mg
Riboflavina	0.23mg
Niacina	1.4mg

FUENTE: José de Guardia, 2005

1.4 Tratamiento Térmico

El tratamiento térmico es uno de los métodos de preservación de alimentos más antiguos. Uno de los objetivos principales del uso de calor es la inactivación microbiana, adicionalmente se pueden dar cambios de textura, sabor, etc (5). El tratamiento térmico depende principalmente del pH del alimento.

Existen varias clasificaciones de los alimentos con respecto a su acidez. La más aceptada o utilizada es la siguiente (6):

1. Alimentos poco ácidos: pH > 4,5.
2. Alimentos ácidos: pH < 4.5

El límite entre los alimentos ácidos y poco ácidos es 4,5 debido a que algunos tipos de Clostridium botulinum pueden crecer y producir toxinas a valores tan bajos de pH como 4,6.

Clostridium Botulinum

Este microorganismo es un bacilo gram positivo, esporulado, anaerobio y móvil que produce una potente exotoxina neuroparalítica, esta toxina causa una intoxicación fatal conocida como Botulismo.

Existen 6 tipos de Clostridium botulinum designados alfabéticamente desde la A hasta la F. El botulismo en los humanos es causado por los tipos A, B y E. Las esporas de los tipos A y B son las más resistentes al calor. El hábitat del Clostridium botulinum tipos A y B es terrestre mientras que el del tipo E es esencialmente acuático (6).

Esterilización

La esterilización es una operación unitaria en la cual los alimentos

son calentados a una temperatura suficientemente elevada durante un tiempo determinado como para destruir en ellos la actividad microbiana y enzimática. Los alimentos estabilizados por este medio poseen una vida útil superior a los seis meses.

Como la destrucción de los microorganismos sigue un orden logarítmico, ni siquiera un tiempo de tratamiento infinito destruiría teóricamente la totalidad de los microorganismos presentes. Por ello los tratamientos van encaminados a reducir el número de los microorganismos supervivientes a un valor determinado.

La transferencia de calor puede efectuarse por tres mecanismos: radiación, conducción y convección. La radiación consiste en la transferencia de calor mediante ondas electromagnéticas. La conducción es un tipo de transporte de calor que tiene lugar en los sólidos y que se produce por transmisión directa de la energía molecular.

La convección consiste en la transferencia de calor por grupos de moléculas que se mueven por diferencia de densidad o por agitación. Sin embargo, no hay alimentos que se calienten puramente por convección o conducción. Aquellos que presentan

una consistencia mayor, se calientan por conducción y en esos casos se considera que no hay movimientos en el interior del envase durante el calentamiento o el enfriamiento. Del mismo modo, para los que presentan una consistencia menor, las curvas de calentamiento están referidas a la de productos que se calientan por convección.

Durante el calentamiento y el enfriamiento se consideran que están en constante movimiento debido a las corrientes que se elevan por las diferencias de temperatura. En los alimentos que se calientan por conducción, debido a la falta de movimiento durante el calentamiento o el enfriamiento hay un gradiente de temperatura desde el centro geométrico hasta la pared del envase. Durante el calentamiento el gradiente es ascendente desde el centro hacia las paredes, mientras que en el enfriamiento el gradiente es descendente desde el centro geométrico hacia las paredes; por eso, el centro geométrico es designado como el punto de más lento calentamiento y enfriamiento. Debido al movimiento del producto en los que se calientan por convección, la temperatura en todo el envase es aproximadamente uniforme durante los procesos de calentamiento y enfriamiento (6).

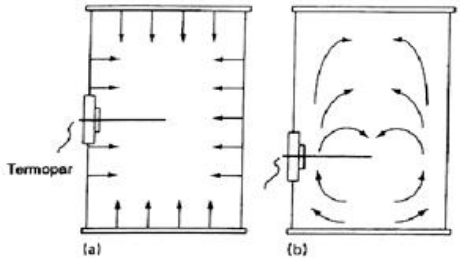


FIGURA1.1 a) Calentamiento por conducción
b) Calentamiento por convección

FUENTE: V.Sgromo,2004

Doble Cierre

Un doble cierre es un cierre hermético, formado por un entrelazado mecánico entre el gancho de tapa y el gancho de cuerpo de la lata. El doble cierre se compone de 5 dobleces de hojalata (3 capas de la tapa y 2 capas del cuerpo) (5).

Cumple varias funciones:

- Evitar el ingreso de aire o polvo
- Mantener las bacterias fuera de la lata
- Conservar el vacío o presión que posee la lata
- Prevenir el deterioro del producto.

El doble cierre se forma mediante dos operaciones:

- La primera operación da forma a la lámina a fin de producir los dobleces y la curva (la pestaña de la tapa se engancha a la pestaña del cuerpo de la lata).

- La segunda operación aprieta firmemente los dobleces de la lata.

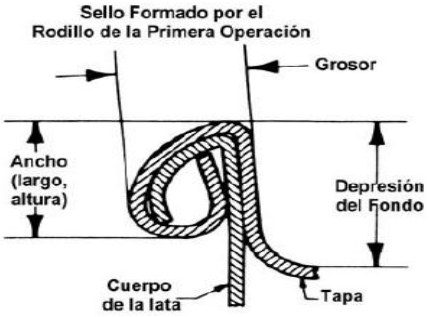


FIGURA 1.2: Primera operación de formado del doble cierre

FUENTE: FDA (7)

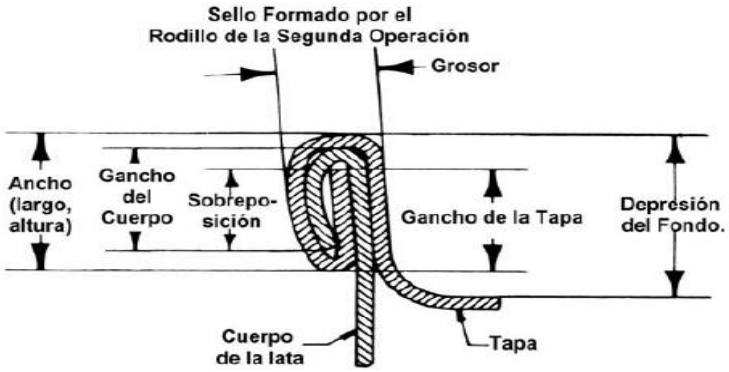


FIGURA 1.3: Segunda operación de formado del doble cierre

FUENTE: FDA (7)

Medidas del doble cierre:

Medidas Externas (ver figura 1.3)

- Espesor o grosor
- Ancho(largo , altura)
- Depresión de fondo, también conocida como embutido o profundidad.

Medidas Internas (ver figura 1.3)

- Gancho de cuerpo
- Gancho de tapa

- Overlap o sobreposición de ganchos.

Estudio de Penetración de calor

El propósito del estudio de Penetración de Calor es el de determinar el comportamiento del calentamiento y enfriamiento de un producto y su envase en un sistema especifico de autoclave para establecer un proceso térmico seguro y evaluar sus desviaciones.

La representación gráfica del curso seguido por la destrucción de gérmenes recibe el nombre de curva de supervivencia.A tal fin, en un sistema de coordenadas semilogarítmicas se trasladan al eje de ordenadas los logaritmos de los gérmenes supervivientes, y al eje de abscisas los tiempos de actuación del calor a temperatura constante (8).

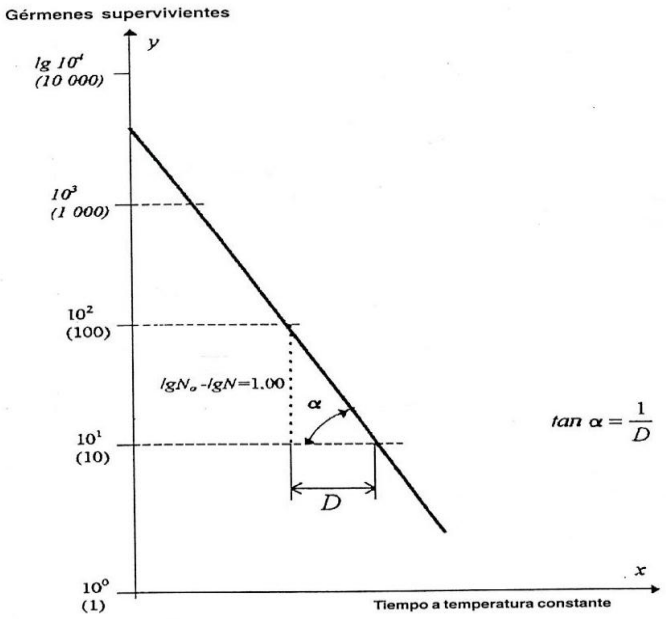


FIGURA 1.4: Curva logarítmica d supervivencia de los gérmenes

FUENTE: H. Sielaff, 2000

Del curso seguido por esta reacción, se puede deducir en lo referente a la muerte de microorganismos:

1) Un número dado de microorganismos no es destruido súbitamente con una determinada temperatura, sino que la muerte tiene lugar más bien de forma exponencial.

2) A una determinada temperatura, el tiempo t necesario para destruir un cierto número de microorganismos es inversamente proporcional al número inicial de gérmenes No; por consiguiente, una tasa más elevada de gérmenes requiere tiempos prolongados de destrucción.

El valor D

El valor D (índice de destrucción) expresa el tiempo que se necesita para destruir en un 90% el número presente de gérmenes N a temperatura constante, es decir, de reducirlo a una décima parte (tiempo de reducción decimal = decimal reduction time). D no depende de N, pero es inversamente proporcional a la constante de velocidad de reacción k.

El valor z

Complementando el valor D, el valor z se define como la capacidad de resistencia al calor de los distintos microorganismos. Si en un

sistema semilógarítmico de coordenadas se representa la temperatura en el eje de abscisas, y los valores D correspondientes a los valores de temperatura en el eje de ordenadas, se obtiene una recta, que es la curva de los tiempos de destrucción o curva TDT (Thermal Death Time Curve).El valor z representa la elevación de temperatura necesaria para reducir el tiempo de destrucción de gérmenes a una décima parte.

Así, z expresa la cantidad de grados Celsius o Fahrenheit con la que la curva de destrucción sigue curso logarítmico

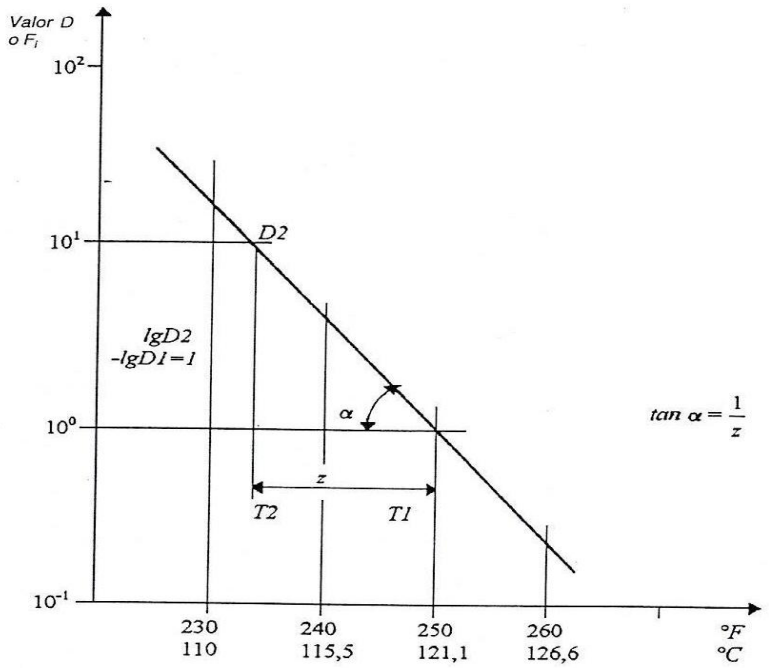


FIGURA 1.5: Curva de los tiempos de destrucción de gérmenes durante 1 minuto a 121.1º c

FUENTE: H. Sielaff, 2000

Medida del efecto del calentamiento: Esterilización Fo

Con objeto de poder hacer comparable el efecto relativo de esterilización de cualquier tratamiento calórico de productos conservados, se ha introducido como unidad de destrucción de microorganismos el valor F (valor Fo).

El valor F puede definirse así: El valor F corresponde a la muerte de una determinada especie bacteriana con un concreto valor z, tras la actuación de la totalidad del efecto letal del método utilizado, expresándose por el número de minutos que a 121,1°C (250ºF) se obtendría un efecto semejante.

Siendo z = 10°C (18°F), para F se ha elegido la denominación de Fo. En cualquier caso, el valor F debe determinarse de manera que quede garantizada una suficiente seguridad en la protección sanitaria del consumidor y contra la descomposición del producto conservado.

El problema de determinar un efecto de calentamiento que tome en consideración tanto la estabilidad como la calidad (valor nutritivo) de las conservas, sólo puede resolverse, según se ha señalado ya más arriba, sobre bases convencionales. Como deben tenerse en cuenta,

asimismo, las consecuencias económicas, debe evaluarse la magnitud del riesgo de una posible descomposición de las conservas completas.

CAPITULO 2

2. MATERIALES Y METODOS

Las materias primas utilizadas para este desarrollo por ser materias semiprocesadas como el extruso de soya y además de calidad confiable debido a que se compran a proveedores calificados aseguran un ahorro de tiempo durante la elaboración de las albóndigas.

La fórmula utilizada es ciertamente la más apropiada a las características organolépticas y microbiológicas de las albóndigas. Para la elaboración del producto se probaron 10 formulas que se iban mejorando principalmente en su sabor, de las cuales se van a exponer las mas significativas, las maquinarias y envase utilizados durante el proceso.

2.1 Selección de Materia Prima

Las albóndigas son un producto originalmente elaborado con carne de res y cerdo. Para el desarrollo de este nuevo producto que esta

orientado principalmente para ayudar a disminuir las carencias nutricionales de niños de edad escolar y a la vez presenta una alternativa en sus ingredientes, se ha probado con el reemplazo de sus ingredientes principales (carne de res y cerdo) por soya y quinua.

Además los otros ingredientes como cebolla, ajo, comino, harina, etc, ayudan a mejorar el sabor de las albóndigas y a compactar la masa.

Soya

La soya es una leguminosa muy rica en proteínas y actualmente es usada por su gran versatilidad como el principal sustituto de las carnes animales. Las albóndigas se preparan con carne picada o molida por lo que el sustituto de las carnes de res y cerdo para estas albóndigas va a ser la carne de soya.

La carne de soya ha utilizar, es una soya texturizada, un extruso tipo pellet que permite la hidratación de la misma, obteniendo un producto de características de textura y color muy similares a los de la carne de res cocinada, además que es muy fácil de picar o moler una vez hidratada.

Se prefiere el extruso sobre la carne de soya convencional debido a que por ser un producto semielaborado ahorra tiempo para la preparación.

Utilizando carne de soya de la que se encuentra en los supermercados, habría que mantenerlas en refrigeración hasta el momento que se la vaya a utilizar y además cortarla y luego picarla para poderla utilizar en las albóndigas.

FIGURA 2.1: Soya Texturizada

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

El extruso es un producto con baja humedad que se mantiene en perfecta condición conservada en el medio ambiente, bien sellada en su empaque para evitar que gane humedad, no despide olores y no corre el riesgo de podrirse como la carne de soya fresca.

Además tiene un alto porcentaje de rendimiento debido a su gran capacidad de hidratación.

Quinua

La quinua es un cereal con un alto valor proteico y además un alto porcentaje de hidratación lo que implica un alto rendimiento de materia prima, además de su bajo costo.

Para la elaboración de las albóndigas se probó con varios cereales para aumentar la masa de las mismas y a la vez aumentar el aporte proteico del producto en la dieta de los escolares.

Entre los cereales pensados originalmente para la elaboración de las albóndigas tenemos la avena, el trigo, la cebada y la quinua.

La avena formaba una masa demasiado seca, la que resultaba muy difícil de moldear en bolitas, por que no ayudaba a ligar los componentes.

El trigo y la cebada no tiene las suficientes proteínas y carbohidratos que la quinua posee, pese a que si ayudaban en la compactación de la masa.

TABLA 3

COMPARACION NUTRICIONAL DE LA QUINUA CON OTROS CEREALES

Componentes	Quinua	Trigo	Cebada	Avena
Calorías	351kcal	336kcal	328kcal	342kcal
Proteínas	12.3g	9.1g	9.8g	11.7g
Grasa Total	6.1g	1.7g	2.1g	7.1g
Colesterol	0g	0g	0g	0g
Carbohidratos	67.7g	71g	64.3g	59.7g
Fibra	4.6g	3.7g	9.8g	5.6g
Calcio	112mg	20mg	40mg	80mg
Hierro	7.5mg	3.2mg	2.8mg	5.8mg
Potasio	286mg	325mg	445mg	355mg

FUENTE: Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica, cultural y social, 2005

Aliños

La cebolla es conocida ampliamente por sus muchos atributos, entre los principales el de sazonador de comidas, en nuestras albóndigas la cebolla tiene el mayor porcentaje de entre los aliños, lo que ayuda no solo en el sabor sino también en aumentar y compactar la masa aportando además jugosidad a la misma.

El ajo es otro aliño que brinda un sabor y olor bastante fuerte a las comidas; En las albóndigas es utilizado junto con el cilantro y el comino en el refrito para dar un sabor agradable a la masa.

La sal ayuda mucho a realzar el sabor de la masa pero sobre todo debido a su propiedad higroscópica absorbe agua de los ingredientes brindando así jugosidad de la masa.

La hierba buena tiene la gran ventaja de que ayuda ya sea en pequeñas cantidades a enmascarar ciertos sabores y realzar otros, en este caso, la soya por ser un producto no animal no tiene un sabor similar al de la carne de res peor aun la de cerdo, y la hierba buena ayuda a enmascarar el sabor característico de la soya y a resaltar el de los aliños ayudando a la masa brindándole un sabor agradable.

Ligantes

La harina de trigo es utilizada para compactar la masa, esto se debe al gran poder ligante que posee debido a que contiene entre un 65 y 70% de almidón (1). Además de ayudar a aumentar la masa la harina ayuda a compactar los ingredientes durante el mezclado de los mismos para hacer mas fácil el formado de las albóndigas.

La goma utilizada tiene la misma función ligante de la harina con la diferencia de que no aporta con esa textura masosa almidonosa al masticar, sino que mas bien ayuda a capturar agua y a la vez no deja salir la contenida en la masa obteniendo así un producto con gran capacidad ligante, que aumenta su tamaño y peso al absorber agua y que tiene una textura agradable al momento de ser masticado (9).

Condimento

El condimento es utilizado para brindar un sabor a carne animal al producto debido a que está elaborado en base a carne de soya y como tiene también en su formula la quinua que es un cereal se busca enmascarar estos sabores mediante la utilización del aditivo.

2.2. Selección del envase

Entre los diversos envases que existen para "envasar "los alimentos están los de vidrio, plástico y metal. Debido a que las albóndigas son un producto que no contiene carne pero sus componentes contienen un gran porcentaje de proteínas es un producto al que debe dársele un tratamiento térmico.

Este tratamiento puede ser pasteurización o esterilización, la pasteurización es un tratamiento de calor menos leve que la esterilización que se complementa en la conservación del alimento por la acidez del mismo; Las albóndigas y su salsa tienen un pH de 5.8 por lo tanto no es un alimento ácido y se debe esterilizar.

El plástico de nuestro medio no resiste temperaturas altas de llenado, mucho menos de esterilización, el vidrio es un envase caro y frágil, por lo que la opción más acertada es usar envases de hojalata.

2.3. Pruebas de Laboratorio

Para la elaboración de las albóndigas se probaron 10 fórmulas que se iban mejorando en diversos aspectos, las primeras 2 pruebas fueron para determinar los ingredientes, las siguientes se realizaron para probar los mejores porcentajes de los mismos, y las últimas se dieron principalmente para mejorar sabor y textura. Desde la prueba 3 hasta la 10 se realizaron los cambios en la fórmula en base a un diseño de experimentos.

Con propósito de evacuar los gases que pueden estar presentes dentro de la lata se procedió a pasar las latas por el exhauster y se

determinó que el tiempo óptimo de retención en el túnel es de 5 min para que la temperatura del líquido alcance como mínimo 80ºC y las albóndigas 70ºC, la temperatura de las albóndigas es medida introduciendo un termómetro de reloj hasta el centro de las mismas. Esta temperatura mínima es necesaria para hacer más eficiente el tratamiento térmico en el autoclave y disminuir el tiempo de levante.

El tiempo de tratamiento es prolongado debido a que es un producto que contiene elevada cantidad de proteínas y almidón que son factores que influyen negativamente en la penetración de calor y la Temperatura (240º F) es alta por que es un producto enlatado que por sus características requiere de esterilización.

Prueba número 1

Materiales

- Balanzas de 2400g y 200g
- Solución al 0.6% Bac stoc (desinfectante de vegetales)
- Procesador (para picar la carne de soya hidratada)
- Olla de 2 litros (para hidratar soya)
- Olla de 5 litros(para escaldar albóndigas)
- Bandejas
- Licuadora(preparación de la goma)

- Termómetro de reloj
- Latas de 211*209*400
- Tapas abre fácil

Características de la prueba

La prueba fue realizada sin mayor dificultad a pequeña escala, por ser la primera prueba sirvió principalmente para la modificación de los ingredientes y el porcentaje de los mismos y cabe aclarar que esta no se incluyo en el diseño de experimentos. (Ver anexo A.1 y A.2)

- Se escaldaron las albóndigas a 90º C por 6 minutos
- Tiempo de retención en el exhauster 5 min, Temperatura 82º C
- Tratamiento Térmico : 240º F ,45min

Resultados

- Rendimiento de la soya 302%
- Se obtuvo una masa total de 214.95g, de la cual sobró 7.85g en el formado de las albóndigas, lo cual implica un aprovechamiento del 96.34% de la masa obtenida.
- Se obtuvieron 16 albóndigas de peso promedio 12.8 a 13.1g
- Se llenaron 2 latas con 8 albóndigas cada una.

No aprobada por que la masa de las albóndigas era muy seca y por lo tanto difícil de compactar y hubiera sido necesario usar demasiada goma para ejercer la función de ligante y tener una buena masa, además fue envasada en un lata de 330g con 8 albóndigas que para repartir 2 albóndigas por niño rendiría solo 4 personas por lata lo que hubiera representado un producto caro por lo que es mejor envasar en lata de 425g.

Diseño de Experimentos

A partir de la prueba número 3 se realizó un diseño de experimentos para determinar que fórmula es la adecuada por medio de un modelo factorial $\mathbf{2^k}$ de 3 factores a 2 niveles.

Cabe aclarar que para realizar la matriz de orden estándar en el diseño de experimentos las pruebas serán numeradas del 1 al 8 (en realidad sería del 3 al 10) y serán numeradas en ese orden de ahora en adelante.

Los factores o parámetros a analizar son el porcentaje de **Soya**, el tipo de **Condimento** y el porcentaje de **Hierbita.** Estos factores se escogieron por que se busca evaluar la aceptación del consumidor en cuanto al sabor de las albóndigas; la soya es la que tiene mayor

porcentaje en fórmula por lo tanto aporta bastante sabor, la quinua sigue en porcentaje pero su sabor es prácticamente nulo por lo que de antemano se la descarta, el condimento de Res tiene un sabor diferente al de Cerdo por lo tanto también se lo incluyó como factor y finalmente la hierbita pese a tener menos de 2% de porcentaje en fórmula tiene un sabor bastante fuerte y característico que ayuda a enmascarar un poco el sabor de la soya por lo que resulta conveniente incluirla en el diseño.

Con ayuda del programa estadístico MINITAB se diseñó la matriz de orden estándar para aleatorizar las pruebas, y posteriormente analizar los principales factores e interacciones que influyen significativamente sobre la variable respuesta.

En la realización del diseño se utilizará la codificación de **+1 para los niveles altos y –1 para los niveles bajos** de cada factor. Para la Soya el nivel alto es el porcentaje mayor al 50% y el bajo el porcentaje menor a 50%, y para la Hierbita el nivel alto es porcentaje mayor a 1.25% y el nivel bajo es un porcentaje menor a 1.25%. En el caso del Condimento como es un factor cualitativo, designé como nivel bajo al condimento de res y como alto al de cerdo.

Variable Respuesta.- Es el resultado que se busca evaluar si está influido por los factores escogidos, en este caso es la calificación del sabor de las albóndigas obtenida de una escala del 1 al 3. Siendo 1 Malo, 2 Regular, 3 Buena, evaluada por las mismas 6 personas en cada prueba.

TABLA 4

MATRIZ DE ORDEN ESTÁNDAR

StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	Condimento	Soya	Hierbita	Variable Respuesta
3	1	1	1	-1	1	-1	10
7	2	1	1	-1	1	1	12
1	3	1	1	-1	-1	-1	10
5	4	1	1	-1	-1	1	11
6	5	1	1	1	-1	1	14
2	6	1	1	1	-1	-1	17
4	7	1	1	1	1	-1	16
8	8	1	1	1	1	1	17

Uno de los requisitos en el diseño de experimento es que cumpla con la normalidad para lo cual se realiza el gráfico Probability Plot, y se establecen las siguientes hipótesis :

Ho: El experimento sigue la normalidad

H1: El experimento no sigue la normalidad.

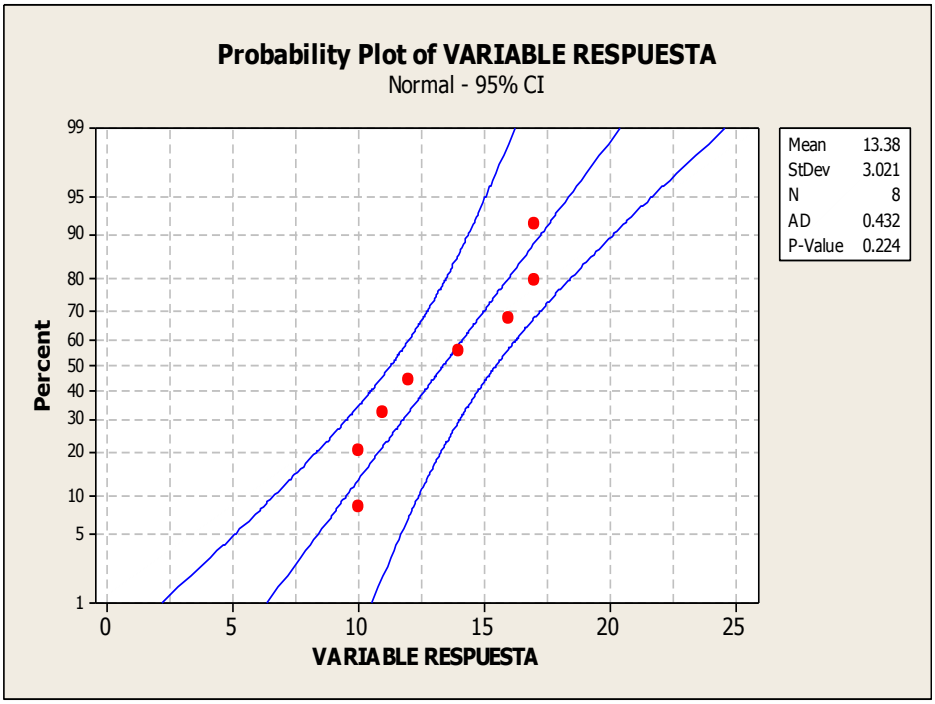


FIGURA 2.2: Probability Plot de Normalidad

Si se cumple con la siguiente condición que el p-value es menor que el alpha entonces se rechaza Ho, por medio de la figura 2.2 se muestra un p-value de 0.224 con un alpha de 0.05, por lo tanto el p-value es mayor que el alpha y se acepta Ho lo que indica que el experimento si sigue una distribución normal.

Es necesario mencionar que aparte del diseño de experimentos, se realizaron cambios a las pruebas como pesos de llenado, tamaño de las albóndigas, número de albóndigas por lata debido a que las albóndigas ganan peso durante el proceso y los días posteriores y

además si hay demasiadas albóndigas la salsa se torna espesa. Todas estos cambios se iban dando según se hacían las pruebas y se evaluaban además de su sabor, características como las arribas mencionadas para poder establecer todos los controles en el proceso de elaboración.

2.4 Estudio de penetración de calor

Para el estudio de penetración de calor se necesitó de.

- Exhauster
- Autoclave
- Termómetro
- Cerradora
- Envases y tapas
- Calderos
- Sensores de temperatura tipo Data Trace series: M3P17494 y M3P18271
- Interface y software Data Trace
- Computadora

Para la realización del Estudio de Penetración de Calor:

- Una vez terminadas todas las pruebas del diseño de experimentos se procedió a realizar el estudio de Penetración

de Calor con las albóndigas con la fórmula # 6 que al igual que la # 8 tienen el número más alto de aceptación de los consumidores.

- Se envasaron siguiendo el procedimiento ya establecido y se procesaron a 240º F por 45min.

Resultados

Luego del enfriamiento, se abrieron las latas pudiéndose observar que las albóndigas habían perdido considerablemente su forma. Debido a esto, apenas se pudo contar 3 albóndigas enteras, 4 a la mitad de las 16 a 18 enlatadas. Dados estos resultados se procedió a hacer otro estudio de penetración de calor con la fórmula #8 que tiene el mismo número de aceptación que la prueba #6 y mayor porcentaje de soya y esto podría ayudar a qué las albóndigas estén más compactas y puedan permanecer así hasta luego del proceso.

La primera fórmula probada tenia quinua entera hidratada, la cual se procedió a cambiar por harina de quinua que tienen las mismas propiedades nutricionales pero ayuda a compactar la masa y además agilita el proceso de elaboración.

El Fo obtenido por el Data trace M3P17494 y los cálculos de las letalidades es:

Fo = 2.6

Lo que significa que el alimento esta subprocesado debido a que es un valor Fo muy bajo. Los valores de letalidad, Fo, se pueden observar en el Anexo B1 y los gráficos Letalidad vs tiempo y Temperatura vs tiempo se pueden observar a partir de la siguiente página, figuras 2.3 y 2.4.

Para el segundo Estudio de Penetración de calor, lo que cambió fue la fórmula del producto y el tiempo de proceso que paso de 45 a 55 min pero manteniendo la misma temperatura de 240ºF.

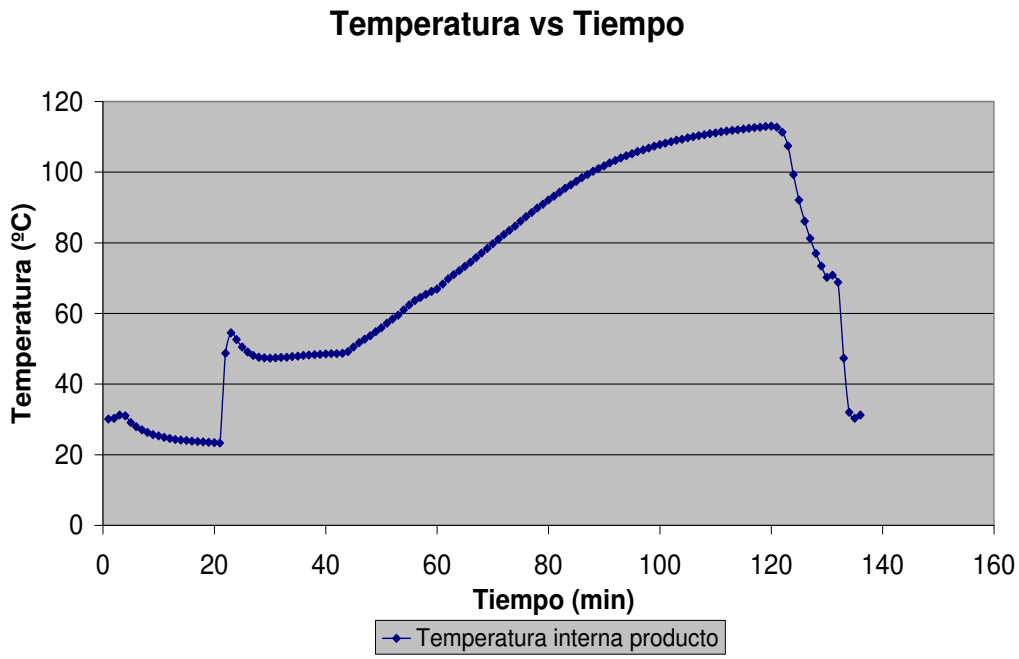


FIGURA2.3 Temperatura vs tiempo (primer estudio de penetración de calor)

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

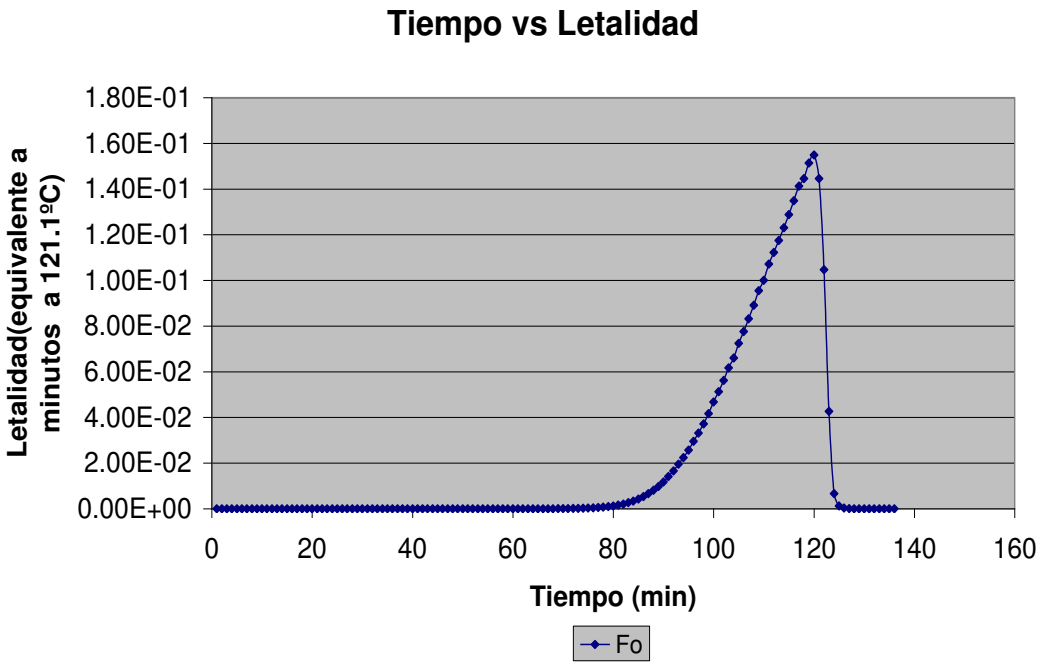


FIGURA 2.4: Letalidad vs tiempo (primer estudio de penetración de calor)

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

CAPITULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Pruebas de Planta

Una vez terminadas las pruebas de laboratorio y ya escogida la fórmula definitiva se procedió a realizar las pruebas de planta en las que todo se realizo aunque en pequeña escala simulando en lo mayor posible a lo que se realizaría en una producción normal, cuidando tiempos, temperaturas, etc.

3.1.1 Fórmula aprobada

A partir del diseño de experimentos pudimos obtener datos del MINITAB que vamos a analizar.

Las hipótesis para este modelo son:

1) Ho : Ci = 0 2) Ho : Sj = 0 3) Ho : Hk = 0

H1 : Ci ≠ 0 H1 : Sj ≠ 0 H1 : Hk ≠ 0

Donde Ci = Condimento, Sj = Soya, Hk = Hierbita.

Ho = 0 significa que el factor no tiene efecto sobre la variable respuesta. Para evaluar el efecto que produce cada factor sobre la variable respuesta se analiza el P value obtenido del **Factorial Fit** y se determina el criterio de decisión: Si Pv es menor que α se rechaza Ho.

TABLA 5

Factorial Fit: VARIABLE RESPUESTA versus CONDIMENTO, SOYA, HIERBITA

Term	Effect	Coef	SECoef	T	P
Constant		1.60417	0.06250	25.67	**0.000**
Condimento	0.54167	0.27083	0.06250	4.33	**0.009**
Soya	-0.04167	-0.0208	0.06250	-0.33	**0.741**
Hierbita	-0.04167	-0.0208	0.06250	-0.33	**0.741**
Condimento*Soya	0.12500	0.06250	0.06250	1.00	**0.323**
Condimento*Hierbita	-0.04167	-0.0208	0.06250	-0.33	**0.741**
Soya*Hierbita	-0.04167	0.02083	0.06250	0.33	**0.741**

Como se puede observar en la tabla 5 el P value es menor que α = 0.05 solo en el caso de el Condimento, por lo tanto rechazo Ho y escojo H1 lo que quiere decir que el factor

analizado si tiene un efecto o si influye sobre la variable respuesta.

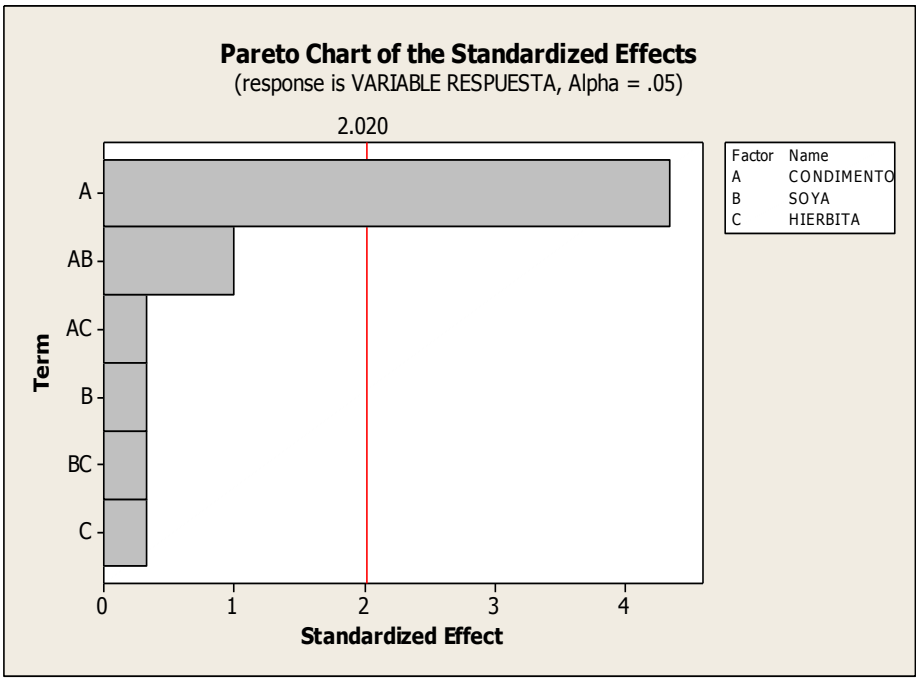


FIGURA 3.1 Diagrama de Pareto

En la figura 3.1, el diagrama de Pareto con un nivel de significancia (alpha = 0.05), se puede observar que el factor A (Condimento) es el mayor y por lo tanto el que más influye sobre la variable respuesta pudiendo aumentar hasta en 4 la aprobación de los consumidores, le sigue el efecto de AB (Interacción Condimento-Soya), el resto de efectos no tienen significancia debido que previamente ya se comprobó con las pruebas de hipótesis que sus valores son mayor al P value.

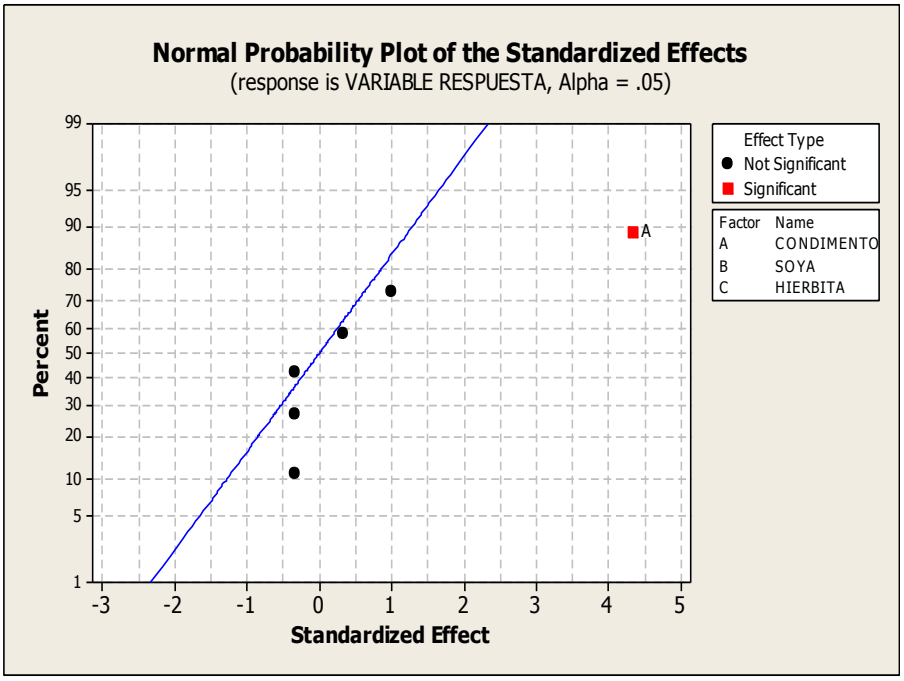


FIGURA 3.2 Normal Probability Plot para los efectos de los Factores.

Al igual que con el diagrama de Pareto se puede observar que el factor que tiene un efecto significativo sobre la variable respuesta es el **Condimento** y también se puede observar que la distribución sigue una distribución normal por que los puntos se acercan a la recta.

Según los resultados de aceptación las pruebas con mayor puntaje son la **6** y la **8,** pero como el factor **Condimento** es el más significativo por que es el que produce un efecto sobre la variable respuesta, esto indica que al aumentar el porcentaje

de condimento se produce un efecto positivo en la aceptación de los consumidores.

Finalmente revisando la tabla 4 (Cáp. 2) se puede observar que tanto la prueba 6 como la 8 tienen un nivel alto de Condimento o sea las dos tienen cerdo en su formulación, por lo tanto sería difícil hacer una elección de la fórmula definitiva debido a que los otros factores (hierbita y soya) no influyen en el gusto del consumidor por lo tanto da lo mismo si están en niveles altos o bajos.

Entonces la elección se hizo en base al estudio de Penetración de Calor, cuando se lo realizó con la fórmula de la prueba 6 las albóndigas no conservaron su forma luego del proceso térmico, por lo tanto la opción adecuada es la prueba 8 que trabaja con un nivel alto de condimento, soya y hierbita, y es la que se sometió luego al estudio de penetración de calor obteniéndose buenos resultados de Fo.

La fórmula aprobada tanto por su sabor como por su buena textura es la 8 que es la siguiente:

TABLA 6

FORMULA APROBADA DE LAS ALBONDIGAS

INGREDIENTES	%
Carne de soya hidratada	52.64
Cebolla	11.62
Harina de quinua	9.30
Agua	6.97
Harina	6.75
Ajo	5.81
Sal	1.88
Cilantro picado	1.72
Hierba buena	1.16
Carragel	0.95
Condimento de cerdo	0.70
Comino	0.49
Total	100.00

Fuente: Karina Rocha Galecio, 2007

TABLA 7

FORMULA APROBADA DE LA SALSA

INGREDIENTES	**%**
Pasta de tomate 30-32 °brix	8.2
Cebolla fresca molida	6.2
Sal	1.63
Hierbita fresca molida	0.98
Pimiento verde fresco molido	0.90
Ajo fresco molido	0.50
Comino molido	0.10
Agua	80.99
Total	**100**

Fuente: Karina Rocha Galecio, 2007

3.1.2 Proceso de elaboración

<u>Preparación de la masa</u>

- Calentar agua en la marmita hasta que empiece a hervir, agregar condimento de cerdo y cerrar vapor.
- Rehidratar la soya en el agua caliente hasta que se absorba completamente el agua,

- Calentar agua 85-95°C y agregar la quinua, cocinar por 3-4 minutos sin que se desprenda la parte exterior, escurrir.
- Moler la carne de soya ya hidratada,
- Refreir la cebolla, ajo y cilantro, agregar comino y sal.
- Agregar la carne de soya molida al refrito y mezclar bien por 1 a 2 minutos.
- Agregar la quinua, harina y hierba buena.
- Preparar la pectina con el agua de la formula a 95-100ºC,
- Formar bolitas con todos los ingredientes.
- Escaldar las albóndigas en agua a 85-90° C por 3 minutos.
- Envasado de las albóndigas escaldadas con un peso de 175-185 g (15- 16 albóndigas/lata).

FIGURA 3.3. Soya Texturizada antes y después de la hidratación

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

Preparación de la salsa (líquido de gobierno):

- Refreir la cebolla, ajo, pimiento y cilantro en parte del agua de la formula.
- Adicionar la pasta de tomate previamente disuelta en parte del agua.
- Adicionar la sal y comino molido y mezclar.
- Adicionar agua hasta llegar al volumen total de líquido de gobierno a preparar y calentar a 100°C.
- Adicionar el líquido de gobierno a los envases.
- Pasar por exhauster hasta alcanzar una temperatura de 80 -85 °C.

Cerrado

- Proceso térmico 240°F por 55 minutos.
- Enfriamiento 40 – 45°C.

Preparación de la materia prima

Antes de utilizar las materias primas como cebolla, ajo y pimiento hay que seleccionar que estén en buen estado, lavarlas con agua limpia y luego se procede a pelarlas en el caso de la cebolla, cortar el pedúnculo y desemillar en el caso del pimiento para después desinfectar sumergiéndolas en una

solución sanitizante de vegetales al 0.6%; luego se escurren y se muelen y ya están listas para ser utilizadas en el proceso.

En el caso de la hierba buena y el cilantro se procede a seleccionar las hojas verdes y separar las amarillas o cafés, luego se las lava en agua limpia para después desinfectarlas en el sanitizante de vegetales al 6%, después se las escurre y se les da un escaldado de 2-3 minutos en agua caliente a 90ºC para conservar el color verde y finalmente se las escurre y se pasan por el molino.

Formado de las albóndigas

La formación de las albóndigas es un proceso que se realiza manualmente una vez que ya está terminada la masa.

Para formar las albóndigas se procede a colocar la masa sobre una mesa y con una cuchara de medida de 0.5ml se van separando porciones de la misma. Una vez que se tienen todas estas porciones se procede al formado de las albóndigas, con esto se ahorra bastante tiempo en el formado y se obtienen las albóndigas de tamaños similares con pesos que van de 11 a 13 g.

La formación de 16 albóndigas por 1 sola persona demora aproximadamente 12 minutos, si alguien separa la masa y otra persona forma las albóndigas el tiempo se reduce tres veces

FIGURA 3.4:Tamaño relativo de las albóndigas formadas con cuchara de medida

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

Escaldado

El escaldado es necesario para la compactación de las albóndigas. Debido a que la masa tiene goma y esta goma capta agua, el escaldado ayuda a darnos cuenta si la masa está lo suficientemente compacta por que de no ser así perderá su forma.

Además, como la albóndiga capta agua, gana peso y aumenta de tamaño por lo que si se enlatara sin escaldar es probable que en el fondo de la lata se apelmacen las albóndigas y capten el agua del líquido de gobierno no ayudando a formar un buen vacío.

El tiempo del escaldado es de 3 minutos por que es tiempo suficiente para comprobar si la masa esta compacta o no y por que en este tiempo también se tiene una buena hidratación de las albóndigas. Hay que cuidar que el agua no llegue a hervir por que ese calentamiento brusco puede ocasionar que la masa pierda su forma.

FIGURA 3.5 Albóndigas antes y después del blanching

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

El escaldado se realizo colocando las albóndigas en una canasta de mallas y colocándola en la marmita simulando lo que normalmente se haría en un proceso normal pero a menor escala y luego de escaldadas se dejan escurrir por unos minutos, esto es debido a que en una producción normal se esperaría tener todas las albóndigas ya escaldadas antes de empezar a llenar lo que da tiempo para que se escurran hasta que este toda la parada completa.

Pasada por Exhauster

Las latas una vez llenada con las albóndigas y el líquido de gobierno son pasadas por el exhauster donde mediante vapor se expulsa todo el aire que puede estar retenido entre las albóndigas dentro de la lata; La temperatura a la que se llega es de 80-85 ºC con una retención de mínimo 5 min. Esto es necesario por que si el producto se cierra con mucho aire en su interior luego del proceso térmico el producto no tendrá un buen vacío.

Tamaño y peso de las albóndigas

El tamaño de las albóndigas es de aproximadamente 2.5cm de diámetro debido a que si se las hacen mas grandes luego de escaldadas y procesadas tienen un tamaño inapropiado y visualmente no son agradables; Por el tamaño de las albóndigas se obtiene un peso aproximado de 11 a 13g con promedio 12g que con 16 albóndigas por lata da un peso de llenado aproximado de 192g el cual luego de procesado y de unos 5 días de interacción entre las albóndigas y el líquido de gobierno incrementa su peso un 45.7% lo que nos da un peso drenado de 270 g mínimo el mismo que esta por encima de lo

exigido que es 245g para productos sólidos en un líquido de gobierno.

FIGURA 3.6 Llenado de albóndigas (16/lata)

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

Especificaciones de materia prima e insumos

Soya.- La soya texturizada tiene que estar lo mas entera posible, sin presencia de polvo en el fondo del recipiente que la contenga puesto que esto representa desperdicio a la hora de hidratar, debido a que si el polvo es considerado en el pesado, el peso final luego de hidratada la carne va a ser mucho más bajo del que se espera, esto se debe a que el polvo no se hidrata bien y sobre todo a que se queda pegado en el fondo de la marmita y lo que se busca es tener un texturizado que cuando se hidrate tenga aspecto de carne y no de masa.

Harina de Quinua.- La harina de quinua tiene que ser de color amarillo marrón, sin partículas extrañas como palos, piedras, etc y sin la presencia de insectos, además debe estar bien seca, sin indicios de humedad.

Harina.- La harina de trigo tiene que ser de color blanco libre de impurezas tales como piedras, palitos, etc y estar libre de insectos como los gorgojos.

Cebolla, ajo y pimiento.- La cebolla y el ajo tienen que estar grandes, enteros y sanos, sin olores extraños ni golpes que comprometan su integridad.

Hierba Buena, cilantro.- Estas hierbas vienen en paquetes amarrados ya desprovistos de sus raíces y hojas amarillas, cafés o negras, de lo contrario no serán aceptadas; además deben estar libres de otras hierbas o ramas que puedan venir dentro de los paquetes.

Sal.- La sal tiene que ser sal yodada de color blanco sin impurezas ni insectos y sin humedad que provoque apelmazamiento o formación de bolas en los quintales.

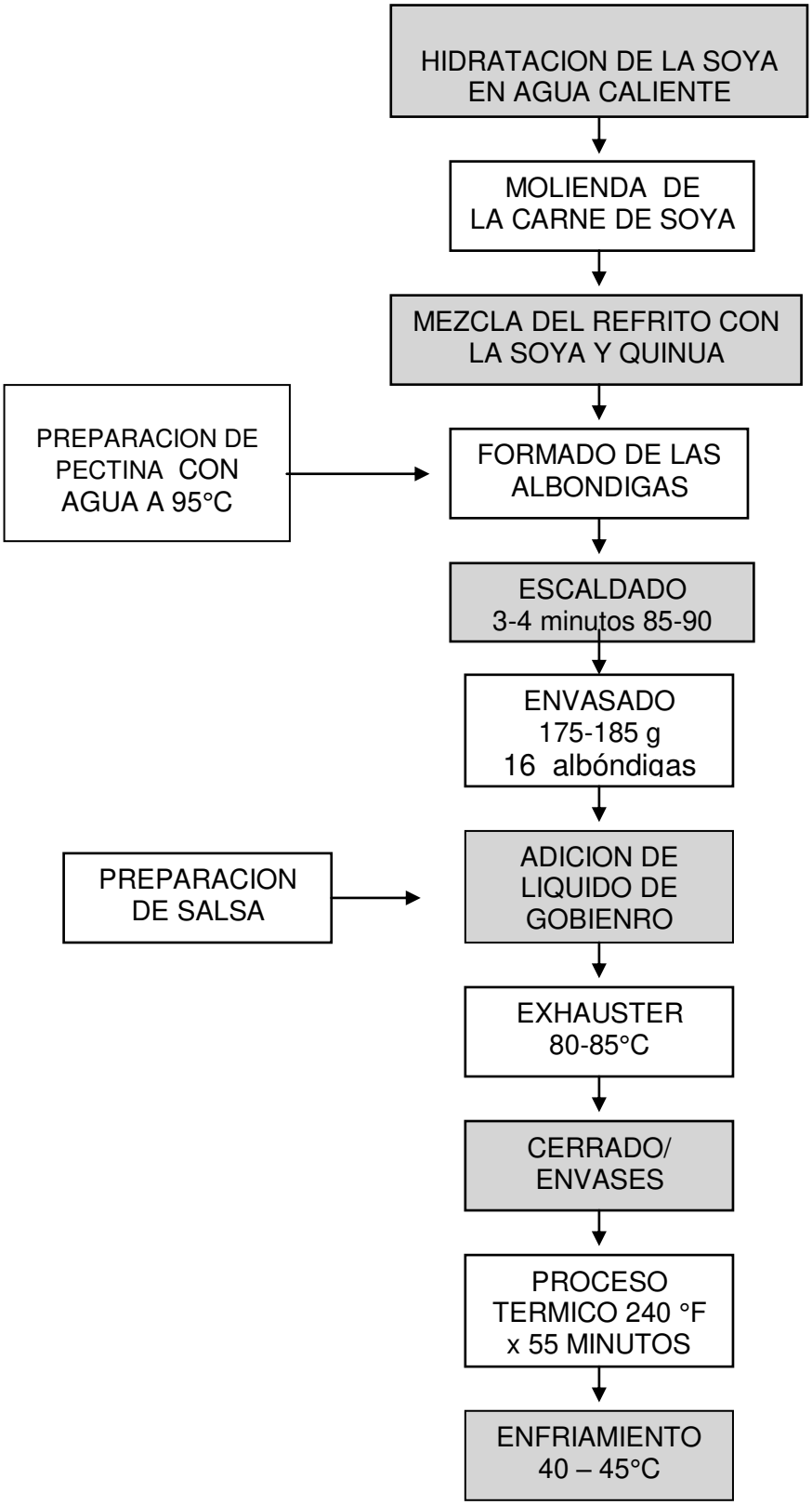
Comino.- El comino debe ser de color verde característico sin olores ni sabores extraños u objetables, sin materias extrañas como piedras palos, etc, y con una humedad no mayor al 11%.

Goma.- La goma tiene que ser de color blanco crema, libre de impurezas y humedad que la apelmace; además debe venir con su respectivo certificado del proveedor indicando fecha de vencimiento, análisis físicos químicos, microbiológicos y que indique como y a que temperatura prepararla (9).

Condimento de cerdo.- Debe tener el olor característico a cerdo que se perciba fácilmente y además debe estar libre de humedad, sin impurezas ni materias extrañas y con sus respectivos análisis certificados por el proveedor.

Latas.- Las latas a utilizar son examinadas con un muestreo según el numero de latas ingresadas a la a planta y deben tener bien selladas las costuras y formadas la pestaña de el cuerpo de la lata y tapa así como también se analiza barniz en las tapas.

Diagrama de Flujo



Controles del Proceso

Los controles para el proceso de la elaboración de las albóndigas se fueron determinando en base a las pruebas de laboratorio y posteriormente a las pruebas de planta previas a elaboración de las albóndigas con la fórmula final aprobada por sus características organolépticas y por el estudio de penetración de calor

TABLA 8

CONTROLES DEL PROCESO

Análisis	Aceptación	Frecuencia	Responsable
Tamaño de carne molida	Trozos no mayor a 0.4cm	Durante el proceso	Operador
Escaldado del Cilantro, hierba buena	Agua caliente a 90ºC de 2 a 3 minutos máximo	Antes de iniciar proceso	Operador
Preparación de la Salsa	Brix:6-7 pH:4.8-5.6 Cloruros:1.5-2.5	Inicio de cada lote	Analista de calidad
Peso de llenado	Mínimo:180g Máximo:200g 15-16 albóndigas	Durante el proceso	Operador Analista de calidad
Pasado por Exhauster	Mínimo:80ºC Máximo:90ºC	Durante el proceso	Operador Analista de calidad
Medidas de doble cierre por análisis Destructivo	Especificaciones de doble cierre para lata 300x214x407	-Antes de cerrado -1 vez durante el proceso y cada ajuste o arreglo de la maquina	Sup. calidad y/o auxiliar

Características visuales del doble cierre	Sin filos, sin caidas, sin cierres mal formados	Cada 30 minutos durante el cerrado	Sup. calidad y/o auxiliar
Peso neto	430 – 450g	Cada 30 minutos durante el cerrado	Sup. Calidad y/o auxiliar
Temperatura de cerrado	85°C - 90°C	Cada 30 minutos	Sup. Calidad y/o auxiliar
Temperatura y tiempo de proceso térmico	-Temperatura: 240 - 241°F -Tiempo de proceso: 55 min. -Enfriamiento: 40 –45°C	Inicio Intermedio Final de proceso	Operador de retorta

Fuente: Karina Rocha Galecio, 2007

3.1.3 Equipos

Marmita

La marmita es una olla de metal cubierta o no con una tapa que queda totalmente ajustada. Es utilizada muy utilizada en la industria de alimentos principalmente para hacer salmueras, jarabes, o como en el caso de este trabajo para escaldar producto (albóndigas).

Dependiendo de sus componentes existen diferente tipo de marmitas, por ejemplo marmita de vapor con chaqueta, de refrigeración con chaqueta, con agitador, al vacío, con agitador de moción doble, de gas y marmita con calentador eléctrico (10).

Para el escaldado de las albóndigas se utilizó una marmita de vapor con chaqueta, sin agitador ni tapa, con sistema de volteo y capacidad de 20 litros.

Exhauster

La función del exhauster es eliminar el aire contenido en la lata para poder crear un buen vacío, esto se obtiene mediante el paso de las latas ya llenas con el líquido de gobierno por un

túnel que tiene un sistema de válvulas tipo flauta que expulsan vapor saturado lo cual eleva la temperatura del producto (11).

En este trabajo se quiere expulsar principalmente el aire que puede quedar contenido entre las albóndigas luego del llenado, todo esto se realiza colocando las latas en la banda para luego dar vapor, reteniendo 5 min. hasta tener una temperatura de salida del exhauster de 80-85ºC.

Cerradora

La cerradora utilizada se puede calibrar para diversos tamaños de lata en este caso medidas de 300*407, saliendo del exhauster las latas pasan a una mesa rotatoria y por una banda ingresan a la cerradora de 6 cabezales que trabaja a una velocidad aproximada de 150-200 latas por minuto para luego ser colocadas en canastas y llevadas al autoclave.

Autoclave

El autoclave o esterilizador utilizado es un equipo estático y de orientación vertical, el cual es uno de los más utilizados en la industria en nuestro país, este tipo de autoclaves pueden ser perfectamente utilizados en productos enlatados con un líquido

de gobierno que se convierte en un buen conductor de calor, sin necesidad de agitación.

Las latas son colocadas en canastas de metal y están divididas en pisos por medio de separadores con agujeros lo que favorece a la circulación del vapor, produciendo un flujo uniforme entre cada piso (12).

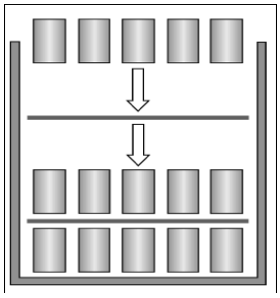


FIGURA 3.7: Posición de las latas dentro de la canasta

FUENTE: Sterilization retorts overview, 2004

El calentamiento del producto se realiza mediante la inyección de vapor saturado a la vez que se abre una válvula para purgar el aire contenido en la retorta hasta llegar a una presión de 10 PSI lo cual dura aproximadamente 10 min hasta llegar a una temperatura de 220ºF leídos en el manómetro y termómetro de mercurio de la retorta respectivamente, a este proceso se lo conoce como venteo. El condensado es recogido para luego ser utilizado como agua de enfriamiento.

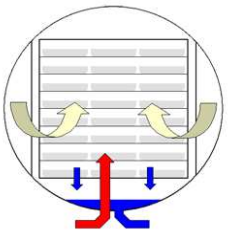


FIGURA 3.8: Entrada de vapor saturado y salida de condensado
FUENTE: Sterilization retorts overview, 2004

Luego de esto se procede al tratamiento térmico durante el tiempo determinado y finalmente se abre la válvula para purgar el vapor y empezar a ingresar agua fría para bajar la temperatura del producto, una vez que se ha purgado todo el vapor, se ingresa agua por la parte superior e inferior de la retorta y se va evacuando el agua que se va calentando a la vez que se sigue ingresando agua fría.

3.2 Características Físico-Químicas y Organolépticas

Dentro de los parámetros físicos - químicos a evaluar tenemos los que se le evalúan a la salsa en el momento de su elaboración para determinar si se encuentra dentro del rango y no tener algún problema futuro una vez elaborado el producto.

Grados Brix

Los grados brix se miden con un refractómetro que indica los sólidos insolubles de una sustancia, en este caso la salsa es la sustancia

que queremos estandarizar para tener un producto con iguales características sea en una producción pequeña o grande.

Los grados brix promedio para la salsa se determinaron durante todas las pruebas dando resultados desde 5.4 ºB hasta 7.5ºB, por lo que los grados Brix que debe tener la salsa al momento de la preparación es de: 6 a 7 ºB.

Un brix más alto del establecido nos dice que la pasta de tomate no esta bien disuelta o ha sido pesada en mayor cantidad a la establecida en la fórmula. Un brix más bajo nos indica que se ha usado más agua de la requerida o la pasta de tomate tiene ºB más bajo del que se requiere o por último que la pasta fue mal pesada.

pH

El pH o potencial de hidrógeno se mide con un phmetro y el rango determinado para la salsa es de: 4.8 a 5.6 debido a que es el que se obtuvo de las diversas pruebas realizadas.

Este pH es ácido debido a que el mayor porcentaje de la fórmula de la salsa es la pasta de tomate que tiene un pH de 4.3 +/- 0.2 y el resto de los ingredientes tienen pH menores a 7.

Cloruros

Para la salsa los cloruros se miden como porcentaje de cloruro de sodio (sal) mediante la titulación de Nitrato de Plata (0.1mol/lt) con la salsa diluida en relación 1-1 salsa-agua, usando como indicador una solución de cromato de potasio al 5%.

El rango de cloruros se determino al igual que los otros parámetros mediante las diversas pruebas que se realizaron dando como resultado un porcentaje de 1.5 a 2.5.

Pruebas de Estabilidad

Prueba # 4

A la prueba # 4 elaborada el 29 de junio del 2007 se le realizaron pruebas de estabilidad acelerada manteniendo las latas en una cámara a Temperatura de 50°C y humedad 45%.

La composición de estas albóndigas no es la misma que las de la prueba 8, pero los ingredientes o porcentajes de la salsa sí.

A continuación se presenta una tabla donde se indican las fechas en que se hicieron las lecturas de Temperatura y humedad de la cámara.

TABLA 9

CONDICIONES DE LA CAMARA DE ESTABILIDAD ACELERADA

PRUEBA # 4

Fecha de lectura	Temp. ambiente °C	Temp. Cámara °C	Humedad %
02/07/2008	23.7	39	60
09/07/2008	25.9	49.4	50
13/07/2008	27.6	49.5	41
20/07/2008	24.8	49.8	42
27/07/2008	23.9	49.7	44
06/08/2008	24.2	49.9	42
03/09/2008	25.1	49.8	43

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2008

Los análisis que se realizaron a las albóndigas el día de su elaboración fueron: °Brix, pH, Cloruros, color de la salsa, textura de las albóndigas.

TABLA 10

EVALUACION DE ESTABILIDAD PRUEBA # 4

	FECHA DE EVALUACION		
PARAMETRO	**29/06/2007**	**06/08/2007**	**06/09/2007**
º Brix(salsa)	4.8	10	11.8
pH(salsa)	4.8	5.2	5.4
Cloruro(salsa)	1.43	1.69	1.51
Vacío(lata)	9	7	9
Olor+	Característico*	Característico*	Característico*
Sabor+	Característico*	Característico*	Característico*
Color(salsa)	153 Pantone	153 Pantone	153 Pantone
Textura	Suave	Suave	Suave
Apelmazado	No	No	No

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2008

+Se refiera a la evaluación de las albóndigas y la salsa.

*Característico a soya y condimentos (cebolla, ajo, hierba buena)

Prueba # 8

A la prueba # 8 elaborada el 6 de septiembre del 2007 se le realizaron pruebas de estabilidad el día 31 de julio del 2008, estas latas no se mantuvieron en cámara sino a temperatura ambiente pero debido a tener casi 11 meses de elaboradas se considera un

tiempo prudencial para que se hayan presentado cambios que puedan considerarse como un defecto de calidad o indicativo de deterioro en el producto.

Los análisis que se realizaron a las albóndigas el día de su elaboración fueron: °Brix, pH, Cloruros, color de la salsa, textura de las albóndigas y análisis microbiológico.

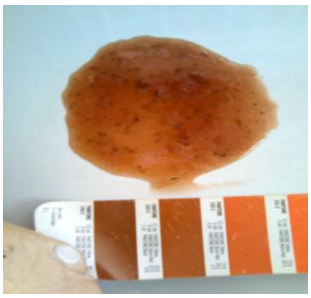


FIGURA 3.9: Evaluación de color de salsa, escala Pantone (06/09/2007)

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

Para determinar el color de la salsa, el procedimiento a seguir es colocar sobre un fondo blanco y en una fuente de luz una muestra de 10 g, dejar que se riegue y luego observar los colores en la escala Pantone.

FIGURA 3.10: Salsa sobre fondo blanco.

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2008

FIGURA 3.11: Salsa y Albóndigas evaluadas el 31/07/2008

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2008

Como se puede observar el la figura 3.11 a pesar de haber pasado 11 meses, la salsa no presenta separación alguna, ni oscurecimientos y las albóndigas pese ha haberse apelmazado un poco en el fondo de la lata, al final con la ayuda de una cuchara salieron perfectamente y ninguna perdió su forma, pudiéndose contar 15 íntegras.

FIGURA 3.12: Evaluación de color de salsa, escala Pantone (31/7/2008)

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

TABLA 11

EVALUACION DE ESTABILIDAD PRUEBA # 10

	FECHA DE EVALUACION	
PARAMETRO	**06/09/2007**	**31/07/2008**
º Brix(salsa)	5	10.2
pH(salsa)	4.7	5.47
Cloruro(salsa)	1.74	2.15
Vacío(lata)	9	10
Olor[+]	Característico*	Característico*
Sabor[+]	Característico*	Característico*
Color(salsa)	153 Pantone	153 Pantone
Textura	Suave y firme	Suave
Apelmazado	No	Sí

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2008

[+]Se refiera a la evaluación de las albóndigas y la salsa.

*Característico a soya y condimentos (cebolla, ajo, hierba buena)

Análisis Microbiológico

Siembra 1

A la prueba # 8, realizada el día 6 de septiembre del 2007 se le realizó una prueba microbiológica, que consistió en una siembra en

petrifilm para conteo de microorganismos mesófilos para comprobar si el proceso térmico fue eficiente:

- Dilución 1-1: 10 ml de agua destilada y 10g de salsa
- pH inicial de la dilución: 5.7
- pH final de la dilución: 6.8 (adición de 9 gotas de Hidróxido de sodio 1 Normal) Se neutraliza por que el pH bajo inhibe el crecimiento de microorganismos.
- Antes de sembrar se colocó el nombre del producto en la parte superior izquierda del petrifilm para distinguirla de las otras muestras.
- Se siembra 1 ml en el petrifilm

FIGURA 3.13: Siembra en petrifilm para aerobios mesófilos

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

Una vez realizada la siembra el día 06/09/2007, se procedió incubar en la estufa a 35ºC y se hizo el conteo el día 12/09/2007, dando como resultado **0 colonias** de crecimiento.

Siembra 2

A la misma prueba # 8, realizada el día 6 de septiembre del 2007 también se le realizó una prueba microbiológica, el día 31 de julio del 2008, esta consistió en:

- Dilución 1-1: 10 ml de agua destilada y 10g de salsa
- pH inicial de la dilución: 5.5.
- pH final de la dilución: 6.9 (adición de 8 gotas de Hidróxido de sodio 1 Normal)

  Se neutraliza por que el pH bajo inhibe el crecimiento de microorganismos.
- Antes de sembrar se colocó el nombre del producto en la parte superior izquierda del petrifilm para distinguirla de las otras muestras.
- Se siembra 1 ml cada petrifilm para aerobios mesófilos, E.coli y mohos y levaduras.

Una vez realizada la siembra el día 31/07/2008, se procedió incubar en la estufa a 35º C (Aerobios y E.coli) y a temperatura ambiente (mohos y levaduras) Se hizo el conteo el día 4/08/2008, dando como resultado **0 colonias** de crecimiento en cada siembra

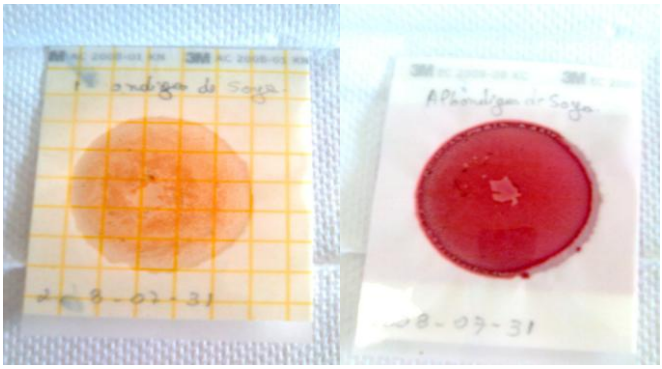


FIGURA 3.14: Siembra en petrifilm para aerobios mesófilos (amarillo) y para E. coli (rojo)

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2008

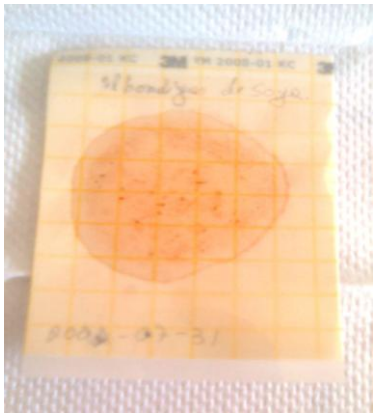


FIGURA 3.15: Siembra en petrifilm para mohos y levaduras

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2008

3.3 Análisis nutricional

Las características nutricionales de las albóndigas se determinaron de manera teórica. Primero se anotaron las cantidades de proteína, carbohidratos, grasas y demás nutrientes que contiene cada alimento por cada 100g del mismo (ejemplo 39.1g de proteína en cada 100g de soya texturizada), luego se multiplicaron estos valores por el

porcentaje de cada alimento en la fórmula, finalmente se procede a la suma de cada nutriente (ya con el porcentaje en fórmula) y se los multiplica por sus respectivas kilocalorías.

- **Caloría.-**Unidad de medida térmica equivalente al "calor necesario para elevar en un grado centígrado la temperatura de un litro de agua". (Esto realmente sería una kilocaloría, que equivalen a mil calorías, igual que un kilo son mil gramos. Una caloría elevaría la temperatura de un gramo de agua, no de un litro que son mil gramos). Se define como 1 cal=4,1868 J (13).

TABLA 12

KILOCALORÍAS GENERADAS POR LOS NUTRIENTES ENERGÉTICOS.

NUTRIENTE	Kilocalorías por gramo
Azucares	4
Grasas	9
Proteínas	4

FUENTE: Daniel Núñez, 2006.

Una vez obtenidos los valores energéticos de cada alimento, por medio de regla de 3 se obtienen las cantidades para cada 36g que equivalen a una porción de 3 albóndigas.

Cálculo del porcentaje de los principales Nutrientes de las Albóndigas

A continuación se procederá al cálculo detallado de carbohidratos, proteínas, grasas y fibra de las albóndigas (solo de la soya y quinua), así como su aporte energético, los valores para los demás nutrientes se pueden observar en el Anexo C1.

Soya

Proteínas:

39.1g por cada 100 gramos de soya, (3) como el porcentaje de la soya en las albóndigas es de 52.64% se tiene:

39.1g * 52.64% = 20.58g proteína / 100g de albóndigas.

Carbohidratos:

36g por cada 100 gramos de soya, como el porcentaje de la soya en las albóndigas es de 52.64% se tiene:

36g * 52.64% = 18.95g carbohidratos/ 100g de albóndigas

Grasa:

7.2g por cada 100 gramos de soya, como el porcentaje de la soya en las albóndigas es de 52.64% se tiene:

7.2g * 52.64% = 3.79g grasa / 100g de albóndigas

Fibra:

5.7g por cada 100 gramos de soya, como el porcentaje de la soya en las albóndigas es de 52.64% se tiene:

5.7g * 52.64% = 3g fibra/ 100g de albóndigas

Quinua

Proteínas:

13.5g por cada 100 gramos de soya, como el porcentaje de la soya en las albóndigas es de 9.3% se tiene:

13.5g * 9.3% = 1.26g proteína / 100g de albóndigas.

Carbohidratos:

70.9g por cada 100 gramos de soya, como el porcentaje de la soya en las albóndigas es de 9.3% se tiene:

70.9 * 9.3% = 6.59g carbohidratos/ 100g de albóndigas

Grasa:

4.8g por cada 100 gramos de soya, como el porcentaje de la soya en las albóndigas es de 9.3% se tiene:

4.8g * 9.3% = 0.45g grasa / 100g de albóndigas

Fibra:

4.6g por cada 100 gramos de soya, como el porcentaje de la soya en las albóndigas es de 9.3% se tiene:

4.6g * 9.3% = 0.43g fibra/ 100g de albóndigas

Luego de calculada la cantidad de nutrientes por cada 100 gramos de albóndigas se realiza una sumatoria de los nutrientes contenidos en todos los ingredientes incluidos en la fórmula, (solo se mostrará proteínas, carbohidratos, grasa y fibra). Ver anexo C1.

Proteínas: 23.02g/ 100g de albóndigas

Carbohidratos: 32.27g/100g de albóndigas

Grasa: 4.32g/ 100g de albóndigas.

Fibra: 3.89g/ 100g de albóndigas

Calculo de Calorías (ver tabla 7)

Proteínas: 23.02g * 4 Kcal/g = 92.07 Kcal

Carbohidratos: 32.27g * 4 Kcal/g = 129.06 Kcal

Grasa: 4.32g * 9 Kcal/g = 38.89 Kcal

260.02Kcal/100gde albóndigas

Para fines de etiquetado y recomendación a los consumidores los productos se dividen en porciones que sean fáciles de medir por el consumidor, en nuestro producto el tamaño de la porción es de 36g lo que equivale a 3 albóndigas.

Entonces se tendría

260.02Kcal…….100g

X …….36g(porción)

X = **93.61 Kcal por porción**

Cálculo del Valor Diario

El porcentaje del valor diario se calcula en base a consumos sugeridos por la USDA para una dieta de 2000 Kcal así:

De los cálculos anteriores tenemos:

Proteínas: 23.02g/ 100g de albóndigas

Carbohidratos: 32.27g/100g de albóndigas

Grasa: 4.32g/ 100g de albóndigas

Fibra: 3.89g/ 100g de albóndigas

Entonces para obtener la cantidad en cada porción de 36 gramos se aplica regla de tres:

Proteínas:

23.02 g…….100g

X……..36g (porción)

X = **8.3g por porción**

Carbohidratos:

32.27 g…….100g

X……36g (porción)

X = **11.6g por porción**

Grasa:

4.32 g …….100g

X..……36g (porción)

X =**1.6 g por porción**

Fibra:

3.89 g…….100g

X……36g (porción)

X = **1.4 g por porción**

Finalmente el Valor diario o porcentaje del Valor diario %VD será calculado en base a los datos del Anexo D3 (niños y niñas de 4-8años; niños de 9 -13 y niñas 9 -13años).

Proteínas:

26.5g…….100%

8.3g……....X

X = **31.3%**

Carbohidratos:

130g……..100%

11.6g……...X

X = **8.9%**

Fibra:

27.3g…….100%

1.4g…….X

X = **5.1%**

Todos los valores de referencia tomados para elaborar la tabla nutricional son valores teóricos de los alimentos utilizados en la elaboración de las albóndigas. Los valores de nutrientes que contiene cada alimento en cada 100g del mismo (14), (15), se pueden observar el el anexo C1 y los valores de referencia de (DRI) Dietary Reference Intakes (16), (17) que sirven para determinar el

porcentaje de valor diario (%VD) están en las tablas de los anexos D1 a D3.

TABLA 13

INFORMACION NUTRICIONAL DE LAS ALBONDIGAS

INFORMACION NUTRICIONAL		
Tamaño por porción: 3 albóndigas		36 gr
Porciones por envase:		5
Cantidad por porción		
Calorías 93.6 Kcal	Calorias de la grasa	14 Kcal
		% del Valor Diario
Grasa Total	1.56g	
Grasa Saturada	0g	
Colesterol	0g	
Sodio	260mg	19.5%
Carbohidratos Totales	11.6g	8.9%
Fibra Dietética	1.4g	5.1%
Azucares	0g	0%
Proteína	8.3g	31.3%
Riboflavina		1.9%
Tiamina		1%

Fuente: Karina Rocha Galecio, 2007

Comparación Nutricional con otros productos del Mercado

La información nutricional de las albóndigas desarrolladas en este proyecto se comparó con la información nutricional de albóndigas que se encuentren a la venta en el mercado nacional.

El producto en el mercado es elaborado a base de carne de res y cerdo, sin embargo se comparara los nutrientes principales. La porción de las albóndigas que se venden en el mercado es de 150g y la porción de las albóndigas de soya es 36g, se procedió a multiplicar todos los valores de la tabla nutricional de las albóndigas de soya por 4.17 para obtener los valores que corresponderían a 150g y poder comparar en iguales cantidades.

Figura 3.16: Etiqueta de información nutricional de otro producto del mercado.

Fuente: Karina Rocha Galecio, 2008

TABLA 14

COMPARACIÓN NUTRICIONAL CON OTROS PRODUCTOS DEL MERCADO

	Albóndigas de soya	Albóndigas de carne
Tamaño porción	150g	150g
Calorías	390.3kcal	103kcal
Calorías de grasa	58.4kcal	24kcal
Proteínas	34.6g	16g
Carbohidratos	48.4g	7g
Fibra dietética	5.8g	1g
Grasa Total	6.5g	3g
Colesterol	0	60mg
Sodio	1084.2 mg	840mg

Fuente: Karina Rocha Galecio, 2008

3.4 Determinación de tiempo de esterilización

La lata utilizada para el estudio de penetración de calor es la lata de medidas 300*214*407 que es una lata de contenido de 430 a 450 g, con barniz interno de una sola pasada por que el alimento a contener es de baja acidez.

Obtención de Datos

Luego de formadas y escaldadas las albóndigas se procedió a colocar 5 albóndigas en el fondo de la lata y en una segunda capa se colocaron 4 albóndigas y el sensor en medio de estas,(centro geométrico) se coloco un sensor por lata, y se usaron dos sensores el M3P17494 y M3P18271, luego se completo con el resto de albóndigas y se llenó con el líquido de gobierno bien caliente(mayor a 90ºC) para luego pasarlas por el exhauster y controlar la temperatura de cerrado de 84ºC con el termómetro tipo reloj para proceder a cerrar en una cerradora y luego dar el tratamiento térmico ya indicado.

Una vez terminado el proceso, se abren las latas y se sacan y limpian los sensores para luego colocarlos en el datalogger y traspasar todas las lecturas a la computadora. Los datos son guardados directamente en excel con los números de serie de cada sensor, las temperaturas, presiones y el Fo.

Concluido el estudio de penetración de calor se obtuvieron los datos de los dos sensores colocados en diferentes latas. Los sensores tienen las siguientes codificaciones M3P17494 y M3P18271 a los que llamaremos 1 y 2 respectivamente.

Sensor 1

El sensor 1 arrojó un resultado Fo de 8.3 para una temperatura de referencia de 121.1ºC y un z de 10ºC.

La tabla con los datos de tiempo, temperatura, presión y Fo se puede observan en el anexo E.1.

De estos datos se obtuvo:

Tiempo de levante: 10min, 222ºF, 105.5ºC

Tiempo de retención: 55 min 240º F, 115.5º C

Tiempo de enfriamiento: 20 min 205ºF, 96.1ºC

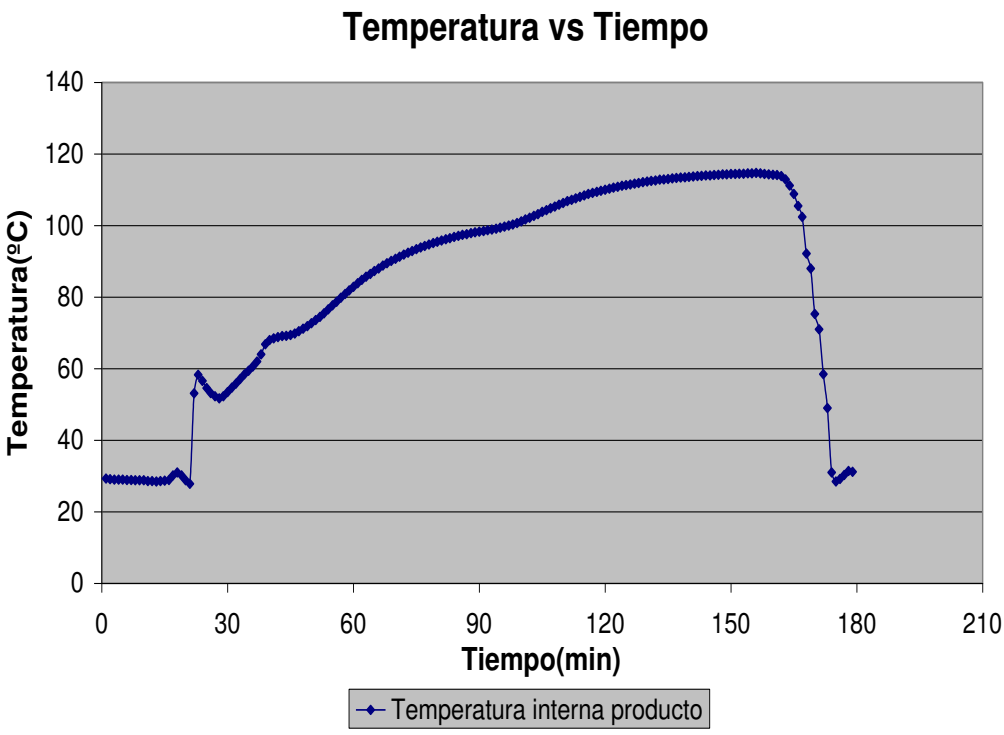


FIGURA 3.17: Temperatura vs. Tiempo, sensor M3P17494

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

Los mismos datos de temperatura obtenidos del data trace fueron utilizados para hallar por fórmula un Fo.

$$\mathbf{Fo = \Delta t \, . \, \Sigma L}$$

Siendo Δt el intervalo de tiempo entre cada lectura de temperatura que fue de 1 minuto. ΣL es la sumatoria de las letalidades durante todo el proceso.

$$\mathbf{L = 10^{\frac{T-121.1}{10}}}$$

Por motivos de espacio presentaremos solo los cálculos de los puntos 1, 30, 60, 90, 120, 150,179 los demás valores se pueden observar en el anexo E1

Punto 1: $T = 29.3ºC$

$$(29.3 - 121.1)/10 = -9.18$$

$$L = 10^{-9.18}$$

$$\mathbf{L = 6.6 * 1\,0^{-10}}$$

Punto 30: $T = 53.5\ ºC$

$$(53.5 - 121.1)/10 = -6.76$$

$$L = 10^{-6.76}$$

L = 1.7 *1 0 $^{-7}$

Punto 60: T = 82.9ºC

(82.09 – 121.1)/10 = -3.82

L= 10 $^{-3.82}$

L = 1.5 *1 0 $^{-4}$

Punto 90: T = 98.3ºC

(98.3 – 121.1)/10 = -2.28

L= 10 $^{-2.28}$

L = 5.2 *1 0 $^{-3}$

Punto 120: T = 110ºC

(110 – 121.1)/10 = -1.11

L= 10 $^{-1.11}$

L = 7.8 *1 0 $^{-2}$

Punto 150: T = 114.4ºC

(114.4 – 121.1)/10 = -0.67

L= 10 $^{-0.67}$

L = 2.1 *1 0 $^{-1}$

Punto 179: T = 31.2ºC

(31.2 – 121.1)/10 = -8.99

L= $10^{-8.99}$

L = 1.02 *1 0 $^{-9}$

Así la sumatoria de todas las letalidades desde el punto 1 al 179 (ver anexo G1) es:

ΣL =8.47

El Fo es por lo tanto 8.47*1

Fo = 8.47

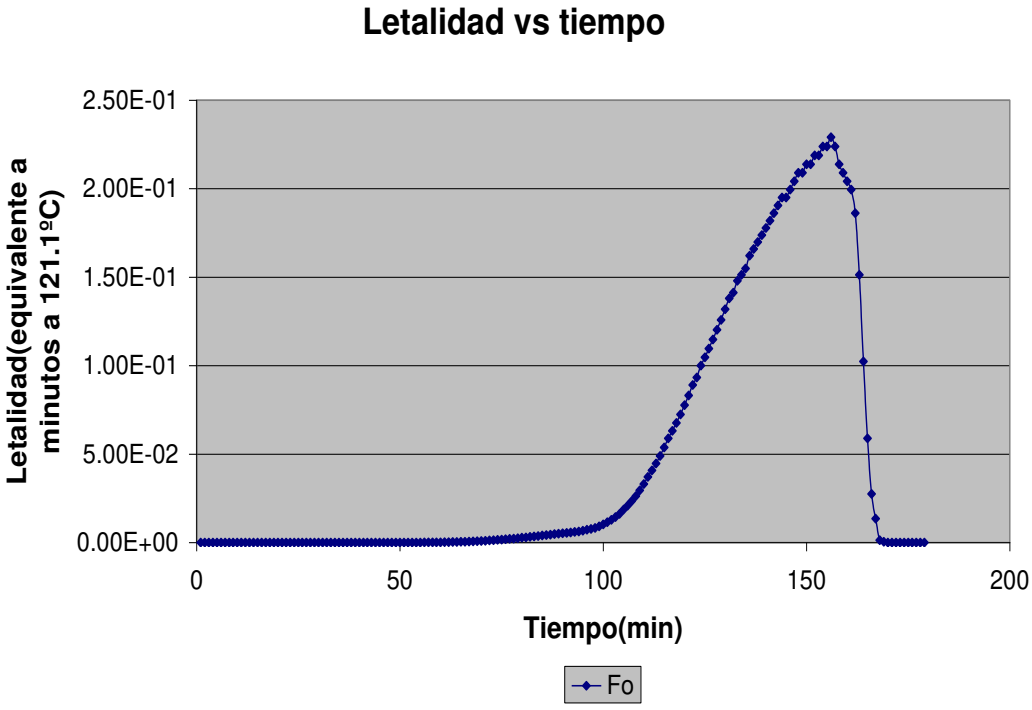


FIGURA 3.18: Letalidad vs. Tiempo, sensor M3P17494

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

Sensor 2

El sensor 2 arrojó un resultado Fo de 8.6 para una temperatura de referencia de 121.1ºC y un z de 10ºC. La tabla con los datos de tiempo, temperatura, presión y Fo se puede observan en el anexo E.2.

De estos datos se obtuvo:

Tiempo de levante: 10min, 222ºF, 105.5ºC

Tiempo de retención: 55 min 240ª F, 115.5º C

Tiempo de enfriamiento:20 min 205ºF, 96.1ºC

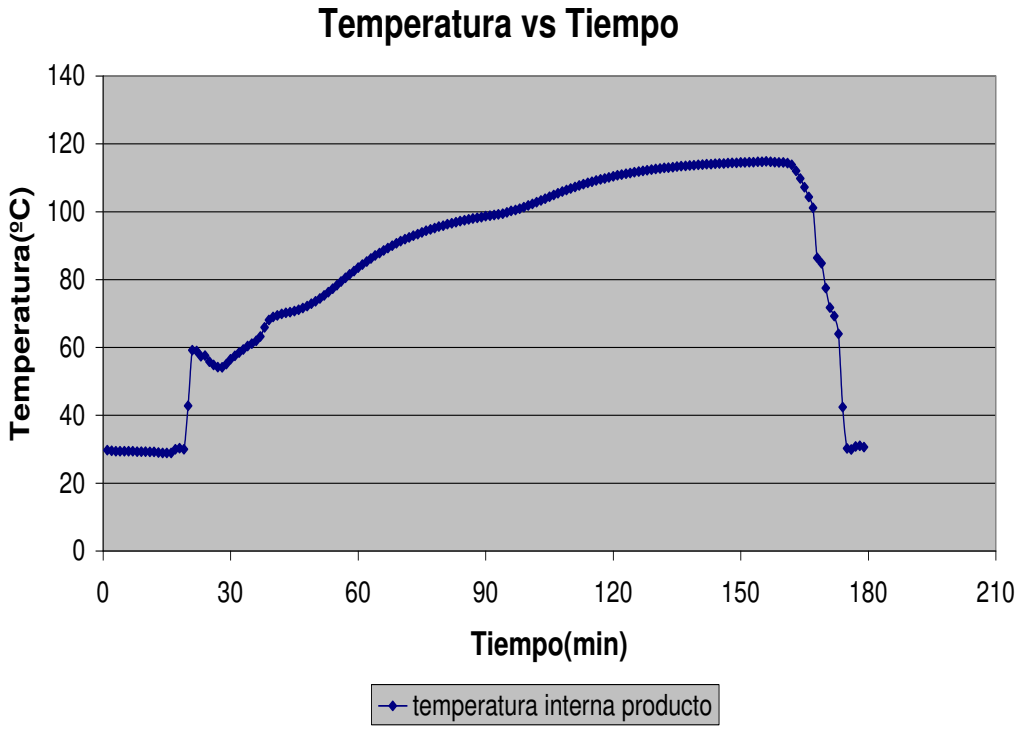


FIGURA 3.19: Temperatura vs. Tiempo, sensor M3P18271

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

Los mismos datos de temperatura obtenidos del data trace fueron utilizados para hallar por fórmula un Fo.

Se realizaron los cálculos de la misma manera que con el sensor 1.

$$\mathbf{Fo = \Delta t \, . \, \Sigma L}$$

Siendo Δt el intervalo de tiempo entre cada lectura de temperatura que fue de 1 minuto. ΣL es la sumatoria de las letalidades durante todo el proceso.

$$\mathbf{L = 10^{\frac{T-121.1}{10}}}$$

Así la sumatoria de las letalidades (ver anexo E2)es:

$$\mathbf{\Sigma L = 8.79}$$

El Fo es por lo tanto 8.79*1

$$\mathbf{Fo = 8.79}$$

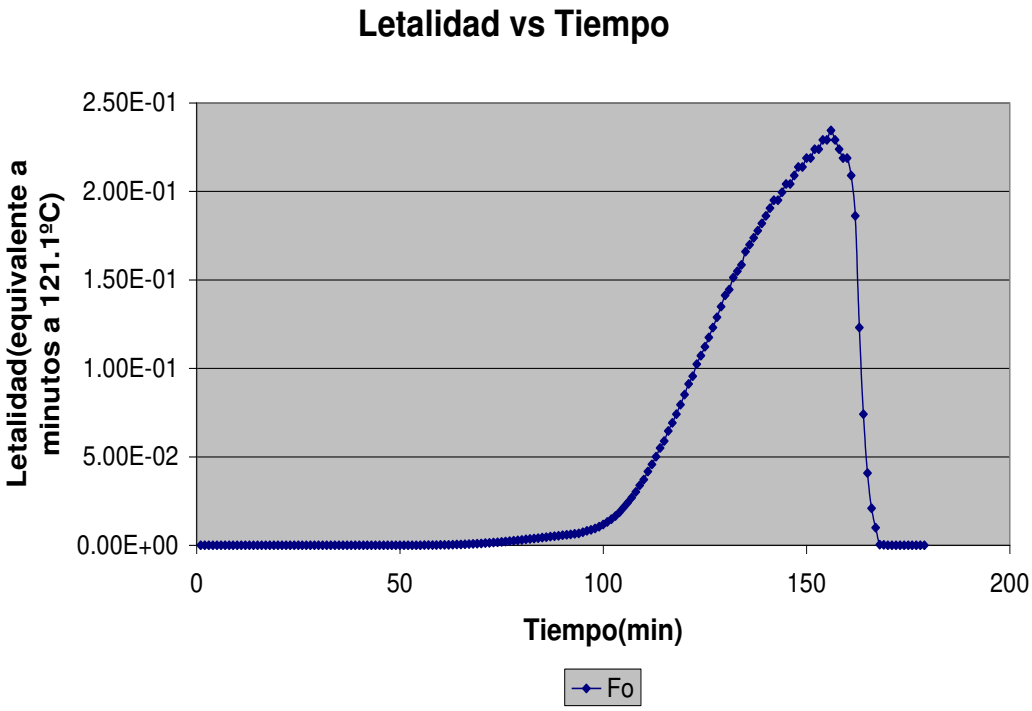


FIGURA 3.20: Letalidad vs. Tiempo, sensor M3P18271

FUENTE: Karina Rocha Galecio, 2007

Así comprobamos que para los dos sensores existe poca diferencia entre los valores dados por el Data Trace y los valores obtenidos por medio de fórmula.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

1. Se realizó el estudio de penetración de calor con parámetros de tiempo y temperatura del proceso de esterilización determinados conforme se fueron realizando las pruebas de planta, tomando como base el clostridium botulinum para alimentos enlatados de alto con tenido proteínico, siendo estos: Temperatura 240º F y tiempo 55 minutos.

2. Con el primer estudio de penetración de Calor, realizado a la prueba 6, se obtuvo un Fo de 2.6 lo que indica que el alimento está subprocesado, por lo que se reformuló cambiando la quinua fresca por harina de quinua. Con la fórmula 8 se realizó un segundo estudio y con las lecturas de temperatura obtenidas del “Data Trace”, se calculó

en Excel por medio de fórmulas, la letalidad en cada punto, la sumatoria de letalidades y con esto el Fo que para el sensor M3P17494 fue de 8.3 y para el sensor M3P18271 fue de 8.6.

3. El rango aceptable del Fo para enlatados es de 6 a 8, el determinado en este proyecto oscila de 8.3 a 8.6, lo que indica que está ligeramente sobreprocesado. Además las condiciones en que se realizó el estudio de penetración de calor no son las adecuadas para poder afirmar que el resultado del estudio es 100% exacto y por ende que el producto es completamente seguro para consumo.

4. Con las pruebas de estabilidad se pudo determinar que el producto conserva sus características tanto físico químicas como organolépticas con cambios mínimos propios de la interacción de las albóndigas con la salsa y el análisis microbiológico no revelo crecimiento bacteriano alguno. Lo que nos revela que el producto se conservaría dos años en percha a temperatura ambiente sin cambios significativos.

5. Comparando las albóndigas de soya con albóndigas de carne del mercado se puedo observar que las de soya son más altas en contenido proteínico, de carbohidratos, fibra y más bajas en grasa y

colesterol. En conclusión se cumplieron los objetivos planteados de tener un producto altamente proteínico y bajo en grasas, que por ser de origen vegetal ofrece una alternativa nueva y sana al mercado nacional.

6. En cuanto al posible mercado de consumo de las albóndigas, basándose en las pruebas de aceptación de este trabajo, se puede proyectar una muy buena acogida por parte de vegetarianos y también de adultos que gusten de productos a base de soya o vegetales. Con relación a grupos de jóvenes o niños se tendría una aceptación baja por lo que sería necesario reformular hasta obtener un producto agradable al gusto de esos grupos en el caso que sean estos el target de consumo.

7. Finalmente se puede decir que el desarrollo y caracterización del producto que era el principal objetivo del proyecto fue realizado satisfactoriamente, pero se necesitarían realizar pruebas de penetración de calor en condiciones extremas para poder determinar el Fo adecuado y comprobar así que es un producto inocuo. Por lo tanto las albóndigas no son un producto que se encuentre listo para salir a mercado.

4.2 Recomendaciones

1. Antes de realizar cualquier estudio de penetración de calor probar mínimo 2 veces que la fórmula ya definida sea lo suficientemente compacta para que resista el proceso térmico por que las albóndigas pueden perder su forma luego de procesadas.

2. Para las pruebas de estabilidad acelerada lo más recomendable es mantener las latas mínimo 4 meses en la cámara (1 mes a 45 ºC equivale a 3 meses a temperatura de 30º) para que representen 1 año a temperatura ambiente.

3. El estudio de penetración de calor se debería realizar en condiciones extremas como por ejemplo, el peso promedio de las albóndigas es de 11-13 g, se debería hacer un estudio con albóndigas de 20g que representaría una desviación extrema, además sería recomendable un llenado extremo de las latas, cerca del 90%.

4. Sería recomendable que el sensor “Data Trace” vaya dentro de una albóndiga para determinar el Fo en el centro de la albóndiga que representa el punto más difícil de alcanzar por el calor, dicha albóndiga tendría que ser de 6cm de diámetro aproximadamente.

Todo esto para determinar que hasta el punto más difícil de alcanzar está recibiendo el tratamiento adecuado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Microsoft® Encarta® 2007

2. Vicent Martinez C, 2007. Disponible en http://www.botanical-online.com/sojapropiedades.htm.

3. Alimentaria Rosco SA, Buenos Aires, Argentina, 2006. Disponible en http://www.roscorgal.com/Ingredientes/

4. Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica, cultural y social. Actualizado: 11 junio 2005. Disponible en http:// www.prodiversitas.bioetica.org/quinua.htm

5. Cornejo, Fabiola. Folleto de Ingeniería de Procesos II, ESPOL 2005

6. Ing. Vanina Laura Sgromo *"Diseño de procesos de térmicos en conservas de alimentos de origen marino",* 2006. Disponible en http://www.ms.gba.gob.ar/CalidadAloimentaria/Ciclo3/Conferencia6.htm

7. Código de Regulaciones Federales "*Alimentos de baja acidez procesados térmicamente y empacados en envases sellados herméticamente*", Titulo 21 parte 113, Subparte D, pag. 252. 16 de marzo de 1979. Disponible en http://www.cfsan.fda.gov/

8. H. SIELAFF, Tecnología de la fabricación de las conservas, Acribia, 2000.

9. Hydrocolloids what can they do - how are they selected? A/S KOBENHAVNS PEKTINFABRIK (The Copenhagen pectin factory ltd)
DK 4623 lille Skensued Marcha 1988, pag 10.

10.Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República. "*marmita*". Actualizado: 13 de junio de 2008. Disponible en http://www.lablaa.org/blaavirtual/ayudadetarea

11. Air exhausting invention. Actualizado: 2008. Disponible en http://www.freepatentsonline.com

12. PANINI "*Sterilization retorts overview*". Actualizado: 1 de enero de 2004. Disponilbe en http://www.caquin.com/nuevo/english/images/stories/caquin

13. Nuñez, Daniel. Folleto de Planeamiento alimentario y Nutrición, ESPOL. 2006.

14. Tabla de composición de alimentos, El Pequeño Souci Fachmann, Acribia,S.A., Zaragoza (España) 1999, 1ºEdición.

15. Carvajal, Ángeles. Tablas Nutricionales. 2001. Disponible http://www.kelloggs.es/tablasnutricionales.htm

16. Nacional academy of Science, 2004. Disponible en http://www.nap.edu

17. U.S. Food and Drug Administration, 1999. Disponible en http://www.nutrition.gov.

ANEXOS

ANEXO A.1

FORMULA DE ALBONDIGAS PRUEBA # 1

INGREDIENTES	**%**
Carne de soya hidratada	63.48
Harina	19.57
Avena	7.55
Agua	6.41
Ajo	1.39
Cilantro picado	0.55
Carragenina	0.41
Sal	0.35
Comino	0.14
Pimienta	0.14
Total	**100**

ANEXO A.2

FORMULA DE LA SALSA PRUEBA # 1

INGREDIENTES	**%**
Pasta de tomate 30-32ºB	8.00
Cebolla molida	6.00
Sal	1.63
Hierbita molida	1.27
Almidón	1.00
Pimiento verde molido	0.90
Ajo molido	0.50
Comino	0.10
Agua	80.70
Total	**100**

ANEXO B.1

LETALIDAD y Fo (PRIMER ESTUDIO DE PENETRACION DE CALOR)

Número de Serie:	ID de Prueba:	Hora Inicio:	Intérvalo:
		06/08/2007	
M3P17494	DT100	15:20	0:01:00

Intérvalo Muestreo*	Nº *	M3P17494 °C*	M3P17494 Fo*	M3P17494 PSIA*	(T-121.1º C) 10**	Letalidad**	Fo**
15:20:00	1	30.1	0	13.9	-9.1	7.94E-10	**2.72E+00**
15:21:00	2	30.3	0	13.9	-9.08	8.32E-10	
15:22:00	3	31.2	0	13.9	-8.99	1.02E-09	
15:23:00	4	31	0	13.8	-9.01	9.77E-10	
15:24:00	5	29.1	0	13.8	-9.2	6.31E-10	
15:25:00	6	27.9	0	13.7	-9.32	4.79E-10	
15:26:00	7	27	0	13.7	-9.41	3.89E-10	
15:27:00	8	26.3	0	13.7	-9.48	3.31E-10	
15:28:00	9	25.7	0	13.7	-9.54	2.88E-10	
15:29:00	10	25.3	0	13.7	-9.58	2.63E-10	
15:30:00	11	24.9	0	13.6	-9.62	2.40E-10	
15:31:00	12	24.6	0	13.6	-9.65	2.24E-10	
15:32:00	13	24.3	0	13.6	-9.68	2.09E-10	
15:33:00	14	24.1	0	13.6	-9.7	2.00E-10	

15:34:00	15	24	0	13.6	-9.71	1.95E-10
15:35:00	16	23.8	0	13.6	-9.73	1.86E-10
15:36:00	17	23.7	0	13.6	-9.74	1.82E-10
15:37:00	18	23.6	0	13.6	-9.75	1.78E-10
15:38:00	19	23.5	0	13.6	-9.76	1.74E-10
15:39:00	20	23.4	0	13.6	-9.77	1.70E-10
15:40:00	21	23.3	0	13.6	-9.78	1.66E-10
15:41:00	22	48.7	0	15.1	-7.24	5.75E-08
15:42:00	23	54.5	0	14.5	-6.66	2.19E-07
15:43:00	24	52.6	0	14.3	-6.85	1.41E-07
15:44:00	25	50.5	0	14.3	-7.06	8.71E-08
15:45:00	26	49.1	0	14.2	-7.2	6.31E-08
15:46:00	27	48.1	0	14.2	-7.3	5.01E-08
15:47:00	28	47.6	0	14.2	-7.35	4.47E-08
15:48:00	29	47.4	0	14.3	-7.37	4.27E-08
15:49:00	30	47.3	0	14.3	-7.38	4.17E-08
15:50:00	31	47.4	0	14.3	-7.37	4.27E-08
15:51:00	32	47.5	0	14.4	-7.36	4.37E-08
15:52:00	33	47.6	0	14.4	-7.35	4.47E-08
15:53:00	34	47.8	0	14.4	-7.33	4.68E-08
15:54:00	35	47.9	0	14.4	-7.32	4.79E-08
15:55:00	36	48.1	0	14.5	-7.3	5.01E-08
15:56:00	37	48.2	0	14.5	-7.29	5.13E-08
15:57:00	38	48.3	0	14.5	-7.28	5.25E-08
15:58:00	39	48.4	0	14.5	-7.27	5.37E-08
15:59:00	40	48.5	0	14.5	-7.26	5.50E-08

16:00:00	41	48.6	0	14.5	-7.25	5.62E-08
16:01:00	42	48.6	0	14.5	-7.25	5.62E-08
16:02:00	43	48.7	0	14.6	-7.24	5.75E-08
16:03:00	44	49.2	0	14.4	-7.19	6.46E-08
16:04:00	45	50.5	0	14.3	-7.06	8.71E-08
16:05:00	46	51.7	0	14.2	-6.94	1.15E-07
16:06:00	47	52.7	0	14.2	-6.84	1.45E-07
16:07:00	48	53.7	0	14.2	-6.74	1.82E-07
16:08:00	49	54.8	0	14.3	-6.63	2.34E-07
16:09:00	50	55.9	0	14.4	-6.52	3.02E-07
16:10:00	51	57.2	0	14.3	-6.39	4.07E-07
16:11:00	52	58.4	0	14.5	-6.27	5.37E-07
16:12:00	53	59.5	0	14.5	-6.16	6.92E-07
16:13:00	54	61	0	14.7	-6.01	9.77E-07
16:14:00	55	62.4	0	14.9	-5.87	1.35E-06
16:15:00	56	63.6	0	15.1	-5.75	1.78E-06
16:16:00	57	64.5	0	15.2	-5.66	2.19E-06
16:17:00	58	65.4	0	15.4	-5.57	2.69E-06
16:18:00	59	66.2	0	15.5	-5.49	3.24E-06
16:19:00	60	66.9	0	15.7	-5.42	3.80E-06
16:20:00	61	68.3	0	15.8	-5.28	5.25E-06
16:21:00	62	69.8	0	15.9	-5.13	7.41E-06
16:22:00	63	71	0	16	-5.01	9.77E-06
16:23:00	64	72.1	0	16.2	-4.9	1.26E-05
16:24:00	65	73.3	0	16.4	-4.78	1.66E-05
16:25:00	66	74.5	0	16.6	-4.66	2.19E-05

16:26:00	67	75.8	0	16.9	-4.53	2.95E-05
16:27:00	68	77.1	0	17.1	-4.4	3.98E-05
16:28:00	69	78.4	0	17.4	-4.27	5.37E-05
16:29:00	70	79.7	0	17.7	-4.14	7.24E-05
16:30:00	71	81	0	17.9	-4.01	9.77E-05
16:31:00	72	82.3	0	18.2	-3.88	1.32E-04
16:32:00	73	83.5	0	18.5	-3.76	1.74E-04
16:33:00	74	84.7	0	18.9	-3.64	2.29E-04
16:34:00	75	86.1	0	19.2	-3.5	3.16E-04
16:35:00	76	87.4	0	19.6	-3.37	4.27E-04
16:36:00	77	88.6	0	20	-3.25	5.62E-04
16:37:00	78	89.8	0	20.4	-3.13	7.41E-04
16:38:00	79	90.9	0	20.8	-3.02	9.55E-04
16:39:00	80	92.1	0	21.2	-2.9	1.26E-03
16:40:00	81	93.2	0	21.6	-2.79	1.62E-03
16:41:00	82	94.3	0	22	-2.68	2.09E-03
16:42:00	83	95.4	0	22.4	-2.57	2.69E-03
16:43:00	84	96.4	0	23.4	-2.47	3.39E-03
16:44:00	85	97.4	0	23.9	-2.37	4.27E-03
16:45:00	86	98.4	0	24.2	-2.27	5.37E-03
16:46:00	87	99.3	0	24.6	-2.18	6.61E-03
16:47:00	88	100.2	0.008	25.4	-2.09	8.13E-03
16:48:00	89	101	0.018	25.9	-2.01	9.77E-03
16:49:00	90	101.8	0.03	26.4	-1.93	1.17E-02
16:50:00	91	102.6	0.044	26.8	-1.85	1.41E-02
16:51:00	92	103.3	0.06	27.2	-1.78	1.66E-02

16:52:00	93	104	0.08	27.6	-1.71	1.95E-02
16:53:00	94	104.6	0.102	28	-1.65	2.24E-02
16:54:00	95	105.2	0.128	28.4	-1.59	2.57E-02
16:55:00	96	105.8	0.157	28.7	-1.53	2.95E-02
16:56:00	97	106.3	0.19	29.1	-1.48	3.31E-02
16:57:00	98	106.8	0.227	29.4	-1.43	3.72E-02
16:58:00	99	107.3	0.269	29.8	-1.38	4.17E-02
16:59:00	100	107.8	0.315	30.1	-1.33	4.68E-02
17:00:00	101	108.2	0.367	30.5	-1.29	5.13E-02
17:01:00	102	108.6	0.423	30.7	-1.25	5.62E-02
17:02:00	103	109	0.484	31	-1.21	6.17E-02
17:03:00	104	109.3	0.55	31.3	-1.18	6.61E-02
17:04:00	105	109.7	0.622	31.5	-1.14	7.24E-02
17:05:00	106	110	0.7	31.8	-1.11	7.76E-02
17:06:00	107	110.3	0.783	32	-1.08	8.32E-02
17:07:00	108	110.6	0.872	32.4	-1.05	8.91E-02
17:08:00	109	110.9	0.967	32.6	-1.02	9.55E-02
17:09:00	110	111.1	1.067	32.8	-1	1.00E-01
17:10:00	111	111.4	1.173	33.3	-0.97	1.07E-01
17:11:00	112	111.6	1.285	33.4	-0.95	1.12E-01
17:12:00	113	111.8	1.403	33.6	-0.93	1.17E-01
17:13:00	114	112	1.525	33.8	-0.91	1.23E-01
17:14:00	115	112.2	1.654	33.9	-0.89	1.29E-01
17:15:00	116	112.4	1.788	34.1	-0.87	1.35E-01
17:16:00	117	112.6	1.929	34.2	-0.85	1.41E-01
17:17:00	118	112.7	2.073	34.3	-0.84	1.45E-01

17:18:00	119	112.9	2.224	34.5	-0.82	1.51E-01
17:19:00	120	113	2.379	28.3	-0.81	1.55E-01
17:20:00	121	112.7	2.523	24.3	-0.84	1.45E-01
17:21:00	122	111.3	2.627	22.7	-0.98	1.05E-01
17:22:00	123	107.4	2.67	17.5	-1.37	4.27E-02
17:23:00	124	99.3	2.67	15.1	-2.18	6.61E-03
17:24:00	125	92.1	2.67	13.7	-2.9	1.26E-03
17:25:00	126	86.1	2.67	12.7	-3.5	3.16E-04
17:26:00	127	81.2	2.67	12	-3.99	1.02E-04
17:27:00	128	77	2.67	11.6	-4.41	3.89E-05
17:28:00	129	73.4	2.67	11.3	-4.77	1.70E-05
17:29:00	130	70.2	2.67	10.9	-5.09	8.13E-06
17:30:00	131	70.8	2.67	11.2	-5.03	9.33E-06
17:31:00	132	68.8	2.67	10.9	-5.23	5.89E-06
17:32:00	133	47.3	2.67	11	-7.38	4.17E-08
17:33:00	134	32	2.67	11.1	-8.91	1.23E-09
17:34:00	135	30.3	2.67	12.1	-9.08	8.32E-10
17:35:00	136	31.2	2.67	13.2	-8.99	1.02E-09
					Σ L →	**2.72E+00**

* Datos obtenidos del Data Trace

** Valores obtenidos usando fórmulas en exel con los datos de T del sensor

ANEXO C.1

INFORMACION NUTRICIONAL DE LOS COMPONENTES DE LAS ALBONDIGAS

Ingredientes/ por cada 100g	Prot	Carboh	Grasa	Fibra	Ca	Na	Mg	Tiam	Riboflv	Niacin	% Formla
Carne de soya hidratada	39.1	36	7.2	5.7	0	0	0	0	0	0	52.64
Cebolla	1.4	5.1	0	1.3	0.031	0.006	0.014	0	0.0002	0	11.62
Harina de quinua	13.5	70.9	4.8	4.6	0.1	0.0075	0	0.0002	0.00023	0.0014	9.3
Harina	10.5	71	1	3.7	0.02	0	0	0	0	0	6.75
Ajo	5.3	23	0.3	1.1	0.014	0.019	0.025	0	0	0	5.81
Sal	0	0	0	0	0.29	38.85	0.29	0	0	0	1.88

	Prot	Carboh	Grasa	Fibra	Ca	Na	Mg	Tiam	Riboflv	Niacin
Carne de soya hidratada	20.58	18.95	3.79	3.001	0	0	0	0	0	0
Cebolla	0.16	0.59	0.00	0.151	0.004	0.001	0.002	0	0.00002	0
Harina de quinua	1.26	6.30	0.57	0.428	0.01	0.001	0	0.00003	0.00004	0.0001
Harina	0.71	4.79	0.07	0.249	0.001	0	0	0	0	0
Ajo	0.31	1.34	0.02	0.064	0.001	0.001	0.001	0	0	0
Sal	0.00	0.00	0.00	0	0.006	0.730	0.006	0	0	0
TOTAL	23.02	32.27	4.32	3.893	0.021	0.733	0.009	0.00002	0.00004	0.0001

ANEXO D.1

VITAMINAS, DOSIS DIARIAS RECOMENDADAS

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals, Vitamins
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Vit A (µg/d)[a]	Vit C (mg/d)	Vit D (µg/d)[b,c]	Vit E (mg/d)[d]	Vit K (µg/d)	Thiamin (mg/d)	Riboflavin (mg/d)	Niacin (mg/d)[e]	Vit B_6 (mg/d)	Folate (µg/d)[f]	Vit B_{12} (µg/d)	Pantothenic Acid (mg/d)	Biotin (µg/d)	Choline[g] (mg/d)
Infants														
0–6 mo	400*	40*	5*	4*	2.0*	0.2*	0.3*	2*	0.1*	65*	0.4*	1.7*	5*	125*
7–12 mo	500*	50*	5*	5*	2.5*	0.3*	0.4*	4*	0.3*	80*	0.5*	1.8*	6*	150*
Children														
1–3 y	300	15	5*	6	30*	0.5	0.5	6	0.5	150	0.9	2*	8*	200*
4–8 y	400	25	5*	7	55*	0.6	0.6	8	0.6	200	1.2	3*	12*	250*
Males														
9–13 y	600	45	5*	11	60*	0.9	0.9	12	1.0	300	1.8	4*	20*	375*
14–18 y	900	75	5*	15	75*	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	5*	25*	550*
19–30 y	900	90	5*	15	120*	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	5*	30*	550*
31–50 y	900	90	5*	15	120*	1.2	1.3	16	1.3	400	2.4	5*	30*	550*
51–70 y	900	90	10*	15	120*	1.2	1.3	16	1.7	400	2.4[i]	5*	30*	550*
> 70 y	900	90	15*	15	120*	1.2	1.3	16	1.7	400	2.4[i]	5*	30*	550*
Females														
9–13 y	600	45	5*	11	60*	0.9	0.9	12	1.0	300	1.8	4*	20*	375*
14–18 y	700	65	5*	15	75*	1.0	1.0	14	1.2	400[j]	2.4	5*	25*	400*
19–30 y	700	75	5*	15	90*	1.1	1.1	14	1.3	400[j]	2.4	5*	30*	425*
31–50 y	700	75		15	90*	1.1	1.1	14	1.3	400[j]	2.4	5*	30*	425*
51–70 y	700	75	10*	15	90*	1.1	1.1	14	1.5	400	2.4[k]	5*	30*	425*
> 70 y	700	75	15*	15	90*	1.1	1.1	14	1.5	400	2.4[k]	5*	30*	425*
Pregnancy														
14–18 y	750	80	5*	15	75*	1.4	1.4	18	1.9	600[j]	2.6	6*	30*	450*
19–30 y	770	85	5*	15	90*	1.4	1.4	18	1.9	600[j]	2.6	6*	30*	450*
31–50 y	770	85	5*	15	90*	1.4	1.4	18	1.9	600[j]	2.6	6*	30*	450*
Lactation														
14–18 y	1,200	115	5*	19	75*	1.4	1.6	17	2.0	500	2.8	7*	35*	550*
19–30 y	1,300	120	5*	19	90*	1.4	1.6	17	2.0	500	2.8	7*	35*	550*
31–50 y	1,300	120	5*	19	90*	1.4	1.6	17	2.0	500	2.8	7*	35*	550*

ANEXO D.2

MINERALES, DOSIS DIARIAS RECOMENDADA

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals, Elements
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Calcium (mg/d)	Chromium (µg/d)	Copper (µg/d)	Fluoride (mg/d)	Iodine (µg/d)	Iron (mg/d)	Magnesium (mg/d)	Manganese (mg/d)	Molybdenum (µg/d)	Phosphorus (mg/d)	Selenium (µg/d)	Zinc (mg/d)	Potassium (g/d)	Sodium (g/d)	Chloride (g/d)
Infants															
0–6 mo	210*	0.2*	200*	0.01*	110*	0.27*	30*	0.003*	2*	100*	15*	2*	0.4*	0.12*	0.18*
7–12 mo	270*	5.5*	220*	0.5*	130*	11	75*	0.6*	3*	275*	20*	3	0.7*	0.37*	0.57*
Children															
1–3 y	500*	11*	340	0.7*	90	7	80	1.2*	17	460	20	3	3.0*	1.0*	1.5*
4–8 y	800*	15*	440	1*	90	10	130	1.5*	22	500	30	5	3.8*	1.2*	1.9*
Males															
9–13 y	1,300*	25*	700	2*	120	8	240	1.9*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14–18 y	1,300*	35*	890	3*	150	11	410	2.2*	43	1,250	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
19–30 y	1,000*	35*	900	4*	150	8	400	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
31–50 y	1,000*	35*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.5*	2.3*
51–70 y	1,200*	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.3*	2.0*
>70 y	1,200*	30*	900	4*	150	8	420	2.3*	45	700	55	11	4.7*	1.2*	1.8*
Females															
9–13 y	1,300*	21*	700	2*	120	8	240	1.6*	34	1,250	40	8	4.5*	1.5*	2.3*
14–18 y	1,300*	24*	890	3*	150	15	360	1.6*	43	1,250	55	9	4.7*	1.5*	2.3*
19–30 y	1,000*	25*	900	3*	150	18	310	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
31–50 y	1,000*	25*	900	3*	150	18	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.5*	2.3*
51–70 y	1,200*	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.3*	2.0*
>70 y	1,200*	20*	900	3*	150	8	320	1.8*	45	700	55	8	4.7*	1.2*	1.8*
Pregnancy															
14–18 y	1,300*	29*	1,000	3*	220	27	400	2.0*	50	1,250	60	13	4.7*	1.5*	2.3*
19–30 y	1,000*	30*	1,000	3*	220	27	350	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
31–50 y	1,000*	30*	1,000	3*	220	27	360	2.0*	50	700	60	11	4.7*	1.5*	2.3*
Lactation															
14–18 y	1,300*	44*	1,300	3*	290	10	360	2.6*	50	1,250	70	14	5.1*	1.5*	2.3*
19–30 y	1,000*	45*	1,300	3*	290	9	310	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*
31–50 y	1,000*	45*	1,300	3*	290	9	320	2.6*	50	700	70	12	5.1*	1.5*	2.3*

ANEXO D.3

CARBOHIDRATOS, PROTEINAS, GRASAS Y FIBRA, DOSIS DIARIA RECOMENDADA

Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Intakes for Individuals, Macronutrients
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

Life Stage Group	Total Water[a] (L/d)	Carbohydrate (g/d)	Total Fiber (g/d)	Fat (g/d)	Linoleic Acid (g/d)	α-Linolenic Acid (g/d)	Protein[b] (g/d)
Infants							
0–6 mo	0.7*	60*	ND	31*	4.4*	0.5*	9.1*
7–12 mo	0.8*	95*	ND	30*	4.6*	0.5*	13.5
Children							
1–3 y	1.3*	130	19*	ND	7*	0.7*	13
4–8 y	1.7*	130	25*	ND	10*	0.9*	19
Males							
9–13 y	2.4*	130	31*	ND	12*	1.2*	34
14–18 y	3.3*	130	38*	ND	16*	1.6*	52
19–30 y	3.7*	130	38*	ND	17*	1.6*	56
31–50 y	3.7*	130	38*	ND	17*	1.6*	56
51–70 y	3.7*	130	30*	ND	14*	1.6*	56
> 70 y	3.7*	130	30*	ND	14*	1.6*	56
Females							
9–13 y	2.1*	130	26*	ND	10*	1.0*	34
14–18 y	2.3*	130	26*	ND	11*	1.1*	46
19–30 y	2.7*	130	25*	ND	12*	1.1*	46
31–50 y	2.7*	130	25*	ND	12*	1.1*	46
51–70 y	2.7*	130	21*	ND	11*	1.1*	46
> 70 y	2.7*	130	21*	ND	11*	1.1*	46
Pregnancy							
14–18 y	3.0*	175	28*	ND	13*	1.4*	71
19–30 y	3.0*	175	28*	ND	13*	1.4*	71
31–50 y	3.0*	175	28*	ND	13*	1.4*	71
Lactation							
14–18 y	3.8*	210	29*	ND	13*	1.3*	71
19–30 y	3.8*	210	29*	ND	13*	1.3*	71
31–50 y	3.8*	210	29*	ND	13*	1.3*	71

ANEXO E.1

LETALIDAD y Fo (SEGUNDO ESTUDIO DE PENETRACION DE CALOR, SENSOR 1)

Número de Serie:	ID de Prueba:	Hora Inicio:	Intérvalo:
		18/09/2007	
M3P17494	DT101	10:50	0:01:00

Intérvalo Muestreo*	Nº *	M3P17494 °C*	M3P17494 Fo*	M3P17494 PSIA*	(T-121.1º C) 10**	Letalidad**	Fo**
10:50:00	1	29.3	0	13.9	-9.18	6.61E-10	**8.47E+00**
10:51:00	2	29.1	0	13.9	-9.2	6.31E-10	
10:52:00	3	29	0	13.9	-9.21	6.17E-10	
10:53:00	4	29	0	13.9	-9.21	6.17E-10	
10:54:00	5	29	0	13.9	-9.21	6.17E-10	
10:55:00	6	28.9	0	13.9	-9.22	6.03E-10	
10:56:00	7	28.9	0	13.9	-9.22	6.03E-10	
10:57:00	8	28.8	0	13.9	-9.23	5.89E-10	
10:58:00	9	28.8	0	13.9	-9.23	5.89E-10	
10:59:00	10	28.8	0	13.9	-9.23	5.89E-10	
11:00:00	11	28.6	0	13.9	-9.25	5.62E-10	
11:01:00	12	28.6	0	13.9	-9.25	5.62E-10	
11:02:00	13	28.5	0	13.9	-9.26	5.50E-10	
11:03:00	14	28.6	0	13.9	-9.25	5.62E-10	
11:04:00	15	28.7	0	13.9	-9.24	5.75E-10	

11:05:00	16	28.9	0	13.9	-9.22	6.03E-10
11:06:00	17	30.2	0	13.9	-9.09	8.13E-10
11:07:00	18	31	0	13.9	-9.01	9.77E-10
11:08:00	19	30.2	0	13.9	-9.09	8.13E-10
11:09:00	20	28.8	0	13.9	-9.23	5.89E-10
11:10:00	21	27.8	0	13.9	-9.33	4.68E-10
11:11:00	22	53.1	0	14.9	-6.8	1.58E-07
11:12:00	23	58.3	0	14.3	-6.28	5.25E-07
11:13:00	24	56.6	0	14.1	-6.45	3.55E-07
11:14:00	25	54.6	0	14	-6.65	2.24E-07
11:15:00	26	53.2	0	14	-6.79	1.62E-07
11:16:00	27	52.3	0	14	-6.88	1.32E-07
11:17:00	28	51.7	0	13.9	-6.94	1.15E-07
11:18:00	29	52.3	0	13.8	-6.88	1.32E-07
11:19:00	30	53.5	0	13.7	-6.76	1.74E-07
11:20:00	31	54.7	0	13.7	-6.64	2.29E-07
11:21:00	32	55.8	0	13.7	-6.53	2.95E-07
11:22:00	33	57.1	0	13.8	-6.4	3.98E-07
11:23:00	34	58.4	0	13.9	-6.27	5.37E-07
11:24:00	35	59.4	0	14.1	-6.17	6.76E-07
11:25:00	36	60.6	0	14.2	-6.05	8.91E-07
11:26:00	37	62	0	14.3	-5.91	1.23E-06
11:27:00	38	64	0	14.8	-5.71	1.95E-06
11:28:00	39	66.8	0	15.2	-5.43	3.72E-06
11:29:00	40	68	0	15.2	-5.31	4.90E-06
11:30:00	41	68.5	0	15.3	-5.26	5.50E-06

11:31:00	42	68.8	0	15.3	-5.23	5.89E-06
11:32:00	43	69.1	0	15.4	-5.2	6.31E-06
11:33:00	44	69.2	0	15.4	-5.19	6.46E-06
11:34:00	45	69.4	0	15.5	-5.17	6.76E-06
11:35:00	46	69.8	0	15.6	-5.13	7.41E-06
11:36:00	47	70.5	0	15.6	-5.06	8.71E-06
11:37:00	48	71.2	0	15.7	-4.99	1.02E-05
11:38:00	49	71.9	0	15.7	-4.92	1.20E-05
11:39:00	50	72.7	0	15.8	-4.84	1.45E-05
11:40:00	51	73.6	0	15.9	-4.75	1.78E-05
11:41:00	52	74.5	0	16.1	-4.66	2.19E-05
11:42:00	53	75.5	0	16.2	-4.56	2.75E-05
11:43:00	54	76.6	0	16.4	-4.45	3.55E-05
11:44:00	55	77.7	0	16.6	-4.34	4.57E-05
11:45:00	56	78.7	0	16.7	-4.24	5.75E-05
11:46:00	57	79.8	0	16.9	-4.13	7.41E-05
11:47:00	58	80.9	0	17.1	-4.02	9.55E-05
11:48:00	59	81.9	0	17.3	-3.92	1.20E-04
11:49:00	60	82.9	0	17.6	-3.82	1.51E-04
11:50:00	61	83.9	0	17.8	-3.72	1.91E-04
11:51:00	62	84.8	0	18	-3.63	2.34E-04
11:52:00	63	85.7	0	18.2	-3.54	2.88E-04
11:53:00	64	86.5	0	18.4	-3.46	3.47E-04
11:54:00	65	87.3	0	18.6	-3.38	4.17E-04
11:55:00	66	88	0	18.8	-3.31	4.90E-04
11:56:00	67	88.8	0	19	-3.23	5.89E-04

11:57:00	68	89.5	0	19.2	-3.16	6.92E-04
11:58:00	69	90.1	0	19.5	-3.1	7.94E-04
11:59:00	70	90.7	0	19.8	-3.04	9.12E-04
12:00:00	71	91.3	0	20	-2.98	1.05E-03
12:01:00	72	91.9	0	20.1	-2.92	1.20E-03
12:02:00	73	92.4	0	20.3	-2.87	1.35E-03
12:03:00	74	92.9	0	20.4	-2.82	1.51E-03
12:04:00	75	93.4	0	20.6	-2.77	1.70E-03
12:05:00	76	93.9	0	20.7	-2.72	1.91E-03
12:06:00	77	94.3	0	20.9	-2.68	2.09E-03
12:07:00	78	94.7	0	21.1	-2.64	2.29E-03
12:08:00	79	95.1	0	21.2	-2.6	2.51E-03
12:09:00	80	95.5	0	21.4	-2.56	2.75E-03
12:10:00	81	95.8	0	21.5	-2.53	2.95E-03
12:11:00	82	96.2	0	21.7	-2.49	3.24E-03
12:12:00	83	96.5	0	21.8	-2.46	3.47E-03
12:13:00	84	96.8	0	22	-2.43	3.72E-03
12:14:00	85	97.1	0	22.1	-2.4	3.98E-03
12:15:00	86	97.4	0	22.3	-2.37	4.27E-03
12:16:00	87	97.6	0	22.4	-2.35	4.47E-03
12:17:00	88	97.9	0	22.5	-2.32	4.79E-03
12:18:00	89	98.1	0	22.7	-2.3	5.01E-03
12:19:00	90	98.3	0	22.8	-2.28	5.25E-03
12:20:00	91	98.5	0	22.9	-2.26	5.50E-03
12:21:00	92	98.7	0	23	-2.24	5.75E-03
12:22:00	93	98.9	0	23.1	-2.22	6.03E-03

12:23:00	94	99.1	0	25.5	-2.2	6.31E-03
12:24:00	95	99.4	0	29.1	-2.17	6.76E-03
12:25:00	96	99.7	0	29.5	-2.14	7.24E-03
12:26:00	97	100	0.008	29.9	-2.11	7.76E-03
12:27:00	98	100.3	0.016	30.2	-2.08	8.32E-03
12:28:00	99	100.7	0.025	30.4	-2.04	9.12E-03
12:29:00	100	101.2	0.035	30.6	-1.99	1.02E-02
12:30:00	101	101.7	0.047	30.8	-1.94	1.15E-02
12:31:00	102	102.2	0.06	31.1	-1.89	1.29E-02
12:32:00	103	102.7	0.074	31.4	-1.84	1.45E-02
12:33:00	104	103.2	0.09	31.6	-1.79	1.62E-02
12:34:00	105	103.8	0.109	31.9	-1.73	1.86E-02
12:35:00	106	104.3	0.13	32	-1.68	2.09E-02
12:36:00	107	104.8	0.153	32.2	-1.63	2.34E-02
12:37:00	108	105.3	0.179	32.3	-1.58	2.63E-02
12:38:00	109	105.8	0.209	32.3	-1.53	2.95E-02
12:39:00	110	106.3	0.242	32.4	-1.48	3.31E-02
12:40:00	111	106.8	0.279	32.6	-1.43	3.72E-02
12:41:00	112	107.2	0.319	32.7	-1.39	4.07E-02
12:42:00	113	107.6	0.364	32.9	-1.35	4.47E-02
12:43:00	114	108	0.413	32.8	-1.31	4.90E-02
12:44:00	115	108.4	0.466	32.8	-1.27	5.37E-02
12:45:00	116	108.8	0.525	32.8	-1.23	5.89E-02
12:46:00	117	109.1	0.588	32.9	-1.2	6.31E-02
12:47:00	118	109.4	0.656	33	-1.17	6.76E-02
12:48:00	119	109.7	0.728	33.2	-1.14	7.24E-02

12:49:00	120	110	0.805	33.4	-1.11	7.76E-02
12:50:00	121	110.3	0.888	33.4	-1.08	8.32E-02
12:51:00	122	110.6	0.977	33.5	-1.05	8.91E-02
12:52:00	123	110.8	1.07	33.6	-1.03	9.33E-02
12:53:00	124	111.1	1.17	33.7	-1	1.00E-01
12:54:00	125	111.3	1.274	34	-0.98	1.05E-01
12:55:00	126	111.5	1.384	34.2	-0.96	1.10E-01
12:56:00	127	111.7	1.498	34.3	-0.94	1.15E-01
12:57:00	128	111.9	1.618	34	-0.92	1.20E-01
12:58:00	129	112.1	1.744	34.1	-0.9	1.26E-01
12:59:00	130	112.3	1.875	34.3	-0.88	1.32E-01
13:00:00	131	112.5	2.013	34.4	-0.86	1.38E-01
13:01:00	132	112.6	2.154	34.5	-0.85	1.41E-01
13:02:00	133	112.8	2.301	34.6	-0.83	1.48E-01
13:03:00	134	112.9	2.452	34.7	-0.82	1.51E-01
13:04:00	135	113	2.607	34.3	-0.81	1.55E-01
13:05:00	136	113.2	2.769	34.4	-0.79	1.62E-01
13:06:00	137	113.3	2.934	34.6	-0.78	1.66E-01
13:07:00	138	113.4	3.103	34.7	-0.77	1.70E-01
13:08:00	139	113.5	3.277	34.8	-0.76	1.74E-01
13:09:00	140	113.6	3.454	34.8	-0.75	1.78E-01
13:10:00	141	113.7	3.636	34.9	-0.74	1.82E-01
13:11:00	142	113.8	3.821	35	-0.73	1.86E-01
13:12:00	143	113.9	4.011	35.1	-0.72	1.91E-01
13:13:00	144	114	4.206	35.2	-0.71	1.95E-01
13:14:00	145	114	4.4	35.2	-0.71	1.95E-01

13:15:00	146	114.1	4.599	35.3	-0.7	2.00E-01
13:16:00	147	114.2	4.803	35.3	-0.69	2.04E-01
13:17:00	148	114.3	5.011	34.9	-0.68	2.09E-01
13:18:00	149	114.3	5.22	34.8	-0.68	2.09E-01
13:19:00	150	114.4	5.433	34.9	-0.67	2.14E-01
13:20:00	151	114.4	5.646	35	-0.67	2.14E-01
13:21:00	152	114.5	5.865	35.1	-0.66	2.19E-01
13:22:00	153	114.5	6.083	35.2	-0.66	2.19E-01
13:23:00	154	114.6	6.306	35.2	-0.65	2.24E-01
13:24:00	155	114.6	6.529	35.3	-0.65	2.24E-01
13:25:00	156	114.7	6.758	34.9	-0.64	2.29E-01
13:26:00	157	114.6	6.981	30.6	-0.65	2.24E-01
13:27:00	158	114.4	7.194	30.4	-0.67	2.14E-01
13:28:00	159	114.3	7.403	30.3	-0.68	2.09E-01
13:29:00	160	114.2	7.607	30.3	-0.69	2.04E-01
13:30:00	161	114.1	7.806	30.2	-0.7	2.00E-01
13:31:00	162	113.8	7.991	27.3	-0.73	1.86E-01
13:32:00	163	112.9	8.142	26	-0.82	1.51E-01
13:33:00	164	111.2	8.244	25	-0.99	1.02E-01
13:34:00	165	108.8	8.303	23.3	-1.23	5.89E-02
13:35:00	166	105.5	8.331	20.3	-1.56	2.75E-02
13:36:00	167	102.4	8.344	19.6	-1.87	1.35E-02
13:37:00	168	92.2	8.344	14.7	-2.89	1.29E-03
13:38:00	169	88	8.344	14.3	-3.31	4.90E-04
13:39:00	170	75.3	8.344	11.9	-4.58	2.63E-05
13:40:00	171	71	8.344	12.3	-5.01	9.77E-06

13:41:00	172	58.5	8.344	10.8	-6.26	5.50E-07
13:42:00	173	49	8.344	9.2	-7.21	6.17E-08
13:43:00	174	31	8.344	9.6	-9.01	9.77E-10
13:44:00	175	28.5	8.344	11	-9.26	5.50E-10
13:45:00	176	29.2	8.344	12.1	-9.19	6.46E-10
13:46:00	177	30.3	8.344	12.3	-9.08	8.32E-10
13:47:00	178	31.4	8.344	12.4	-8.97	1.07E-09
13:48:00	179	31.2	8.344	12.5	-8.99	1.02E-09
					Σ L →	**8.47E+00**

* Datos obtenidos del Data Trace

** Valores obtenidos usando fórmulas en exel con los datos de T del sensor

ANEXO E.2

LETALIDAD y Fo (SEGUNDO ESTUDIO DE PENETRACION DE CALOR, SENSOR 2)

Número de Serie:	ID de Prueba:	Hora Inicio:	Intérvalo:
M3P18271	DT100	18/09/2007 10:50	0:01:00

Intérvalo Muestreo*	Nº *	M3P17494 °C*	M3P17494 Fo*	M3P17494 PSIA*	(T-121.1º C) 10**	Letalidad**	Fo**
10:50:00	1	29.7	0	14.6	-9.14	7.24E-10	**8.79E+00**
10:51:00	2	29.5	0	14.6	-9.16	6.92E-10	
10:52:00	3	29.4	0	14.6	-9.17	6.76E-10	
10:53:00	4	29.4	0	14.6	-9.17	6.76E-10	
10:54:00	5	29.4	0	14.6	-9.17	6.76E-10	
10:55:00	6	29.4	0	14.6	-9.17	6.76E-10	
10:56:00	7	29.4	0	14.6	-9.17	6.76E-10	
10:57:00	8	29.3	0	14.6	-9.18	6.61E-10	
10:58:00	9	29.3	0	14.6	-9.18	6.61E-10	
10:59:00	10	29.3	0	14.6	-9.18	6.61E-10	
11:00:00	11	29.2	0	14.6	-9.19	6.46E-10	
11:01:00	12	29.2	0	14.6	-9.19	6.46E-10	
11:02:00	13	29	0	14.6	-9.21	6.17E-10	
11:03:00	14	28.9	0	14.6	-9.22	6.03E-10	
11:04:00	15	28.9	0	14.6	-9.22	6.03E-10	

11:05:00	16	28.9	0	14.6	-9.22	6.03E-10
11:06:00	17	30	0	14.6	-9.11	7.76E-10
11:07:00	18	30.3	0	14.6	-9.08	8.32E-10
11:08:00	19	30	0	14.6	-9.11	7.76E-10
11:09:00	20	42.8	0	15.5	-7.83	1.48E-08
11:10:00	21	59.2	0	15.3	-6.19	6.46E-07
11:11:00	22	58.9	0	15	-6.22	6.03E-07
11:12:00	23	57.4	0	15.1	-6.37	4.27E-07
11:13:00	24	57.6	0	14.8	-6.35	4.47E-07
11:14:00	25	55.8	0	14.7	-6.53	2.95E-07
11:15:00	26	54.8	0	14.7	-6.63	2.34E-07
11:16:00	27	54.2	0	14.7	-6.69	2.04E-07
11:17:00	28	54.1	0	14.7	-6.7	2.00E-07
11:18:00	29	55.1	0	14.6	-6.6	2.51E-07
11:19:00	30	56.5	0	14.5	-6.46	3.47E-07
11:20:00	31	57.5	0	14.4	-6.36	4.37E-07
11:21:00	32	58.5	0	14.5	-6.26	5.50E-07
11:22:00	33	59.4	0	14.5	-6.17	6.76E-07
11:23:00	34	60.4	0	14.5	-6.07	8.51E-07
11:24:00	35	61.1	0	14.6	-6	1.00E-06
11:25:00	36	61.9	0	14.6	-5.92	1.20E-06
11:26:00	37	63.2	0	14.6	-5.79	1.62E-06
11:27:00	38	65.9	0	17.6	-5.52	3.02E-06
11:28:00	39	68.1	0	17.9	-5.3	5.01E-06
11:29:00	40	69	0	17.7	-5.21	6.17E-06
11:30:00	41	69.4	0	17.7	-5.17	6.76E-06

11:31:00	42	69.9	0	17.4	-5.12	7.59E-06
11:32:00	43	70.2	0	16.9	-5.09	8.13E-06
11:33:00	44	70.4	0	18.4	-5.07	8.51E-06
11:34:00	45	70.7	0	21.7	-5.04	9.12E-06
11:35:00	46	71.1	0	23.3	-5	1.00E-05
11:36:00	47	71.6	0	24	-4.95	1.12E-05
11:37:00	48	72.2	0	24.3	-4.89	1.29E-05
11:38:00	49	72.9	0	24.6	-4.82	1.51E-05
11:39:00	50	73.6	0	25	-4.75	1.78E-05
11:40:00	51	74.4	0	25.3	-4.67	2.14E-05
11:41:00	52	75.3	0	25.6	-4.58	2.63E-05
11:42:00	53	76.3	0	25.9	-4.48	3.31E-05
11:43:00	54	77.3	0	26.1	-4.38	4.17E-05
11:44:00	55	78.3	0	26.2	-4.28	5.25E-05
11:45:00	56	79.4	0	26.2	-4.17	6.76E-05
11:46:00	57	80.5	0	26.3	-4.06	8.71E-05
11:47:00	58	81.5	0	26.4	-3.96	1.10E-04
11:48:00	59	82.5	0	26.5	-3.86	1.38E-04
11:49:00	60	83.5	0	26.6	-3.76	1.74E-04
11:50:00	61	84.4	0	26.7	-3.67	2.14E-04
11:51:00	62	85.3	0	26.7	-3.58	2.63E-04
11:52:00	63	86.2	0	26.8	-3.49	3.24E-04
11:53:00	64	87.1	0	26.8	-3.4	3.98E-04
11:54:00	65	87.8	0	26.9	-3.33	4.68E-04
11:55:00	66	88.6	0	27	-3.25	5.62E-04
11:56:00	67	89.3	0	27.1	-3.18	6.61E-04

11:57:00	68	90	0	27.1	-3.11	7.76E-04
11:58:00	69	90.7	0	27.1	-3.04	9.12E-04
11:59:00	70	91.3	0	27.2	-2.98	1.05E-03
12:00:00	71	91.9	0	27.3	-2.92	1.20E-03
12:01:00	72	92.4	0	27.3	-2.87	1.35E-03
12:02:00	73	92.9	0	27.4	-2.82	1.51E-03
12:03:00	74	93.4	0	27.4	-2.77	1.70E-03
12:04:00	75	93.9	0	27.5	-2.72	1.91E-03
12:05:00	76	94.4	0	27.6	-2.67	2.14E-03
12:06:00	77	94.8	0	27.6	-2.63	2.34E-03
12:07:00	78	95.2	0	27.6	-2.59	2.57E-03
12:08:00	79	95.6	0	27.6	-2.55	2.82E-03
12:09:00	80	95.9	0	27.6	-2.52	3.02E-03
12:10:00	81	96.3	0	27.6	-2.48	3.31E-03
12:11:00	82	96.6	0	27.7	-2.45	3.55E-03
12:12:00	83	96.9	0	27.7	-2.42	3.80E-03
12:13:00	84	97.2	0	27.7	-2.39	4.07E-03
12:14:00	85	97.5	0	27.7	-2.36	4.37E-03
12:15:00	86	97.7	0	27.8	-2.34	4.57E-03
12:16:00	87	98	0	27.8	-2.31	4.90E-03
12:17:00	88	98.2	0	27.8	-2.29	5.13E-03
12:18:00	89	98.4	0	27.8	-2.27	5.37E-03
12:19:00	90	98.7	0	27.8	-2.24	5.75E-03
12:20:00	91	98.8	0	27.9	-2.23	5.89E-03
12:21:00	92	99	0	27.9	-2.21	6.17E-03
12:22:00	93	99.2	0	30	-2.19	6.46E-03

12:23:00	94	99.4	0	35.9	-2.17	6.76E-03
12:24:00	95	99.8	0	35.2	-2.13	7.41E-03
12:25:00	96	100.2	0.008	35.4	-2.09	8.13E-03
12:26:00	97	100.5	0.017	35.4	-2.06	8.71E-03
12:27:00	98	100.9	0.026	35.6	-2.02	9.55E-03
12:28:00	99	101.3	0.037	35.8	-1.98	1.05E-02
12:29:00	100	101.8	0.048	36	-1.93	1.17E-02
12:30:00	101	102.3	0.062	36.1	-1.88	1.32E-02
12:31:00	102	102.8	0.076	36.3	-1.83	1.48E-02
12:32:00	103	103.3	0.093	36.4	-1.78	1.66E-02
12:33:00	104	103.8	0.112	36.5	-1.73	1.86E-02
12:34:00	105	104.4	0.133	36.6	-1.67	2.14E-02
12:35:00	106	104.9	0.157	36.7	-1.62	2.40E-02
12:36:00	107	105.4	0.184	36.8	-1.57	2.69E-02
12:37:00	108	105.9	0.214	36.9	-1.52	3.02E-02
12:38:00	109	106.4	0.248	36.9	-1.47	3.39E-02
12:39:00	110	106.8	0.285	37	-1.43	3.72E-02
12:40:00	111	107.3	0.326	37.1	-1.38	4.17E-02
12:41:00	112	107.7	0.372	37.1	-1.34	4.57E-02
12:42:00	113	108.1	0.422	37.2	-1.3	5.01E-02
12:43:00	114	108.5	0.477	37.3	-1.26	5.50E-02
12:44:00	115	108.8	0.535	37.4	-1.23	5.89E-02
12:45:00	116	109.2	0.6	37.4	-1.19	6.46E-02
12:46:00	117	109.5	0.669	37.5	-1.16	6.92E-02
12:47:00	118	109.8	0.743	37.5	-1.13	7.41E-02
12:48:00	119	110.1	0.822	37.6	-1.1	7.94E-02

12:49:00	120	110.4	0.907	37.7	-1.07	8.51E-02
12:50:00	121	110.7	0.998	37.6	-1.04	9.12E-02
12:51:00	122	110.9	1.093	37.7	-1.02	9.55E-02
12:52:00	123	111.2	1.195	37.8	-0.99	1.02E-01
12:53:00	124	111.4	1.302	37.8	-0.97	1.07E-01
12:54:00	125	111.6	1.414	37.9	-0.95	1.12E-01
12:55:00	126	111.8	1.531	37.8	-0.93	1.17E-01
12:56:00	127	112	1.654	37.7	-0.91	1.23E-01
12:57:00	128	112.2	1.782	37.8	-0.89	1.29E-01
12:58:00	129	112.4	1.917	37.8	-0.87	1.35E-01
12:59:00	130	112.6	2.058	37.9	-0.85	1.41E-01
13:00:00	131	112.7	2.202	37.9	-0.84	1.45E-01
13:01:00	132	112.9	2.353	37.9	-0.82	1.51E-01
13:02:00	133	113	2.507	38	-0.81	1.55E-01
13:03:00	134	113.1	2.665	38	-0.8	1.58E-01
13:04:00	135	113.3	2.831	38	-0.78	1.66E-01
13:05:00	136	113.4	3	38	-0.77	1.70E-01
13:06:00	137	113.5	3.174	38	-0.76	1.74E-01
13:07:00	138	113.6	3.351	38.1	-0.75	1.78E-01
13:08:00	139	113.7	3.533	38.1	-0.74	1.82E-01
13:09:00	140	113.8	3.718	38.1	-0.73	1.86E-01
13:10:00	141	113.9	3.908	38.1	-0.72	1.91E-01
13:11:00	142	114	4.103	38.2	-0.71	1.95E-01
13:12:00	143	114	4.297	38.2	-0.71	1.95E-01
13:13:00	144	114.1	4.496	38.2	-0.7	2.00E-01
13:14:00	145	114.2	4.7	38.2	-0.69	2.04E-01

13:15:00	146	114.2	4.904	38.2	-0.69	2.04E-01
13:16:00	147	114.3	5.112	38.2	-0.68	2.09E-01
13:17:00	148	114.4	5.325	38.3	-0.67	2.14E-01
13:18:00	149	114.4	5.539	38.3	-0.67	2.14E-01
13:19:00	150	114.5	5.757	38.3	-0.66	2.19E-01
13:20:00	151	114.5	5.975	38.3	-0.66	2.19E-01
13:21:00	152	114.6	6.198	38.3	-0.65	2.24E-01
13:22:00	153	114.6	6.422	38.3	-0.65	2.24E-01
13:23:00	154	114.7	6.65	38.3	-0.64	2.29E-01
13:24:00	155	114.7	6.879	38.3	-0.64	2.29E-01
13:25:00	156	114.8	7.112	37.5	-0.63	2.34E-01
13:26:00	157	114.7	7.341	31.9	-0.64	2.29E-01
13:27:00	158	114.6	7.564	31.6	-0.65	2.24E-01
13:28:00	159	114.5	7.782	31.4	-0.66	2.19E-01
13:29:00	160	114.5	8.001	31.2	-0.66	2.19E-01
13:30:00	161	114.3	8.209	30.8	-0.68	2.09E-01
13:31:00	162	113.8	8.395	26.3	-0.73	1.86E-01
13:32:00	163	112	8.517	24.8	-0.91	1.23E-01
13:33:00	164	109.8	8.591	22.8	-1.13	7.41E-02
13:34:00	165	107.2	8.632	20.8	-1.39	4.07E-02
13:35:00	166	104.3	8.653	18.1	-1.68	2.09E-02
13:36:00	167	101.1	8.663	16.8	-2	1.00E-02
13:37:00	168	86.4	8.663	12.5	-3.47	3.39E-04
13:38:00	169	84.8	8.663	13.4	-3.63	2.34E-04
13:39:00	170	77.5	8.663	10.7	-4.36	4.37E-05
13:40:00	171	71.7	8.663	10.4	-4.94	1.15E-05

13:41:00	172	69.2	8.663	10.4	-5.19	6.46E-06
13:42:00	173	64	8.663	8.6	-5.71	1.95E-06
13:43:00	174	42.4	8.663	13.1	-7.87	1.35E-08
13:44:00	175	30.2	8.663	14	-9.09	8.13E-10
13:45:00	176	29.9	8.663	14.2	-9.12	7.59E-10
13:46:00	177	30.8	8.663	14	-9.03	9.33E-10
13:47:00	178	31	8.663	14.1	-9.01	9.77E-10
13:48:00	179	30.6	8.663	14.1	-9.05	8.91E-10
					Σ L →	**8.79E+00**

* Datos obtenidos del Data Trace

** Valores obtenidos usando fórmulas en exel con los datos de T del sensor