

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Efecto de las condiciones de esterilización sobre la consistencia y el contenido de vitamina C en un puré de zanahoria blanca (*Arracacha xanorrhiza* Bancroft)

Diego Germán Hernández Salazar

Francisco Carvajal, Ph.D., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero en
Alimentos

Quito, mayo de 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de ciencias e ingeniería

HOJA DE APROBACION DE TESIS

Efecto de las condiciones de esterilización sobre la consistencia y el contenido de vitamina C en un puré de zanahoria blanca (*Arracacha xantorriza* Bancroft)

Diego Germán Hernández Salazar

Francisco Carvajal, Ph.D.,

Director de Tesis

Javier Garrido, MSc.,

Coordinador del Área

Lucía Ramírez, Ph.D.,

Miembro del comité de Tesis

Quito, mayo del 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Diego Germán Hernández Salazar

C. I.: 1713670618

Lugar y fecha: Quito, mayo del 2015

Dedicatoria:

Dedico esta tesis a mis Padres por su apoyo, cariño y esfuerzo. También a Dios por todas las bendiciones recibidas y por permitirme culminar un escalón más en mi vida profesional.

Diego Germán Hernández Salazar

Agradecimientos:

Agradezco a Francisco Carvajal por su dedicación y por todo el apoyo en la elaboración de esta tesis. Al Dr. Bladimir Acosta por todo el soporte prestado.

Diego Germán Hernández Salazar

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	9
ABSTRACT	11
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
Procesado térmico	14
<i>Clostridium Botulinum</i>	17
JUSTIFICACIÓN	17
OBJETIVO GENERAL	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
HIPÓTESIS	19
MATERIALES Y MÉTODOS	19
Normas y proveedores de materia prima	19
Normas	19
Proveedores	20
Métodos analíticos	20
Materias primas	20
Producto en proceso	20
Producto Terminado	21
Análisis Vitaminas	21
Análisis Consistencia	21
Análisis Microbiológico	21

Elaboración del puré de zanahoria Blanca	22
Antecedentes de la Formulación	22
Formula del Puré	22
Preparación del puré	23
Consideraciones teóricas	23
Cálculo de las diferentes variables	26
Cálculo con Dos secciones de la curva de transmisión de calor	26
Cálculo con una sección de la curva de transmisión de calor	28
DISEÑO EXPERIMENTAL	29
RESULTADOS Y DISCUSIONES	30
Vitamina C	30
Consistencia	32
Estudio microbiológico	34
Vitamina A	38
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	39
ANEXOS	40
BIBLIOGRAFÍA	49

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURA 1.- Representación semilogarítmica población microbiana vs Tiempo

FIGURA 2.- Representación semilogarítmica Tiempo de reducción decimal vs Temperatura proceso

TABLA 1.- Fórmula de puré

TABLA 2.- Resultados de determinación de Vitamina C (mg /100g) después de aplicar los tratamientos térmicos

TABLA 3.- Análisis de varianza determinación de Vitamina C

TABLA 4.- Resultados Prueba de consistencia (cm / 30 s) (media±desviación estándar):

TABLA 5.- Análisis de varianza prueba de consistencia.

TABLA 6.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 101,1 °C y 188,27 minutos.

TABLA 7.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 106,1 °C y 188,27 minutos.

TABLA 8.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 111,1 °C y 188,27 minutos.

TABLA 9.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 116,1 °C y 188,27 minutos.

TABLA 10.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 121,1 °C y 188,27 minutos.

TABLA 11.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 126,1 °C y 188,27 minutos.

TABLA 12.- Recuento de mohos y levaduras para todos los tratamientos del diseño experimental.

Abstract:

Parnish is a native root from the Andes, which due to its nutritional properties is ideal for making food for babies and small children. In this study a puree ready-to-use was elaborated under six conditions of sterilization (Time (minutes) vs Temperature (Celsius)), which were calculated using Ball's Method. After preparing puree, microbial analysis was made to all treatments to proof the efficiency of the sterilization process. Variables measured were Vitamin C, Vitamin A by HPLC method and consistency by Bostwick's consistometer. All treatments were successfully sterilized. However, and in despite the fact that there was no statistical difference between treatments for vitamin C and consistence, treatment 116,1°C and 41,3 minutes was chosen as the best because it took the less time to be processed.

On this treatment, vitamin A presented a loss of 82,5% out of its original content after thermal processing.

Resumen:

La zanahoria blanca, una raíz nativa de los Andes, debido a sus propiedades nutricionales es ideal para elaborar alimentos para bebés y niños pequeños. En este estudio se hizo un puré listo para consumir y se estudiaron seis condiciones de esterilización (tiempo (minutos) vs Temperatura (°C)) calculadas con el método de Ball. Posteriormente y una vez obtenido el producto, se realizó un recuento microbiológico para verificar la eficacia del tratamiento térmico. De igual manera se cuantificó en el proceso la variación en el contenido de Vitamina C y Vitamina A medidas con HPLC y consistencia medida con un consistómetro de Bostwick. Los resultados mostraron que todos los tratamientos fueron correctamente esterilizados. No se encontró diferencia significativa en la cantidad residual de vitamina C, ni en la consistencia final del producto obtenido por los seis tratamientos empleados, pese a ello se escogió al tratamiento a 116,1 °C por 41,3 minutos como el mejor, pues este fue realizado en menor tiempo.

La cantidad de vitamina A, medida en el tratamiento ganador, presentó una reducción del 82,5% luego de aplicado el tratamiento térmico.

Introducción

El Ecuador se ha caracterizado por ser un país que se ha especializado en la producción de materias primas de gran variedad, debido a su ubicación geográfica y los diferentes microclimas existentes. Esto nos permite tener a lo largo de todo el año, productos de las regiones meridionales en la sierra y otros propios de los trópicos en la costa. Aparte de estos productos hay una gran variedad de productos autóctonos del país y la región, entre los cuales destacan una variedad de raíces y tubérculos como la yuca, el camote, el melloco y la zanahoria blanca o arracacha, como se la conoce en algunos países de la región. Esta última será el elemento principal de este estudio.

La zanahoria blanca o *Arracacha Xantorrhiza Bancroft* es una raíz originaria de la región andina comprendida entre Bolivia y Colombia, especialmente de las partes cálidas y los valles. Pertenece a la familia de las umbelíferas, entre las que también se encuentran la zanahoria amarilla y el apio. Sin embargo, la zanahoria blanca es la única planta de esta familia que se ha domesticado en América del Sur y es una variedad anual la que se consume normalmente. El área cultivada en Sudamérica se estima en alrededor de 30000 ha. En el Ecuador se produce zanahoria blanca en la zona noroccidental de la provincia de Pichincha, especialmente en San José de Minas, Nanegal y Nanegalito, así como en parte de la provincia de Tungurahua [1]. Se la puede cultivar todo el año, pero a pesar de esto la mayoría de agricultores prefieren hacerlo en época lluviosa. El área total cultivada en el país se estima entre las 1200 a 2400 ha [1].

La zanahoria blanca presenta diversas ventajas sobre otras raíces andinas, debido a que tiene una gran variedad de usos culinarios en todo el continente, y no posee factores anti nutricionales presentes en algunos otros tubérculos como oxalatos en ocas, mucilagos en los mellocos, isotiocianatos en mashua y principios astringentes en mauka [1]. Esta raíz

se ha popularizado en algunos países fuera de la región Andina como en el Brasil con el nombre de mandioquinha y en los Estados Unidos con el nombre de Parnish [1].

Las principales ventajas nutricionales de la zanahoria blanca son: contiene almidones muy digeribles (23.5%), fibras dietéticas (2-7%) y minerales como calcio (65mg/100g), fósforo (55mg/100g), magnesio (64g/mg) y hierro (9.5g/mg), todos estos datos son tomados en base húmeda [1]. La vitamina C se presenta naturalmente en la arracacha en un promedio de 23 mg / 100g [1].

Además, esta raíz es conocida por tener algunas propiedades funcionales. Así por ejemplo, sus almidones presentan una alta digestibilidad. En su composición también encontramos fibra dietética que ayuda a prevenir enfermedades como la diabetes [2]. Aparte de esto la arracacha presenta un alto contenido de precursores de vitamina A y C, así como algunos minerales, destacando el hierro principalmente [1]. Con todas estas propiedades la zanahoria blanca viene a ser un alimento apto para personas de todas las edades. Es muy común encontrar en la percha de los supermercados alimentos para niños hechos a base de esta raíz. Entre ellos destacan los purés y papillas listos para consumir. Estos son un complemento a la nutrición de los niños y refuerzan su dieta con ciertas vitaminas y minerales [3].

Procesado térmico:

El procesado térmico en la industria de alimentos, se hace para eliminar microorganismos que causen el deterioro al alimento, o que causen daño a la salud del consumidor. Entre este tipo de procesos se distingue a la pasteurización y a la esterilización. La primera es un proceso en el que se eliminan microorganismos patógenos, pero no garantiza un periodo mayor de vida útil a temperatura ambiente. La esterilización comercial es la que elimina a la mayoría de microorganismos presentes en el

producto y permite un almacenamiento a temperatura ambiente [4]. Hay algunos valores y términos necesarios para entender y aplicar mejor los tratamientos térmicos como por ejemplo D, Z, F, entre otros.

El valor D es el tiempo de reducción decimal, y es el tiempo necesario para reducir en un 90 % la población microbiana del alimento:

$$D = t / (\log N_0 - \log N)$$

t: tiempo de proceso

N_0 : Población inicial de microorganismos

N: Población final de microorganismos

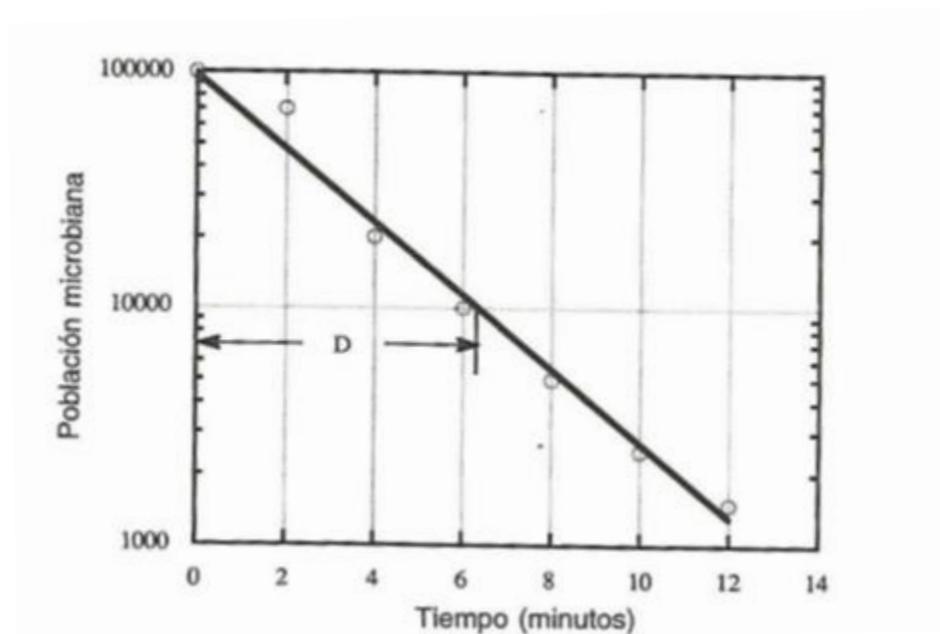


Figura 1.- Representación semilogarítmica población microbiana vs Tiempo [4].

Otro valor y término necesario de definir es Z, que es una constante que describe la resistencia térmica de las esporas bacterianas. Este valor es el incremento de temperatura,

para disminuir en un ciclo logarítmico el valor D de tiempo de reducción decimal. Puede expresarse como la siguiente ecuación y gráfico:

$$Z = (T_2 - T_1) / (\log D_{T_1} - \log D_{T_2})$$

$T_2 - T_1$: aumento de temperatura. (Temperatura 2 – Temperatura 1).

$\log D_{T_1}$: Logaritmo del valor D correspondiente a la Temperatura T_1 .

$\log D_{T_2}$: Logaritmo del valor D correspondiente a la Temperatura T_2 .

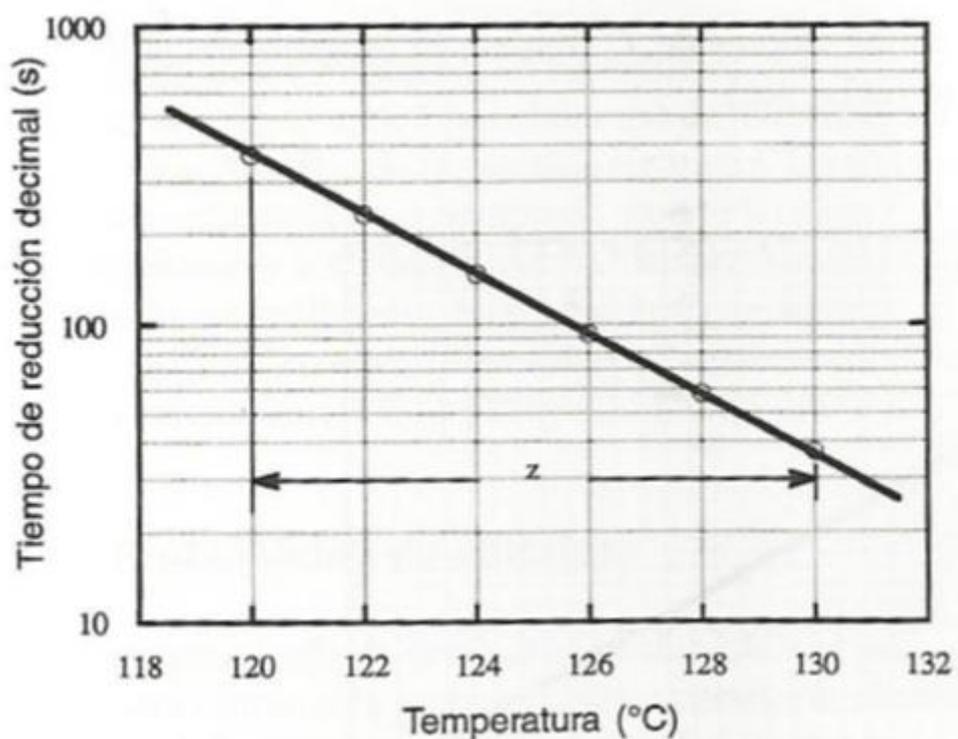


Figura 2.- Representación semilogarítmica Tiempo de reducción decimal vs Temperatura proceso [4].

El valor F de tiempo de muerte térmica, es el tiempo necesario para causar cierta disminución en la población de los microorganismos a una temperatura específica. Se suele emplear como un múltiplo del valor D como $F= 12D$ que es que se ocupa comúnmente para el *Clostridium botulinum* y también aplica a este estudio.

Clostridium Botulinum:

El *Clostridium Botulinum* es una bacteria anaerobia, mesófila, gram-positiva en forma de bastones rectos o semi curvados. Se mueve con la ayuda de flagelos, y forma esporas para mantenerse viva en estado latente, cuando se encuentra en condiciones adversas. Sus diferentes variedades producen diferentes tipos de toxina botulínica, que son A, B, C, D, E, F y G. Crece en condiciones carentes de oxígeno a un pH mayor a 4.7, por lo que los enlatados y conservas son los mejores huéspedes para esta bacteria [5]. El *Clostridium Botulinum*, para el producto estudiado y similares presenta valores de D de 6.6 segundos y de z de 9.8 °C a 121 °C [6].

Justificación

Además de las ventajas nutricionales y funcionales de la zanahoria blanca antes mencionadas, la elaboración de este estudio es importante porque incorpora el concepto de listo para consumir, en razón a que ahora tanto hombres como mujeres trabajan y mantienen al hogar, por lo que cada vez tienen menos tiempo para cocinar, y adicionalmente el aumento de costos de vida dificulta el contratar una persona de servicio para realizar estas labores [3]. Debido a todo esto, el tener a disposición comida saludable, y lista para el consumo de los niños, se ha convertido en una gran ventaja desde hace algunos años. Más aún, el incorporar ingredientes originarios de nuestro país, aporta con beneficios tanto para los consumidores del producto, como para los productores de este

tubérculo. Por otro lado, un alimento procesado, requiere al menos de un método de conservación que incremente la vida útil del producto.

En el presente estudio se ha propuesto como método de conservación el tratamiento térmico de esterilización, debido a que este método aplicado a un puré listo para consumir presentaría diversas ventajas. La primera es que cumpliría a cabalidad la norma del Codex Alimentarius [7] para este tipo de alimentos, lo que significa que este producto podría ser consumido directamente por toda la población, incluyendo grupos sensibles como lactantes y niños. Otra ventaja de este método es que evita el uso de aditivos para conservar al producto. En adición su facilidad de almacenamiento podría ser ventajosa respecto a tratamientos que ocupan refrigeración (costos de instalaciones). Por otro lado, a pesar de sus beneficios, el tratamiento térmico puede afectar a algunos nutrientes como la vitamina C al igual que alterar la consistencia del producto [8].

La vitamina C es un nutriente termolábil por lo que es sensible a los tratamientos térmicos [8]. De igual manera los geles formados por los almidones de la arracacha en contacto con el agua incorporada y expuestos a altas temperaturas pueden verse afectados en su estructura presentando diversos grados de gelatinización e hidrolización [9]. Debido a esto se vuelve muy interesante encontrar condiciones de tratamiento térmico en las que estas dos propiedades del producto se vean afectadas de la menor manera, a la vez que se cumplan los requisitos de esterilidad comercial para el producto [10].

Respecto al envase, se seleccionó al vidrio, porque es un material inerte, inodoro, incoloro y no emana ninguna sustancia [11]. Además, este es el tipo de envase en el que los consumidores están acostumbrados a comprar productos esterilizados para niños. Estas características hacen del vidrio el material ideal para el producto.

Objetivo General:

- Estudiar el efecto de las condiciones de esterilización sobre la consistencia y el contenido de vitamina C en un puré de zanahoria blanca (*Arracacha xantorriza* Bancroft).

Objetivos Específicos:

- Estudiar seis condiciones de esterilización para el puré de zanahoria blanca, basados en el método matemático de Ball.
- Verificar la eficacia de la esterilización, basado en el recuento microbiológico en el producto [12].
- Identificar el tratamiento térmico, que conserve la mayor cantidad residual de vitamina C, manteniendo simultáneamente, una consistencia similar a la de los purés existentes en el mercado [10].
- Analizar el efecto del mejor tratamiento térmico, sobre el contenido residual de vitamina A.

Hipótesis:

Mientras más intenso (Mayor tiempo y / o mayor temperatura) el tratamiento térmico, menor será el contenido residual de vitamina C.

Materiales y métodos:**Normas y Proveedores de Materias Primas****Normas:**

- La arracacha se inspeccionó de acuerdo a la norma de Colombia [13].

- La sacarosa fue de un proveedor que cumplía con toda la normativa sanitaria [14]. Además se comprobó lote y fecha de expiración.
- La canela en polvo fue de un proveedor que cumplía la norma [15] para especias y condimentos.
- El agua potable cumplió la norma técnica [16].
- Los Frascos se inspeccionaron visualmente, para ver que no estén rotos ni contengan impurezas.

Proveedores

- Zanahoria blanca Ing. Eduardo Herrera (Finca San Joaquín en San José de Minas)
- Azúcar Ingenio San Carlos
- Canela en polvo ILE (Industria Lojana de Especierías)
- Agua potable Empresa metropolitana de agua potable, y alcantarillado

Material de envase:

- Frascos de vidrio para esterilización con capacidad de 250 mL, con tapas metálicas (ICC International Co. S.A.).

Métodos analíticos:

En Materias Primas:

- Se determinó en zanahoria blanca el contenido de vitamina A y C, mediante la técnica de HPLC [17].

En Producto en Proceso (Mezcla Base):

- Se determinó vitamina A y C, en la mezcla base antes de ser esterilizada

mediante HPLC [17].

En Producto Terminado:

Análisis Vitaminas:

En el producto terminado, obtenido a partir de todos los tratamientos del diseño experimental, se analizó consistencia y vitamina C [17]. Se realizó además el recuento microbiológico (aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras y anaerobios), En el ensayo con mejor resultado se analizó vitamina A [17].

Análisis Consistencia

Para analizar la consistencia se empleó el consistómetro de Bostwick [18].

- El consistómetro se conforma de una bandeja de 29 cm de largo, por 5 cm de ancho, la altura de la pared del consistómetro es 3.8 cm, y donde se deposita la muestra es de 5cm. En el fondo de la bandeja está marcado con las medidas en cm para ver el recorrido del producto [18].
- Para medir la consistencia se hace lo siguiente:
- Se comprueba que la bandeja este en posición horizontal, regulándola con el indicador de nivel.
- Se coloca la muestra en la cubierta enrasada.
- Liberamos la muestra con la guillotina, y luego de 30 segundos se toma nota de la distancia recorrida por el producto [18].

Análisis Microbiológico:

El recuento microbiológico se lo realizó para conocer la cantidad y el tipo de microorganismos presentes en las muestras. Este análisis se lo realizó inoculando la

muestra en un medio de cultivo estéril y en algunos casos, específico para cierto tipo de microorganismos (aerobios, mohos y levaduras, coliformes, entre otros). Se incubó el medio inoculado y se procedió al recuento de las colonias presentes luego de 24 y 48 horas [5].

Elaboración del puré de zanahoria Blanca:

Antecedentes de la formulación

La formulación inicial se realizó en base a un estudio de puré de camote esterilizado, en el que se estandariza la cantidad de agua al 81.9% [19], y también en pruebas preliminares, buscando una consistencia y apariencia similar a la de los purés existentes en el mercado.

Fórmula del puré:

Tabla 1.- Fórmula de puré

Ingredientes	Cantidad
Zanahoria Blanca (pelada, cocida y triturada)	841g
Agua potable	550g
Azúcar	45g
Canela en Polvo	0.3g

Preparación del puré:

- Pelar la zanahoria blanca, y partirla en trozos pequeños (cubos de 4 cm aproximadamente), e inmediatamente sumergirla en agua para evitar su pardeamiento.
- Cocinar la zanahoria a ebullición (92°C aproximadamente) durante 13 - 15 minutos, en el mínimo de agua que permita la cocción (relación 2:1).
- Aplastar la zanahoria blanca, tomar 841 gramos y colocarla en la licuadora con 550 gramos de agua.
- Colocar la masa resultante en una olla al fuego, se añade azúcar de uso común y canela en polvo.
- Mezclar unos 3 minutos aproximadamente, hasta homogenizar todos los ingredientes y alcance una temperatura de 75°C aproximadamente.
- Envasar en caliente (75°C aproximadamente) y tapar.
- Llevar los frascos de vidrio al autoclave, y tratarlos térmicamente con los tiempos y temperaturas propuestas en el diseño experimental.

Consideraciones teóricas:

Existen varios métodos para calcular las condiciones de tratamientos térmicos en autoclave, entre estos: el método de la fórmula de Ball [21].

Este método integra matemáticamente el efecto letal de las condiciones temperatura-tiempo, existente en el punto de calentamiento más lento dentro del recipiente de un alimento [20]. Se considera a este método como el más versátil para calcular tiempos de tratamiento térmico [21].

En este método, la curva de calentamiento del producto es graficada en escala semilogarítmica la que se aproxima a una o dos rectas, esto sucede cuando la forma de transferencia de calor es por conducción [20].

La ecuación de Ball se aplica para dos casos:

$$\theta = fh (\log JI - \log g) \text{ (para una sola sección de calentamiento)}$$

$$\theta = fh_1 (\log JI - \log g_{bh}) + fh_2 (\log_{bh} - \log g) \text{ (para dos secciones de calentamiento),}$$

donde:

$$\theta = \text{Tiempo total de proceso}$$

fh =Numero de minutos requeridos para que la sección recta del gráfico de penetración de calor atraviese un ciclo logarítmico.

El valor **J** de calentamiento define a la intersección de la extensión de la recta de la curva de calentamiento y la línea vertical que define el inicio del proceso se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{J = (TR-TT) / (TR- TI)}$$

TR: Temperatura a la que trabaja el autoclave en el proceso de esterilización.

TT: Temperatura pseudo inicial o teórica, que se obtiene cuando se traza una línea vertical que pase a través de un punto que se encuentre a 0.58 del tiempo de calentamiento del autoclave (En inglés se resume como CUT que significa “Come up time”). Este valor representa también el comienzo del proceso o un valor de cero corregido.

El autor del método, considera importante el considerar que el 42 % del CUT, como tiempo de proceso a la temperatura de esterilización programada.

TI: Temperatura real del alimento al momento de encenderse la autoclave.

Otros datos importantes a considerar son:

I: (**TR** – **TI**) Temperatura del autoclave – Temperatura inicial del alimento.

f : Inverso de pendiente de la curva de penetración de calor.

B: tiempo de muerte térmica.

g : número de grados de la temperatura del producto bajo la temperatura del autoclave al final del tiempo de calentamiento. Se suele obtener de tablas que lo relacionan con otros valores y factores del procesamiento térmico específico.

El tiempo de proceso se define como el tiempo medido desde el tiempo cero corregido y **T** es la temperatura en el punto más frío del producto a ese tiempo.

La fórmula para obtener el tiempo de proceso es la siguiente:

$$t_p = f \log((TR)-(TT)/(TR)-T)$$

Todas estas ecuaciones y valores se resumen en la ecuación de Ball que es la siguiente

$$\theta = fh (\log JI - \log g)$$

En el presente estudio, se ocupó este método para calcular los tiempos de proceso térmico a las temperaturas propuestas como parte del diseño.

Para poder aplicar estas ecuaciones, y obtener todos los datos, es necesario conocer el valor de algunos términos, entre ellos el valor **Z**. que representa la pendiente de la curva del tiempo de muerte térmica, y al número de grados centígrados o Fahrenheit necesarios para aumentar un ciclo logarítmico en esta curva.

Para elaborar la curva de penetración de calor del alimento, es necesario darle la vuelta al papel semilogarítmico para graficar los datos de temperatura en grados Fahrenheit versus tiempo en minutos. Para enumerar la escala de temperatura en el papel, se comienza en la parte superior con una temperatura de un grado menos de la que alcanza el autoclave.

Cálculos de las diferentes variables:

El valor Z para el *Clostridium Botulinum* en este tipo de productos de baja acidez de origen vegetal es de 10 °C o 18°F, y se tiene también un valor D de 6.6 s a una temperatura de 121.1°C [6]. Se calcula un valor de F con este valor de D y se obtiene un resultado de 1.32 minutos. En la curva de tiempo D (Anexo 1) por temperatura, se calcula el valor de D con el de Z que tenemos para el resto de temperaturas propuestas en el estudio.

Cálculo para el tratamiento con dos secciones en la curva de transmisión de calor.

Ejemplo a 121.1 °C (249.9 °F)

De la tabla de penetración de calor (Anexo 2), y del gráfico de penetración de calor (Anexo 3) se obtienen algunos datos como TI, TT y fh.

TR: 249.9°F

TI: 129.2°F (Dato inicial real de la curva de penetración de calor)

TT: 110 °F (De la curva de penetración de calor como explica la parte superior).

fh : 34.5 minutos (Tiempo necesario para que la curva de penetración de calor atravesase un ciclo logarítmico).

El resto de datos se Calcula

$$I = TR - TI = 249.9 \text{ °F} - 129.2 \text{ °F} = 120.7 \text{ °F}$$

$$J = (TR - TT) / I = (249.9^\circ\text{F} - 110^\circ\text{F}) / 120.7^\circ\text{F} = 1.16$$

$$U = F \text{ (ya estaba calculado)} = 1.32 \text{ minutos}$$

$$fh / U = 34.5 \text{ minutos} / 1.32 \text{ minutos} = 26.1$$

Con este dato, se observa en la tabla y gráfico (Anexo 4 y 5) y para obtener el valor de $\log g$ que para este caso es de 1.16.

Se aplica la fórmula de Ball para esta fase de la curva y se tiene:

$$\theta = fh ((\log jI) - \log g)$$

$$\theta = 34.5 \text{ minutos} ((\log (120.7^\circ\text{F} \times 1.16) - 1.16) = 34.02 \text{ minutos}$$

$$\theta_1 = 34.02 \text{ minutos}$$

Para la segunda sección recta de la curva se tiene los siguientes datos

$$fh_2 = 14.5 \text{ minutos}$$

$$fh/u = 14.5 \text{ minutos} / 1.32 \text{ minutos} = 10.98$$

$$\log g = 0.97$$

$$\theta_2 = fh(\log jI - \log g)$$

$$\theta_2 = 13 \text{ minutos} ((\log(120.7^\circ\text{F} \times 1.16) - 0.95) = 15.55 \text{ minutos}$$

$$\theta_2 = 15.55 \text{ minutos}$$

$$g_{bh} = (TR) - T_{bh}$$

g_{bh} y T_{bh} representan a los valores de g y T para la segunda sección de la curva de calentamiento.

$$g_{bh} = 249 - 240 = 9$$

Tiempo de tratamiento total = $f_{h1} \log JI - f_{h2} \log g - (f_{h1} - f_{h2}) \log g_{bh} = (34.5 * \log (1.2 * 120,78)) - 13 * 1.16 - (34.5 - 13) \log 9 = \mathbf{58,96 \text{ minutos}}$.

Cálculo para una sola sección en la curva de transmisión de calor. Ejemplo a 101,1 ° C (213,8 °F)

Del gráfico de tiempo de muerte térmica (anexo 1) con el Z conocido, se obtiene al valor de D para esta temperatura que es 660 segundos. Con este dato se calcula F multiplicándolo por 12 y así se obtiene un tratamiento térmico con rigurosidad de 12D y el resultado es de 132 minutos.

De la tabla de penetración de calor (Anexo 2) y del gráfico de penetración de calor (Anexo 3) se presenta como se obtienen algunos datos como TI, TT y fh.

TR: 213.8°F

TI: 129.2°F (Dato inicial real de la curva de penetración de calor)

TT: 110 °F (Curva de penetración de calor como explica la parte superior).

fh : 34.5 minutos (Tiempo necesario para que la curva de penetración de calor atravesase un ciclo logarítmico).

El resto de datos se Calcula

$$I = TR - TI = 213.8 \text{ °F} - 129.2 \text{ °F} = 84.6 \text{ °F}$$

$$J = (TR - TT) / I = (213.8 \text{ °F} - 110 \text{ °F}) / 84.6 \text{ °F} = 1.23$$

U = F (ya estaba calculado) = 132 minutos

$$f_h / U = 34.5 \text{ minutos} / 132 \text{ minutos} = 0.26$$

Con este dato se observa en la tabla y gráfico (Anexo 4 y 5) para obtener el valor de $\log g$ que para este caso es de -3.5 .

Se aplica la fórmula de Ball para esta fase de la curva y se tiene:

$$\theta = f_h ((\log I) - \log g)$$

$$\theta = 34.5 \text{ minutos} ((\log (84.6^\circ\text{F} \times 1.23) - (-3.5)) = 190.33 \text{ minutos}$$

$$\theta_1 = 190.33 \text{ minutos}$$

- Se presentan desarrolladas las dos formas de la fórmula de Ball. Para las temperatura de 101.1 hasta 116.1 °C se ocupa la fórmula de una sección de la recta de transmisión de calor. Para las temperaturas de 121.1 y 126.1 °C se emplea la fórmula correspondiente a dos pendientes en la recta de calentamiento.

Diseño experimental:

En este estudio se utilizó un diseño completamente al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos corresponden a seis puntos (Temperatura-tiempo) en la curva de esterilización.

Para realizar la curva de esterilización, se empleó el método de la fórmula o método de Ball [20] descritos anteriormente; se tomaron valores desde 101.1 °C hasta 126.1 °C, con intervalos de 5 °C, y se obtuvo su correspondiente tiempo de esterilización.

Los tratamientos finales para el diseño experimental fueron:

Tratamiento 1: 101.1 °C por 190.3 minutos.

Tratamiento 2: 106.1 °C por 85,7 minutos.

Tratamiento 3: 111.1 °C por 56,8 minutos.

Tratamiento 4: 116.1 °C por 41,3 minutos.

Tratamiento 5: 121.1 °C por 58,9 minutos.

Tratamiento 6: 126.1 °C por 57.3 minutos.

Las variables medidas para cada tratamiento fueron:

- Contenido de vitamina C(mg/100g)
- Consistencia (cm de desplazamiento).

Resultados

Vitamina C

Tabla 2.- Resultados de determinación de Vitamina C (mg /100g) después de aplicar los tratamientos térmicos¹

Tratamiento (°C)	Contenido vitamina C (mg/100g)	Desviación estándar
101,1	0,77	0
106,1	0,77	0
111,1	0,77	0
116,1	0,87	0,12

121,1	0,77	0
126,1	0,77	0

¹ Limite de detección del equipo 0.77 (Anexo 6)

Tabla 3.- Análisis de varianza determinación de Vitamina C

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F observado	F Teórico	Significancia
Total	23	0.0751				
Tratamientos	5	0.0325	0.0065	2.708	2.77	5%
Error	18	0.0426	0.0024		4.25	10%

El coeficiente de variación para la determinación de vitamina C por HPLC fue de 7.24%, valor inferior al máximo error permitido para pruebas de laboratorio [33].

Al observar el análisis ANOVA, no se encontró diferencia significativa en el contenido final de vitamina C, luego de aplicar los diferentes tratamientos para esterilizar al puré de zanahoria blanca. Esto se evidenció con la reducción desde valores de 6.95 mg/100g hasta los obtenidos que se encontraron en el rango ≤ 0.77 a 0.87 mg /100g. Como se reporta en la mayoría de textos científicos, la vitamina C es un nutriente termolábil y es considerado un indicador de calidad nutricional por lo que se degrada al exponerse a altas temperaturas [22][23][25], en el caso del estudio todos los tratamientos estuvieron entre los 101.1 °C y los 126.1°C por lo que es evidente la degradación

producida a estas temperaturas. Así un estudio de tratamiento térmico en pulpa de mango presentó valores de D a 80 °C y Z para la vitamina C de 41,12 minutos y de 66,44 °C respectivamente [30]. Interpolando y calculando se obtienen valores de alrededor de 2 D para la vitamina C en todos los tratamientos. Es decir que en todos los tratamientos estudiados se reduciría en casi en su totalidad a la vitamina C.

Consistencia:

Tabla 4.- Resultados Prueba de consistencia (cm / 30 s) (media±desviación estándar):

Tratamiento	Consistencia (cm /30 s)
126.1	10,6±0.64
121.1	10,0±0,14
116.1	9,6±0,13
111.1	10±0,13
106.1	9,8±0,54
101.1	11±0,16

Tabla 5.- Análisis de varianza prueba de consistencia

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F observado	F Teórico	Significancia
Total	23	15.79				
Tratamientos	5	5.86	1.17	2.12	2.77	5%
Error	18	9.93	0.55		4.25	1%

El coeficiente de variación para la consistencia del producto es de 8.24 % valor inferior al máximo error permitido para pruebas de laboratorio [33].

Al revisar los resultados obtenidos no se encontró diferencia significativa en la prueba de consistencia entre las diferentes muestras. Así, el tratamiento térmico no influiría significativamente en la consistencia del producto, esto se debe a que sobre la temperatura de gelatinización (49 a 65°C) la estructura de los almidones (que son el mayor componente sólido de la zanahoria blanca y del puré) se ve afectada, lo que se manifiesta como una ruptura de la matriz inicial del almidón en estructuras más pequeñas [26]. Entonces, como todos los tratamientos fueron sometidos a temperaturas superiores a la de gelatinización todos habrían adquirido una estructura similar y por lo tanto mostrando una consistencia muy parecida entre todos los tratamientos. Los resultados obtenidos en este estudio son similares a estudios reportados en bibliografía, así: En el estudio realizado por (27) se midió la consistencia de una muestra comercial de Gerber manzana (8,2 cm x 30 s) para tener este valor como referencia de consistencia de puré comercial. De igual forma, en otro estudio realizado por Liendo se elaboró puré de durazno para niños empleando harina de zanahoria blanca como espesante y se midió consistencia, reportándose valores de 7,83 \pm 0,28 cm x 30 s y se contrastó con un puré comercial que tenía como consistencia 5 cm x 30 s de deslizamiento en el consistómetro[27].

Si bien los valores de consistencia encontrados en este estudio son similares a otros, hay pequeñas diferencias que pueden deberse a los diferentes materiales que se utilizan en cada uno de los purés.

Estudio Microbiológico:

Se realizó un estudio microbiológico por la naturaleza del producto. Al ser este un producto estéril comercialmente se deseaba comprobar esta condición.

Tabla 6.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 101,1 °C y 188,27 minutos.

101.1 °C/Tiempo	24H	24H	48H	48H
Prueba/ Repeticiones	1	2	1	2
Recuento Coliformes	0±0	0±0	0±0	0±0
Recuento <i>E. Coli</i>	0±0	0±0	0±0	0±0
Aerobios totales	0±0	0±0	0±0	0±0
Anaerobios	0±0	0±0	0±0	0±0

Tabla 7.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 106,1 °C y 85,1 minutos.

106.1 °C/Tiempo	24H	24H	48H	48H
Prueba/ Repeticiones	1	2	1	2
Recuento Coliformes	0±0	0±0	0±0	0±0

Recuento <i>E. Coli</i>	0±0	0±0	0±0	0±0
Aerobios totales	0±0	0±0	0±0	0±0
Anaerobios	0±0	0±0	0±0	0±0

Tabla 8.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 111,1 °C y 56,6 minutos.

111.1 °C/Tiempo	24H	24H	48H	48H
Prueba/ Repeticiones	1	2	1	2
Recuento Coliformes	0±0	0±0	0±0	0±0
Recuento <i>E. Coli</i>	0±0	0±0	0±0	0±0
Aerobios totales	0±0	0±0	0±0	0±0
Anaerobios	0±0	0±0	0±0	0±0

Tabla 9.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, *E. Coli* (ufc/ml) Tratamiento 116,1 °C y 41,3 minutos.

116.1 °C/Tiempo	24H	24H	48H	48H
Prueba/ Repeticiones	1	2	1	2
Recuento Coliformes	0±0	0±0	0±0	0±0

Recuento <i>E. Coli</i>	0±0	0±0	0±0	0±0
Aerobios totales	0±0	0±0	0±0	0±0
Anaerobios	0±0	0±0	0±0	0±0

Tabla 10.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, E. Coli (ufc/ml) Tratamiento 121,1 °C y 57,2 minutos.

121.1 °C/Tiempo	24H	24H	48H	48H
Prueba/ Repeticiones	1	2	1	2
Recuento Coliformes	0±0	0±0	0±0	0±0
Recuento <i>E. Coli</i>	0±0	0±0	0±0	0±0
Aerobios totales	0±0	0±0	0±0	0±0
Anaerobios	0±0	0±0	0±0	0±0

Tabla 11.- Recuento microbiológico Aerobios totales, Anaerobios, Coliformes, E. Coli (ufc/ml)

Tratamiento 126,1 °C y 55,3 minutos.

126.1 °C/Tiempo	24H	24H	48H	48H
Prueba/ Repeticiones	1	2	1	2

Recuento Coliformes	0±0	0±0	0±0	0±0
Recuento <i>E. Coli</i>	0±0	0±0	0±0	0±0
Aerobios totales	0±0	0±0	0±0	0±0
Anaerobios	0±0	0±0	0±0	0±0

Tabla 12.- Recuento de mohos y levaduras para todos los tratamientos del diseño experimental.

Muestra/ Tiempo	3 días	3 días	5 días	5 días
101.1	0±0	0±0	0±0	0±0
106.1	0±0	0±0	0±0	0±0
111.1	0±0	0±0	0±0	0±0
116.1	0±0	0±0	0±0	0±0
121.1	0±0	0±0	0±0	0±0
126.1	0±0	0±0	0±0	0±0

Los valores reportados en el análisis microbiológico confirmarían que todos los tratamientos generaron esterilidad comercial.

Vitamina A

El tratamiento ganador, obtenido por la tabla de ponderación anteriormente explicada fue el de 116,1°C y 41,3 minutos. En este tratamiento fue analizado el contenido de vitamina A, encontrándose que también hubo una reducción en su contenido. Así, en la zanahoria blanca cruda presenta un valor igual a 2272 UI/100g en base húmeda (Anexo 7), sin embargo, en el puré preparado con todos sus ingredientes y envasado antes de ser esterilizado presenta valores de 2123,9 UI/100g (Anexo 8) de producto, esta reducción viene dada por la adición de ingredientes como agua principalmente. En el producto final esterilizado a 116.1°C tenemos un resultado de 371.54 UI/100g (Anexo 9) y corresponde a una pérdida del 82,5 % de la vitamina en el proceso. Se conoce que bajo procesos de esterilización en latas la vitamina A se reduce en un 40 % aproximadamente alcanzando valores de hasta 55 % en ciertos productos de origen vegetal como habas y remolachas[8][29]. Se podría inferir que en el proceso del puré de zanahoria blanca hubo una degradación mayor de la vitamina A (27 a un 42% más) debido a que el envase de vidrio permite el paso de rayos ultravioletas, que degradarían de igual manera a la vitamina A [8]. Se suma a esto los largos tiempos de proceso (42 minutos) y a las altas temperaturas (116,1°C) empleadas por la naturaleza y consistencia casi sólida del producto estudiado. El valor final residual de vitamina A corresponde a un 18% del valor diario recomendado para esta vitamina por lo que se le puede considerar a este producto como una fuente importante de vitamina A [24].

Conclusiones:

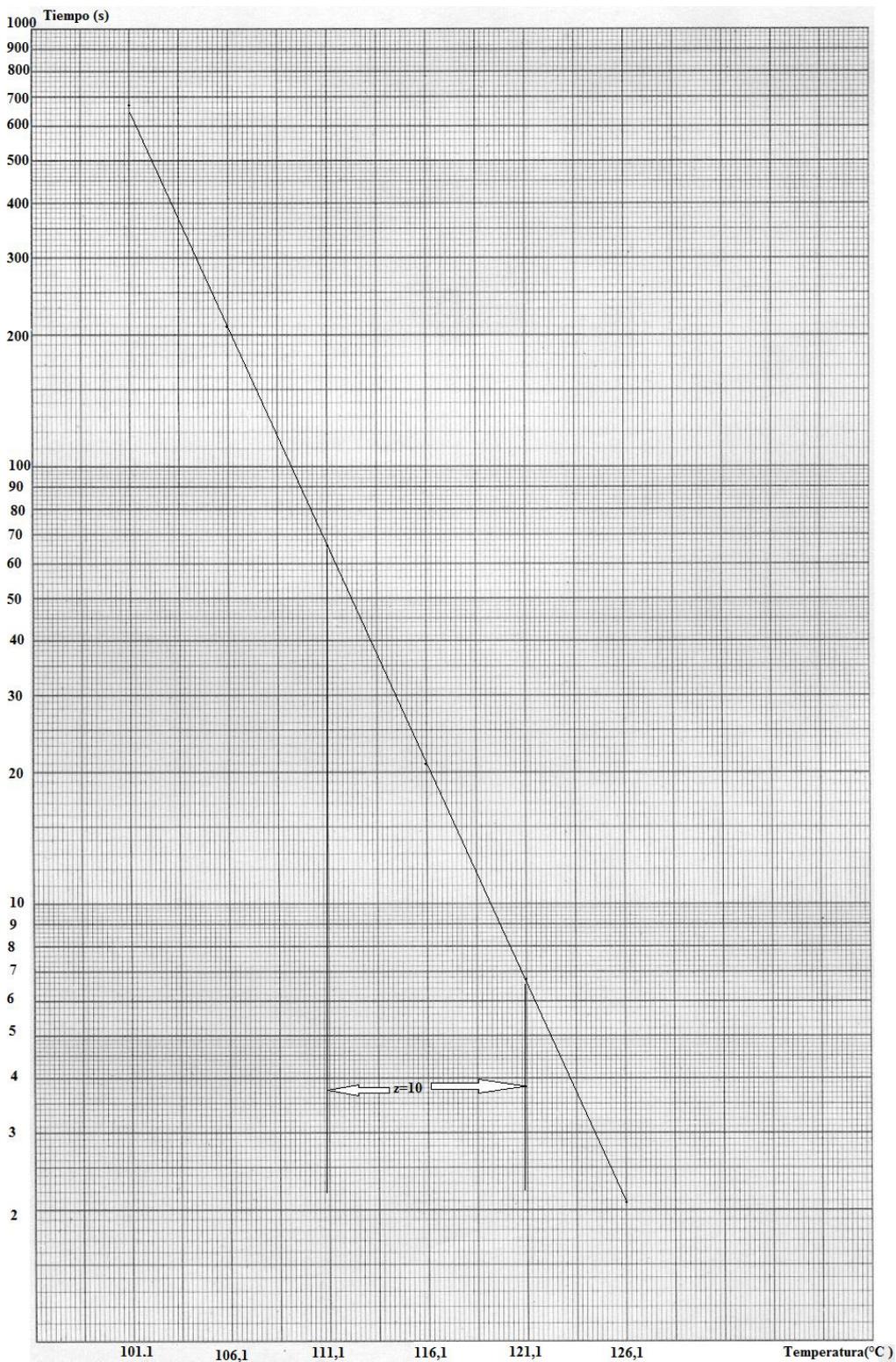
- El contenido de vitamina C se redujo en alrededor de 90 % en todos los tratamientos estudiados. Esto se debe a que todos los tratamientos presentaron valores de alrededor de 2D (2 reducciones decimales)

- La consistencia del producto es muy similar en todos los tratamientos estudiados, lo que se debe a que todas las condiciones sobrepasaron la temperatura de gelatinización (49 a 65°C).
- Las condiciones de proceso teóricos (Temperatura - tiempo) calculados con el método (matemático) de Ball de para esterilizar puré de zanahoria blanca coinciden con los valores de Temperatura- Tiempo reales (medidos al realizar el experimento), es decir el método de Ball es una herramienta confiable para calcular condiciones de proceso de esterilización (por conducción).
- Si bien el tratamiento térmico (116.1 C x 42 minutos) no fue estadísticamente superior a los otros tratamientos en cuanto a contenido de Vitamina C y consistencia, este fue identificado como el mejor debido a que requiere menor tiempo de esterilización, lo cual puede ser de ventaja operativa.
- El análisis microbiológico del producto, confirma la validez de las condiciones de esterilización calculadas.
- Al igual que con la vitamina C, el contenido de vitamina A se ve reducido notablemente con el tratamiento térmico.

Recomendaciones:

- El método oficial de la OAC para determinar vitamina C (967.21) en este estudio no fue posible aplicar, por aparente interferencia de radicales libres de azúcar, por lo que se decidió emplear el método de la técnica HPLC, desafortunadamente ésta técnica mostró como límite de detección 0.77 mg/100g. Sería interesante estudiar métodos más precisos y sensibles para determinar este tipo de vitamina.
- Se recomienda también estudiar más a fondo el comportamiento de la vitamina A en procesos de esterilización y en diferentes tipos de envase.

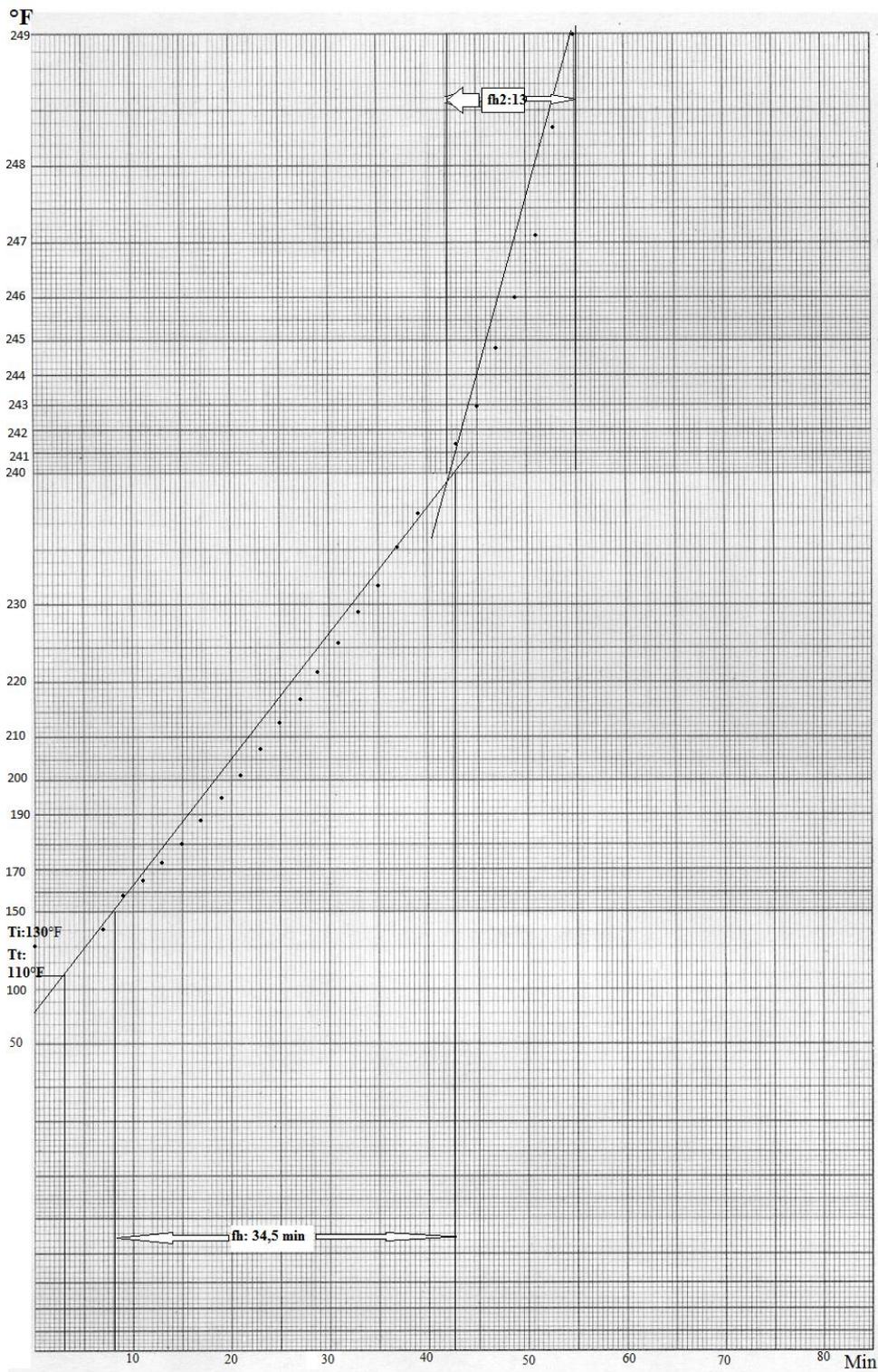
- Anexo 1 Cuadro de representación gráfica semilogarítmica del tiempo de reducción decimal vs Temperatura de proceso



Anexo 2.- Tabla de Penetración de Calor Autoclave a 121, 1± 2 °C

Tiempo Minutos	Temperatura	
	° C	°F
0	54	129.2
7	65	149
9	70	158
11	74.2	165.6
13	78.5	173.3
15	82.6	180.7
17	86.7	188.1
19	90.8	195.4
21	94.7	202.5
23	97.6	207.7
25	101	213.8
27	103	217.4
29	105.4	221.7
31	107.6	225.7
33	109.5	229.1
35	111.1	232
37	112.9	235.2
39	114.3	237.7
41	115.7	240.3
43	116.3	241.3
45	117.2	243
47	118.2	244.8
49	118.9	246
51	119.5	247.1
53	120.2	248.4
55	120.6	249.1
57	120.9	249.6
59	121.4	250.5
61	121.8	251.2
63	122	251.6
65	122.4	252.3
67	121.8	251.2
69	121.9	251.4

Anexo 3 Gráfico de penetración de calor



Anexo 4 Tabla Valor g

Tabla 5.1 Relaciones $f_H/U: g$ para $z = 18.^\circ$

Valores de g cuando j de la curva de enfriamiento es:

f_H/U	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
0.20	4.09-05*	4.42-05	4.76-05	5.09-05	5.43-05	5.76-05	6.10-05	6.44-05	6.77-05
0.30	2.01-03	2.14-03	2.27-03	2.40-03	2.53-03	2.66-03	2.79-03	2.93-03	3.06-03
0.40	1.33-02	1.43-02	1.52-02	1.62-02	1.71-02	1.80-02	1.90-02	1.99-02	2.09-02
0.50	4.11-02	4.42-02	4.74-02	5.06-02	5.38-02	5.70-02	6.02-02	6.34-02	6.65-02
0.60	8.70-02	9.43-02	1.02-01	1.09-01	1.16-01	1.23-01	1.31-01	1.38-01	1.45-01
0.70	0.150	0.163	0.176	0.189	0.202	0.215	0.228	0.241	0.255
0.80	0.226	0.246	0.267	0.287	0.308	0.328	0.349	0.369	0.390
0.90	0.313	0.342	0.371	0.400	0.429	0.458	0.487	0.516	0.545
1.00	0.408	0.447	0.485	0.523	0.561	0.600	0.638	0.676	0.715
2.00	1.53	1.66	1.80	1.93	2.07	2.21	2.34	2.48	2.61
3.00	2.63	2.84	3.05	3.26	3.47	3.68	3.89	4.10	4.31
4.00	3.61	3.87	4.14	4.41	4.68	4.94	5.21	5.48	5.75
5.00	4.44	4.76	5.08	5.40	5.71	6.03	6.35	6.67	6.99
6.00	5.15	5.52	5.88	6.25	6.61	6.98	7.34	7.71	8.07
7.00	5.77	6.18	6.59	7.00	7.41	7.82	8.23	8.64	9.05
8.00	6.29	6.75	7.20	7.66	8.11	8.56	9.02	9.47	9.93
9.00	6.76	7.26	7.75	8.25	8.74	9.24	9.74	10.23	10.73
10.00	7.17	7.71	8.24	8.78	9.32	9.86	10.39	10.93	11.47
15.00	8.73	9.44	10.16	10.88	11.59	12.31	13.02	13.74	14.45
20.00	9.83	10.69	11.55	12.40	13.26	14.11	14.97	15.82	16.68
25.00	10.7	11.7	12.7	13.6	14.6	15.6	16.5	17.5	18.4

Manual de laboratorio de ingeniería de alimentos

T

f_H/U	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
30.00	11.5	12.5	13.6	14.6	15.7	16.8	17.8	18.9	19.9
35.00	12.1	13.3	14.4	15.5	16.7	17.8	18.9	20.0	21.2
40.00	12.8	13.9	15.1	16.3	17.5	18.7	19.9	21.1	22.3
45.00	13.3	14.6	15.8	17.0	18.3	19.5	20.8	22.0	23.2
50.00	13.8	15.1	16.4	17.7	19.0	20.3	21.6	22.8	24.1
60.00	14.8	16.1	17.5	18.9	20.2	21.6	22.9	24.3	25.7
70.00	15.6	17.0	18.4	19.9	21.3	22.7	24.1	25.6	27.0
80.00	16.3	17.8	19.3	20.8	22.2	23.7	25.2	26.7	28.1
90.00	17.0	18.5	20.1	21.6	23.1	24.6	26.1	27.6	29.1
100.00	17.6	19.2	20.8	22.3	23.9	25.4	27.0	28.5	30.1
150.00	20.1	21.8	23.5	25.2	26.8	28.5	30.2	31.9	33.6
200.00	21.7	23.5	25.3	27.1	28.9	30.7	32.5	34.3	36.2
250.00	22.9	24.8	26.7	28.6	30.5	32.4	34.3	36.2	38.1
300.00	23.8	25.8	27.8	29.8	31.8	33.7	35.7	37.7	39.7
350.00	24.5	26.6	28.6	30.7	32.8	34.9	37.0	39.0	41.1
400.00	25.1	27.2	29.4	31.5	33.7	35.9	38.0	40.3	42.3
450.00	25.6	27.8	30.0	32.3	34.5	36.7	38.9	41.2	43.4
500.00	26.0	28.3	30.6	32.9	35.2	37.5	39.8	42.1	44.4
600.00	26.8	29.2	31.6	34.0	36.4	38.8	41.2	43.6	46.0
700.00	27.5	30.0	32.5	35.0	37.5	39.9	42.4	44.9	47.4
800.00	28.1	30.7	33.3	35.8	38.4	40.9	43.5	46.0	48.6
900.00	28.7	31.3	34.0	36.6	39.2	41.8	44.4	47.0	49.7
999.99	29.3	31.9	34.6	37.3	39.9	42.6	45.3	47.9	50.6

Procedimiento de alimentos: Parte II: Determinación de la fecha

Anexo 5 Gráfico g

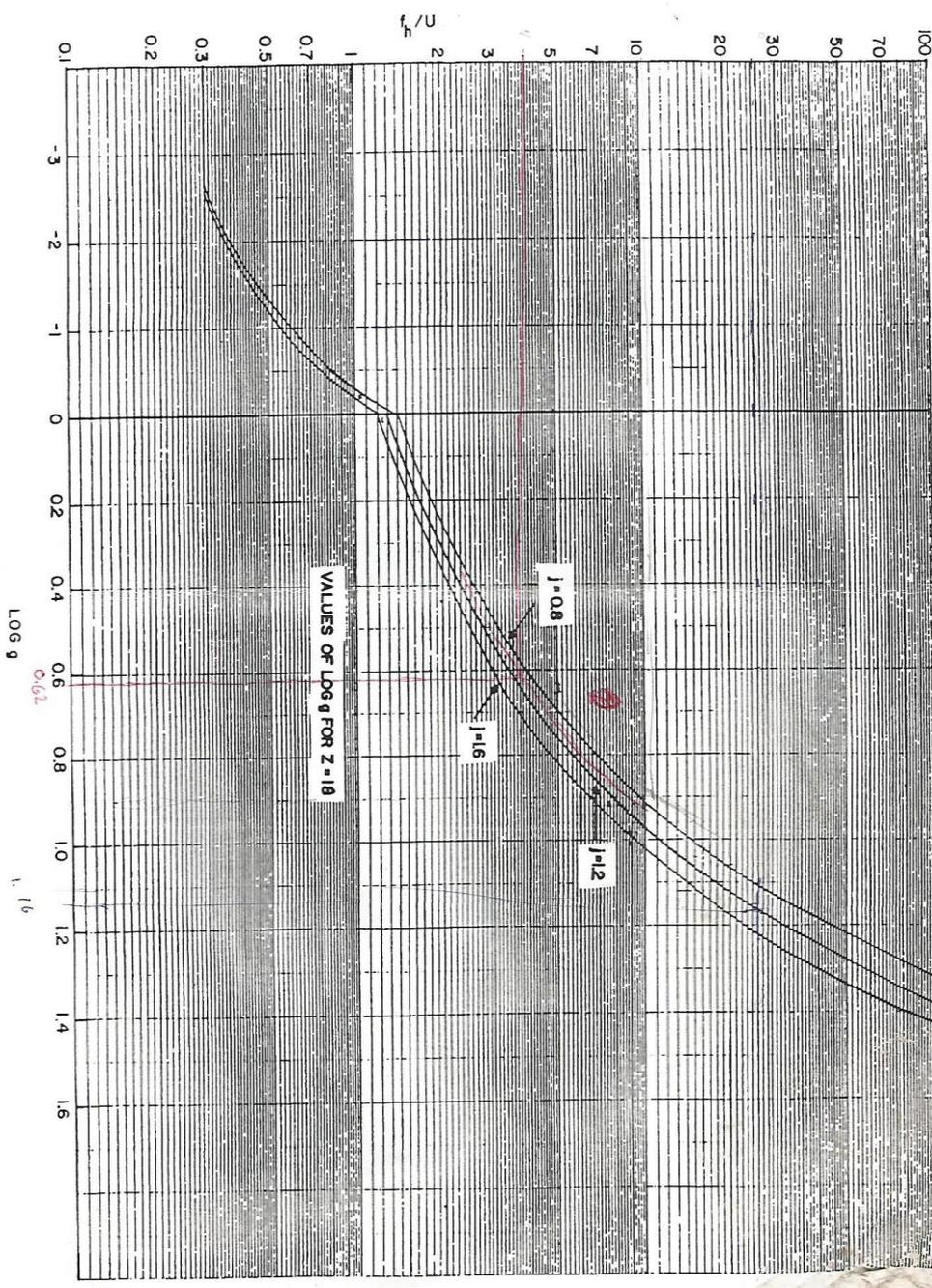


FIG. 8.8. VALUES OF LOG q FOR CORRESPONDING VALUES OF $t^{1/6}$ FOR $z = 18$ BASED ON $t^{1/6}$ VS q
From: Stumbo, C.R. 1973. *Thermobacteriology in Food Processing*. 2nd Edition. Academic Press, New York.

Anexo 6

		INSTRUCTIVO DE ENSAYO
DETERMINACION DE VITAMINA C POR CROMATOGRAFIA POR HPLC		
Método de referencia AOAC 967.21 19th Ed. (2012)		
Edición: 14	Documento: IE- MIN-10	Página 1 de 6

1. OBJETIVO:

Establecer las directrices necesarias para realizar la determinación de Vitamina C (ácido ascórbico) por cromatografía líquida de alta resolución HPLC.

2. ALCANCE

Este método es aplicable a:

- Lácteos y derivados
- Cereales y derivados.
- Materias Primas.
- Producto Terminado

Método validado en frutas y derivados.

3. PRINCIPIO:

Se basa en la extracción de la vitamina C por medio de una solución extractora seguido por la identificación y cuantificación por cromatografía líquida isocrática en fase reversa.

4. PREPARACIÓN DE MUESTRAS

- El manejo de las muestras se realiza en base al procedimiento de Transporte, manejo, recepción, protección, almacenamiento, retención y disposición de las muestras MP 5.8-19
- Para muestras líquidas homogenizar mediante agitación en el propio envase.
- Para muestras sólidas triturar lo más finamente posible y homogenizar.

5. LIMITE DE DETECCION Y CUANTIFICACION:

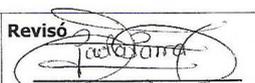
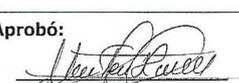
- Frutas y derivados

LIMITES	VALOR	UNIDADES
LD	0.77	mg/100ml
LC	0.94	mg/100ml

6. RANGO DE TRABAJO:

- Frutas y derivados

MATRIZ	RANGO	UNIDADES
FRUTAS Y DERIVADOS	4.50- 65.00	mg/100ml

Elaboró:  Ing. Cristian Nieto Técnico División Instrumental	Revisó:  Quím. Alim. Mercedes Parra Jefe de División	Aprobó:  Ing. Teresa Ramirez Directora de Calidad
Fecha: 21/11/2014	Fecha: 21/11/2014	Fecha: 21/11/2014

Anexo 7:



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ 005103
SA 0005417

Cliente:	HERNANDEZ SALAZAR DIEGO	Lote:	-----
Dirección:	Ignacio Lasso N34-152 y Flores Jijon	Fecha Elaboración:	-----
		Fecha Vencimiento:	-----
Muestreado por:	Cliente	Fecha Recepción:	23/02/2012
Tipo de Muestra:	Zanahoria	Hora Recepción:	10:15
Descripción:	Zanahoria	Fecha Análisis:	24/02/2012
		Fecha Entrega:	06/03/2012
		Código	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor	Característico
Estado:	Solido
Contenido Declarado:	1 Kilo
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.

RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Vitamina A	UI/100g	2272,00	MFQ-30	AOAC 992,06



[Signature]
Dr. Vladimir Acosta
 GERENTE GENERAL

Anexo 8 :



Multianalytica Cia. Ltda.
Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ 006510
SA 0006874

Cliente:	HERNANDEZ SALAZAR DIEGO	Lote:	---
Dirección:	Ignacio Lasso N34-152 y Flores Jijon	Fecha Elaboración:	---
		Fecha Vencimiento:	---
Muestreado por:	Cliente	Fecha Recepción:	01/08/2012
Tipo de Muestra:	Zanahoria	Hora Recepción:	11:00
Descripción:	Puré de Zanahoria Blanca	Fecha Análisis:	02/08/2012
		Fecha Entrega:	06/08/2012
		Código:	---

Características Muestra

Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Sólido
Contenido Declarado:	200g
Contenido Encontrado:	---
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.

RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
Vitamina A	UI/100g	2123,9	MFQ 30	AOAC 992,06
Vitamina C	mg/100g	6,95	MFQ 33	AOAC 967,21





Dra. Pamela Jacome
DIRECTORA DE CALIDAD

RFQ-4.1-06
Página 1 de 1

Anexo 9:



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ 007671
SA 0007991

Cliete:	HERNANDEZ SALAZAR DIEGO	Lote:	-----
Dirección:	Ignacio Lasso N34-152 y Flores Jijón	Fecha Elaboración:	-----
		Fecha Vencimiento:	-----
Muestreado por:	Cliete	Fecha Recepción:	21/11/2012
Tipo de Muestra:	Puré	Hora Recepción:	15:40
Descripción:	Puré de Zanahoria Blanca	Fecha Análisis:	21/11/2012
		Fecha Entrega:	04/12/2012
		Código:	-----

Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	Semisólido
Contenido Declarado:	250g
Contenido Encontrado:	-----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliete a nuestro laboratorio.

RESULTADOS FÍSICO QUÍMICOS

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Vitamina C	mg/100g	< 0,77	MFQ-33	AOAC 967.21
*Vitamina A	UI/100g	371,54	MFQ-30	AOAC 992.06
*Grasa	%	0.34	MFQ-02	AOAC 2003.06
*Proteína (f.6,25)	%	0.00	MFQ-01	AOAC 2001.11
*Humedad	%	84.89	MFQ-04	AOAC 925.10
*Ceniza	%	0.33	MFQ-03	AOAC 923.03
*Fibra bruta	%	0.37	MFQ-05	INEN 522
*Sodio	mg/Kg	171.83	MFQ-68	APHA 3500-Na
*Azucares Totales	%	12.67	MFQ-232	HPLC
*Colesterol	mg/100g	0.00	MFQ-23	Pearson
*Carbhidratos	%	14.07	Calculo	Calculo
*Calorías	Kcal/100g	59.34	Calculo	Calculo
	KJ/100g	248.63		

Nota 1: Laboratorio de ensayo acreditado por el OAE con acreditación N° OAE-EE-1709-008
 Nota 2: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
 Nota 3: *Ensayos /Subcontratado

Bladimir Acosta
Dr. Bladimir Acosta
GERENTE GENERAL

Bibliografía:

[1] Hermann, M.; 1997. "Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In : Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Hermann, M. and J. Heller (eds). 21". Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute: Roma.

[2] García, A.; Pacheco-Delahaye, E.; Tovar, J.; Pérez, E.; 2007. "Caracterización fisicoquímica y funcional de las harinas de arracacha (*Arracacha Xantorrhiza*) para sopas instantáneas." Ciencia y Tecnología Alimentaria, 5(5): 384-393.

[3] Guananga, J.; Guerrero, A.; 2007. "Proyecto piloto de producción de una compota de zapallo como opción para mejorar la nutrición infantil de los niños de la ciudad de Guayaquil". Escuela Politécnica del Litoral, Tesis de pregrado: Guayaquil.

[4] Singh, R.P.; Heldman, D.R.; 1998. "Introducción a la Ingeniería de los Alimentos". Acribia: Zaragoza.

[5] Adams, M.; Quintero, M.; 2000. "Food Microbiology". Royal Society of Chemistry: Cambridge.

[6] Casp, A.; Abril, J.; 2003. "Procesos de conservación de alimentos". A Madrid Vicente Ediciones y Mundiprensa: Madrid.

[7] Codex Alimentarius; 1981 "Norma del Codex para alimentos envasados para lactantes y niños CODEX STAN 73-1981". Codex Alimentarius.

[8] Badui, S.; 2006. "Química de los Alimentos". Pearson: México.

[9] Garda, M. R.; 2000. "Técnicas del manejo de los alimentos". Eudeba: Buenos Aires.

[10] Instituto Ecuatoriano de Normalización; 1995 "Alimentos colados y picados, empacados para niños de pecho y de corta edad. Requisitos.NTE 2009:95". INEN: Quito.

[11] Paine, F.; Paine, H.; 1994. "Manual de envasado de Alimentos". A. Madrid Vicente Ediciones: Madrid.

[12] Instituto Ecuatoriano de Normalización; 1990. "Conservas de Atún. Requisitos.NTE 184". INEN: Quito.

- [13] Icontec; 1979. "Arracacha para consumo NTC 1251". Icontec: Bogotá D.C.
- [14] Instituto Ecuatoriano de Normalización; 2000. "Azúcar Blanco. Requisitos.NTE 259". INEN: Quito.
- [15] Instituto Ecuatoriano de Normalización; 2010. "Especias y condimentos. Requisitos.NTE 2532". INEN: Quito.
- [16] Instituto Ecuatoriano de Normalización; 2011. "Agua Potable. Requisitos. NTE 1108: 2011". INEN: Quito.
- [17] Association of Official Analytical Chemists; 2012. "Official methods of analysis, method 2001,13", AOAC : Gathesburg.
- [18] Durán, L.; Fiszman, S.; Benedito, C.; 2001. "Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos". Acribia: Madrid.
- [19] Steed, L.E.; Truod, V.D.; Simunovic, J.; Sandeep, K.P.; Kumar, P.; Cartwright, G.D.; Swartzel K.R.; 2008. "Continuous FlowMicrowave-Assisted Processing and Aseptic Packaging of Purple-Fleshed Sweetpotato Purees" Journal of Food Science, 73(9): E457-E462.
- [20] Alvarado, J.; 1996. "Principios de ingeniería aplicados a alimentos". Secretaría general de la OEA: Ambato.
- [21] Spinack, S.; Wiley, R.; 1982. "Comparisons of the General and Ball Formula Methods for Retort Pouch Process Calculations". Journal of Food Science,47: 880-888.
- [22] Dadali, G.; Ozbek, B.; 2009. "Kinetic thermal degradation of vitamin C during microwave drying of okra and spinach". International Journal of Food Science and Nutrition, 60(1): 21-31.
- [23]Hiwilepo-van Hal, P.; Bosschaart,C.; van Twisk, C.; Verkerk, R.; Dekker, M.; 2011. "Kinetics of thermal degradation of vitamin C in marula fruit(Sclerocaya birrea subsp. caffra) as compared to other selected tropical fruits" LWT- Food Science and Technology, 49:188-191.
- [24] Pérez, R.; 2000. "Estudio de validación de la metodología para la determinación de vitamina A en alimentos infantiles instantáneos por cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC)". Revista Médica Experimental, 17: 1-4.

- [25] Garrote, R.; Silva, L.; Roa, R.; 2009. "Diffusion and thermal degradation of ascorbic acid during canned fresh green peas sterilization". *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 1990-1996.
- [26] Rodríguez, D.; Espitia, M.; Caicedo, Y.; Córdoba, Y.; Baena, Y.; Mora, C.; 2005. "Caracterización de algunas propiedades fisicoquímicas y farmacotécnicas del almidón de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*)". *Revista Colombiana de Ciencias Químicas y Farmacéuticas*, 34(2), 140-146.
- [27] Liendo, J.; Perdomo, B.; Techeira, N.; 2011. "Uso de almidón de apio (*Arracacha xanthorrhiza* B.) en colados de durazno (*Prunus persica* L.)". *Revista Facultad de Agronomía U.C.V.*, 37(3), 93-104.
- [28] Osorio, O; 2008. "Influencia de Tratamientos Térmicos en la calidad y estabilidad del puré de Fresa (*Fragaria x ananassa*, cv Camarossa)" Universidad Politécnica de Valencia, Tesis de doctorado: Valencia.
- [29] King, J.; Saturninio, P.; 1987. "Pérdidas de vitaminas durante el procesamiento de los alimentos" *Children Nutrition Magazine*, 15(3), 143-152.
- [30] Ordoñez, L.; Yoshioka, L.; 2012. "Cinética de degradación de vitamina c en pulpa de mango (*Mangúifera indica* L)". *Vitae*, 19 (1), S81-S83.
- [31] 2011. "Cuantificación de la vitamina C". Universidad para los mayores, Manual de laboratorio.
- [32] Van der Jagt, D. ; Garry, P.; Hunt, W.; 1986. "Ascorbate in plasma as measured by liquid chromatography and by Dichloroindophenol colorimetry" *Clinical Chemistry*, 32(06), 1004-1006.
- [33] Sánchez Otero, J.; 2008. "Introducción al diseño experimental". Ingelsi: Quito.