

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de snack de tiras de pimiento morrón rojo (*Capsicum annum* L.)

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
BRYAN HELTOM CARRANZA RODRÍGUEZ

TRUJILLO, PERÚ

2019

La presente tesis ha sido aprobada por el siguiente jurado:



Dr. Fredy Pérez Azahuanche

PRESIDENTE



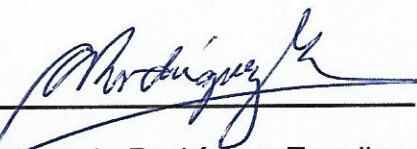
Ms. Max Vásquez Senador

SECRETARIO



Ms. Ana Ferradas Horna

VOCAL



Dr. Antonio Rodríguez Zevallos

ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a nadie más que a mi familia, que con su apoyo, consejo e inspiración me ayudaron a cumplir con este objetivo tan importante de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento especial al Dr. Ricardo Rodríguez Zevallos por haberme guiado, apoyado y asesorado en la realización de mi tesis. Y sus enseñanzas durante estos años universitarios.

A los miembros del jurado, por sus observaciones durante el desarrollo de esta tesis. Y a todos los docentes que forman parte de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

Y mucha gratitud a mi familia por su apoyo incondicional, confianza, su trabajo y su esfuerzo para que yo pueda formarme profesionalmente durante estos últimos 6 años.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA	i
APROBACIÓN DEL JURADO DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. Pimiento morrón.....	4
2.2. Secado convectivo.....	6
2.3. Tratamiento osmótico	9
2.4. Snacks	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Lugar de ejecución.....	12
3.2. Materiales, equipos e instrumentos	12
3.2.1. Materia de trabajo	12
3.2.2. Insumos.....	12
3.2.3. Equipos e instrumentos.....	12
3.2.4. Reactivos	13
3.3. Métodos	13
3.3.1. Esquema experimental de la investigación sobre el snack el snack de tiras de	

	pimiento morrón rojo	13
3.3.2.	Proceso experimental de la elaboración de snack de tiras pimiento morrón rojo	14
3.3.3.	Métodos de análisis	17
3.3.3.1.	Humedad	17
3.3.3.2.	Color	17
3.3.3.3.	Firmeza	17
3.3.3.4.	Vitamina C.....	17
3.3.4.	Aceptabilidad general.....	19
3.3.5.	Métodos estadísticos	20
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1.	Caracterización del pimiento morrón rojo	21
4.2.	Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre el color en snack de tiras de pimiento morrón rojo	21
4.3.	Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre la firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo	29
4.4.	Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre la concentración de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo	32
4.5.	Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre la aceptabilidad general en snack de tiras de pimiento morrón rojo	37
V.	CONCLUSIONES	41
VI.	RECOMENDACIONES.....	42

VII.	BIBLIOGRAFÍA.....	43
VIII.	ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional del pimiento morrón rojo	5
Cuadro 2. Análisis fisicoquímico del pimiento morrón fresco.....	21
Cuadro 3. Prueba de Levene modificada para L^* , a^* y b^* en snack de tiras de pimiento morrón rojo	26
Cuadro 4. Análisis de varianzas para los valores L^* , a^* y b^* en snack de tiras de pimiento morrón rojo	27
Cuadro 5. Prueba de Duncan para luminosidad L^* en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	28
Cuadro 6. Prueba de Duncan para cromaticidad a^* en snack de tiras de pimiento morrón rojo	28
Cuadro 7. Prueba de Levene modificada para la firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	30
Cuadro 8. Análisis de varianzas para la firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	30
Cuadro 9. Prueba de Duncan para la firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	31
Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para la concentración de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	33
Cuadro 11. Análisis de varianzas para la concentración de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	34

Cuadro 12. Prueba de Duncan para la concentración de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	35
Cuadro 13. Prueba Friedman para la aceptabilidad general en snack de tiras de pimiento morrón rojo	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de la temperatura de tratamiento osmótico y temperatura de secado en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	14
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de snack de tiras de pimiento morrón rojo	15
Figura 3. Ficha de evaluación de la Aceptabilidad General de snack de tiras de pimiento morrón rojo	20
Figura 4. Valores de luminosidad L* en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	22
Figura 5. Valores de cromaticidad a* en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	23
Figura 6. Valores de cromaticidad b* en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras de pimiento morrón rojo.....	25
Figura 7. Valores de firmeza en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras de pimiento morrón rojo	29

Figura 8. Valores de vitamina C en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras de pimiento morrón rojo	33
Figura 9. Valores de aceptabilidad general en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras de pimiento morrón rojo	38

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos de humedad, color, firmeza y concentración de vitamina C de snack de tiras de pimiento morrón rojo	50
Anexo 2. Aceptabilidad general de snack de tiras de pimiento morrón rojo	51
Anexo 3. Cartilla de color de muestras fotografiadas del pimiento morrón rojo	52
Anexo 4. Selección, descarte, desinfección, cortado y escaldado del pimiento morrón rojo	53
Anexo 5. Deshidratación osmótica y secado convectivo del pimiento morrón rojo	54
Anexo 6. Datos de color, firmeza, vitamina C y aceptabilidad general de snack de tiras de pimiento morrón rojo	55

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la temperatura de tratamiento osmótico (40 y 50 °C) y de la temperatura de secado (55 y 65 °C) sobre el color, la firmeza, concentración de vitamina C y aceptabilidad general en snack de tiras de pimiento morrón rojo (*Capsicum annuum L.*). El análisis de varianza mostró un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre los valores de color L^* , a^* , firmeza y concentración de vitamina C. Se determinó que luminosidad L^* , cromaticidad a^* , cromaticidad b^* y la concentración de vitamina C son inversamente proporcional a la temperatura de tratamiento osmótico y temperatura de secado, a diferencia de la firmeza que fue directamente proporcional. La prueba Duncan determinó que la temperatura de tratamiento osmótico de 40 °C y temperatura de secado de 55 °C permitió obtener mejor luminosidad L^* (28.66), cromaticidad a^* (27.57), mejor firmeza (12.10 N) y mayor concentración de vitamina C (60.24). Para la evaluación sensorial, se aplicó la prueba de Friedman, donde se observó que a una temperatura de tratamiento osmótico de 50 °C y a una temperatura de secado convectivo de 65 °C presentó una moda de 8 correspondiente a la percepción de "Me gusta mucho" entre los panelistas, sin embargo, no existió una diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las muestras.

ABSTRACT

The effect of the temperature of the osmotic treatment (40 and 50 ° C) and the drying temperature (55 and 65 ° C) on the color, the firmness, the concentration of vitamin C and general acceptability in pepper red bell strips (*Capsicum annuum L.*) snack was evaluated. The analysis of variance showed a significant effect ($p < 0.05$) on the values of color L^* , a^* , firmness and concentration of vitamin C. It was determined that luminosity L^* , chromaticity a^* , chromaticity b^* and vitamin C concentration are inversely proportional at the temperature of the osmotic treatment and the drying temperature, unlike the firmness that was directly proportional. The Duncan test determined the osmotic treatment temperature of 40 ° C and the drying temperature of 55 ° C allowed obtaining better luminosity L^* (28.66), chromaticity a^* (27.57), better firmness (12.10 N) and higher concentration of vitamin C (60.24). For the sensory evaluation, the Friedman test was applied, where it is observed that at an osmotic treatment temperature of 50 ° C and a convective drying temperature of 65 ° C it presented a fashion of 8 corresponding to the perception of "I like a lot" among the panelists, however, there was no significant difference ($p > 0.05$) between the samples.

I. INTRODUCCIÓN

El pimiento morrón rojo (*Capsicum annuum L.*) se produce en grandes cantidades en todo el mundo y en gran medida en el norte del país. Es benéfico para prevenir arteriosclerosis y reducir problemas hemorrágicos y cardiovasculares. Estos atributos provienen de la cantidad de vitamina C y antioxidantes en el pimiento. Su demanda a lo largo del año ha generado interés en que los productos conservados tengan cualidades similares a la de los frescos. En consecuencia, existe un gran potencial para el desarrollo de procesos efectivos y eficientes para pimiento morrón seco (MINAGRI, 2017; Ade-Omowaye y otros 2003; Faustino y otros, 2007; Simonne y otros, 1997).

La vitamina C posee importancia nutricional ya que el 90% del aporte a las necesidades humanas proviene de frutas y hortalizas y además es uno de los principales componentes que deben constituirse en la preocupación para tratar de no degradarlas en las operaciones y procesos de conservación de alimentos debido a su baja estabilidad durante los procesos térmicos. La degradación del ácido ascórbico depende de varios factores, que incluyen oxígeno, catálisis de iones metálicos, luz, temperatura y contenido de humedad. Es por eso que la vitamina C suele seleccionarse como un índice de la calidad de los nutrientes debido a su naturaleza lábil en comparación con otros nutrientes en los alimentos. (De Michelis, 2008; Erenturk y otros, 2005; Mendoza-Corvis y otros, 2015).

El descarte de frutas y hortalizas se realiza a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde la etapa de cosecha o recolección, hasta la etapa de consumo, y tienen diferentes causas dependiendo del momento en el que se generan afectando la rentabilidad del productor. El pimiento no seleccionado para la venta no cuenta con las características visuales requeridas pero probablemente sí con las nutricionales. Este pimiento, en

la mayoría de los casos, es desechado o usado como alimento para ganado. Es por eso que es importante mejorar o investigar procesos más eficientes o crear nuevos subproductos para reducir estas mermas (Rodríguez, 2016; Martínez-Zamora y otros, 2016).

La industria de los snacks es un sector notable de la industria alimentaria. Ha evolucionado como parte de la tendencia hacia una mayor flexibilidad y movilidad en los patrones de la vida diaria a medida que aumenta la afluencia nacional. La mayoría de los "bocadillos" que conocemos hoy en día se han desarrollado o modificado significativamente en los Estados Unidos. Sin embargo, todavía existe espacio interno para nuevas ideas y procesos. Se están aceptando en países recientemente prósperos, donde las oportunidades de desarrollo son abundantes (Lusas y Rooney, 2002).

El tratamiento osmótico como pretratamiento de muchos procesos mejora las propiedades nutricionales, sensoriales y funcionales de los alimentos sin cambiar su integridad. Es efectivo incluso a temperatura ambiente, por lo que se minimiza el daño por el calor a la textura, el color y el sabor de los alimentos. El creciente interés por alimentos de aspecto fresco ha hecho que el tratamiento osmótico y los métodos combinados sean una buena opción para la conservación de alimentos (Torreggiani, 1993; Barbosa y Vega, 2000).

El secado convectivo es un método de conservación de alimentos que otorga una vida útil muy prolongada, es relativamente fácil de llevar a cabo a cualquier nivel y permite obtener productos compatibles con cualquier otro ingrediente deshidratado para la elaboración de mezclas. A partir de la evaporación se elimina el contenido de agua y se impide el crecimiento bacteriano. Sin embargo, es necesario mencionar que este proceso ofrece una calidad relativamente baja en cuanto a contenido residual de nutrientes, textura, aroma, etc (De Michelis y Ohaco, 2015; Vega-Gálvez y otros, 2009).

Por lo anteriormente expuesto se planteó el siguiente problema:

¿Cuál será el efecto de la temperatura de tratamiento osmótico (40 y 50 °C) y de la temperatura de secado (55 y 65 °C) sobre el color, firmeza, concentración de vitamina C y aceptabilidad general en la elaboración de un snack de tiras de pimiento morrón rojo (*Capsicum annum L.*)?

Los objetivos propuestos fueron:

Evaluar el efecto de dos temperaturas del tratamiento osmótico y de dos temperaturas de secado sobre el color, firmeza, concentración de vitamina C y aceptabilidad general en la elaboración de un snack de pimiento morrón rojo.

Determinar la temperatura de tratamiento osmótico y la temperatura de secado más adecuada que permita obtener el mejor color, mejor firmeza, mayor concentración de vitamina C y mayor aceptabilidad general de un snack de pimiento morrón rojo.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Pimiento morrón

Capsicum es el nombre científico de la familia de ajíes y pimientos, que incluye al pimiento dulce, paprika, rocotos, etc. El pimiento morrón o dulce es parte del grupo familiar de las Solanáceas y es no climatérico. Estos pimientos son originarios de América Central, son de gran tamaño y carnosos, además se encuentran en diferentes colores como amarillo, rojo, anaranjado y verde oscuro. Son de interior hueco y están divididos entre dos a cuatro costillas verticales en su interior donde portan sus semillas, las cuales son de color amarillo pálido (Lucero y Sánchez, 2012; MINAGRI, 2017).

El fruto de esta planta es usado ampliamente por todo el mundo, bien como alimento, como especia, por su sabor, aroma y color, o como medicina, por sus marcadas propiedades curativas de determinadas afecciones. Además, los *capsicum* han sido considerados como ‘superfood’, al tener propiedades nutritivas, por lo que su consumo se incrementará en los próximos años (Andrews, 1984; MINAGRI, 2017).

Composición nutricional

El pimiento morrón es una hortaliza de bajo contenido energético. Su principal componente es el agua, seguido de los carbohidratos y las proteínas. Los pimientos morrones son fuente importante de vitamina C y B6. Una ración de pimiento morrón aporta el 135% de las ingestas recomendadas de vitamina C (FEN, 2011).

En el Cuadro 1 se muestra la información nutricional de la parte comestible del pimiento morrón rojo en 100 g de alimento.

Cuadro 1. Composición nutricional del pimiento morrón rojo

Elemento	Cantidad
Calorías	114 kj
Agua	92.3 g
Carbohidratos	4.6 g
Fibra dietaria	0.9 g
Proteínas	1.2 g
Lípidos	1.3 g
Ácido ascórbico	108.3 mg
Vitamina A	200 µg
β caroteno	450 µg

Fuente: MINSA (2017).

Producción nacional de pimiento

En el Perú se producen cinco especies de *capsicum*: *annuum*, *bacatum*, *fructense*, *pubensces* y *chinoense*. Los *capsicum* ocuparon en 2016 el quinto lugar en el ranking de alimentos exportados del Perú al mundo, en distintas presentaciones: secos, frescos y congelados. El Perú se encuentra en el puesto número 27 en el ranking mundial de producción de *capsicum*, con el 0.5% de participación y con un decrecimiento promedio anual de 1%. Esta disminución se explica porque en los últimos años se ha visto reducida la producción peruana de paprika, debido a los precios bajos que ha manejado China en el mercado internacional (MINAGRI, 2017).

En 2017, el tipo de *capsicum* más producido a nivel nacional fue el pimiento morrón con 28% de la producción total, seguido del ají amarillo con 23%; el rocoto, con 22%; la pprika, con 13%; y el piquillo con 13%. En cuanto a regiones, Lambayeque lider la producción de *capsicum* con 61,351 toneladas, seguido de Pasco, con 35,755 toneladas; Lima con 29,046 toneladas; Tacna, con 15,385 toneladas; La Libertad, con 11,781 toneladas; y Arequipa, con 7,926 toneladas, entre otros departamentos (GESTIÓN, 2018).

Perú es el país que se encuentra en la cuarta posición de exportación de *capsicum* secos a nivel mundial. Perú exportó 88.9 millones de dólares en el 2016 y registró un 6% de participación en las exportaciones mundiales (MINAGRI, 2017). El Perú abastece el mercado internacional con exportaciones de pimiento del género *Capsicum*, como: pimiento morrón (31%), paprika entera seca (24%), pimiento piquillo (21%), pprika molida (13%), chile ancho (5%), pasta de ají (4%), y pprika en trozos (2%) (PromPerú, 2014).

2.2. Secado convectivo

El secado o deshidratación es un proceso en el cual se elimina la humedad de un producto alimenticio para modificar su estabilidad, transportabilidad, sabor y textura (Lomas, 2010).

El proceso de deshidratación es capaz de transformar una materia prima para conseguir un producto con características y usos completamente distintos a los originales. La imagen de "natural" que da el secado hace que se utilice para fabricar productos de alto valor añadido, por ejemplo frutas y granos para cereales de desayuno y snacks (Casp y Abril, 2003).

Todas las operaciones de secado dependen de la aplicación de calor para poder vaporizar el agua o los constituyentes volátiles. Estos procesos implican transferencias de cantidad de movimiento, calor y masa. El

mecanismo que regula el secado de un producto depende de la estructura de éste y de los parámetros de secado como contenido de humedad, dimensiones del producto, temperatura del medio de calentamiento, velocidades de transferencia superficiales y contenido de humedad en equilibrio (Sharma y otros, 2009).

Todos los materiales sólidos presentan cierto contenido de humedad en equilibrio cuando se ponen en contacto con el aire a una temperatura y una humedad particulares. En consecuencia, los materiales tienden a perder o ganar humedad durante un periodo para que alcancen este valor de equilibrio (Sharma y otros, 2009).

Transporte de materia y calor

Cuando se hace pasar aire caliente sobre un alimento húmedo, el vapor de agua difunde a través de una capa límite de aire que rodea el alimento, para posteriormente ser arrastrado por la corriente de aire. Se establece un gradiente de presiones de vapor desde el interior del alimento húmedo hasta el aire seco. Este gradiente constituye la fuerza impulsadora para la eliminación del agua del alimento (Fellows, 2007).

Durante el secado se producen cuatro procesos de transporte (Casp y Abril, 2003):

- Transmisión de calor desde el gas hasta la superficie del producto. Puede realizarse por conducción, convección o radiación.
- Transmisión de calor desde la interfase sólido-gas hasta el interior del sólido. Aunque solo puede ocurrir por conducción y en régimen no estacionario (las condiciones en cualquier punto varían con el tiempo).
- Transmisión de materia a través del sólido. Se puede producir por difusión o por capilaridad, aprovechando los capilares existentes. La difusión tiene lugar en el secado de productos con humedades del

orden de 25% (base húmeda) o inferiores, mientras que la capilaridad se presenta para niveles altos de humedad (65% o más), siempre y cuando en la estructura interna del producto existan capilares.

- Transferencia de vapor desde la interfase sólido-gas hacia el seno del gas.

Influencia del secado sobre las propiedades de los alimentos

Textura. Las temperaturas elevadas afectan principalmente la textura de los alimentos. Se producen tensiones internas provocadas por variaciones localizadas en el contenido de agua durante la deshidratación. Estas tensiones dan lugar a roturas y compresiones que provocan distorsiones permanentes en las células (Fellows, 2007). Además, ocurre un encogimiento o contracción en los trozos del alimento, los vértices de la pieza del alimento se habrán secado y endurecido. Al final del secado, lo normal es que presente formas distorsionadas irregularmente (Casp y Abril, 2003).

Color y contenido de carotenoides. El secado altera los colorantes naturales de los alimentos. Los carotenoides son pigmentos liposolubles presentes en las hojas verdes y en los vegetales rojos y amarillos. Su estructura química insaturada los hace susceptibles de los mismos tipos de degradación que los lípidos: oxidación. Estas alteraciones de los carotenoides son mayores cuanto más alta es la temperatura y más largo el tratamiento de secado (Casp y Abril, 2003).

Vitamina C. Las pérdidas de vitaminas son mayores cuando el secado se hace sin inactivación de enzimas. La vitamina C desaparece en su mayor parte, ya que el ácido ascórbico es sensible a las temperaturas altas en condiciones de humedad alta. Para optimizar la retención de ácido ascórbico se recomienda secar el producto a temperatura inicial baja, cuando el ácido ascórbico es más sensible a la temperatura, después la

temperatura puede elevarse, cuando ha progresado el secado y el ácido ascórbico es más estable porque se ha reducido la humedad (Casp y Abril, 2003).

Flavor. Con la deshidratación se produce una pérdida irreversible del flavor característico del alimento. Al evaporarse el agua del producto, inevitablemente arrastra, por lo menos, trazas de casi todos los componentes volátiles del alimento fresco. Los compuestos orgánicos volátiles responsables del aroma y flavor tienen puntos de ebullición más bajos que el del agua, por lo tanto se pierden durante el secado. Sin embargo, si se forma una capa delgada de producto seco en la superficie durante los primeros momentos del secado, los componentes volátiles quedan retenidos porque la capa del alimento actúa como una película semipermeable que se deja atravesar por el vapor de agua (Casp y Abril, 2003).

2.3. Tratamiento osmótico

La concentración de alimentos mediante la inmersión del producto en una solución hipertónica (por ejemplo azúcar, sal, sorbitol o glicerol) se conoce como tratamiento osmótico. La ósmosis consiste en el movimiento molecular de ciertos componentes de una solución a través de una membrana semipermeable hacia otra solución de menor concentración de cierto tipo particular de moléculas. La diferencia de potencial químico a través de la membrana semipermeable entre el producto y la solución osmótica, es la fuerza impulsora para la transferencia de materia. (Barbosa y Vega, 2000).

La velocidad de pérdida de agua en el tratamiento osmótico depende de la concentración de la solución osmótica, el tiempo de contacto, la temperatura del proceso, la relación de solución osmótica a materiales alimenticios, así como el área superficial expuesta y estructura del alimento. (Sharma y otros, 2009).

Por lo general, las velocidades más altas de eliminación de agua se alcanzan dentro de la primera hora de tratamiento osmótico debido a una gran fuerza impulsora entre la savia diluida de la fruta y la solución osmótica. Los informes señalan que más de 50% de la pérdida de agua se efectúa durante la primera hora del proceso. Esto es seguido por velocidades más bajas a causa de la formación de una capa superficial sólida, que reduce la fuerza impulsora. Por consiguiente, es una buena práctica finalizar el proceso osmótico en una etapa temprana para limitar la absorción de soluto (Sharma y otros, 2009).

El tratamiento osmótico como pretratamiento del secado

El tratamiento osmótico es una etapa acertada para el preprocesado previo al secado convectivo de frutas. La ósmosis aparece a menudo como un medio para reducir el tiempo de procesado y el consumo energético. También puede mejorar las características sensoriales del producto final (Barbosa y Vega, 2000).

Se ha propuesto la aplicación de tratamientos osmóticos como un paso intermedio antes del secado, para reducir la carga de agua del producto con una mejora simultánea de la calidad. Se ha propuesto también que la ósmosis es una técnica potencial para producir alimentos de humedad intermedia (Sharma y otros, 2009).

La sacarosa como agente osmótico

Por su eficacia, conveniencia y sabor agradable se ha encontrado que la sacarosa es uno de los mejores agentes osmóticos. Es un inhibidor eficaz de la polifenoloxidasas, evita la pérdida de sabores volátiles y la mayoría de las membranas celulares son impermeables a ella. Su difusividad es mucho más baja que la del agua, lo que resulta en una baja captación de sólidos en el tejido. Sin embargo, su dulzura limita su utilización a las verduras. Un aumento en la concentración de soluto resulta en mayor pérdida de agua y

ganancia de soluto hasta cierto nivel. Por ejemplo, una concentración máxima de 60% en solución de azúcar se encuentra muy adecuada (Sharma y otros, 2009).

La sacarosa, como agente osmótico, es usado principalmente en la tratamiento osmótico de frutas reduciendo el pardeamiento y aumentando la retención de volátiles (Barbosa y Vega, 2000).

2.4. Snacks

Son alimentos en porciones pequeñas, individuales, de fácil manipulación, que no requieren preparación previa al consumo y que están destinados a satisfacer el hambre entre comidas formales y proporcionar una mínima cantidad de energía para el cuerpo (Costell, 1988; Sancho, 1999).

El mercado de los snacks se caracteriza por ser muy dinámico, debido a la constante aparición de productos novedosos y a la sustitución de ingredientes que determinan cambios en la composición química y nutricional sin embargo los snacks son percibidos por el consumidor como poco saludables (Montero y otros, 2000; Viviant, 2007).

El único snack que puede ser considerado como saludable son las frutas y vegetales, debido a que son alimentos frescos y no procesados, gran parte de las investigaciones de la industria de snacks está enfocado al desarrollo de nuevos productos que proporcionen tanto la practicidad del consumo como los aspectos nutricionales y salud esperados por los consumidores (Pineda, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

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

3.2. Materiales, equipos e instrumentos

3.2.1. Materia de trabajo

Pimiento morrón rojo fresco proveniente de Lambayeque.

3.2.2. Insumos

- Sacarosa marca Sucden Perú S.A.
- Agua potable
- Agua clorada (150 ppm)
- Agua destilada

3.2.3. Equipos e instrumentos

- Calentador con agitación. Marca Selecta 350 °C y 1600 RPM.
- Deshidratador de acero inoxidable. Modelo PT-61 / 220 – 240V. 50 HZ / 1000 W, 0-80 °C.
- Analizador de humedad electrónico Sartorius MA 35.
- Refractómetro. Marca ATAGO 32-68 °Brix.
- Termómetro digital. Marca Multigital, aprox 0.1 °C.
- Balanza analítica GR-200 H.W. Kessel. Marca Mettler-Toledo (capacidad 210 g), aprox. 0.0001 g.
- Balanza digital. Marca Ohaus capacidad 600 g, aprox 1 g.
- Colorímetro Kónica Minolta. Modelo CR-400.
- Texturómetro Instron modelo 2519-102 capacidad 50 N.
- Bureta electrónica acoplable a frascos Titrette 25 ml.

- Centrifuga. Marca Kendro Labofuge 200 5300 RPM.
- Anemómetro modelo AR-816. 30 m/s.
- Pastillas magnéticas de agitación
- Desecador
- Cronómetro
- Licuadora
- Bandejas de aluminio
- Material de vidrio de laboratorio en general
- Cuchillos de acero inoxidable
- Ollas
- Bolsas de polipropileno con sello hermético Ziploc
- Papel de filtración rápida
- Malla plástica
- Material para pruebas sensoriales

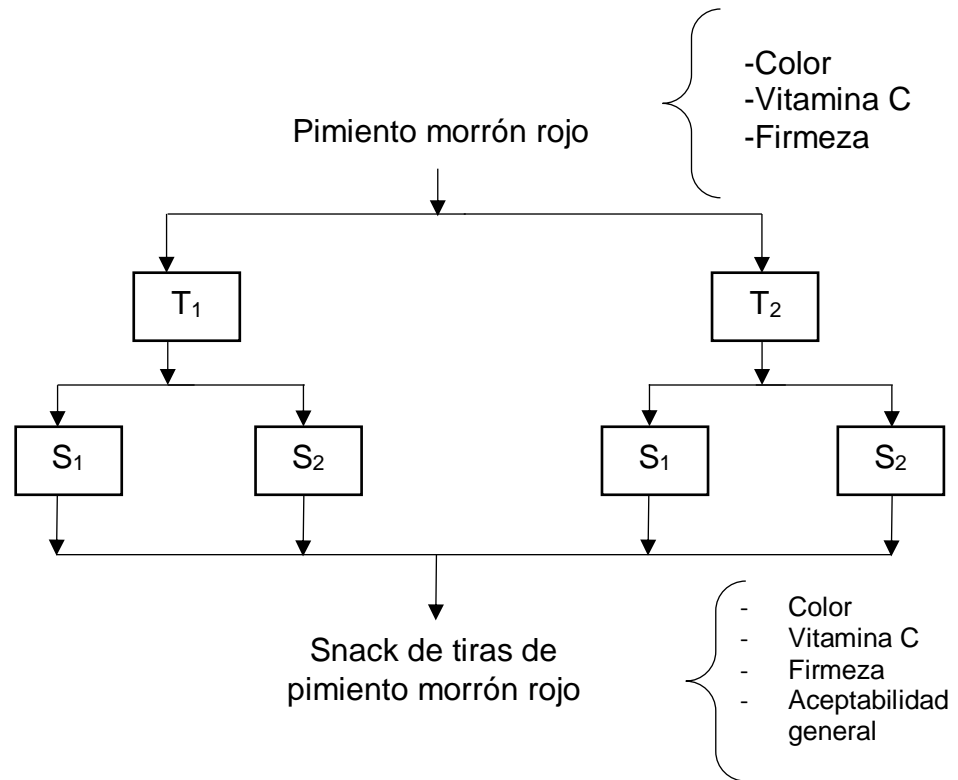
3.2.4. Reactivos

- 2,6 – Diclorofenolindofenol. Marca MERCK.
- Ácido l-ascórbico. Marca MERCK.
- Ácido oxálico. Marca MERCK.

3.3. Métodos

3.3.1. Esquema experimental de la investigación sobre el snack de tiras de pimiento morrón rojo

La Figura 1 muestra el esquema experimental para la investigación sobre el snack de tiras de pimiento morrón rojo. Son variables independientes: la temperatura del tratamiento osmótico y la temperatura de secado; y variables dependientes: color, firmeza, concentración de vitamina C y aceptabilidad general.



Leyenda

T₁: temperatura de tratamiento osmótico a 40 °C

T₂: temperatura de tratamiento osmótico a 50 °C

S₁: temperatura de secado: 55 °C

S₂: temperatura de secado: 65 °C

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de la temperatura de tratamiento osmótico y temperatura de secado en snack de tiras de pimiento morrón rojo

3.3.2. Proceso experimental de la elaboración de snack de tiras de pimiento morrón rojo

En la Figura 2 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración del snack de pimiento morrón rojo.

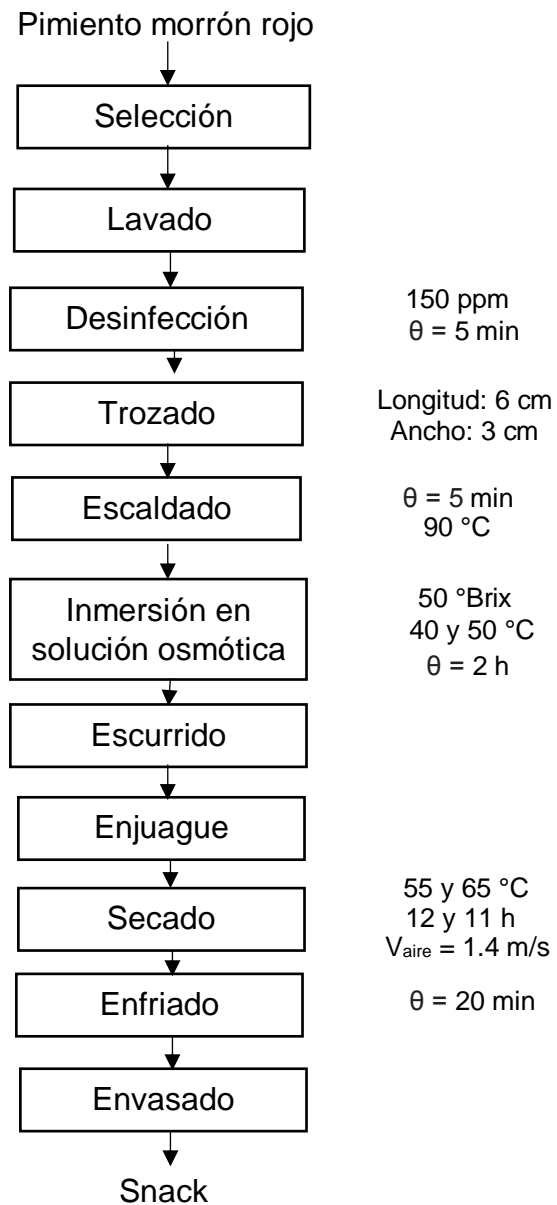


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de snack de tiras de pimiento morrón rojo

A continuación se describen las etapas del diagrama de flujo de la elaboración del snack.

Selección. Se usó pimientos con buen color, textura, aroma, con buen espesor de pulpa (0.6 cm) y de tamaño lo más uniforme posible. Para

seleccionar por color, se usó el color correspondiente al número 3 de la cartilla de color de muestras fotografiadas de pimiento morrón rojo (Anexo 3). Se desecharon los pimientos maltratados o con partes en estado de descomposición (De Michelis, 2008).

Lavado. Se enjuagó los pimientos con agua para retirar la suciedad e impurezas (De Michelis, 2008).

Desinfección. Los pimientos se enjuagaron con agua clorada 150 ppm para reducir la carga microbiana (Martínez-Girón y Ordóñez-Santos, 2015).

Trozado. Se cortaron los pimientos, separando el rabillo y las semillas, en forma de tiras con longitud de 6 cm y ancho de 3 cm. (Martínez-Zamora y otros, 2016).

Escaldado. Las muestras de pimiento se sometieron a escaldado para mayor inocuidad, en vapor de agua hirviendo a 90 °C durante 5 min (Martínez-Girón y Ordóñez-Santos, 2015).

Inmersión en jarabe. Las tiras de pimiento se sometieron a una solución de sacarosa (50 °Brix de concentración) a 40 y 50 °C de temperatura en Baño María usando un calentador con agitación durante 2 horas con una relación de muestra:volumen 1:3 con agitación constante (Moscol, 2010).

Escurrido. Consistió en eliminar la mayor cantidad de jarabe presente en la superficie de las tiras de pimiento, esto se logró colocando las tiras en un colador hasta que aquellas dejen de gotear el jarabe (Moscol, 2010).

Enjuague. Se realizó por inmersión en agua a 50 °C por 10 segundos, esto completo la eliminación del jarabe residual (Fernández y otros 2009).

Secado. Las tiras de pimiento se extendieron sobre bandejas tipo malla de aluminio recubiertas con una malla plástica. Se realizó el secado a las temperaturas de 55 y 65 °C con velocidad de aire 1.4 m/s durante 12 y 11 horas respectivamente para lograr una humedad aproximadamente de 12% (Salunkhe y Kadam, 2003; De Michelis, 2008).

Enfriado. Se dejó reposar las tiras de pimiento en el desecador durante 20 min para que alcancen la temperatura ambiente.

Envasado. Las tiras de pimiento se envasaron herméticamente en bolsas de polipropileno con cierre hermético marca Ziploc (Salunkhe y Kadam, 2003).

3.3.3. Métodos de análisis

3.3.3.1. Humedad

La humedad se determinó mediante termogravimetría usando el Analizador de humedad electrónico Sartorius MA 35, colocando 2 g de muestra en el platillo, a una temperatura de 105 °C hasta alcanzar peso constante (Sartorius, 2012).

3.3.3.2. Color

El color se determinó mediante el sistema CIELAB con el colorímetro Konica Minolta modelo CR 400 (L*: luminosidad o claridad; a* cromaticidad rojo-verde y b*: cromaticidad amarillo-azul) sobre las tiras de pimiento (Sandoval, 2016).

3.3.3.3. Firmeza

Para este análisis se empleó el texturómetro Instron, modelo 2519-102 capacidad 50 N. Se midió la resistencia a la penetración expresada en N usando un husillo de 1.57 mm. La muestra de snack se apoyó sobre una base sólida, con perforación central que permitió el libre paso del pistón al momento de atravesarlo (velocidad 10 mm/s) (Cordero, 2016).

3.3.3.4. Vitamina C

Para determinar la concentración de vitamina C se usó el método propuesto por Ranganna (1979).

Se prepararon las siguientes soluciones:

1. Ácido oxálico al 3% ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$): Se disolvió los sólidos de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ en agua destilada.
2. Solución estándar de ácido ascórbico: Se pesó 100 mg de ácido L-ascórbico y se completó con 100 ml de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ al 3%. Se diluyó 10 ml a 100 ml de $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ al 3% (1 ml = 0.1 mg de ácido ascórbico).
3. Solución de colorante DPI: Se disolvió 50 mg de sal de sodio de 2,6-diclorofenolindofenol en aproximadamente 150 ml de agua destilada caliente que contenga 42 mg de bicarbonato de sodio. Luego se enfrió y diluyó con agua destilada a 200 ml. La solución se guardó en un refrigerador y se estandarizó cada día.

Estandarización de la solución DPI

Se transfirió una alícuota de 5 ml de la solución '2' y se le agregó 5 ml de la solución '1' en un matraz Erlenmeyer. Luego se tituló la solución de DPI usando la bureta electrónica acoplable a frascos marca Titrette hasta lograr un color rosa que dure 15 s. Se determinó el factor de DPI, es decir, mg de ácido ascórbico por ml de DPI, usando la ecuación (1):

$$\text{Factor de colorante} = \frac{0.5}{\text{gasto en ml de DPI}} \quad (1)$$

Preparación de la muestra

Se licuó 4 g de muestra con 50 ml de ácido oxálico. El licuado se completó con ácido oxálico en una fiola hasta 100 ml. La muestra se llevó a la centrifuga a 5000 rpm durante 10 min, y por último se filtró con papel de filtro.

Prueba de extracción

Se tomó una alícuota de 5 ml de la muestra preparada anteriormente y se tituló con la solución de colorante DPI hasta lograr un color rosa que dure 15 s. Se tituló rápidamente y se hizo una determinación preliminar de la titulación. En la próxima determinación, se agregó la mayor parte de la solución DPI requerido y se ajustó la dosis con precisión. La alícuota de la muestra tomada debió ser tal que la titulación no exceda 3 a 5 ml.

Cálculo

Para la determinación del ácido ascórbico se usó la ecuación (2):

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{100 \text{ g o ml}} = \frac{\text{gasto x factor de DPI x 100}}{\text{alícuota del extracto x peso o volumen de muestra}} \quad (2)$$

3.3.3.5. Aceptabilidad general

Las muestras de snack se sometieron a un análisis sensorial para evaluar la aceptabilidad general usando una escala hedónica estructurada de 9 puntos. El valor 9 corresponde a 'Me gusta extremadamente' y el valor 1 a 'Me desagrada extremadamente' mientras que, el valor 6 de la escala será el límite mínimo de aceptabilidad general. Se convocaron 30 panelistas no entrenados, entre 18 y 30 años de edad, consumidores habituales de snack. Las muestras de aproximadamente 10 g se codificaron con 3 dígitos aleatorios y se sirvieron a los evaluadores (Anzaldúa-Morales, 2005). La Figura 3 muestra la ficha de evaluación.

Prueba de aceptabilidad general de un snack de pimiento				
Nombre :	_____			
Fecha:	_____			
Se le presenta las siguientes muestras de snacks de pimiento. Deguste cada una de las muestras y marque con un aspa (x) entre los paréntesis del código correspondiente su nivel de agrado o desagrado.				
	643	298	738	721
Me gusta extremadamente	()	()	()	()
Me gusta mucho	()	()	()	()
Me gusta moderadamente	()	()	()	()
Me gusta ligeramente	()	()	()	()
Ni me gusta ni me disgusta	()	()	()	()
Me desagrada ligeramente	()	()	()	()
Me desagrada moderadamente	()	()	()	()
Me desagrada mucho	()	()	()	()
Me desagrada extremadamente	()	()	()	()
OBSERVACIONES:				

Figura 3. Ficha de evaluación de la Aceptabilidad General de snack de tiras de pimiento morrón rojo

3.3.4. Métodos estadísticos

El diseño estadístico corresponde a un arreglo factorial de 2x2 con tres repeticiones y 12 muestras experimentales. Para evaluar el efecto del tratamiento osmótico y temperatura de secado en el color, firmeza y contenido de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo, se aplicó la Prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas, luego un análisis de varianza y finalmente se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, todas con un nivel de confianza del 95%. Para la aceptabilidad general se aplicó la prueba de Friedman. El procesamiento estadístico se realizó con el software IBM-SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) version 25.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización del pimiento morrón rojo

En el Cuadro 2 se muestra los resultados de la evaluación fisicoquímica realizado al pimiento morrón rojo fresco.

Cuadro 2. Análisis fisicoquímico del pimiento morrón rojo fresco

Análisis	Valor
Humedad	87.31%
L*	35.47
a*	28.98
b*	17.87
Firmeza	5.68 N
Vitamina C	92.11 mg ác. Ascórbico/100 g

De acuerdo al Cuadro 2, los valores de humedad y firmeza son cercanos a los reportados por Castro y otros (2008) de 92.8% de humedad y 9.52 N. Los valores de L*, a* y b* son similares a los reportados por Arslan y Ozcan (2011) de 30 (L*), 26.5 (a*) y 16.8 (b*) en pimiento morrón rojo fresco. La concentración de vitamina C es similar al reportado por Carrillo (2008) de 95.12 mg ác. Ascórbico/ 100 g en pimiento morrón rojo fresco.

4.2. Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre el color en snack de tiras de pimiento morrón rojo

En la Figura 4 se observa que a mayor temperatura de tratamiento osmótico y mayor temperatura de secado los valores de L* disminuyeron de 28.66 a 18.87 (Valores experimentales en el Anexo 1).

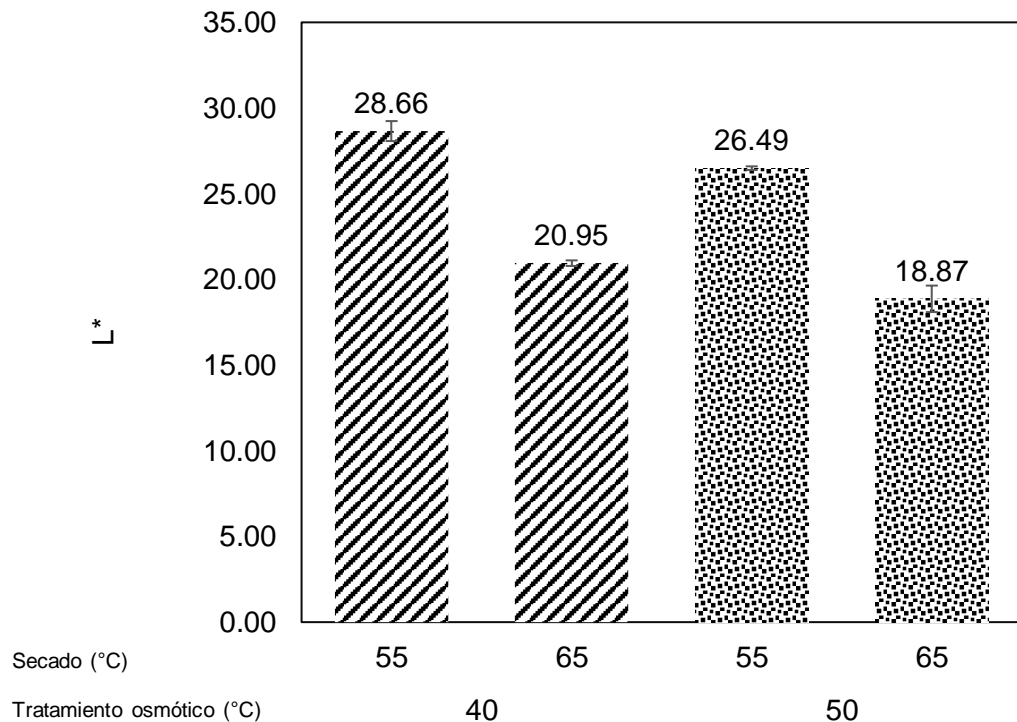


Figura 4. Valores de luminosidad L^* en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras pimiento morrón rojo

Arslan y Ozcan (2011) evaluaron el efecto del secado en horno (50 y 70°C) durante 30 h sobre la luminosidad L^* en rodajas de pimiento morrón rojo. Encontraron valores de L^* de 30.0 (muestra fresca), 21.9 y 22.5 respectivamente. No hubo diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05$) pero los valores de L^* fueron mayores a los de éste trabajo, demostrando la ventaja del tratamiento osmótico.

Martínez-Zamora y otros (2016) evaluaron el efecto de la temperatura de secado convectivo (40 y 55 °C durante 5 h) sobre la luminosidad L^* del pimiento dulce rojo. Reportaron un valor de L^* de 40.0 en la muestra fresca y un decrecimiento de 32.0 a 18.5 encontrando diferencias significativas

entre los tratamientos y la muestra patrón. La disminución de L^* corresponde al oscurecimiento de la muestras y depende de la severidad del secado, sus resultados fueron similares a la investigación realizada con el pimiento morrón.

En la Figura 5 se observa que a mayor temperatura de tratamiento osmótico y mayor temperatura de secado los valores de cromaticidad a^* disminuyeron de 27.57 a 17.35 (Valores experimentales en el Anexo 1).

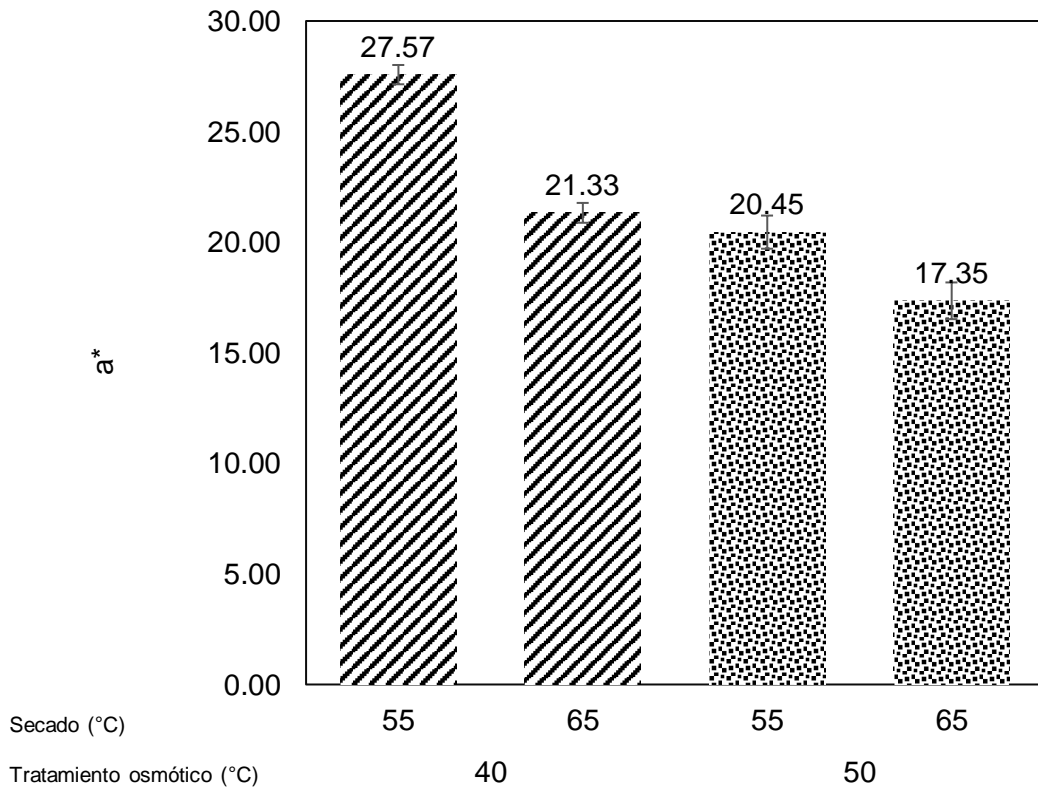


Figura 5. Valores de cromaticidad a^* en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras pimiento morrón rojo

Barbosa y Vega (2000) mencionan que durante el tratamiento osmótico, los pimientos pierden parcialmente sustancias aromáticas y carotenoides responsables del color rojo. Esto se evidencia en el cambio de color del jarabe osmótico finalizado el proceso, que adquiere un tono rojo.

Fellows (2007) menciona que el tratamiento osmótico y el secado cambia las características de la superficie del alimento y por tanto su color y reflectancia. Los cambios químicos experimentados por los carotenoides se producen por el calor y la oxidación. Por lo general, cuanto más largos sean los tratamientos y más elevada sea la temperatura, mayores son las pérdidas de estos pigmentos.

Di Scala y Crapiste (2008) mencionan que el decrecimiento de a^* durante los tratamientos de calor describen una degradación térmica en carotenoides.

Arslan y Ozcan (2011) reportaron un decrecimiento de a^* (26.5 a 14.8) conforme se elevaba la temperatura (50 a 70 °C) cuando secaron en horno rodajas de pimiento morrón rojo durante 30 h. En esta investigación, se presenta la misma tendencia de reducción de a^* conforme se eleva la temperatura.

Martínez-Zamora y otros (2016) evaluaron el efecto de la temperatura de secado convectivo (40 y 55 °C durante 5 h) sobre a^* en pimiento dulce rojo. Reportaron un valor de a^* de 46.0 en la muestra fresca y un decrecimiento de 40.5 a 17.4 encontrando diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra patrón ($p < 0.05$).

En la Figura 6 se observa que a mayor temperatura de tratamiento osmótico y mayor temperatura de secado los valores de b^* disminuyeron de 15.72 a 12.80 (Valores experimentales en el Anexo 1).

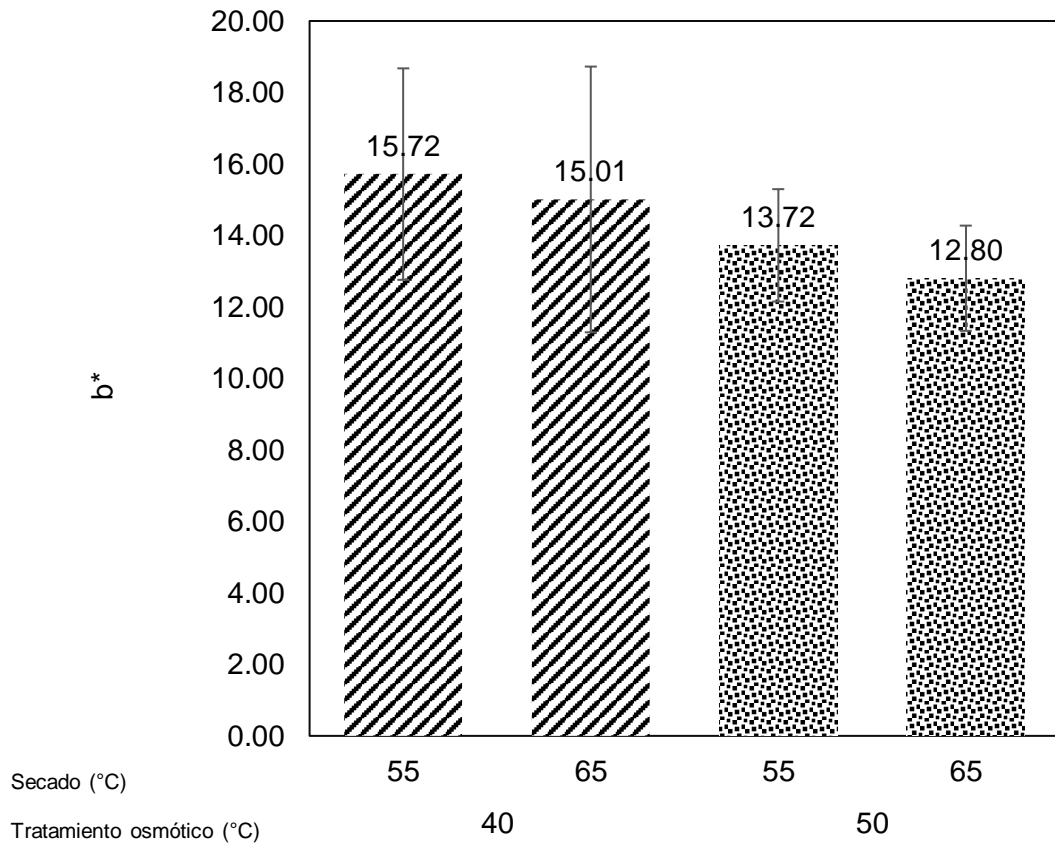


Figura 6. Valores de cromaticidad b^* en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras pimiento morrón rojo

Vega-Gálvez y otros (2009) mencionan que la reducción de b^* representa la descomposición de la clorofila.

Arslan y Ozcan (2011) reportaron una tendencia parecida de reducción de b^* (16.8 a 14.7) cuando secaron en horno (50 y 70 °C) rodajas de pimiento

morrón rojo durante 30 h. Tampoco encontraron diferencias significativas entre tratamientos de igual manera que en esta investigación (Cuadro 4).

Martínez-Zamora y otros (2016) evaluaron el efecto de la temperatura de secado convectivo (40 y 55 °C durante 5 h) sobre b^* en pimiento dulce rojo. Reportaron un valor de b^* de 33.8 en la muestra fresca y un decrecimiento de 25.8 a 14.9 encontrando diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra patrón ($p < 0.05$), caso contrario ocurrió en esta investigación lo cual puede deberse a la diferencia entre el tipo de pimiento y el tiempo de secado.

En el Cuadro 3 se presenta la prueba de Levene modificada para los valores de L^* , a^* y b^* en snack de tiras de pimiento morrón rojo, donde existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 3. Prueba de Levene modificada para L^* , a^* y b^* en snack de tiras de pimiento morrón rojo.

Variable	Estadístico de Levene	p
L^*	1.233	0.359
a^*	0.157	0.922
b^*	0.428	0.738

En el Cuadro 4 se observa que el análisis de varianza indica que la temperatura de tratamiento osmótico y temperatura de secado presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre los valores de L^* y a^* (además de la

interacción tratamiento-secado) en snack de tiras de pimiento morrón rojo, caso contrario ocurrió para la variable b^* .

Cuadro 4. Análisis de varianzas para los valores L^* , a^* y b^* en snack de tiras de pimiento morrón rojo

Variable	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
L*	Tratamiento: T	13.519	1	13.519	55.411	0.000
	Secado: S	176.308	1	176.308	722.672	0.000
	T*S	0.005	1	0.005	0.021	0.887
	Error	1.952	8	0.244		
	Total	191.783	11			
a*	Tratamiento: T	92.371	1	92.371	224.784	0.000
	Secado: S	65.614	1	65.614	159.671	0.000
	T*S	7.416	1	7.416	18.046	0.003
	Error	3.287	8	0.411		
	Total	168.687	11			
b*	Tratamiento: T	13.216	1	13.216	1.943	0.201
	Secado: S	1.990	1	1.990	0.293	0.603
	T*S	0.033	1	0.033	0.005	0.946
	Error	54.417	8	6.802		
	Total	69.656	11			

En el Cuadro 5 se observa la prueba de Duncan para L^* . Esta indica que en el subgrupo 1 se tiene al menor valor de L^* (18.87) con tratamiento osmótico de 50 °C y secado de 65 °C; y en el subgrupo 4 al mayor valor de L^* (28.66) con tratamiento osmótico de 40 °C y secado de 55 °C. Por poseer menor cambio en el valor de L^* con respecto a la muestra fresca (35.47), se considera como mejor tratamiento al tratamiento osmótico de 40 °C y secado de 55 °C.

Cuadro 5. Prueba de Duncan para luminosidad L* en snack de tiras de pimiento morrón rojo

Variable	Tratamiento osmótico (°C)	Temperatura de secado (°C)	Subgrupo			
			1	2	3	4
L*	50	65	18.87			
	40	65		20.95		
	50	55			26.49	
	40	55				28.66

En el Cuadro 6 se observa la prueba de Duncan para a*. Esta indica que en el subgrupo 1 se tiene al menor valor de a* (17.35) con tratamiento osmótico de 50 °C y secado de 65 °C; y en el subgrupo 3 al mayor valor de a* (27.57) con tratamiento osmótico de 40 °C y secado de 55 °C. Por poseer menor cambio en el valor de a* con respecto a la muestra fresca (28.98), se considera como mejor tratamiento al tratamiento osmótico de 40 °C y secado de 55 °C.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para cromaticidad a* en snack de tiras de pimiento morrón rojo

Variable	Tratamiento osmótico (°C)	Temperatura de secado (°C)	Subgrupo		
			1	2	3
a*	50	65	17.35		
	50	55		20.45	
	40	65		21.33	
	40	55			27.57

4.3. Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre la firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo

En la Figura 7 se observa que a mayor temperatura de tratamiento osmótico y mayor temperatura de secado los valores de firmeza aumentaron de 12.10 a 16.69 N (Valores experimentales en el Anexo 1).

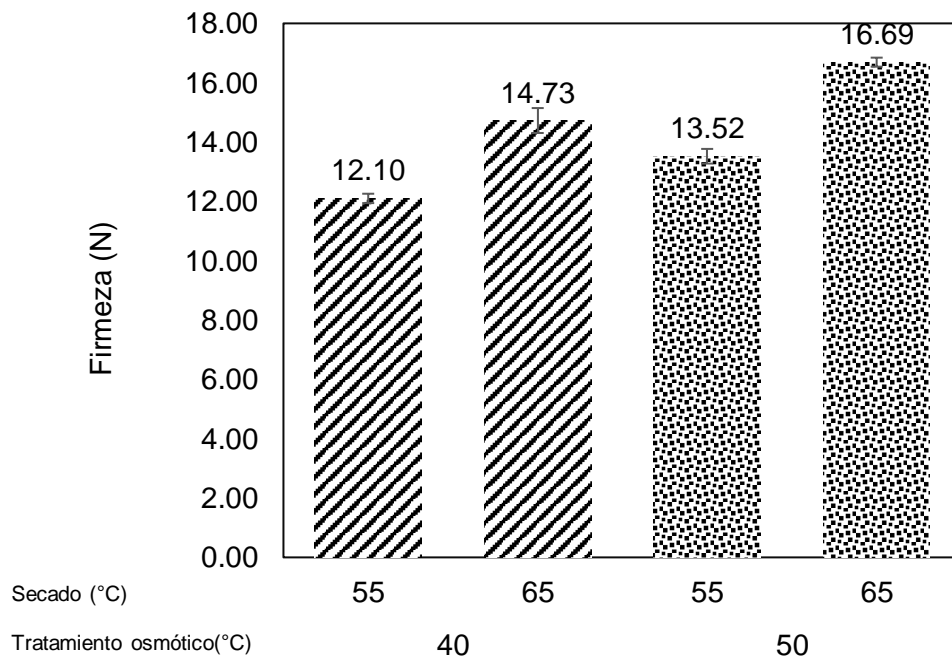


Figura 7. Valores de firmeza en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras pimiento morrón rojo

En el Cuadro 7 se presenta la prueba de Levene modificada para los valores de firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo, donde existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 7. Prueba de Levene modificada para la firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo.

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza	0.484	0.703

En el Cuadro 8 se observa que el análisis de varianza indica que la temperatura de tratamiento osmótico y temperatura de secado presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo, pero no la interacción tratamiento osmótico y temperatura de secado.

Cuadro 8. Análisis de varianzas para la firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo

Variable	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
	Tratamiento: T	8.619	1	8.619	120.778	0.000
	Secado: S	25.201	1	25.201	353.138	0.000
Firmeza	T*S	0.223	1	0.223	3.128	0.115
	Error	0.571	8	0.071		
	Total	34.614	11			

En el Cuadro 9 se observa la prueba de Duncan para la firmeza. Esta indica que en el subgrupo 1 se tiene al menor valor de firmeza (12.10 N) con tratamiento osmótico de 40 °C y secado de 55 °C; y en el subgrupo 4 al

mayor valor (16.69 N) con tratamiento osmótico de 50 °C y secado de 65 °C.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para la firmeza en snack de tiras de pimiento morrón rojo

Variable	Tratamiento osmótico (°C)	Temperatura de secado (°C)	Subgrupo			
			1	2	3	4
Firmeza	40	55	12.10			
	50	55		13.52		
	40	65			14.73	
	50	65				16.69

Fellows (2007) menciona que la evaporación del agua hace que la concentración de los solutos en la superficie aumente. Las temperaturas elevadas, (en especial durante la deshidratación de frutas, pescado y carnes) provocan complejos cambios físicos en la superficie del alimento que conducen a la formación de una capa superficial dura e impenetrable. Este fenómeno se denomina acortezamiento.

Sharma y otros (2009) mencionan que el secado convectivo en frutas y hortalizas disminuye la calidad del producto produciendo una textura dura.

Pérez y otros (2005) mencionan que la tendencia a crecer de la firmeza tras el tratamiento osmótico y el secado convectivo es una consecuencia del endurecimiento superficial que sufre la corteza debido a la cristalización de los azúcares contenidos en la solución osmótica y a la pérdida de agua.

Guiné y Barroca (2012) reportaron una tendencia decreciente (13.81 a 0.28 N), opuesta a la de esta investigación, cuando sometieron pimiento verde a secado convectivo (30° C x 40 h y 50 °C x 20 h, 0.5 m/s). Las muestras se suavizaron demasiado conforme se elevaba la temperatura. Este contraste pudo deberse al efecto del tratamiento osmótico sobre la firmeza (adición de sólidos), a la humedad final del pimiento verde (19%),

temperaturas de secado más bajas y a la velocidad de aire que es menor al de esta investigación (1.4 m/s).

Fernández y otros (2015) reportaron una tendencia creciente sobre la firmeza en papaya al someterla a tratamiento osmótico 70 °Brix y 60 °C x 10 h (2.45 a 13.93 N) y secado convectivo 60 °C x 5 h (3.73 a 13.44 N). Tendencia parecida a la de esta investigación.

Villalobos y otros (2015) evaluaron el efecto del tratamiento osmótico (50 y 60 °Brix; 30 °C x 24 h) como pretratamiento al secado en estufa (60 °C x 7 días) sobre la firmeza en higos (1.57 N). La fruta aumento su firmeza de 2.01 a 2.08 N. Los tratamientos no presentaron diferencia significativa.

Se eligió como mejor firmeza (12.10 N) al tratamiento osmótico de 40 °C y secado de 55 °C ya que este valor es el más parecido a la mejor firmeza obtenido por Alva y otros (2013) quienes reportaron un crecimiento de la firmeza (1.89 a 19.93 N) conforme se elevaba la temperatura (50 a 70 °C) cuando sometieron rodajas de manzana a tratamiento osmótico (40 °Brix) y secado convectivo durante 5 horas. Concluyeron que a una temperatura de 60 °C se obtiene la mejor textura (10 N) porque este tratamiento maximiza la aceptabilidad general y otorga la menor humedad (15%).

4.4. Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre la concentración de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo

En la Figura 8 se observa que a mayor temperatura de tratamiento osmótico y mayor temperatura de secado los valores de la concentración de vitamina C disminuyeron de 60.24 a 43.28 mg de ácido ascórbico / 100 g (Valores experimentales en el Anexo 1).

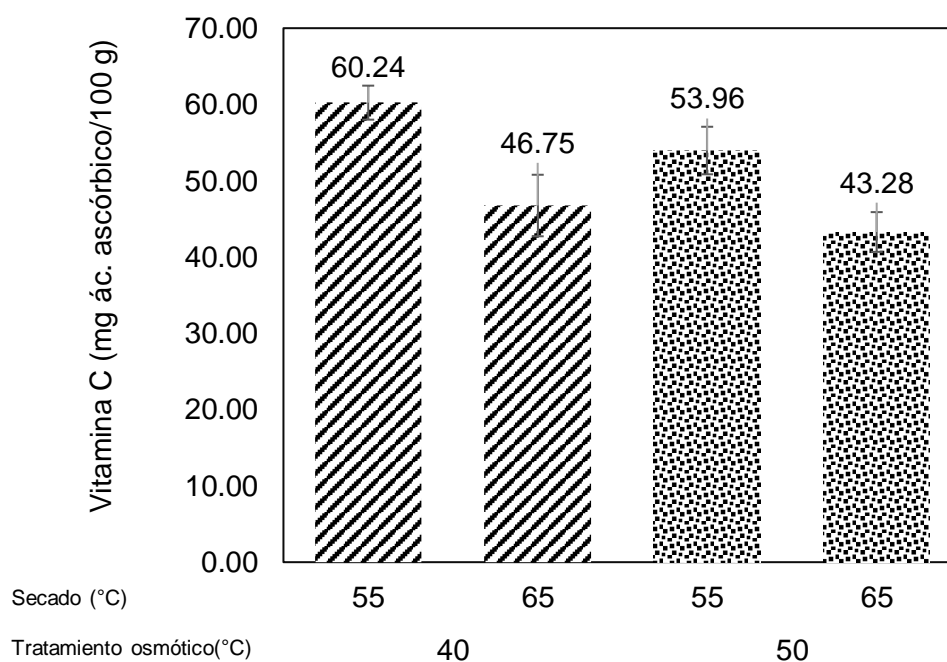


Figura 8. Valores de vitamina C en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras pimiento morrón rojo

En el Cuadro 10 se presenta la prueba de Levene modificada para los valores de Vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo, donde existió homogeneidad de varianza ($p > 0.05$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

Cuadro 10. Prueba de Levene modificada para la concentración de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo.

Variable	Estadístico de Levene	p
Vitamina C	0.114	0.950

En el Cuadro 11 el análisis de varianza indica que la temperatura de tratamiento osmótico y temperatura de secado presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la concentración de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo.

Cuadro 11. Análisis de varianzas para la concentración de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo

Variable	Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Vitamina C	Tratamiento: T	71.236	1	71.236	7.551	0.025
	Secado: S	437.934	1	437.934	46.422	0.000
	T*S	5.895	1	5.895	0.625	0.452
	Error	75.470	8	9.434		
	Total	590.534	11			

En el Cuadro 12 se observa la prueba de Duncan para la concentración de vitamina C. Esta indica que en el subgrupo 3 se tiene la mayor concentración de vitamina C (60.24 mg ác. ascórbico/ 100 g) con tratamiento osmótico de 40 °C y secado de 55 °C, por lo que es considerado el mejor tratamiento porque consiguió la mayor concentración de vitamina C.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para la concentración de vitamina C en snack de tiras de pimiento morrón rojo

Variable	Tratamiento osmótico (°C)	Temperatura de secado (°C)	Subgrupo		
			1	2	3
Vitamina C	50	65	43.28		
	40	65	46.75		
	50	55		53.96	
	40	55			60.24

De Michelis (2008) menciona que el pardeamiento no enzimático ocurre por la presencia de oxígeno en los tejidos vegetales, como toda reacción química esta se acelera cuando aumenta la temperatura y tiene sobre ella importancia las operaciones de pelado, cortado, etc., por lo que pueden producir pérdida de valor nutritivo (vitamina C).

Fellows (2007) menciona que la vitamina C es sensible al calor y la oxidación. Por ello, los tiempos de deshidratación deben ser cortos, las temperaturas bajas y durante el almacenamiento, el contenido en agua y la concentración de oxígeno deben también mantenerse bajos para evitar posibles pérdidas que, de lo contrario, podrían llegar a ser importantes.

Castro y otros (2008) reportaron efecto significativo en la concentración de vitamina C cuando escaldaron pimiento morrón rojo (70, 80 y 98 °C x 1 y 2.5 min). Hallaron los valores de 119, 102, 84, 69, 68 y 55 mg ác. Ascórbico/100 g para cada tratamiento. La concentración de vitamina C decreció conforme se elevaba la temperatura de igual manera que en esta investigación.

Carrillo (2008) evaluó el efecto de la temperatura de secado (60 y 80 °C) con ciclos de atemperado (15 min de secado y 30 min de reposo) con CaCl₂ al 0.1% durante 99 y 75 min respectivamente sobre la concentración de vitamina C en pimiento morrón rojo. Reportaron los valores de 95.12 mg ác. Ascórbico/ 100 g en muestra fresca y 93.65 y 92.90 mg ác. Ascórbico/ 100g para cada tratamiento. Estos resultados produjeron una menor pérdida de vitamina C a diferencia de los obtenidos de esta investigación. Esto puede deberse por la diferencia de tiempo de secado, porque las muestras de esta investigación recibieron calor de manera continua y porque el CaCl₂, al aumentar la firmeza de los tejidos, disminuye la difusividad del agua por lo que permite conservar ciertos nutrientes en los alimentos.

Quipo-Muñoz y otros (2013) evaluaron el efecto de la cocción (vapor saturado a 97 °C y agua a 98 °C) durante 5 min y microondas 760 W durante 2 min) sobre el contenido de vitamina C en pimiento morrón verde (147.84 mg ác. ascórbico/ 100 g). Reportaron valores de 90.10, 79.31 y 139.37 mg ác. ascórbico/100 g en cada tratamiento. Los tratamientos afectaron significativamente la vitamina C ($p < 0.05$), salvo microondas, el cual logro el mayor nivel de retención de vitamina C. Estos tratamientos afectaron significativamente la concentración de vitamina C de manera parecida que el tratamiento osmótico y el secado convectivo en esta investigación.

Estrada y otros (2018) reportaron efecto significativo en la concentración de vitamina C cuando sometieron trozos de guayaba (41.59 mg ác. Ascórbico/ 100g) a pretratamiento osmótico (40 °Brix) y secado convectivo (40 °C x 2 h). El valor de la vitamina C luego de los tratamientos fue de 1.87 mg ác. Ascórbico/100g. Asimismo, el tratamiento osmótico y el secado afectaron la concentración de vitamina C aunque en menor grado que la investigación mencionada.

Pinto de Oliveira y otros (2013) evaluaron el efecto del tratamiento osmótico (35 y 45 °Brix x 1 h) sobre la concentración de vitamina C en umbu (16.73

mg ác. Ascórbico/100 g). Reportaron valores de 15.60 y 10.23 mg ác. Ascórbico/100 g respectivamente encontrando diferencia significativa ($p < 0.05$). Concluyeron que el aumento de la concentración de sacarosa disminuye la concentración de vitamina C.

Castañeda y otros (2010) evaluaron el efecto de 4 métodos de deshidratación: tratamiento osmótico a vacío (63.57 °Brix, 679.06 mm Hg y 45.3 °C) combinada con secado convectivo (3.02 m/s y 69.5 °C), secado convectivo, tratamiento osmótico a vacío combinada con liofilización (1000 um Hg y -40 °C), y liofilización sobre la concentración de vitamina C en chalarina (29.75 mg/100 g). Reportaron valores de 9.31, 7.05, 14.99 y 23.63 mg ác. Ascórbico/ 100g en los tratamientos. El método de secado convectivo causó mayor pérdida de vitamina C que los demás tratamientos. En esta investigación se aplicó tratamiento osmótico más secado convectivo consiguiendo mayor degradación de la vitamina C en las tiras de pimiento morrón rojo.

4.5. Efecto de la temperatura de tratamiento osmótico y de la temperatura de secado sobre la aceptabilidad general en snack de tiras de pimiento morrón rojo

En la Figura 9 se observa que a temperatura de tratamiento osmótico de 50 °C y a temperatura de secado de 65 °C la aceptabilidad general presentó mayor calificación promedio de 6.83; y menor (6.20) con temperatura de tratamiento osmótico de 50 °C y temperatura de secado a 55 °C (Valores experimentales en el Anexo 2).

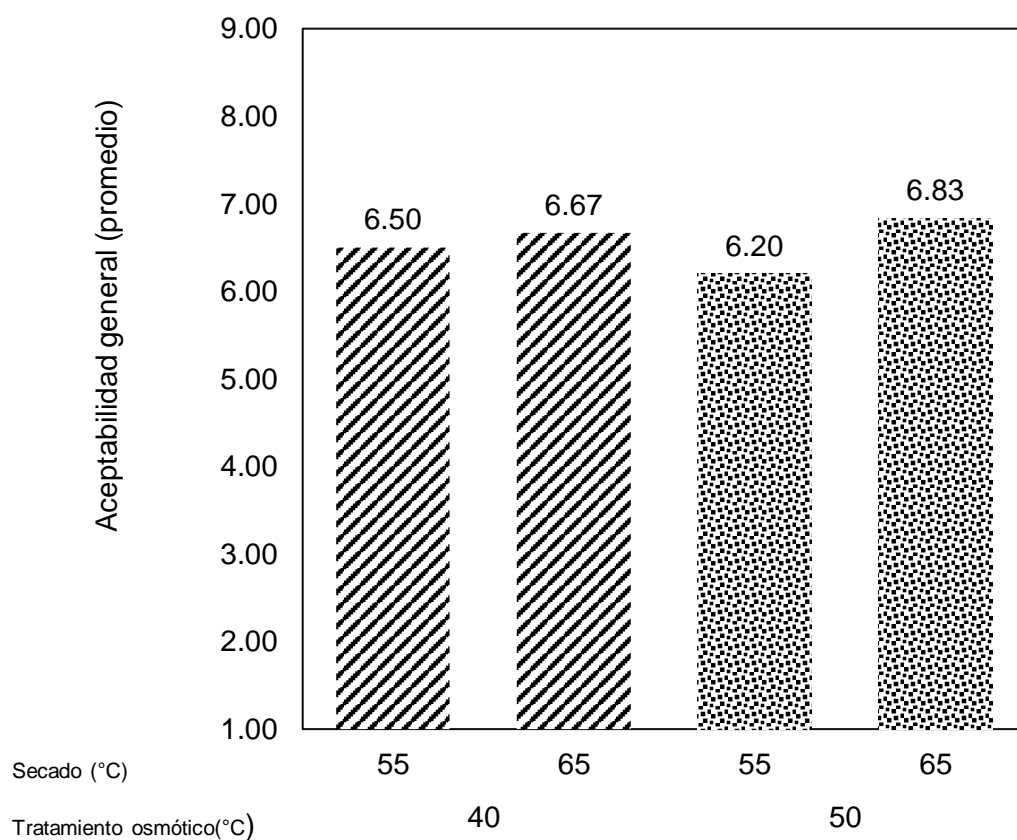


Figura 9. Valores de aceptabilidad general en función de la temperatura de secado y de la temperatura de tratamiento osmótico en snack de tiras pimiento morrón rojo.

En el Cuadro 13 se observa la prueba de Friedman. Esta indica que no existió diferencia significativa ($p > 0.05$) entre las muestras de snack de tiras de pimiento morrón rojo, sin embargo se observa que la muestra con tratamiento osmótico de 50 °C y secado de 65 °C presentó mayor rango promedio de 6.83 con moda de 8 correspondiente a la percepción de "Me gusta mucho".

Cuadro 13. Prueba Friedman para la aceptabilidad general en snack de tiras de pimienta morrón rojo.

Tratamiento osmótico (°C)	Temperatura de secado (°C)	Rango promedio	Promedio	Moda
40	55	2.28	6.50	7
40	65	2.55	6.67	7
50	55	2.30	6.20	6
50	65	2.87	6.83	8
Chi-cuadrado			4.580	
p			0.205	

Barbosa y Vega (2000) mencionan que la sacarosa, como agente osmótico, se usa principalmente en frutas y como etapa previa al secado convectivo, mejora las características sensoriales del producto final.

Sharma y otros (2009) mencionan que la transferencia simultánea de soluto a los alimentos puede afectar la calidad del producto. El “endulzamiento” producido por la sacarosa podría mejorar el sabor y el grado de aceptación del producto final.

Alva y otros (2013) reportaron un efecto no significativo sobre la aceptabilidad general cuando sometieron rodajas de manzana a tratamiento osmótico (40° Brix) y secado convectivo (50 a 70 °C). Todos los tratamientos obtuvieron una moda de 6, “Me gusta ligeramente”.

Moscol (2010) evaluó el efecto del tratamiento osmótico (50 y 40 ° Brix) y secado convectivo (50, 60 y 70 °C) sobre rodajas de manzana variedad Pachacamac. El tratamiento con mayor aceptabilidad fue el de 50 ° Brix y

60 °C con una moda de 8. A diferencia de esta investigación, los tratamientos tuvieron influencia significativa. Es posible que las decisiones de los panelistas no entrenados estén mayormente influenciadas por el dulzor de los productos y mayor dificultad de calificar a un producto snack nuevo.

V. CONCLUSIONES

La temperatura de tratamiento osmótico y la temperatura de secado tuvieron efecto significativo sobre la luminosidad L^* , cromaticidad a^* , firmeza y concentración de vitamina C; pero no sobre cromaticidad b^* y aceptabilidad general.

Se determinó que la temperatura de tratamiento osmótico de 40 °C y la temperatura de secado convectivo de 55 °C es el mejor tratamiento por presentar mejor color (L^* : 28.66, a^* : 27.57), mejor firmeza (12.10 N) y mayor concentración de vitamina C (60.24 mg ác. ascórbico/ 100 g) en un snack de pimiento morrón rojo. La aceptabilidad general fue de moda 7, "Me gusta moderadamente".

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto del tratamiento osmótico con otras concentraciones de sacarosa (mayores de 50 y menores de 70 °Brix de concentración) durante 2 horas a 40 y 50 °C como etapa previa al proceso de secado convectivo sobre el color, firmeza, concentración de vitamina C y aceptabilidad general en snack de tiras de pimiento morrón rojo.

Realizar un estudio de vida útil al snack de tiras de pimiento morrón rojo en esta investigación y compararlo con productos deshidratados comerciales.

Realizar pruebas descriptivas de sabor y textura con panelistas entrenados.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Ade-Omowaye, B., Rastogi, N., Angersbach, A. y Knorr, D. 2003. Combined effects of pulsed electric field pre-treatment and partial osmotic dehydration on air drying behaviour of red bell pepper. *Journal of Food Engineering*, 60:89–98.

Alva, H., Bazán, E., Cabrera, J., Huaccha, K. y Rojas, S. 2013. Optimización de humedad y textura en snacks de manzana, evaluando espesor y temperatura de secado. *Agroindustrial Science*, 2:91-100.

Andrews, J. 1984. *Peppers: The domesticated capsicums*. B.Q. Books. Estados Unidos, Austin.

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

Arslan, D. y Ozcan, M. 2011. Dehydration of red bell-pepper (*Capsicum annuum L.*): Change in drying behavior, color and antioxidant content. *Food and Bioproducts Processing*, 89:504-513.

Barbosa, G. y Vega, H. 2000. *Deshidratación de alimentos*. Editorial Acribia. España, Barcelona.

Carrillo, J. 2008. *Secado de pimiento morrón (Capsicum annuum) en lecho fluidizado con ciclos de atemperado y el efecto en su calidad*. Tesis para optar el Título de Maestría en Ciencias en Alimentos. Instituto Politécnico Nacional. México, México, D.F.

Casp, A. y Abril, J. 2003. *Procesos de conservación de los alimentos*. Ediciones A. Madrid y Mundi-Prensa. España, Madrid.

Castañeda, J., Arteaga, H., Siche, R. y Rodriguez, G. 2010. Estudio comparativo de la pérdida de vitamina C en chalarina (*Casimiroa edulis*) por cuatro métodos de deshidratación. *Scientia Agropecuaria*, 1(1):75-80.

Castro, S., Saraiva, J., Lopes-da-Silva, J., Delgadillo, I., Van Loey, A. Smout, C. y Hendrickx, M. 2008. Effect of thermal blanching and of high pressure treatments on sweet green and red bell pepper fruits (*Capsicum annuum L.*) *Food Chemistry*, 107:1436-1449.

Cordero, F. 2016. Efecto de la variedad de maíz (*Zea mays*) y del tratamiento térmico sobre la aceptabilidad general, color y firmeza del tamal en conserva. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú, Trujillo.

Costell, E. 1988. Expectativas del consumidor desde el punto de vista sensorial. *Alimentos*, 13(1):63-67.

De Michelis, A. 2008. Elaboración y conservación de frutas y hortalizas. Editorial Hemisferio Sur. Argentina, Buenos Aires.

De Michelis, A. y Ohaco, E. 2015. Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos: Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala. Ediciones INTA. Argentina, Buenos Aires.

Di Scala, K. y Capriste, G. 2008. Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *Food Science and Technology*, 41(5):789-795.

Erenturk, S., Gulaboglu, M. y Gultekin, S. 2005. The effects of cutting and drying medium on the vitamin C content of rosehip during drying. *Journal of Food Engineering*, 68:513-518.

Estrada, H., Restrepo, C., Saumett, H. y Pérez, L. 2018. Deshidratación osmótica y secado por aire caliente en mango, guayaba y limón para la

obtención de ingredientes funcionales. *Información Tecnológica*, 29(3):197-204.

Faustino, J., Barroca, M. y Guiné, R. 2007. Study of the drying kinetics of green bell pepper and chemical characterization. *Food and Bioproducts Processing*, 85(3):163-170.

Fellows, P. 2007. *Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y práctica*. Editorial Acribia. España, Barcelona.

Fernández, D., Muñiz, S., García, A. y Cervantes, R. 2015. Cinética de secado de fruta bomba (*Carica papaya L.*, cv. Maradol Roja) mediante los métodos de deshidratación osmótica y por flujo de aire caliente. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1):22-28.

Fernández, F., Gallao, F. y Rodriguez, S. 2009. Effect of osmosis and ultrasound on pineapple cell tissue structure during dehydration. *Journal of Food Engineering*, 90:186-190.

Fundación Española de la Nutrición. 2011. *Mercado saludable de los alimentos: Pimiento Morrón*. España, Madrid.

GESTIÓN. 2018. Exportaciones de Capsicum crecerían más de 3% y cerrarían el año en US\$ 246 millones. Disponible en <https://gestion.pe/economia/exportaciones-capsicum-crecerian-3-cerrarian-ano-us-246-millones-235188>. Consultado el 27 de noviembre del 2018.

Guiné, R. y Barroca, M. 2012. Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). *Food and Bioproducts Processing*, 90(1):58-63.

Lomas, M. 2010. *Introducción al cálculo de los procesos tecnológicos de los alimentos*. Editorial Acribia. España, Barcelona.

Lucero, J. y Sánchez, C. 2012. Inteligencia de mercado de pimiento morrón verde. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México, Baja California.

Lusas, E. y Rooney, L. 2002. Snacks Foods Processing. CRC Press. Estados Unidos, New York.

Martínez-Girón, J. y Ordóñez-Santos, L. 2015. Efecto del procesamiento térmico sobre el color superficial del pimiento morrón rojo variedad Nataly. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2):104-113.

Martínez-Zamora, R., Vega-Peña, G., Díaz-Valle, C., Altamirano-Romo, S. y Castillo-Borja, F. 2016. Efecto del corte y temperatura de secado en horno convectivo sobre el color del pimiento dulce (*Capsicum annuum* L.). *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 7(4):37-46.

Mendoza-Corvis, F., Hernández, E. y Ruiz, L. 2015. Efecto del escaldado sobre el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C de la pulpa de mango de Hilacha (*Mangífera indica var magdalena river*). *Información Tecnológica*, 26(3):9-16.

MINAGRI. 2017. Plan de desarrollo sostenible de las especies del genero *Capsicum* 2018-2028. Pimientos y ajíes. Disponible en <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/resolucioneministeriales/2017/octubre/rm434-2017-minagri.pdf>. Consultado el 17 de mayo del 2018.

MINSA. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. Disponible en <http://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado el 14 de mayo del 2018.

Montero, C., Blanco, A. y Fernández, M. 2000. Composición Químico-Nutricional de Snacks Procesados en Costa Rica. *REVITECA*, 7:18-25.

Moscol, R. 2010. Efecto de la concentración de la solución osmótica y temperatura de secado en el coeficiente de difusividad efectiva y aceptabilidad general en rodajas de manzana (*Pirus malus L.*) variedad pachacamac osmodeshidratadas. Tesis para optar el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Perú, Trujillo.

Pérez, M., Cardozo, C. y Ciro, H. 2005. Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya L.*) en cuatro agentes edulcorantes. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 58(2):2989-3002.

Pineda, D. 2007. Tendencias en snacks nutritivos. Célula de Alimentos y Bebidas. El Salvador, San Salvador.

Pinto de Oliveira, C., Almeida, S., Martinez, E., da Silva, A. y Rodrigues, C. 2013. Estudio del proceso de deshidratación osmótica de umbu (*Spondias tuberosa Arruda Camara*). Semina: Ciencias Agrarias Londrina, 34(2):729-740.

PromPerú. 2014. Informe Anual: Desarrollo Agroexportador del Perú. Disponible en [http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sector esproductivos/DesarrolloAgroexportador-2014.pdf](http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sector%20esproductivos/DesarrolloAgroexportador-2014.pdf). Consultado el 14 de mayo del 2018.

Quipo-Muñoz, F., Ramírez-Muñoz, Á., Rojas-Pérez, J. y Ordoñez-Santos, L. 2013. Cambios en la Vitamina C y el Color durante la cocción del pimiento morrón verde (*Capsicum Annuum L.*). TecnoLógicas, 31:141-150.

Ranganna, S. 1979. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. McGraw-Hill. India. Mysore.

Rodríguez, M. 2016. Estimación de las pérdidas de alimentos en una industria del sector lácteo y sus posibles efectos sobre la seguridad alimentaria y nutricional. Tesis para optar el Título de Magister en

Seguridad Alimentaria y Nutricional. Universidad Nacional de Colombia. Colombia, Bogotá.

Salunkhe, D. y Kadam, S. 2003. Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Editorial Acribia. España, Zaragoza.

Sandoval, P. 2016. Efecto del tiempo de pretratamiento osmótico asistido con ultrasonido en el color, actividad de agua y aceptabilidad general en aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) deshidratado por aire caliente. Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú, Trujillo.

Sartorius. 2012. Instrucciones de manejo: Analizador de humedad electrónico. Alemania, Goettingen.

Sharma, S., Mulvaney, S. y Rizvi, S. 2009. Ingeniería de alimentos: Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Editorial Limusa. México, México D.F.

Simonne, A., Simonne, E., Eitenmiller, R., Mills, H. y Green, N. 1997. Ascorbic acid and provitamin A contents in unusually colored bell peppers (*Capsicum annuum L.*) *Journal of Food Composition and Analysis*, 10:299-311.

Torreggiani, D. 1993. Osmotic dehydration in fruits and vegetable processing. *Food Research International Journal*, 26:59-68.

Vega-Galvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J. y Perez-Won, M. 2009. Effect of air-drying temperatura on physico-chemical properties, antioxidant capacity, color and total phenolic content of red pepper. *Food Chemistry*, 117:647-653.

Villalobos, M., Córdoba, M., Serradilla, M. y Martín, A. 2015. Informe Anual sobre La Agricultura y la Ganadería Extremeñas: Sistemas de secado

alternativos al secado al sol en higos. Universidad de Extremadura. España, Extremadura.

Viviant, V. 2007. Snacks Saludables: Una novedosa tendencia. La Alimentación Latinoamericana. Argentina, Buenos Aires.

VIII. ANEXOS

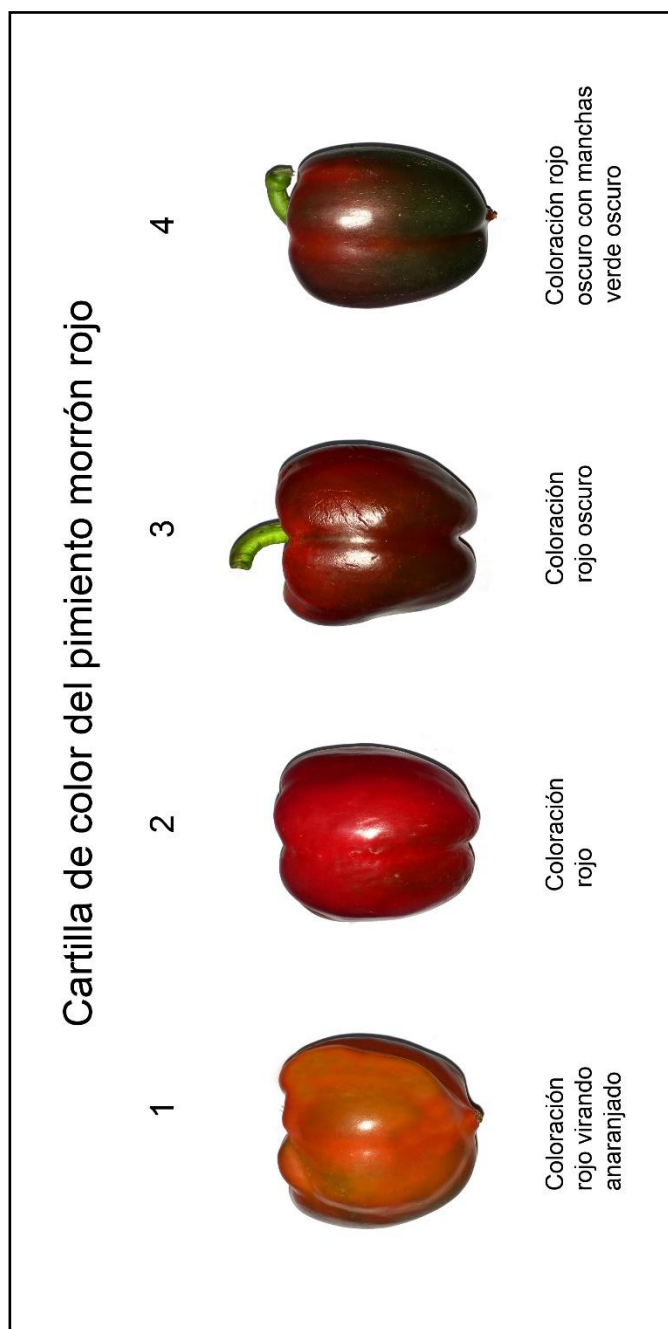
Anexo 1. Datos de humedad, color, firmeza y concentración de vitamina C de snack de tiras de pimiento morrón rojo

Tratamiento osmótico (°C)	Temperatura de secado (°C)	Humedad (%)	L*	a*	b*	Firmeza (N)	Vitamina C (mg ác. ascórbico/100 g)
40	55	9.68	29.31	27.10	19.08	12.23	57.83
40	55	9.70	28.18	27.66	13.53	12.15	60.64
40	55	8.70	28.48	27.96	14.53	11.92	62.24
Promedio		9.36	28.66	27.57	15.72	12.10	60.24
Desviación estándar		0.57	0.58	0.44	2.96	0.16	2.23
40	65	10.37	21.13	20.90	14.13	15.05	42.13
40	65	11.13	20.90	21.79	19.09	14.25	48.54
40	65	10.10	20.81	21.29	11.81	14.88	49.58
Promedio		10.53	20.95	21.33	15.01	14.73	46.75
Desviación estándar		0.53	0.16	0.45	3.72	0.42	4.03
50	55	10.62	26.45	21.23	15.32	13.27	54.47
50	55	10.64	26.41	19.73	13.67	13.53	56.79
50	55	10.29	26.61	20.40	12.18	13.76	50.62
Promedio		10.52	26.49	20.45	13.72	13.52	53.96
Desviación estándar		0.20	0.11	0.75	1.57	0.25	3.12
50	65	9.80	19.71	17.82	12.04	16.80	41.25
50	65	8.69	18.71	17.84	14.50	16.76	46.22
50	65	9.10	18.18	16.39	11.87	16.52	42.37
Promedio		9.20	18.87	17.35	12.80	16.69	43.28
Desviación estándar		0.56	0.77	0.83	1.47	0.15	2.60

Anexo 2. Aceptabilidad general de snack de tiras de
pimiento morrón rojo

Tratamiento osmótico (°C)	40		50	
	55	65	55	65
1	6	7	6	8
2	7	6	8	7
3	7	8	6	8
4	5	7	8	4
5	4	5	6	3
6	6	7	4	8
7	5	6	7	8
8	6	5	7	8
9	6	7	8	4
10	8	6	5	8
11	8	8	9	8
12	7	9	6	8
13	7	4	5	7
14	7	6	7	8
15	8	9	6	8
16	9	6	8	7
17	6	7	7	7
18	7	8	5	8
19	6	5	6	8
20	7	8	3	6
21	6	7	5	8
22	7	8	6	8
23	4	6	2	2
24	6	7	5	6
25	6	6	3	6
26	8	7	8	8
27	7	4	8	4
28	5	5	6	6
29	7	8	9	9
30	7	8	7	7
Promedio	6.50	6.67	6.20	6.83
Moda	7	7	6	8

Anexo 3. Cartilla de color de muestras fotografiadas del pimiento morrón rojo

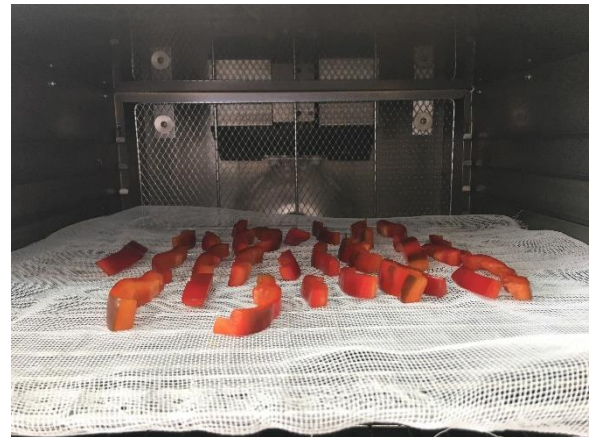


Fuente: Elaboración propia

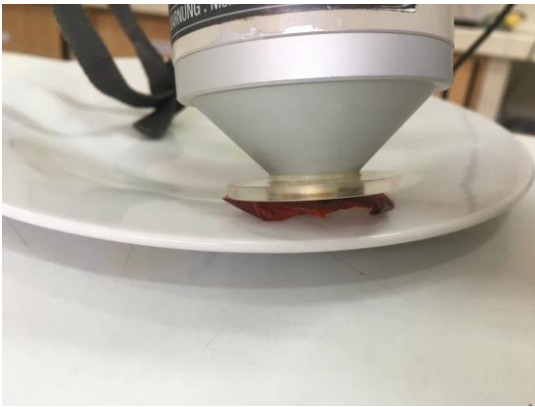
Anexo 4. Selección, descarte, desinfección, cortado y escaldado del pimiento morrón rojo



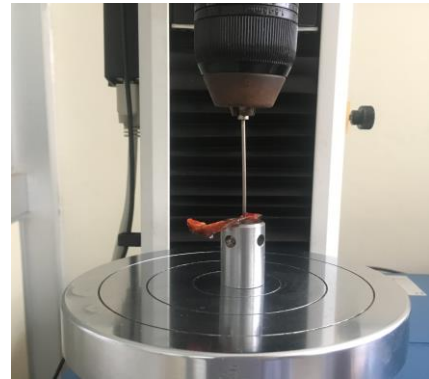
Anexo 5. Deshidratación osmótica y secado convectivo del pimiento morrón rojo



Anexo 6. Imágenes de análisis de color, firmeza, vitamina C y aceptabilidad general de tiras de pimiento morrón rojo



Color



Firmeza



Vitamina C



Evaluación Sensorial