

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



Efecto del escaldado sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de recortes de “espárrago verde” *Asparagus officinalis* L. (Asparagaceae) deshidratado

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

JULIA ANDREINA URBINA LEZAMA

TRUJILLO, PERÚ

2017

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



Ing. Dr. Fernando Rodríguez Avalos

PRESIDENTE



Ing. Ms. Ana Cecilia Ferradas Horna

SECRETARIO



Ing. Ms. Carla Pretell Vásquez

VOCAL



Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos

ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres Miguel y Pilar por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi vida diaria y profesional, por haberme inculcado valores y sobretodo mucho amor por ser ejemplo de superación, por confiar en mí en todo este tiempo. A mis hermanos, por estar siempre presentes en cada paso de mi vida.

A toda mi familia y a todas las personas que estuvieron todo este tiempo apoyándome y creyeron en mi para culminar con éxito una de mis metas. A mi Tía gloria Urbina que es una madre para mí por haber estado siempre pendiente con mucho amor motivándome a lo largo de mi vida profesional.

En memoria a mi abuelo Miguel Urbina que siempre nos inculcó a sobresalir en la vida y ser personas de bien para lograr ser un gran profesional, sé que desde donde él se encuentra, está muy orgulloso de lo que voy logrando hasta ahora, que en paz descanse y de Dios Gocé y a Mi tío Juan Félix que me hubiera gustado mucho verlo sonreír por este triunfo. Se los dedico los amo mucho siempre vivirán en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

A Jehová Dios por haber encaminado, guiando mis pasos siempre, por cuidarme y bendecirme dándome así fuerzas para no tropezar ni decaer en este largo camino.

A mis padres, Miguel Urbina por ser una pieza fundamental en nuestra familia para seguir adelante, que con su apoyo incondicional y esfuerzo pude culminar una de mis metas. A mi madre Pilar Lezama que con su cariño y mucho amor siempre estuvo pendiente para culminar esta etapa.

A mi tía Gloria Urbina, por ser una madre para mí, por brindarme su apoyo incondicional ante cualquier circunstancia y haberme dado ese aliento para siempre salir adelante.

A mis hermanos por estar siempre presentes en mi vida con sus muestras de amor y cariño. A mi prima Leyla por ser tan linda persona conmigo siempre motivándome a seguir adelante para no decaer.

A mi asesor el Dr. Antonio Rodríguez Zevallos, por ser una gran persona por haberme demostrado su dedicación, paciencia y motivación, por brindarme sus sabios conocimientos y así poder culminar de la mano esta investigación, muchas gracias.

A la Ing. Thalita Rojas, Supervisora de calidad de la empresa Compositan Alto. Sac, por ser generosa y brindarme los espárragos para desarrollar la parte experimental de mi investigación.

A todos mis maestros y mi jurado que formaron parte de mi etapa profesional, por brindarme su apoyo, conocimientos y consejos para llegar hasta aquí muchísimas gracias los aprecio.

A mis mejores amigas hermanas María Laura Zamora, Lucero Aguirre y Ana Lucía Piminchumo por brindarme su apoyo incondicional por estar siempre pendientes y presentes en cada detalle, motivándome siempre a seguir adelante con la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|--|--------|
| CARÁTULA..... | i |
| APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE GENERAL | v |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| INDICE DE ANEXOS..... | ix |
| RESUMEN..... | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA | 4 |
| 2.1 Generalidades del espárrago..... | 4 |
| 2.1.1 Valor nutricional..... | 4 |
| 2.1.2 Tipos | 5 |
| 2.1.3 Producción | 6 |
| 2.1.4 Aprovechamiento y mermas de residuos agroindustriales | 7 |
| 2.2 Generalidades del escaldado | 8 |
| 2.3 Generalidades de deshidratación | 10 |
| 2.4 Tendencias de especias, condimentos y sazónadores..... | 14 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 16 |
| 3.1 Lugar de ejecución..... | 16 |
| 3.2 Materiales, equipos e instrumentos | 16 |
| 3.2.1 Materiales..... | 16 |
| 3.2.2 Equipos | 16 |
| 3.2.3 Instrumentos..... | 17 |
| 3.2.4 Reactivos..... | 17 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.2.5 | Otros Materiales..... | 17 |
| 3.3 | Métodos experimentales..... | 19 |
| 3.3.1 | Esquema experimental..... | 19 |
| 3.3.2 | Procedimiento experimental para la elaboración de espárrago verde (<i>Asparagus officinalis</i> L.) deshidratado..... | 20 |
| 3.4 | Métodos de análisis..... | 19 |
| 3.4.1 | Determinación de color..... | 22 |
| 3.4.2 | Contenido de clorofila..... | 22 |
| 3.4.3 | Fibra cruda..... | 23 |
| 3.4.4 | Aceptabilidad general..... | 24 |
| 3.4.5 | Métodos estadísticos..... | 25 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 26 |
| 4.1 | Efecto del tipo de escaldado sobre color en recortes de espárrago verde deshidratado..... | 26 |
| 4.2 | Efecto del tipo de escaldado en clorofila de recortes de espárrago verde deshidratado..... | 32 |
| 4.3 | Efecto del tipo de escaldado en fibra cruda de recortes de espárrago verde deshidratado..... | 38 |
| 4.4 | Efecto del tipo de escaldado en aceptabilidad general de recortes de espárrago verde deshidratado..... | 42 |
| V. | CONCLUSIONES..... | 45 |
| VI. | RECOMENDACIONES..... | 46 |
| VII. | BIBLIOGRAFÍA..... | 47 |
| VIII. | ANEXOS..... | 53 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Página |
|--|--------|
| Cuadro 1. Composición nutricional de espárrago..... | 5 |
| Cuadro 2. Prueba de Levene para L^* , a^* y b^* de recortes de espárrago verde deshidratado. | 28 |
| Cuadro 3. Análisis de varianza para L^* , a^* y b^* de recortes de espárrago verde deshidratado..... | 29 |
| Cuadro 4. Prueba Duncan para L^* en recortes de espárrago verde deshidratado..... | 30 |
| Cuadro 5. Prueba Duncan para b^* en recortes de espárrago verde deshidratado..... | 30 |
| Cuadro 6. Prueba de Levene para Clorofila “a, b y c” de recortes de espárrago verde deshidratado..... | 34 |
| Cuadro 7. Análisis de varianza para el contenido de clorofila “a, b y c” de recortes de espárrago verde deshidratado. | 35 |
| Cuadro 8. Prueba de Duncan para el contenido de clorofila “a” en recortes de espárrago verde deshidratado. | 36 |
| Cuadro 9. Prueba de Duncan para el contenido de clorofila “c” en recortes de espárrago verde deshidratado. | 36 |
| Cuadro 10. Prueba de Levene para fibra cruda de recortes de espárrago verde deshidratado..... | 39 |
| Cuadro 11. Análisis de varianza para fibra cruda de recortes de espárrago verde deshidratado..... | 39 |
| Cuadro 12. Prueba de Duncan para el contenido de fibra cruda en recortes de esparrago verde deshidratado. | 40 |
| Cuadro 13. Prueba de Kruskal-Wallis para la aceptabilidad general en recortes de espárrago verde deshidratado. | 43 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

| | |
|---|----|
| Figura 1. Esquema experimental para el estudio de tres tipos de escaldado (agua, solución cloruro de calcio, vapor) en los recortes de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L) verde deshidratado. | 19 |
| Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de recortes espárrago verde (<i>Asparagus officinalis</i> L.) deshidratado. | 20 |
| Figura 3. Variaciones de L* en el escaldado para recortes de espárrago verde deshidratado | 26 |
| Figura 4. Variaciones de a* en el escaldado para recortes de espárrago verde deshidratado | 27 |
| Figura 5. Variaciones de b* en el escaldado para recortes de espárrago verde deshidratado | 28 |
| Figura 6. Variaciones del contenido de clorofila “a” en el escaldado de recortes de espárrago verde deshidratado | 32 |
| Figura 7. Variaciones del contenido de clorofila “b” en el escaldado de recortes de espárrago verde deshidratado | 33 |
| Figura 8. Variaciones del contenido de clorofila “c” en el escaldado de recortes de espárrago verde deshidratado | 34 |
| Figura 9. Contenido de fibra cruda en recortes de espárrago verde deshidratado | 38 |
| Figura 10. Valores de Aceptabilidad general de recortes de espárrago verde deshidratado. | 42 |

INDICE DE ANEXOS

| | Página |
|--|--------|
| Anexo 1. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para recortes de espárrago verde deshidratado | 54 |
| Anexo 2. Valores de fibra cruda, color, contenido de clorofila en recortes de espárrago verde deshidratado. | 55 |
| Anexo 3. Prueba de aceptabilidad general de recortes de espárrago verde deshidratado | 56 |

RESUMEN

Se estudió el efecto del tipo de escaldado (en agua a $98\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, en solución de cloruro de calcio a $98^{\circ}\text{C} \pm 1$ y vapor a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) sobre el color (L^* , a^* y b^*), contenido de clorofila, fibra cruda y aceptabilidad general de residuos agroindustriales de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) deshidratado. Los recortes de espárrago verde fueron abastecidos por la empresa Compositan Moche – La Libertad, luego se procedió a ser seleccionados, lavados, cortados, escaldados, escurridos y secados a temperaturas de 60 y 70°C por 5 h. Se realizó la prueba de Levene modificada para la determinación de la homogeneidad de varianzas, un análisis de varianza ANVA y, posteriormente, la prueba de Duncan; para las variables paramétricas de color, contenido de clorofila y fibra cruda. Para la aceptabilidad general se aplicó la prueba estadística de Kruskal Wallis. El análisis de varianza determinó que se encontró efecto significativo ($p < 0.05$) en el tipo de escaldado para fibra cruda, clorofila (a y c) y color (L^* , b^*). No hubo efecto significativo para a^* y aceptabilidad general en espárrago deshidratado. El contenido de fibra varió entre 10.58 a 13.58% , para el contenido de clorofila a con valores 16.72 a 12.55 y el contenido de clorofila c con valores 1.69 a 0.44 , en las características de color con valores de (L^*) 49.10 a 41.90 y para (b^*) 35.88 a 29.32 . Con respecto a la aceptabilidad general la prueba de Kruskal Wallis determinó que no existió diferencias significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos de escaldado de espárrago verde deshidratado, todas las muestras presentaron percepción de “me gusta ligeramente”. El mejor tratamiento fue el escaldado en vapor a 100°C de espárrago verde deshidratado porque presentó mayores valores de fibra cruda, el mejor color L^* y b^* , mayor contenido de clorofila y aceptabilidad general similar a los otros tratamientos.

ABSTRACT

The effect of the type of scalding was studied (in water at $98\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, in solution of calcium chloride at $98\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ and steam at $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) on color (L^* , a^* and b^*), chlorophyll content, crude fiber and general acceptability of agro-industrial residues of green asparagus (*Asparagus officinalis* L.) Dehydrated. The green asparagus cuts were supplied by the company Compositan Moche – La Libertad, then was selected, washed, cut, scalded, drained and dried at temperatures of 60 and $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 5 hours. The modified Levene test was performed to determine the homogeneity of variances, an analysis of ANOVA variance and, subsequently, the Duncan test; for parametric variables of color, chlorophyll content and crude fiber. For general acceptability the statistical test of Kruskal Wallis was applied. The analysis of variance determined that significant effect was found ($p < 0.05$) in the type of scalding for crude fiber, chlorophyll (A and C) and color (L^* , b^*). Not there significant effect for a^* and general acceptability in dehydrated asparagus. The fiber content varied between 10.58 to 13.58%, for the content of chlorophyll a with values 16.72 to 12.55 and the content of chlorophyll C with values 1.69 to 0.44, in the characteristics of color with values of (L^*) 49.10 to 41.90 and for (b^*) 35.88 to 29.32. With regard to general acceptability, the Kruskal Wallis test determined that there are no significant differences ($p > 0.05$) among dehydrated green asparagus scalding treatments, all samples presented "I like lightly" perception. The best treatment was steam scalding at $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ of dehydrated green asparagus because it showed higher values of crude fiber, the best color L^* and b^* , high chlorophyll values and general acceptability similar to the other treatments.

I. INTRODUCCION

El espárrago (*Asparragus officinalis*.L) es una hortaliza originaria de las Costas del Mediterráneo, de la cuál se utiliza para el consumo, el brote tierno denominado “turión”. Perú es el ofertante dominante desde septiembre a diciembre en el mercado mundial de espárrago en fresco, no posee una política gubernamental de producción de espárragos, pero sí una activa e incesante promoción de sus exportaciones agrícolas. El desarrollo de los departamentos productores de espárrago está asociado principalmente con esta actividad agroexportadora, permitiendo un mayor dinamismo de los mismos (O’Brien y otros, 2004).

Desde una perspectiva socioeconómica, Ica y La Libertad son regiones con un desarrollo superior en el país, basado en factores como el desarrollo económico y las características de la oferta laboral, marcando una diferencia respecto al desarrollo de otros departamentos del país. Como fuente de trabajo, la agricultura del espárrago es mucho más importante que la de otros cultivos tradicionales de las zonas, como el algodón, el maíz, el arroz, etc. Sumado a los puestos de trabajo generados en la industria, la actividad esparraguera brinda al país un estimado de 50 mil puestos de trabajo descentralizado a lo largo de la costa peruana, de los cuales el 60% corresponde a mujeres, hecho importante en la búsqueda de igualdad de oportunidades laborales (O’Brien y otros, 2004).

La producción peruana ha crecido en forma sorprendente, varios factores han contribuido a este fenómeno: la reducción de tarifas de importación para algunos insumos de la agricultura, la incorporación de áreas irrigadas, las nuevas reglamentaciones fitosanitarios para la importación de semillas, reducción de las tarifas, la rentabilidad del cultivo, entre otras.

Acompañado de una política eficaz y continua de promoción de exportaciones de productos agrícolas efectuada por el Prompex (organismo de promoción). Es razonable que la producción y exportaciones en los próximos años crezcan, acompañadas de una excelente calidad del producto (Rivera y otros, 1999).

Los residuos agroindustriales se generan a partir del consumo directo de productos industrializados, que no son de utilidad para el proceso que los genera, pero que sirven de aprovechamiento o transformación para generar otro producto con valor económico, interés comercial y/o social. El problema que se enfrentan los residuos agroindustriales es que no existe una clara conciencia ambiental para el manejo de estos, falta de capacidad tecnológica, recursos económicos y una legislación específica para promover la gestión de este tipo de residuos que aseguren un buen manejo desde el momento que son generados hasta su destino final (Saval, 2012).

El escaldado, busca principalmente la destrucción de enzimas que afectan color, sabor y contenido vitamínico de frutas y hortalizas antes de ser congelados, deshidratados o enlatados (Lin y Brewer, 2005; Mazzeo y otros, 2015) de ahí que para optimizar este proceso se utilizan enzimas indicadoras, las cuales, sirven para comprobar la eficiencia del proceso, ya que al ser inactivadas durante el tratamiento térmico demuestran que éste se ha realizado de forma eficiente (Anthon y Barrett, 2002; Gokmen y otros 2005).

Luego del proceso de preparación de espárragos verdes frescos empacados quedan mermas o recortes que mayormente son usados para la alimentación de animales, por ello tenemos una alternativa, promoviendo el consumo de espárrago verde deshidratado, de una manera fácil, sencilla, como un producto para acompañar alimentos, ensaladas y cualquier otra opción en que el consumidor lo prefiera.

El uso de los residuos agroindustriales, en el caso del espárrago, es aumentar su aprovechamiento. El objetivo de este producto es que los consumidores tengan otras opciones de consumir este vegetal para así aprovechar sus elementos nutritivos.

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto del escaldado (en agua a 98 °C, en solución de cloruro de calcio 2.5% a 98 °C y a vapor a 100 °C) sobre el color, contenido de clorofila, fibra cruda y aceptabilidad general de recortes agroindustriales de “espárrago verde” *Asparagus officinalis* L. (Asparagaceae) deshidratado?

Los objetivos fueron:

Evaluar el efecto del escaldado (en agua a 98 °C, en solución de cloruro de calcio a 98 °C y a vapor a 100°C) sobre el color, contenido de clorofila, fibra cruda y aceptabilidad general de recortes agroindustriales de “espárrago verde” *Asparagus officinalis* L. (Asparagaceae) deshidratado.

Determinar el tipo de escaldado que permita obtener el mejor color, el mayor contenido de clorofila, el mayor contenido de fibra cruda y la mayor aceptabilidad general de “espárrago verde” *Asparagus officinalis* L. (Asparagaceae) deshidratado.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1 Generalidades del espárrago

Los espárragos (*Asparagus officinalis* L.) son tallos jóvenes y tiernos de la esparraguera. Pertenece a la familia liliáceas junto a otras 150 especies; es una especie herbácea perenne, monocotiledónea, es una planta dioica que alcanza hasta el 1,5 m de altura. Dentro del género *Asparagus* existen otras especies que no son comestibles, pero que son usadas como plantas ornamentales (*A. sprengeri*, *A. plumosus*, *A. laricinus* y *A. racemosus*). El espárrago ha sido considerado un alimento de gran prestigio desde la antigüedad. Los primeros vestigios de espárragos aparecieron en forma de pinturas en los monumentos egipcios (3.000 a.c.). Estos eran dibujados en manojos con dos o tres ligaduras para ser utilizados como ofrenda de los dioses. Médicos griegos y romanos recomendaban su consumo por múltiples propiedades terapéuticas encontradas en los espárragos silvestres conocidos en la actualidad como espárragos trigueros. Serían estos personajes quienes introdujeron el cultivo, el cual se desarrolló posiblemente en la zona este del mediterráneo, y se expandió hacia el noroeste de Europa en la época de los romanos (González y Pozo, 1999).

2.1.1 Valor nutricional del espárrago

El espárrago es rico en fibra y tiene pocas calorías, 23 KJ/100g., debido a su escaso aporte en hidratos de carbono y que no contiene grasas. Por su contenido de fibra los espárragos colaboran con el bienestar digestivo al ejercer un efecto estimulante del peristaltismo, que previenen el estreñimiento, y ayudan a reducir el colesterol (González y Pozo, 1999).

En el Cuadro 1 se muestra la composición nutricional del espárrago.

Cuadro 1. Composición nutricional de espárrago

| Componentes | Contenido (100g) |
|---------------------------|------------------|
| Energía (kJ) | 23 |
| Agua (g) | 92.3 |
| Proteínas (g) | 2.2 |
| Grasa total (g) | 0.2 |
| Carbohidratos totales (g) | 4.6 |
| Fibra cruda (g) | 1.6 |
| Cenizas (g) | 0.7 |
| Calcio (mg) | 3.5 |
| Fósforo (mg) | 3.5 |
| Zinc (mg) | 0.54 |
| Hierro (mg) | 1.20 |
| Vitamina A (µg) | 38.0 |
| Tiamina (mg) | 0.09 |
| Riboflavina (mg) | 0.05 |
| Niacina (mg) | 0.82 |
| Vitamina C (mg) | 8.00 |

Fuente: Reyes y otros (2009)

2.1.2 Tipos de espárrago

Se distinguen tres tipos de espárragos: el espárrago verde, que se comercializa en fresco; el espárrago blanco, destinado al procesamiento (enlatado, congelado, deshidratado, encurtido) y el espárrago morado que se produce y comercializa especialmente en Italia (MINAG, 2013).

Espárragos trigueros o silvestres, crecen entre los trigales, son de color verde y muy finito. Su sabor es ligeramente

amargo, su temporada primaveral y muy corta (dos meses), espárragos cultivados son gruesos y blancos, son los que crecen debajo de la tierra para preservarlos de la luz, de esta manera conservan este aspecto albino. En algunos se verdea la punta o toma irrigaciones moradas. Es exclusivo de la primavera y su piel es tersa y brillante, espárragos de jardín o pericos, también cultivados, son gruesos y su color es verde se cortan al alcanzar unos 20 cm de longitud, adquiriendo a veces una tonalidad ligeramente violácea ya que se cultivan sin protección del sol (Código alimentario argentino, 2007).

2.1.3 Producción del espárrago

En la actualidad el Perú es uno de los principales países productores y exportadores de espárrago-frescos y procesados. (MINAG, 2013).

El espárrago peruano es de muy buena calidad y su valoración es muy alta en el mercado exterior. Es un país mego diverso que cuenta con 84 zonas de las 104 reconocidas en el mundo. Ello y la diversidad de sus pisos ecológicos, le da ventaja de poder cultivar cualquier producto durante todo el año. Posee cerca de 8 millones de hectáreas con capacidad para cultivos agrícolas, 17.9 millones de hectáreas destinables para pastos y 48.7 millones de hectáreas aptas para la producción forestal. Durante el 2004 las exportaciones llegaron a U.S. \$ 12 434,9 millones, el nivel más alto alcanzado en la historia económica del país. Asimismo, las exportaciones se han expandido impresionantemente a 37,8% respecto del año previo. En la actualidad el Perú es el primer país exportador de espárragos frescos del mundo, habiendo logrado desplazar

a importantes países productores como China, Estados Unidos y ser reconocido mundialmente por la calidad de su producto (Chávez y Mendoza,2005).

2.1.4 Aprovechamiento y mermas de residuos agroindustriales

Los residuos agroindustriales han sido un foco de atención para varios investigadores a nivel mundial, debido a que parte de sus constituyentes pueden ser materia prima para generar diversos productos de interés. Las características de los residuos agroindustriales son muy variadas, dependen de la materia prima y del proceso que los genera. Los productos vegetales producen grandes cantidades de residuos (puntas, tallos, peladuras, espárragos doblados, de mal aspecto, etc.), que en ocasiones pueden alcanzar el 50% del material recolectado. Estos residuos son un material muy perecedero y difícil de gestionar, por lo que minimizar su impacto ambiental ha sido una preocupación creciente en los últimos años, si no se le da una salida útil, podría ser un factor limitante en la comercialización de dichos productos, ya que, al constituir un porcentaje importante del material fresco, encarece notablemente su precio de mercado (Schieber y otros, 2001).

Las mermas del espárrago tienen una composición similar a la parte comestible de los turiones lo cual representaría una fuente prometedora de alto valor añadido (Nindo y otros, 2003).

Las mermas de espárrago tienen una actividad antioxidante importante y sus extractos secos podrían sustituir a otros antioxidantes en la industria alimentaria al considerar a los

residuos del espárrago ricos en fibra y compuestos bioactivos (Rodríguez y otros, 2005 – Sanz y otros, 2008).

2.2 Generalidades del escaldado

El escaldado es un tratamiento térmico, una operación de control crítica, la función principal es inactivar enzimas, aumentar la fijación de la clorofila (especial importancia en los vegetales verdes), tiene un importante rol de reducir la carga microbiana inicial mediante la inactivación de microorganismos sensibles al calor, a diferencia de otros procesos el escaldado no destruye los microorganismos ni alarga la vida útil de los alimentos. Las temperaturas utilizadas son letales para las levaduras, la mayoría de los hongos y los microorganismos aeróbicos. Se ha encontrado que el escaldado reduce la carga microbiana entre un 60% a un 99%. Es una técnica previa a un segundo tratamiento, como puede ser congelación, enlatado, liofilización o secado, y produce un ablandamiento del alimento, que facilita el pelado, limpieza y envasado (Alzamora y otros, 2005).

El escaldado puede realizarse en agua caliente, agua en ebullición o en vapor de agua saturado, el tiempo de calentamiento dependerá del método utilizado, temperatura, propiedades físicas (tamaño, forma, textura o madurez) éste último método es preferible pues permite la retención de propiedades nutricionales (vitaminas solubles en agua) y sensoriales (textura) (Vidales y otros, 1998; Alzamora, 2005).

Inmediatamente después del escaldado, los alimentos deben enfriarse rápidamente en agua helada para evitar el cocimiento y sobre todo el enfriamiento rápido provoca un choque térmico que produce la eliminación de microorganismos, de lo contrario si el enfriamiento es lento los microorganismos se mantendrán vivos y crecerán sin dificultad, ya que el producto se ha cocinado y el

microorganismo puede aprovechar el sustrato (Figueroa y Lama, 2000; Citado por Parra, 2013).

“La eliminación de enzimas mejora la calidad del producto final, así mismo ayuda la eliminación parcial de los gases intercelulares, fijación y acentuación del color natural y sabor característico de la fruta o vegetal, reducción parcial de los microorganismos” (Fintrac, 2002; Citado por Parra, 2013).

Escaldado en espárrago verde

El espárrago, es un vegetal que por su actividad enzimática sufre una modificación rapidísima de sus características organolépticas, desde la recolección hasta el escaldado, el espárrago está sometido a un proceso de endurecimiento o lignificación de las células situadas a cierta distancia del ápice o yema (Alzamora y otros, 2005).

Una de las cualidades menos deseadas en el espárrago cuya causa son los procesos enzimáticos, es la formación de fibra. Esta es debida a la lignificación de los haces fibrovasculares del espárrago verde por parte de las peroxidasas, están asociadas con el paso de la polimerización oxidativa terminal en la formación de la lignina. La actividad de la peroxidasa es superior en las porciones terminales del turión. En consecuencia, hasta que el espárrago no es escaldado, sigue formando fibra y ésta, se desarrolla mucho más rápidamente cuantos más cortes recibe y cuanto más tiempo esté expuesto a la luz y al calor (Alzamora y otros, 2005).

Con el escaldado en espárrago verde se logra lo siguiente (Alzamora y otros, 2005).

- Desactivación de las enzimas que están presentes de forma natural, con lo que se evita que se produzcan reacciones que

conducirían a cambios de sabor, color, valores nutritivos y sobre todo de textura (formación de fibra).

- Eliminación de la asparragina (sustancia natural del espárrago, que le da un sabor amargo).
- Eliminación de los gases ocluidos (gases celulares), lo que contribuye a la obtención de mejor vacío de cabeza y a impedir reacciones de oxidación y corrosión en el interior del envase.
- Hacer el producto más fiable, facilitando su posterior manipulación y mecanización, con lo que se elimina la posibilidad de roturas de materia prima.
- Disminución de la carga microbiana (contaminación inicial).

2.3 Generalidades de deshidratación

La deshidratación permite preservar alimentos altamente perecederos, especialmente frutas y hortalizas, cuyo contenido de agua es típicamente superior al 90%. El objetivo principal es reducir el contenido de humedad de los alimentos, lo cual disminuye su actividad enzimática y la capacidad de los microorganismos para desarrollarse sobre el alimento. La eficiencia del transporte de humedad desde el alimento está determinada por la resistencia interna del tejido al movimiento del agua y una resistencia externa, que se presenta entre la superficie sólida y el fluido deshidratante, el cual en la mayoría de los casos es aire. Las principales variables que modulan la velocidad del movimiento del agua en el alimento son el tiempo y la temperatura. Conforme se incrementa la temperatura, la deshidratación se acelera, pero los atributos cualitativos iniciales del alimento cambian drásticamente (Muratore y otros, 2008).

2.3.1 Métodos de deshidratación

Deshidratación solar

Método que consiste en colocar el alimento sobre la tierra (acondicionada, alfombrada o piso de concreto) quedando expuesto directamente al sol. La exposición directa al sol puede requerir de 106 a 120 h. Otra variante del secado solar consiste en emplear deshidratadores solares tipo túnel, donde el alimento queda protegido del ambiente durante la deshidratación. La temperatura típica que suele alcanzarse en estos túneles oscila entre 60 y 80 °C, llegando a alcanzar en algunos casos excepcionales hasta 140 °C. Los flujos de calor típicos para estos secadores varían de 202.3 a 767.4 W/m² (Sacilik y otros, 2006).

Las ventajas de la deshidratación solar radican en los bajos costos de operación y en ser ecológicos, puesto que generalmente no utilizan energía eléctrica o derivada de combustibles fósiles (Bala y Woods, 1994).

La desventaja radica en la vulnerabilidad del alimento a la contaminación por polvo, infestación por insectos y hongos productores de aflatoxinas, pérdidas por animales, baja calidad de los productos obtenidos (Bala, 2004).

Deshidratado con aire caliente forzado

Método que es el más común para secar, el aire remueve el agua en estado libre de la superficie de los productos. El incremento en la velocidad del aire y la turbulencia generada alrededor del alimento provoca una reducción de la tensión en la capa de difusión, causando una deshidratación eficiente (Cárcel y otros, 2007).

Su principal desventaja es el uso de altas temperaturas lo que causa cambios drásticos en el sabor, color, contenido de nutrientes, componentes aromáticos, densidad, capacidad de absorción de agua y concentración de solutos (Maskan, 2001).

Deshidratación osmótica

Es una técnica que consiste en colocar el producto en contacto con una solución de azúcar y/o sal, a la cual se denomina solución osmótica. Durante este proceso disminuye continuamente el agua mientras el agente osmótico penetra en el alimento. Tiene la ventaja de mantener de mejor manera las características organolépticas (color, textura, sabor y aroma) y nutricionales (vitaminas, minerales y compuestos protectores), lo cual no se logra con la deshidratación térmica (Jiokapa y otros, 2001). La deshidratación osmótica también permite reducir los costos de producción, empaque y distribución de los alimentos (El-Aouar y otros, 2006).

Deshidratado con microondas

Esta técnica genera un calentamiento interno y una presión de vapor dentro del producto que suavemente bombea humedad a la superficie, reduciendo la resistencia interna del alimento al movimiento de agua causando su deshidratación (Turner y Jolly, 1991).

La alta presión de vapor de agua que se genera en el interior del alimento expuesto a microondas puede inducir la formación de poros en el producto, lo cual facilita el proceso de secado (Feng y otros, 2001).

Este método de deshidratación se ha vuelto común, porque previene la disminución de calidad y asegura una distribución rápida y eficiente del calor en el alimento (Díaz-Maroto y otros, 2003). Con este método el tiempo de secado se reduce significativamente y se obtienen grandes ahorros de energía (Feng, 2002).

Deshidratado por liofilización

Es un proceso industrial empleado para asegurar la estabilidad a largo plazo, para preservar las propiedades originales de los productos farmacéuticos y biológicos (Abdelwahed y otros, 2006).

El liofilizado requiere la eliminación de agua de más de 99 % de una solución diluida inicialmente. La concentración de soluto total aumenta rápidamente y es una función de la temperatura solamente, es por lo tanto independiente de la concentración de la solución inicial. El estado sólido del agua durante la liofilización protege la estructura primaria y la forma de los productos con una reducción mínima de volumen. Los compuestos volátiles, sales o electrolitos, sino forman una clase especial de excipientes, sales, acetato o bicarbonato, se eliminan fácilmente durante la etapa de sublimación del hielo y por lo tanto no permanecen en el producto deshidratado (Franks, 1998).

Pikal y otros (1984) mencionaron que los materiales para ser liofilizados son agrupados en dos clases: sólidos con un alto contenido de agua, como pueden ser productos alimenticios, generalmente se colocan en bandejas dentro del liofilizador, o soluciones homogéneas como péptidos o fármacos convencionales. Estados intermedios comprenden dispersiones como liposomas o células individuales

(microorganismos, levaduras). A pesar de las muchas ventajas, el secado por congelación siempre ha sido reconocido como el proceso más costoso para la fabricación de un producto deshidratado.

2.4 Tendencias de especias, condimentos y sazónadores

Las especias y/o condimentos son sustancias alimenticias que utilizamos para sazonar, mejorar o realzar el gusto de los alimentos, haciéndolos más apetitosos, digeribles, para conservarlos mejor, para complementar o lograr armonía entre todos los ingredientes de la preparación sin alterar el sabor natural de lo que se cocina. El valor nutritivo de las especias o condimentos es insignificante, mínimos de nutrientes o valor energético (Almeida, 2011).

Conocemos con este nombre a una serie de aditivos naturales capaces de modificar el sabor, color, consistencia, acidez de los platos que tomamos. Proceden de las hojas, flores o raíces de algunas plantas y árboles. Y nuestra cocina no sería la misma sin ellas. Los diferentes condimentos que encontramos en el mercado se pueden clasificar en distintos grupos, podemos destacar algunos: Salinos, que se emplean en la mayoría de los platos y aunque el más frecuente es la sal, podemos destacar el orégano, albahaca o estragón entre otros. Ácidos, son eficaces para calmar la sed por sus cualidades refrescantes y los más usados son el limón o el vinagre. Aromáticos, son los que aportan un olor intenso a los platos y podemos destacar el ajo y perejil o el romero y laurel (Salfield, 2000).

Los sazónadores son condimentos que se han usado desde las civilizaciones antiguas hasta nuestros días. Mejoran la conservación de los alimentos y les dan sabor. En la actualidad, este mercado está en constante crecimiento, ya sea como especias solas o sus mezclas. Por otro lado, la industria alimentaria, consciente del

creciente interés del consumidor por estos condimentos, facilita la mezcla de especias en envases prácticos y funcionales para emplear en casa o en cualquier otro lugar. Por tanto, el auge de los restaurantes temáticos es uno de los factores que ha contribuido al aumento de la curiosidad por probar los nuevos y peculiares sabores de las especias, la preocupación por la salud y el interés por descubrir nuevos aromas ha aumentado en gran medida la demanda y el consumo de éstas. Son productos muy útiles en dietas que requieren controlar el contenido de sodio o de sal, como es el caso de la hipertensión, puesto que realzan el sabor de los platos y ayudan a comer con menos sal (Porter, 1990; Citado por Chávez y otros 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

3.2 Materiales, equipos e instrumentos

3.2.1 Materiales

- Recortes de espárragos verde (*Asparagus officinalis* L.) en estado fresco proporcionado por la empresa Compositan Alto. SAC., ubicada en el distrito de Moche, provincia de Trujillo, región La Libertad.
- Cloruro de calcio (2.5%)

3.2.2 Equipos

- Cocina eléctrica. Marca Selecta
- Selladora térmica de plásticos. Marca Machitek.
- Espectrofotómetro. Marca Genesys 6. Rango 325 – 1100nm.
- Deshidratador de aire caliente. Modelo PT – 67. Rango 0 a 68 °C.
- Estufa de convección de aire. Marca Memmert. Rango 30 – 280 °C.
- Centrifuga. Marca Heraeus sepatech. Modelo Labofuge 200.

- Refrigeradora. Marca Bosch. Modelo Frost 44. Rango 0 a 8°C. Precisión ± 2 °C.
- Cocina semiindustrial a gas.
- Cocina eléctrica – Marca selecta
- Mufra. Marca Terrígeno.
- Determinador de humedad Marca Sartorius Modelo MA35

3.2.3 Instrumentos

- Balanza electrónica Marca Sartorius Ag Goettingen capacidad 3100 g, aprox. 0.001 g.
- Balanza analítica. Marca A&D COMPANY. Sensibilidad 0.0001g. Capacidad: 210 g.
- Vernier digital caliper – 0.150 mm
- Termómetro digital. Marca multidigital. Rango 50 °C a 200 °C Precisión ± 0.01 °C
- Colador giratorio
- Licuadora. Marca Oster.

3.2.4 Reactivos

- Acetona 90%
- H₂SO₄ 1.25%
- NaOH 1.25%
- HCl 1.25%

3.2.5 Otros Materiales

- Cuchillos de acero inoxidable.
- Ollas de acero inoxidable.
- Bandejas de plásticos.
- Material de vidrio de laboratorio en general.
- Vasos de precipitación de 50, 250 y 100 mL.
- Pipetas (5 y 10 mL)

- Mortero
- Probetas 1000 mL.
- Tinas.
- Crisoles Gooch. Marca Pyrex (porosidad 40 micrones)
- Bomba al vacío.
- Bolsas de Ziploc medianas de polietileno de alta densidad, transparente de 17.5 cm x 20 cm, planas y con cierre hermético.

3.3 Métodos Experimentales

3.3.1 Esquema experimental

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental para el estudio de tres tipos de escaldado en los recortes de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) deshidratado, donde la variable independiente es el escaldado (E1, E2, E3) de recortes espárrago deshidratado y como variables dependientes las características fisicoquímicas (color, clorofila, fibra cruda) y sensoriales (aceptabilidad general).

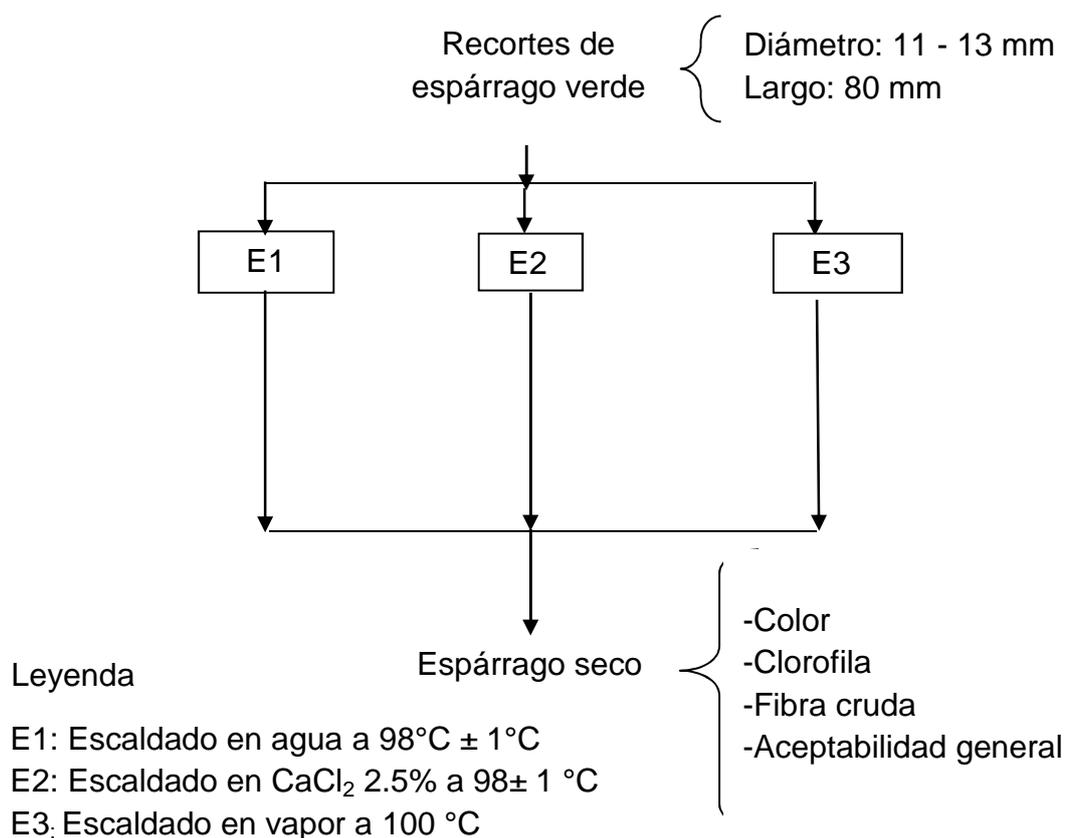


Figura 1. Esquema experimental para el estudio de tres tipos de escaldado (agua, solución cloruro de calcio, vapor) en los recortes de espárrago (*Asparagus officinalis* L) deshidratado

3.3.2 Procedimiento experimental para la elaboración de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) deshidratado

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo de la elaboración de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) deshidratado.

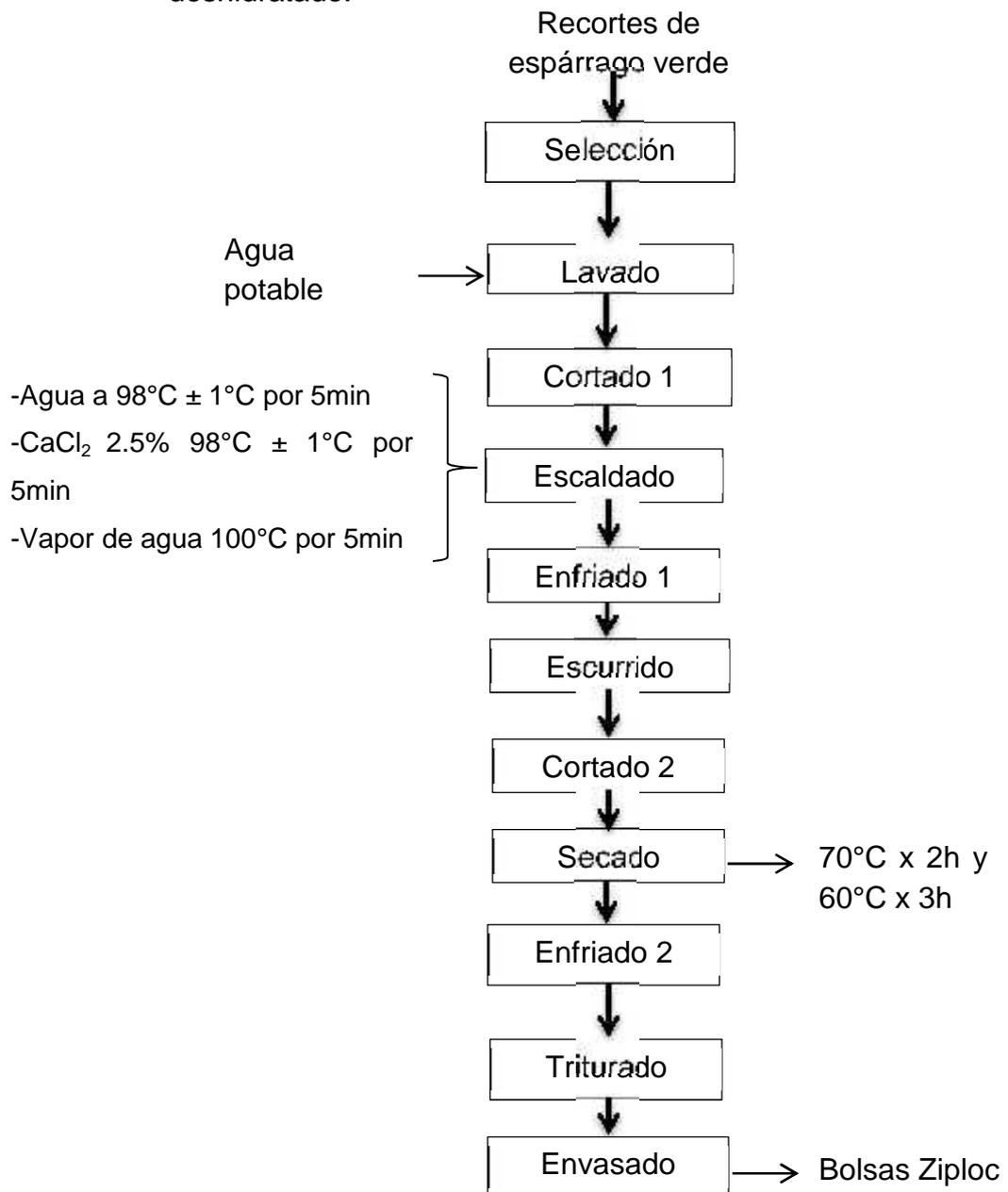


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de recortes de espárrago verde (*Asparagus officinalis* L.) deshidratado.

A continuación, se describe el proceso de elaboración de recortes de espárrago verde deshidratado.

- Selección. Se seleccionó los recortes de espárragos verdes de diámetro entre 11 y 13 mm y largo de 80 mm
- Lavado. Se realizó con agua potable en tinas para eliminar la tierra adherida.
- Cortado 1. Se hicieron cortes en los espárragos de 20 mm de largo.
- Escaldado. Se realizaron tres tipos de escaldado:
 - ✓ Agua, se realizó sumergiendo los trozos de espárragos verdes en una olla con agua a $98^{\circ}\text{C} \pm 1$ durante 5 min.
 - ✓ CaCl_2 al 2.5%, se realizó sumergiendo los trozos de espárragos verdes en solución de CaCl_2 a $98^{\circ}\text{C} \pm 1$ durante 5 min.
 - ✓ Vapor, se realizó en una olla con agua a $100^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 5 min, donde los trozos de espárragos se colocaron sobre una rejilla en la parte superior de la olla para que así logré llegar el vapor.
- Enfriado 1. Los espárragos fueron llevados a una tina con agua a 10°C por 2 min.
- Escurrido. Se realizó con un colador centrifugó con manija, moviendo manualmente el sistema por 5 min. De esta manera, se eliminó el agua adherida a la superficie de los trozos de espárrago.
- Cortado 2. Los trozos se dividieron en dos partes para aumentar la superficie de secado.
- Secado. Se realizó en dos etapas, la primera a 70°C por 2 h y luego a 60°C por 3 h, así se llegó a 10% de humedad del espárrago, el cuál fue medido con el determinador de humedad.

- Enfriado 2. Se dejó enfriar el producto a temperatura ambiente durante 10 min aproximadamente.
- Triturado. Se realizó utilizando una licuadora donde se llevó los espárragos verdes deshidratados para triturar por tres segundos.
- Envasado. Los espárragos verdes secos se empacaron en bolsas ziploc (cierre hermético). Se almacenaron en un lugar fresco y seco con buena ventilación para luego realizar los análisis respectivos.

3.4 Métodos de análisis

3.4.1 Determinación de color

Se determinó el color de manera instrumental con el colorímetro Konica – Minolta, modelo CR-400, utilizando el sistema CIELAB y las coordenadas de luminosidad L^* (0 para negro y 100 para blanco), cromaticidad a^* (verde [-] a rojo [+]), y cromaticidad b^* (azul [-] a amarillo [+]), para la descripción del color; se hizo tres réplicas a cada muestras de espárrago deshidratado (Jacobo- Velázquez y otros, 2013).

3.4.2 Contenido de clorofila

Para determinar el contenido de clorofila las muestras de los recortes de espárrago verde fueron trituradas y posteriormente maceradas con acetona. La clorofila fue extraída con 90% de acetona en agua y filtrada. Se realizó la determinación de las concentraciones de clorofilas a, b y c en una mezcla, por espectrofotometría visible midiendo la absorbancia a 665, 645 y 630 nm (Castro, 2011).

- a. Extracción de pigmentos en los residuos de espárrago verde:
- Se pesó 2 g. de muestra, se trituró en un mortero suspendiendo y mezclando en 10 mL de acetona al 90%, se agitó y se dejó reposar en la oscuridad a 4°C por 24 h.
 - El extracto se centrifugó a 2700 rpm durante 5 min en tubos protegidos de la luz, para evitar de esta manera la fotodegradación de los pigmentos. El sobrenadante se llevó a otros tubos fotoprottegidos, desechándose el precipitado (Castro, 2011).
- b. Se determinó el contenido de clorofila tomando 0.2 mL del sobrenadante anterior en un tubo de ensayo y posteriormente se midió la absorbancia a 665, 645 y 630 nm y mediante las fórmulas se calculó y se reemplazó los valores de absorbancia para las clorofilas a, b y c:
- Clorofila (a) (mg/L^{-1}) = $11.6 \times \text{Abs (665)} - 1.31 \times \text{Abs (645)} - 0.14 \times \text{Abs (630)}$.
- Clorofila (b) (mg/L^{-1}) = $20.7 \times \text{Abs (645)} - 4.34 \times \text{Abs (665)} - 4.42 \times \text{Abs (630)}$
- Clorofila (c) (mg/L^{-1}) = $55 \times \text{Abs (630)} - 4.64 \times \text{Abs (665)} - 16.3 \times \text{Abs (645)}$.

3.4.3 Fibra cruda

Se empleó el método por hidrólisis ácida y alcalina (AOAC, 1997). Se realizó el siguiente procedimiento:

- Se pesó 1 g de muestra y se colocó en un vaso de precipitado.
- Se añadió 200 mL de H_2SO_4 (1.25%).
- Se calentó a ebullición durante 30 minutos, moviendo constantemente y manteniendo el nivel de agua constante.

- El producto obtenido se filtró y se lavó con agua destilada caliente, la filtración se debe en menos de 10 min.
- Luego se transfirió la muestra al matraz y se añadió 200 mL de NaOH, y se llevó a ebullición por 30 min.
- Al producto obtenido de la operación anterior se filtró y lavó con HCl (1.25%)
- Los residuos fueron llevados a la estufa a secar a 130 °C por espacio de 2 horas. Transcurrido el tiempo establecido se enfrió y pesó.
- Una vez secos los residuos se colocaron en la mufla 500 – 600 °C por 3 horas.
- Se dejó enfriar y luego se procedió a pesar.

La determinación de la cantidad de fibra cruda se realizó por diferencia de peso:

$$\% \text{ fibra cruda} = \frac{P_s - P_c}{M} 100\%$$

En donde:

Ps: Masa en gramos del residuo seco a 130 °C

Pc: Masa en gramos de las cenizas

M: Peso en gramos de la muestra

3.4.4 Aceptabilidad general

Los espárragos verdes deshidratados se sometieron a un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad general usando una escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde el extremo inferior corresponde a me disgusta muchísimo con 1 punto, hasta el extremo superior me gusta muchísimo con 9 puntos. Se trabajó con 30 panelistas no entrenados ambos sexos, los cuáles degustaron en platos descartables una cierta cantidad de espárrago deshidratado esparcida (aprox. 3

g) acompañado de queso fresco sin sal (trozos de 2.0 cm x 1.0 cm x 0.5 cm) (Anzaldúa-Morales, 2005).

El formato para la aceptabilidad general de cada panelista se muestra en el Anexo I.

3.4.5 Métodos estadísticos

Esta investigación correspondió a un diseño experimental con arreglo unifactorial con 4 repeticiones. Para las variables paramétricas (color, contenido de clorofila y fibra cruda), se realizó la prueba de Levene modificada para la determinación de la homogeneidad de varianzas, luego un análisis de varianza (ANVA) y, posteriormente, la prueba de Duncan; todas a un nivel de confianza del 95%. Los valores de aceptabilidad general de espárragos verdes deshidratados se evaluaron por la prueba no paramétricas de Kruskal Wallis con un nivel de confianza de 95%, utilizándose el software SPSS versión 22.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Efecto del tipo de escaldado sobre el color en recortes de espárrago verde deshidratado

En la Figura 3, se presenta los valores de L^* en recorte de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, se observa que el tratamiento con agua presentó mayor valor de luminosidad L^* (49.10), seguido de vapor (45.29) y CaCl_2 (41.90).

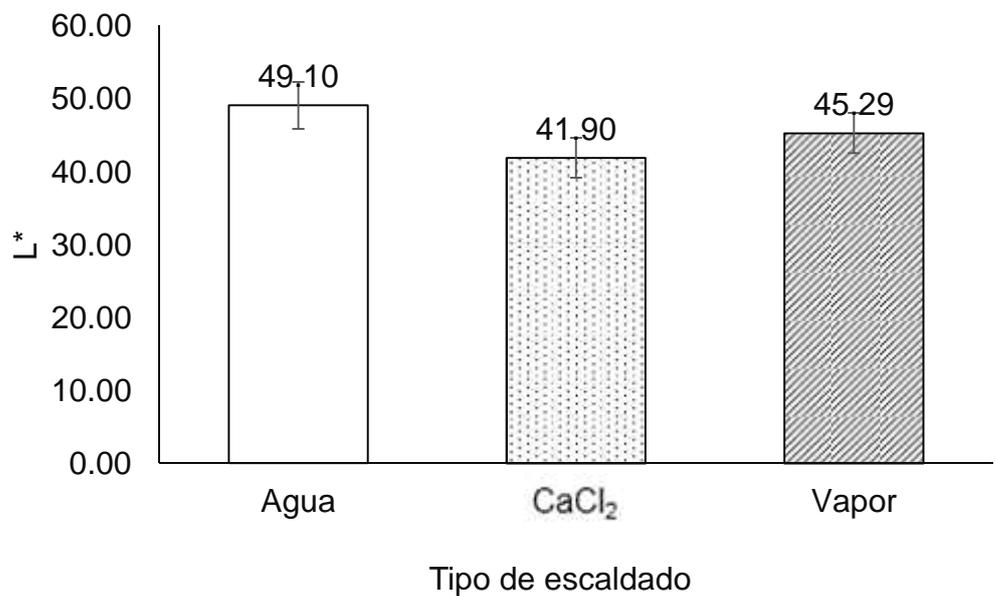


Figura 3. Variaciones de L^* en el escaldado para recortes de espárrago verde deshidratado

En la Figura 4, se presenta los valores de a^* en recortes de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, se observa que los valores están relacionados con el color verde (-), por lo que el tratamiento con agua presentó valor

mayor de a^* (-10.65), seguido de cloruro de calcio (-7.97) y finalmente vapor (-7.54).

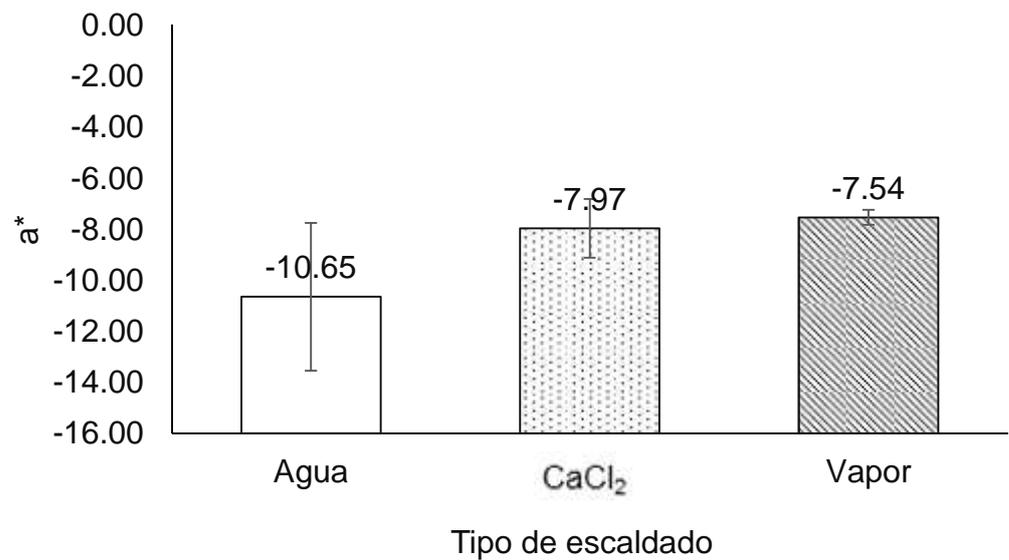


Figura 4. Variaciones de a^* en el escaldado para recortes de espárrago verde deshidratado

En la Figura 5, se presenta los valores de b^* en recortes de espárrago a diferentes tratamientos de escaldado se relacionan con el color amarillo (+), por lo que el tratamiento con agua presentó mayor valor de b^* (35.88), seguido de vapor (34.16) y finalmente solución de cloruro de calcio (29.32).

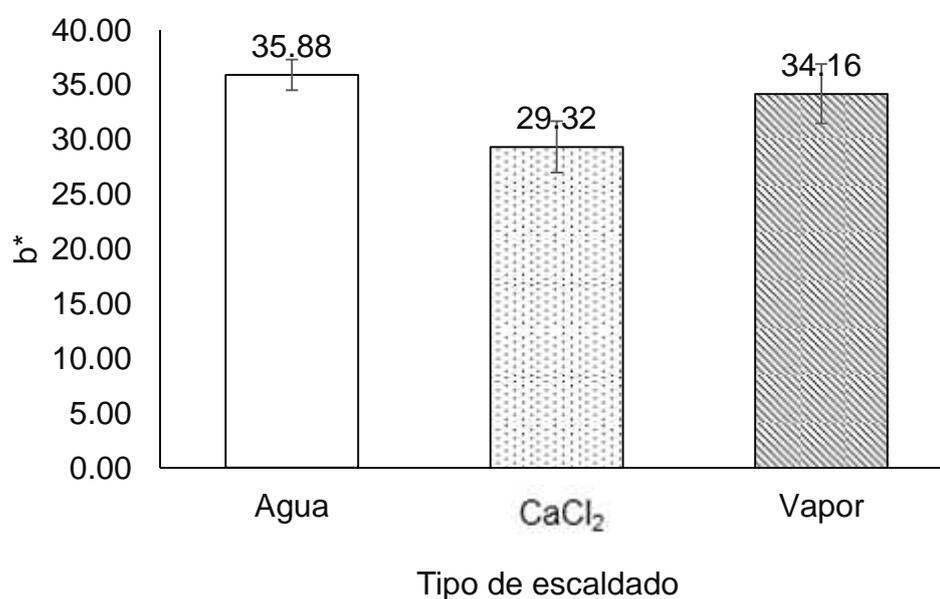


Figura 5. Variaciones de b* en el escaldado para recortes de espárrago verde deshidratado

En el Cuadro 2 se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de L*, a* y b* en recortes de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, donde se observa la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar un análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan con la finalidad de determina el mejor tratamiento.

Cuadro 2. Prueba de Levene para L*, a* y b* de recortes de espárrago verde deshidratado.

| Color | | |
|----------|-----------------------|-------|
| Variable | Estadístico de Levene | p |
| L* | 0.000 | 0.996 |
| a* | 3.110 | 0.094 |
| b* | 0.270 | 0.773 |

En el cuadro 3. Se muestra el análisis de varianza para L^* , a^* y b^* en escaldado en recortes de espárrago verde deshidratado.

El análisis de varianza indica que el tipo de escaldado presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre L^* y b^* en recortes de espárrago verde deshidratado, caso contrario ocurrió para a^* .

Cuadro 3. Análisis de varianza para L^* , a^* y b^* de recortes de espárrago verde deshidratado

| Variable | Origen | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Media cuadrática | F | p |
|----------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------|-------|
| L^* | Tipo de escaldado | 103.655 | 2 | 51.828 | 6.144 | 0.021 |
| | Error | 75.924 | 9 | 8.436 | | |
| | Total | 179.579 | 11 | | | |
| a^* | Tipo de escaldado | 22.746 | 2 | 11.373 | 3.481 | 0.076 |
| | Error | 29.405 | 9 | 3.267 | | |
| | Total | 52.151 | 11 | | | |
| b^* | Tipo de escaldado | 92.622 | 2 | 46.311 | 9.382 | 0.006 |
| | Error | 44.426 | 9 | 4.936 | | |
| | Total | 137.048 | 11 | | | |

En el Cuadro 4 se presenta la prueba de Duncan para L^* en recortes de espárrago verde deshidratado, en el subgrupo 2 se encuentran los tratamientos con vapor y agua, que presentaron los valores altos de L^* 45.29 y 49.10, respectivamente (estadísticamente iguales al estar en el mismo subgrupo).

Cuadro 4. Prueba Duncan para L^* en recortes de espárrago verde deshidratado.

| Tipo de escaldado | Subgrupo | |
|-------------------|----------|-------|
| | 1 | 2 |
| CaCl ₂ | 41.90 | |
| Vapor | 45.29 | 45.29 |
| Agua | | 49.10 |

En el Cuadro 5 se presenta la prueba de Duncan para el contenido de b^* en recortes de espárrago verde deshidratado, en el subgrupo 2 se encuentran los tratamientos con vapor y agua que presentaron los valores altos de b^* 34.16 y 35.88, respectivamente (estadísticamente iguales al estar en el mismo subgrupo).

Cuadro 5. Prueba Duncan para b^* en recortes de espárrago verde deshidratado.

| Tipo de escaldado | Subgrupo | |
|-------------------|----------|-------|
| | 1 | 2 |
| CaCl ₂ | 29.32 | |
| Vapor | | 34.16 |
| Agua | | 35.88 |

Como se observa en los cuadros 4 y 5 el subgrupo 2, el escaldado en agua y vapor presentan valores altos en L^* y b^* , los cuales aumenta estadísticamente el contenido de luminosidad y color amarillo en los espárragos verdes deshidratados caso contrario pasa con el escaldado con solución de cloruro al 2.5% de calcio no hubo un incremento en sus valores; según Kim y otros (2006) si se aumenta más de 0.1% CaCl₂, la rigidez dificulta la difusividad del

agua y por lo tanto degrada más el color, es por ello que es mejor un pretratamiento de escalde a menor concentración de lo realizado en esta investigación.

Lukinac y otros (2009) compararon los cambios de color en espárragos verdes secados en bandejas a temperaturas de (60 y 70 °C) escaldados en agua a 3min, obteniendo valores de 31.00 a 33.63 en L*, entre -2.45 a -2.51 valores en a*, 6.95 a 8.49 valores de b*, en esta investigación fueron deshidratados a temperaturas de 70 (2 horas) y 60°C (3 horas), donde se observaron diferencias significativas solo en L* con valores en el escaldado en agua de 41.90 y b* con valores de 35.88, pero no ocurrió lo mismo en "a" con valores de -10.65 indicando que no hubo diferencias significativas, indicando así un tipo de variedad de espárrago diferente desde el momento de su cosecha hasta el proceso, no hubo estudios de contenido de clorofila en a la investigación.

Ornelas-Paz y otros (2010 - 2013) evaluaron el color L*, a* y b* en el escaldado en agua y vapor de pimiento verde en los cuáles se reportó un efecto significativo para L* con valores de 34.27, 35.24 y b* con valores de 12.43, 13.07, caso contrario ocurrió para a* que no existió diferencia significativa con valores de -10.82, -8.68, tales resultados son tendencias similares a los resultados de color en esta investigación donde se reportó efecto significativo en L* y b*.

Díaz (2010) estudió el efecto del escaldado en agua y variedad en las características fisicoquímicas de la albahaca seca, se mostró que no se encontraron efecto significativo dentro de las 3 variedades del albahaca, en cuanto color los valores de L" fueron 31.02 a 39.42, para a* -0.18 a -2.68 y los valores de b* 12.02 a 13.77 no hubo diferencias significativas debido a los niveles altos de tiempo de secado de 16 y 24 horas a una temperatura de 70°C, en comparación con esta investigación en L* y "b" si hubo efecto

significativo pero no ocurrió lo mismo con a* que no hubo efecto significativo. En los tres tipos de escaldado se encontraron resultados similares.

4.2 Efecto del tipo de escaldado sobre el contenido de clorofila en recortes de espárrago verde deshidratado

En la Figura 6, se presenta los valores de clorofila "a" en recortes de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, se observa que el tratamiento con agua presentó mayor valor de clorofila "a" (16.72), seguido de vapor (16.26) y finalmente CaCl_2 (12.55)

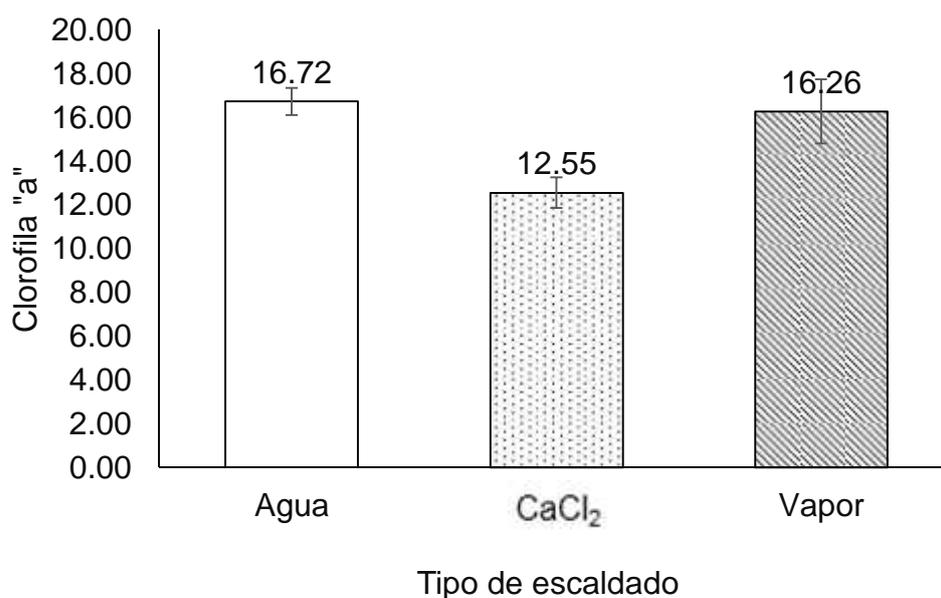


Figura 6. Variaciones del contenido de clorofila "a" en el escaldado de recortes de espárrago verde deshidratado

En la Figura 7, se presenta los valores de clorofila "b" en recortes de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, se observa que el tratamiento con vapor presentó mayor

valor de clorofila "b" (2.14), seguido de agua (1.96) y finalmente CaCl_2 (1.66)

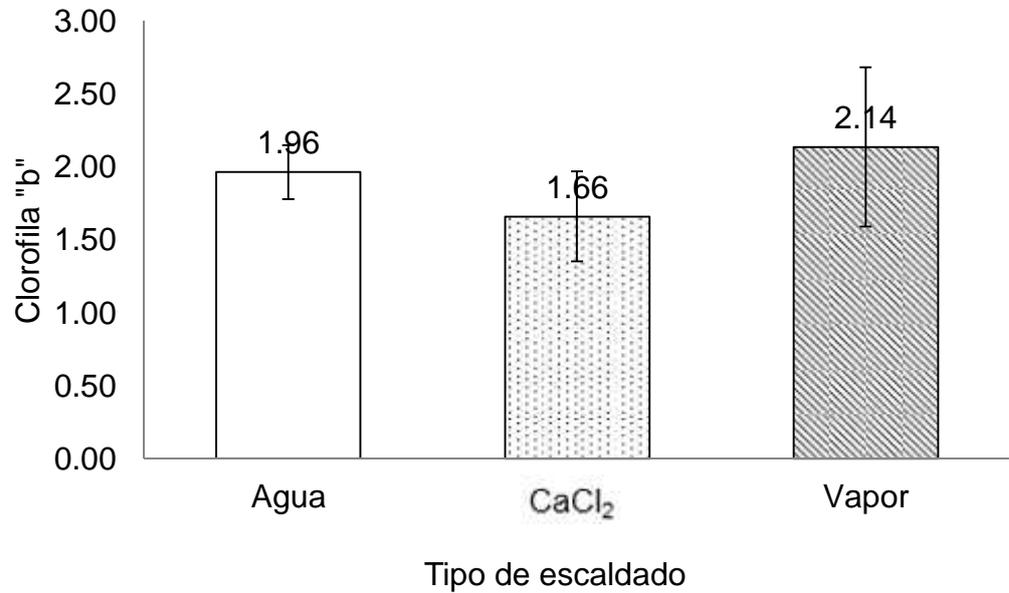


Figura 7. Variaciones del contenido de clorofila "b" en el escaldado de recortes de espárrago verde deshidratado

En la Figura 8, se presenta los valores de clorofila "c" en recortes de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, se observa que el tratamiento con agua presentó mayor valor de clorofila "c" (1.69), seguido de vapor (0.44) y finalmente cloruro de calcio (0.29)

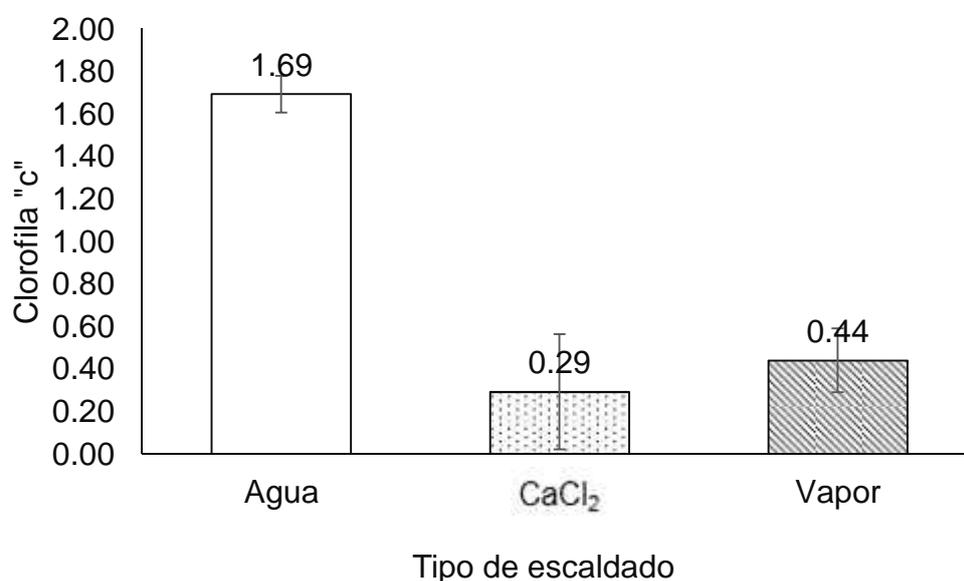


Figura 8. Variaciones del contenido de clorofila "c" en el escaldado de recortes de espárrago verde deshidratado

En el Cuadro 6 se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de clorofila "a, b, y c" en recortes de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, donde se observa la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar un análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan con la finalidad de determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 6. Prueba de Levene para Clorofila "a, b y c" de recortes de espárrago verde deshidratado.

| Variable | Estadístico de Levene | p |
|-------------|-----------------------|-------|
| Clorofila a | 3.090 | 0.095 |
| Clorofila b | 0.490 | 0.630 |
| Clorofila c | 0.680 | 0.532 |

En el cuadro 7 se muestra el análisis de varianza para el contenido de clorofila “a, b y c” en escaldado en recortes de espárrago verde deshidratado.

El análisis de varianza indica que el tipo de escaldado presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre clorofila “a” y “c” en recortes de espárrago verde deshidratado, caso contrario ocurrió para clorofila “b”

Cuadro 7. Análisis de varianza para el contenido de clorofila “a, b y c” de recortes de espárrago verde deshidratado.

| Variable | Origen | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Media cuadrática | F | p |
|-------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------|
| Clorofila a | Tipo de escaldado | 41.740 | 2 | 20.870 | 20.781 | 0.000 |
| | Error | 9.039 | 9 | 1.004 | | |
| | Total | 50.779 | 11 | | | |
| Clorofila b | Tipo de escaldado | 0.465 | 2 | 0.233 | 1.629 | 0.249 |
| | Error | 1.285 | 9 | 0.143 | | |
| | Total | 1.750 | 11 | | | |
| Clorofila c | Tipo de escaldado | 4.743 | 2 | 2.371 | 68.609 | 0.000 |
| | Error | 0.311 | 9 | 0.035 | | |
| | Total | 5.054 | 11 | | | |

En el Cuadro 8 se presenta la prueba de Duncan para el contenido de clorofila “a” en recortes de espárrago verde deshidratado, en el subgrupo 2 se observa los tratamientos con vapor y agua que presentaron los valores altos de clorofila “a” 16.26 y 16.72, respectivamente (estadísticamente iguales al estar en el mismo subgrupo).

Cuadro 8. Prueba de Duncan para el contenido de clorofila “a” en recortes de espárrago verde deshidratado.

| Tipo de escaldado | Subgrupo | |
|-------------------|----------|-------|
| | 1 | 2 |
| CaCl ₂ | 12.55 | |
| Vapor | | 16.26 |
| Agua | | 16.72 |

En el Cuadro 9 se presenta la prueba de Duncan para el contenido de clorofila “c” en recortes de espárrago verde deshidratado, en el subgrupo 2 se observa al tratamiento con agua que presentó valor alto 1.69.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para el contenido de clorofila “c” en recortes de espárrago verde deshidratado.

| Tipo de escaldado | Subgrupo | |
|-------------------|----------|------|
| | 1 | 2 |
| CaCl ₂ | 0.29 | |
| Vapor | 0.44 | |
| Agua | | 1.69 |

En los resultados obtenidos se muestra que si hubo efecto significativo el escaldado en agua y vapor en clorofila “a” con valores de 16.72 y 16.26, en clorofila “c” 1.69, 0.44, comparando con el estudio de Cortez, (2011) se encontró un efecto significativo mayor ($p < 0.05$) en el ají chilaca y pasilla de clorofila “a” que de clorofila “b”, con valores de 25.04 a 19.53 en “a”; 15.22 a 14 “b” para el ají chilaca y con valores de “a” 54.04 a 40.66 y “b” de 16.81 a 21.29 para ají pasilla lo que es tendencia similar a esta investigación para clorofila “a” que si tuvo un efecto significativo. Lo

cual se observa que en el proceso de secado se perdió el 85% del contenido de clorofilas (Hornero-Méndez y otros, 2000).

Mazzeo y otros, (2011) han encontrado que, en los vegetales verdes, los tratamientos térmicos producen efectos negativos en el contenido de clorofilas. Además de su efecto negativo por el efecto de la temperatura se considera que los tratamientos térmicos causan degradación por efecto de ácidos débiles, oxígeno y exposición a la luz lo cual lleva a la formación de productos de degradación.

La clorofila se altera fácilmente por diversos agentes como son los oxidantes, temperaturas altas, luz, pH, condiciones de acidez y algunas enzimas (Koca y otros, 2005); la mayor cantidad de clorofilas encontradas en la naturaleza incluyen a la clorofila a y clorofila b (Ferruzzi y Blakeslee, 2007).

Quipo y otros (2013) evaluaron el efecto de escaldado de pimentón verde a tratamientos de vapor y agua durante 5 min y microondas 760W durante 2 min, donde el contenido de clorofila a y c osciló entre $4,44 \pm 0,04$ y $2,61 \pm 0,04$ mg de clorofila/100 g de pimentón verde. El tratamiento en agua aumentó el contenido de este pigmento y el tratamiento a vapor no afectó significativamente, comparado con esta investigación si hubo un efecto significativo en el escaldado en agua y vapor para las clorofilas a y c, teniendo un mayor incremento de contenido de clorofila el escaldado en agua a 98 °C por 5 min, lo cual reportado por Martínez y otros (2013) indica que el aumento aparente de la clorofila en el tratamiento con agua probablemente es consecuencia de fenómenos de lixiviación que permiten concentrar la clorofila.

Kim y otros (2006) El cloruro de calcio siendo un compuesto químico influye como un activador junto al magnesio al momento de la clorofila fomentando así la absorción y transporte de fósforo. El

cloruro es necesario en pequeñas cantidades y coadyuva en el metabolismo de las plantas, la fotosíntesis, la ósmosis (movimiento de agua hacia dentro y fuera de las células de las plantas) y en el equilibrio iónico en el interior de sus células.

4.3 Efecto del tipo de escaldado en fibra cruda de recortes de espárrago verde deshidratado

En la Figura 9 se presenta el contenido de fibra cruda en recortes de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, se observa que el tratamiento con vapor presentó mayor contenido de fibra cruda (13.58%), seguido de cloruro de calcio (12.33%) y finalmente agua (10.58%)

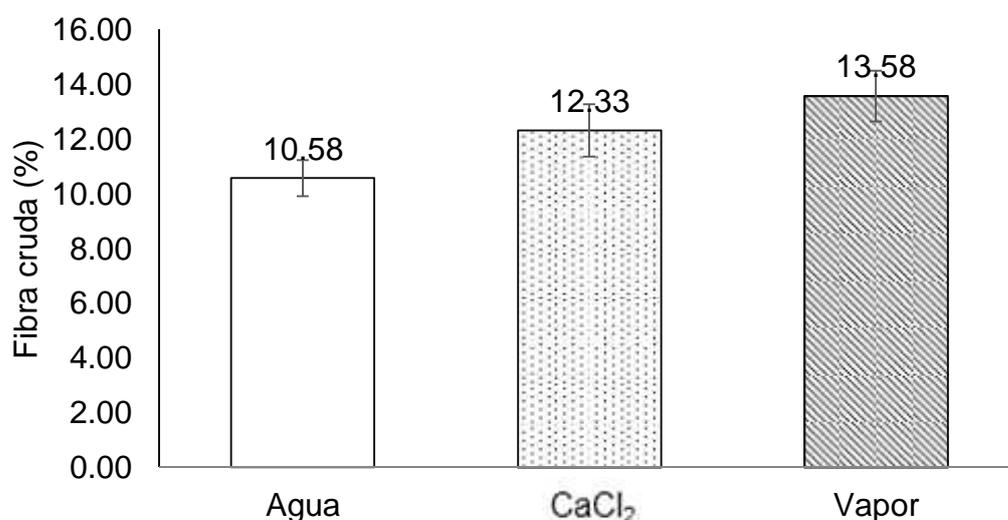


Figura 9. Contenido de fibra cruda en recortes de espárrago verde deshidratado

En el Cuadro 10 se presenta la prueba de Levene modificada aplicada a los valores de contenido de fibra en recortes de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, donde se observa la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar un análisis de

varianza y posteriormente la prueba de Duncan con la finalidad de determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 10. Prueba de Levene para fibra cruda de recortes de espárrago verde deshidratado.

| Fibra | |
|-----------------------|-------|
| Estadístico de Levene | p |
| 1.010 | 0.403 |

El análisis de varianza indica que el tipo de escaldado presentó efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de fibra cruda en recortes de espárrago verde deshidratado.

En el cuadro 11 se muestra el análisis de varianza para el contenido de fibra cruda en escaldado de recortes de espárrago verde deshidratado.

Cuadro 11. Análisis de varianza para fibra cruda de recortes de espárrago verde deshidratado.

| Origen | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Media cuadrática | F | p |
|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------|-------|
| Tipo de escaldado | 18.190 | 2 | 9.095 | 12.324 | 0.003 |
| Error | 6.642 | 9 | 0.738 | | |
| Total | 24.832 | 11 | | | |

En el Cuadro 12 se presenta la prueba de Duncan para el contenido de fibra cruda en recortes de espárrago verde deshidratado, donde en el subgrupo 2 se tiene a los tratamientos CaCl_2 y Vapor que presentaron los valores altos de fibra cruda

12.33 y 13.58, respectivamente (estadísticamente iguales al estar en el mismo subgrupo).

Cuadro 12. Prueba de Duncan para el contenido de fibra cruda en recortes de espárrago verde deshidratado.

| Tipo de escaldado | Subgrupo | |
|-------------------|----------|-------|
| | 1 | 2 |
| Agua | 10.58 | |
| CaCl ₂ | | 12.33 |
| Vapor | | 13.58 |

Elleuch y otros (2011) señalan que el uso de la fibra como ingrediente funcional ha impulsado la investigación hacia la búsqueda de fuentes ricas en este compuesto, siendo la deshidratación de vegetales o de subproductos de la industria alimentaria una manera habitual de obtenerla. Dependiendo de la fruta o verdura de procedencia, se pueden llegar a obtener concentrados con un contenido en fibra alimentaria entre el 28-90%.

Paquita (2015) estudio el efecto del pre-tratamiento sin escaldar, escaldado en agua y escaldado en solución de NaCl 3% y temperaturas del aire de secado 50, 60 y 70 °C donde los resultados mostraron diferencias significativas en fibra con porcentajes en la muestra control de 13.0%, escaldado en agua 10.07% y escaldado en NaCl 12.85%, lo cual se muestra una tendencia similar con lo que indica Galarza (2010) que los valores promedios oscilan de 8.02% a 13.7%; en esta investigación hubo efecto significativo para los tres tipos de escaldado con porcentajes para el escaldado en vapor de 13.58% y CaCl₂ de 12.33% y por último el escaldado en agua con 10.58%, lo que nos señala Galarza (2010) es que al llevarse el escaldado en CaCl₂ induce a la

retención de fibra soluble en las estructuras internas de la muestra a comparación del escaldado en agua.

El contenido de fibra en las muestras escaldadas en Agua (10.58%) fueron muy inferiores que los escaldados en CaCl_2 (12.33%), estos resultados se pueden atribuir a la pérdida de fibra soluble durante el escaldado en agua mientras que en el escaldado en solución de CaCl_2 el contenido de fibra es pérdida, pero en una menor proporción gracias a que la solución de CaCl_2 promueve fijar la fibra soluble. Fundamentándose estos resultados en los estudios de (Ayorkor, 2009; Mepba y otros 2007) indican que tanto el escaldado y la cocción tienen efecto significativo de fibra cruda ($p < 0.05$) en amaranto, moringa, espinaca y otros vegetales.

Chau y otros (2005) determinaron valores algo inferiores para fibra de zanahoria a 12.5%. Fuentes-Alventosa y otros (2009) determinaron la capacidad de retención de agua de la fibra obtenida de subproducto de espárragos, los valores fueron similares a los nuestros comprendidos entre 11 y 20% de fibra cruda según el método de extracción utilizado para obtener la fibra.

4.4 Efecto del tipo de escaldado en aceptabilidad general de recortes de espárrago verde deshidratado

En la Figura 10 se presenta el promedio de las calificaciones de aceptabilidad general en recortes de espárrago verde deshidratado a diferentes tratamientos de escaldado, se observa que el tratamiento con vapor presentó mayor calificación (7.00), seguido de agua (6.80) y finalmente CaCl_2 (6.63).

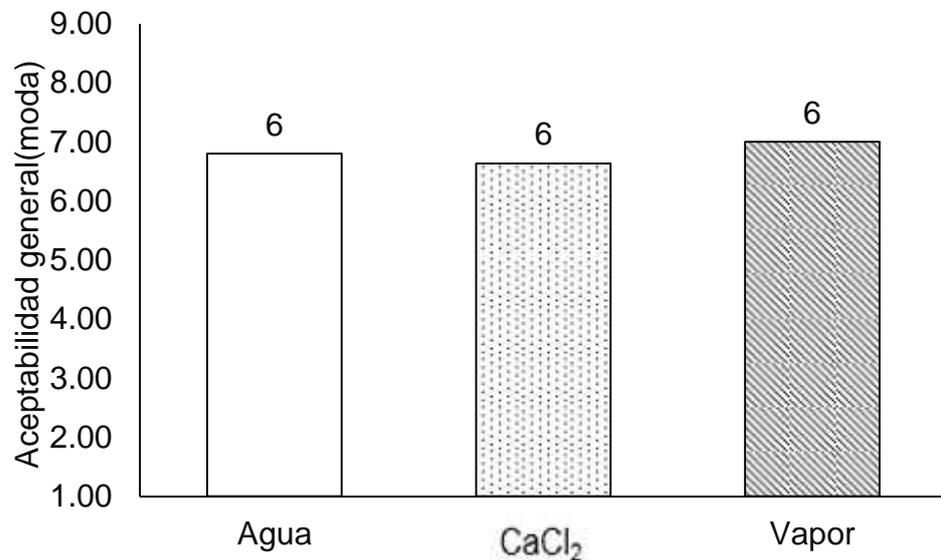


Figura 10. Valores de Aceptabilidad general de recortes de espárrago verde deshidratado.

En el Cuadro 13 se presenta la prueba de Kruskal-Wallis para la aceptabilidad general en recortes de espárrago verde deshidratado, donde no existió diferencias significativas entre las muestras evaluadas ($p > 0.05$), todas las muestras presentaron moda de 6 correspondientes a la percepción de "me gusta ligeramente".

Cuadro 13. Prueba de Kruskal-Wallis para la aceptabilidad general en recortes de espárrago verde deshidratado.

| Tipo de escaldado | Rango promedio | Promedio | Moda |
|------------------------------|---------------------------|-----------------|-------------|
| Agua | 48.88 | 6.80 | 6 |
| CaCl ₂ | 45.45 | 6.63 | 6 |
| Vapor | 42.17 | 7.00 | 6 |
| Chi-cuadrado | | 1.046 | |
| p | | 0.593 | |

Salgado Beltrán y otros (2012) evaluaron la aceptabilidad general de un nuevo producto a base de espárrago (polvo), los resultados de los grupos de enfoque mostraron que los consumidores eligen la imagen del espárrago deshidratado en polvo. De 4 opciones presentadas, los consumidores clasificaron al nuevo producto como práctico, disponible todo el año y que pudiera tener varios usos. El atributo intrínseco de sabor fue mayor valorado, seguido por los atributos extrínsecos de buena imagen y precio. Comparando con nuestra investigación los tres tratamientos de escaldado no tuvieron efecto significativo entre muestras, pero nos muestra que los posibles consumidores si elegirían una nueva presentación de lo que están acostumbrados a comprar.

Vidales y otros (1998) señalan que el escaldado puede realizarse en agua caliente, en agua en ebullición o en vapor de agua saturado. Este último método es preferible, ya que permite la retención de propiedades nutricionales (principalmente vitaminas solubles en agua) y sensoriales, principalmente textura. Comparando lo anterior con esta investigación el tratamiento de escaldado en vapor tuvo una ligera mayor preferencia, pero no se

llegó a diferenciar la aceptabilidad, con un nivel de “me gusta ligeramente” por los panelistas, pero no fue estadísticamente significativo. Se requiere de más información en este caso para mejorar la aceptabilidad general.

V. CONCLUSIONES

Existió efecto significativo en el escaldado (en agua a $98\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$, en solución de cloruro de calcio a $98^{\circ}\text{C} \pm 1$ y en vapor a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) sobre color L^* y b^* , contenido de clorofila (a y c) y en el contenido de fibra cruda en recortes de espárrago verde deshidratado.

El mejor tratamiento fue el escaldado en vapor a 100°C de espárrago verde deshidratado porque presentó mayor valor de fibra cruda (13.58%), el mejor color en L^* (45.29) y b^* (34.16), mayor contenido de clorofila a (16.26) y c (0.44).

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar la influencia de la adición de otros compuestos como cloruro de sodio y sacarosa en el escaldado sobre la textura y aceptabilidad general en residuos de espárrago verde o blanco deshidratado.

Realizar investigaciones sobre los residuos agroindustriales de alcachofa, pimiento piquillo y otros para un mejor aprovechamiento como producto nuevo con mayor valor económico.

Estudiar el uso de espárrago verde deshidratado en diversos alimentos como panes, quesos y/u otros.

Modificar el análisis sensorial, como cambio de vehículo sensorial para el análisis y/o el porcentaje de polvo de espárrago deshidratado.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Abdelwahed, W., Degobert, G., Stainmesse, S. y Fessi, H. 2006. Freeze-drying of nanoparticles: Formulation, process and storage considerations. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 58:1688–1713.

Almeida, R.2011. Usos y propiedades de las especies y condimentos. Trabajo previo a la obtención del Título Académico de Tecnología en Gastronomía. Universidad técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

A.O.A.C. 1997. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17ava Edición. Arlington. Virginia, USA

Alzamora, S., Castro, M., Vidales, S., Nieto, A. y Salvatore, D. 2005. Minimally processed fruits and vegetables. Fundamental aspects and applications. *Journal of Food Engineering* 153 -171.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza-España. 2da edición.

Ayorkor, O. 2009. Effects of blanching and dehydration methods on the quality of Moringa leaf powder used as herbal green tea. (Master of Science), Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana.

Bala, B. 2004. Experimental investigation of the performance of the solar tunnel drier for drying jackfruit for production of dried jackfruit and jackfruit leather. Annual research report, Department of Farm Power and Machinery, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh, Bangladesh.

Bala, B. y Woods, J. 1994. Simulation of the indirect natural convection solar drying of rough rice. *Solar Energy*, 53(3):259–266.

Bala, B. 1998. Solar drying systems: simulation and optimization. Ed. Agrotech Publishing Academy, India.

Barreiro, J. y Sandoval, A. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Venezuela. Equinoccio.

Bautista-Villarreal M., Núñez-González A., Amaya-Guerra C., Báez-González Juan, Espinoza-Mata A., Rodríguez-Arzave A., Miranda-Velázquez L., Cárcel, J., García-Pérez, J., Riera, E. y Mulet, A. 2007. Influence of high intensity ultrasound on drying kinetics of persimmon. *Drying Technology*, 25:185-193.

Castañeda-Garza E. y Cárdena-Ávila M. 2016. Influencia del tipo y tiempo de cocción en la degradación de clorofila en hortalizas, 1(1):411- 416. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

Castro, D. 2011. Influencia del tipo de envase, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre color, contenido de vitamina C, clorofila y la aceptabilidad general del perejil (*Petroselinum sativum*) variedad latifolium mínimamente procesado almacenado en refrigeración. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Trujillo, Peru.

Código Alimentario Argentino. 2007. Capitulo XI. Normas para Alimentos vegetales. Recuperado de: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/>.

Chávez, A. y Mendoza, M. 2005. Producción de espárragos. Curso de microeconomía. Universidad de San Martín de Porres. Lima, Perú.

Chávez, K., Olivos, M. y Mendoza, R. 2016. La inteligencia comercial como herramienta implementada en un sistema organizacional de recojo de información para la elaboración, comercialización y exportación del sazonador de hoja de palta pulverizada, california. Tesis para optar el Título profesional de Licenciado en Administración y Negocios Internacionales. Cajamarca, Perú.

Díaz, P. 2010. Efecto del tiempo de secado y de la variedad en las características fisicoquímicas de la albahaca (*Ocimum basilicum*) seca. Tesis para optar el título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras.

El-Aouar, A., Azoubel, M., Barbosa, L. y Murr, E. 2006. Influence of osmotic agent on the osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.). Journal of Food Engineering, 75: 267-274.

Feng, H., Tang, J., Cavalieri, R. y Plump, O. 2001. Heat and mass transport in microwave drying of porous materials in a spouted bed. American Institute Chemical Engineers Journal, 47(7):1499-1511.

Feng, H. 2002. Analysis of microwave assisted fluidized-bed drying of particulate product with a simplified heat and mass transfer model. International Communications in Heat and Mass Transfer, 29:1021-1028.

Ferruzzi, M. y Blakeslee, J. 2007. Digestion, absorption and cancer preventative activity of dietary chlorophyll derivatives. Nutrition Research 27, 1-12.

Figuerola, F., Hurtado, M., Estévez, A., Chiffelle, I., Asenjo, F. 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91(3): 395-401.

Franks, F. 1998. Freeze-drying of bioproducts: putting principles into practice. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 45:221-229.

Francia E., Quipo-Muñoz A., Ramírez-Muñoz J., Rojas-Pérez L. Ordoñez-Santos. 2013. Cambios en la vitamina C y el color durante la cocción del pimentón verde (*Capsicum Annuum* L). *Artículo de Investigación* 31:141-150. Universidad Nacional de Colombia, Palmira-Colombia.

Fuentes-Alventosa, J., Rodríguez-Gutiérrez, G., Jaramillo-Carmona, S., Espejo-Calvo, J., Rodríguez-Arcos, R., Fernández-Bolaños, J. 2009. Effect of extraction method on chemical composition and functional characteristics of high dietary fibre powders obtained from asparagus by-products. *Food Chemistry*, 113:665-671.

Galarza, S. 2010. Elaboración de una Sopa Instantánea a base de las Hojas Verdes de Quinoa (*Chenopodium Quinoa* wild) para obtener un producto de alto valor nutritivo. Tesis de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador

González y Pozo. 1999. El cultivo del espárrago. Instituto de investigaciones agropecuarias. Ministerio de Agricultura. Universidad de Concepción, Chillan, Chile.

Hornero-Méndez, D., Gómez-Ladrón de Guevara y Mínguez Mosquera, I. 2000. Carotenoid biosynthesis changes in five red pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars during ripening. *Cultivar Selection for Breeding, J. Agric. Food Chem.* 48, 3857- 3864.

Jacobo-Velázquez, D., Hernández-Brenes, C., Castellanos-Dohnal, G. y Caballero-Mata, P. 2013. Cambios bioquímicos durante el almacenamiento de puré de aguacate adicionado con antioxidantes naturales y procesado con alta presión hidrostática. *Journal of Food Science*, 11(4):379-391.

Johnson Burke, R., Onwuegbuzie, A., Turner, L. 2007. Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods* 1(2):112-133.

Kim S., Lee K., Park J., Lee H. J. y Hwang I. 2006. Effect of drying in antioxidant activity and changes of ascorbic acid and colour by different

drying and storage in korean red pepper (*Capsicum annuum*, L.) International Journal of Food Science and Technology, 41:90-95.

Koca, N., Karadeniz, F. y Burdurlu, H. 2005. Effect of pH on chlorophyll degradation and color loss in blanched green peas. Food Chemistry, 100: (2) 609-615.

Lukinac, J., Joki , S., Planini , M., Magdi , D., Veli , D., Buci -koji , A., Bili , M., Tomas, S. 2009. An Application of Image analysis and colorimetric methods on color change of dehydrated asparagus (*Asparagus maritimus* L.). Agriculturae Conspectus Scientificus, 74(3):233-237.

Martínez-Hernández, G., Artés-Hernández, F., Gómez, P., Artés, F. 2013. Quality changes after vacuum-based and conventional industrial cooking of kailan-hybrid broccoli throughout retail cold storage, LWT. Food Science and Technology 50(2):707-714.

Maskan, M. 2001. Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. Journal of Food Engineering, 48(2):177–182.

Mazzeo, T. N'Dri, D., Chiavaro, E., Visconti, A., Fogliano, V. y Pellegrini, N. 2011. Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. Food Chemistry. 128, 627–633.

Mepba, H., Eboh, L., Banigo, D. 2007. Effects of Processing Treatments on the Nutritive Composition and Consumer Acceptance of some Nigerian Edible Leafy Vegetables. African Journal of Food Agriculture, Nutrition and Development, 7(1):18.

Muratore, G., Rizzo, V., Licciardello, F. y Maccarone, E. 2008. Partial dehydration of cherry tomato at different temperature, and nutritional quality of the products. Food Chemistry, 111(4):887-891.

Nindo C., Sun T., Wang S., Tang J. y Powers J. 2003. Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus. Eur. Food Res. Technol, 36:507–516.

Ornelas-Paz, J. 2010. Effect of cooking on the capsaicinoids and phenolics contents of Mexican peppers. Food Chemistry, 119(4):1619-1625.

Ornelas-Paz, J. 2013. Effect of heat treatment on the content of some bioactive compounds and free radical-scavenging activity in pungent and non-pungent peppers. *Food Research International*, 50(2):519-525.

O'Brien T., Díaz A. 2004. Mejorando la competitividad y el acceso a los mercados de exportaciones agrícolas por medio del desarrollo y aplicación de normas de inocuidad y calidad, ejemplo del espárrago Peruano. Reporte del Programa de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de Alimentos del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Lima, Perú.

Paquita, R. 2015. Efecto del escaldado y temperatura en la cinética de secado de las hojas de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd), variedad Salcedo Inia. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.

Parra, V. 2013. Determinación de la cinética de liofilización en floretes de brócoli (*Brassica oleracea* L.) y evaluación del contenido de ácido l - ascórbico (l-aa) y actividad peroxidasa (POD). Tesis para optar el Título de Ingeniero de Alimentos. Universidad Nacional abierta y distancia. Boyocá, Colombia.

Pikal, M., Roy, M. y Shah. S. 1984. Mass and heat transfer in vial freeze-drying of pharmaceuticals: role of the vial. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 73:1224–1237.

Quipo, F., Ramírez, A., Rojas, J. y Ordoñez. 2013. Cambios en la vitamina C y el color durante la cocción del pimentón verde (*Capsicum Annuum* L.). Universidad Nacional de Colombia, Palmira-Colombia. Artículo de Investigación, 141-150.

Reyes, M; Gómez, I; Espinoza, C; Bravo, F y Ganoza, L. 2009. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Tablas Peruanas de composición de Alimentos. Ministerio de Salud. Lima, Perú. 8va Edición.

Sacilik, k., keskin, R. y Elicin, A. 2006. Mathematical modeling of solar tunnel drying of thin layer organic tomato. *Journal of Food Engineering*, 73(3):231–238.

Schieber A., Stintzing F.C. y Carle R. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds – recent developments. *Trends Food science technology*, 12:401-413.

Schmalko M., Scipioni, P., Ferreyra, D. y Alzamora, S. 2001. Efecto de la actividad del agua y la temperatura en la degradación de la clorofila y el color en hojas de yerba mate. Universidad Nacional de Misiones.

Sanz T., Salvador A., Jiménez A. y Fiszman S. 2008. Yogurt enrichment with functional asparagus fibre. Effect of extraction method on rheological properties, colour, and sensory acceptance. *Eur. Food Res. Technol.*, 227, 1515-1521.

Salgado-Beltrán, L., Díaz-León, J., Esquer-Torres, M. y Noriega-Rodríguez, J. 2012. Evaluación de la aceptación de un nuevo producto a base de espárrago mediante metodología mixta, 20(38):121 - 135.

Saval, S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: Pasado, presente y futuro, 16(2). Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad Universitaria, México, D.F.

Torres, C., Salvador R., Baltazar F y Siche, R. 2013. Optimización de las condiciones de deshidratación osmótica de espárrago (*Asparagus officinalis*) utilizando la metodología de superficie de respuesta. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Turner, I. y Jolly, P. 1991. Combined microwave and convective drying of a porous material. *Drying Technology*, 9(5):1209-1269.

Vidales, S., Castro, M. y Alzamora, S. 1998. The structure-texture relationship of blanched glucose impregnated strawberries. *Food Science and Technology international*, 4:169-178.

VIII.ANEXOS

Anexo 1. Ficha de evaluación de aceptabilidad general para recortes de
espárrago verde deshidratado

| | | | |
|---|------------|-------|-------|
| Nombre..... | Fecha..... | | |
| Producto: Recortes de espárrago verde deshidratado | | | |
| Pruebe las muestras de espárrago verde deshidratado que se le presentan e indique, según la escala, su opinión sobre ellas. | | | |
| Marque con una (X) en el reglón que corresponda a la percepción de aceptabilidad de la muestra. | | | |
| ESCALA | MUESTRAS | | |
| | 253 | 837 | 947 |
| Me gusta muchísimo | .... | ..... | ..... |
| Me gusta Mucho | .... | ..... | ..... |
| Me gusta bastante | .... | ..... | ..... |
| Me gusta ligeramente | ... | ..... | ..... |
| Ni me gusta ni me disgusta | .... | ..... | ..... |
| Me disgusta ligeramente | .... | ..... | ..... |
| Me disgusta bastante | .... | ..... | ..... |
| Me disgusta mucho | .... | ..... | ..... |
| Me disgusta muchísimo | .... | ..... | ..... |
| Comentarios_____ | | | |

Anexo 2. Valores de fibra cruda, color, contenido de clorofila en recortes de espárrago verde deshidratado.

| Tipo de escaldado | Fibra cruda (%) | L* | a* | b* | Clorofila A | Clorofila B | Clorofila C |
|-------------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Agua | 11.10 | 53.83 | -14.64 | 35.73 | 17.27 | 1.79 | 1.65 |
| | 9.63 | 47.49 | -10.93 | 37.91 | 17.00 | 1.83 | 1.81 |
| | 10.94 | 46.77 | -8.31 | 34.85 | 16.75 | 2.18 | 1.69 |
| | 10.66 | 48.30 | -8.73 | 35.04 | 15.84 | 2.05 | 1.62 |
| Promedio | 10.58 | 49.10 | -10.65 | 35.88 | 16.72 | 1.96 | 1.69 |
| CaCl ₂ | 11.96 | 43.48 | -6.42 | 29.51 | 12.02 | 1.64 | 0.13 |
| | 11.19 | 41.77 | -9.20 | 32.41 | 13.58 | 1.49 | 0.69 |
| | 13.41 | 44.24 | -8.15 | 28.57 | 12.28 | 1.42 | 0.10 |
| | 12.74 | 38.13 | -8.11 | 26.80 | 12.32 | 2.10 | 0.25 |
| Promedio | 12.33 | 41.90 | -7.97 | 29.32 | 12.55 | 1.66 | 0.29 |
| Vapor | 12.65 | 47.59 | -7.11 | 34.68 | 15.00 | 1.34 | 0.22 |
| | 12.93 | 46.69 | -7.66 | 30.37 | 16.93 | 2.43 | 0.54 |
| | 14.52 | 41.37 | -7.76 | 34.80 | 15.11 | 2.54 | 0.51 |
| | 14.22 | 45.51 | -7.63 | 36.80 | 18.01 | 2.24 | 0.50 |
| Promedio | 13.58 | 45.29 | -7.54 | 34.16 | 16.26 | 2.14 | 0.44 |

Anexo 3. Prueba de aceptabilidad general de recortes de espárrago verde deshidratado

| Tipo de escaldado | Agua | CaCl₂ | Vapor |
|--------------------------|-------------|-------------------------|--------------|
| Panelistas | | | |
| 1 | 8 | 8 | 7 |
| 2 | 6 | 5 | 6 |
| 3 | 8 | 8 | 7 |
| 4 | 7 | 6 | 8 |
| 5 | 6 | 6 | 7 |
| 6 | 7 | 5 | 6 |
| 7 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 6 | 6 | 5 |
| 9 | 7 | 6 | 4 |
| 10 | 7 | 6 | 6 |
| 11 | 8 | 9 | 9 |
| 12 | 6 | 4 | 6 |
| 13 | 9 | 6 | 8 |
| 14 | 8 | 7 | 8 |
| 15 | 8 | 7 | 6 |
| 16 | 8 | 7 | 6 |
| 17 | 7 | 8 | 9 |
| 18 | 7 | 7 | 9 |
| 19 | 5 | 5 | 6 |
| 20 | 9 | 7 | 5 |
| 21 | 8 | 6 | 9 |
| 22 | 6 | 7 | 7 |
| 23 | 4 | 5 | 6 |
| 24 | 7 | 8 | 7 |
| 25 | 6 | 8 | 8 |
| 26 | 6 | 7 | 9 |
| 27 | 8 | 8 | 5 |
| 28 | 6 | 7 | 8 |
| 29 | 6 | 8 | 9 |
| 30 | 5 | 6 | 7 |
| Promedio | 6.80 | 6.63 | 7.00 |