

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



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

**“Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo
(*Zea mays* L.) y de la temperatura de secado sobre características fisicoquímicas
y sensoriales de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (*Capsicum annum* L.)”**

Área de investigación:

Tecnología Postcosecha

Autor:

Br. Abel Santiago Juarez Chunga

Jurado Evaluador:

Presidente : Lescano Anadón, Carlos Eduardo

Secretario : Pretell Vásquez, Carla Consuelo

Vocal : Vásquez Senador, Máx Martin

Asesor:

Rodríguez Zevallos, Antonio Rodriguez

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5797-6635>

TRUJILLO – PERÚ

2022

Fecha de sustentación: 2021/11/25

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



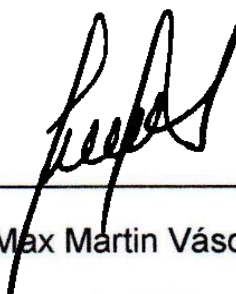
Ing. Dr. Carlos Eduardo Lescano Anadón

PRESIDENTE




Ing. M Sc. Carla Consuelo Pretell Vásquez

SECRETARIO



Ing. Mg. Max Martin Vásquez Senador

VOCAL



Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos

ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Jehová Dios y a mis Padres, Abelardo Juárez Zeta y Maria Maribel Chunga Peralta y a mi hermana, Yohana Juárez Chunga.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Jehová Dios, a mis padres, hermana y docentes de la Escuela, por haber ayudado a lograr este anhelado sueño, ser profesional. También por brindarme sus conocimientos científicos con valores éticos y morales, para un excelente desempeño profesional y personal en el trayecto de la vida.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
HOJA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. Pimiento Morrón.....	4
2.1.1. Definición y características.....	4
2.1.2. Composición y valor nutricional.....	4
2.2. Almidón de maíz.....	5
2.2.1. Definición y características.....	5
2.2.2. Composición proximal.....	6
2.3. Métodos de conservación.....	6
2.3.1. Deshidratación osmótica.....	7
2.3.2. Deshidratación por aire caliente.....	8

2.4.	Alteraciones del secado sobre las propiedades de los alimentos.....	8
2.4.1.	Textura.....	8
2.4.2.	Color y contenido de carotenoides.....	9
2.4.3.	Vitamina C	9
2.4.4.	Flavor.....	9
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1.	Lugar de ejecución	11
3.2.	Materiales, instrumentos y equipos	11
3.2.1.	Materiales de investigación.....	11
3.2.2.	Equipos e instrumentos.....	11
3.2.3.	Reactivos	12
3.3.	Métodos.....	12
3.3.1.	Método experimental.....	12
3.3.1.1.	Esquema experimental para la obtención de snacks de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	12
3.3.1.2.	Procedimiento experimental para la elaboración de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	13
3.2.2.	Métodos de análisis	16
3.2.2.1.	Determinación de vitamina C	16
3.2.2.2.	Color.....	18
3.2.2.3.	Compuestos fenólicos.....	18
3.2.2.4.	Firmeza	21

3.2.2.5. Crocantes	21
3.2.2.6. Aceptabilidad general.....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (<i>Zea mays</i> L.) y de la temperatura de secado sobre el contenido de vitamina C de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	26
4.2. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (<i>Zea mays</i> L.) y de la temperatura de secado sobre el color de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	29
4.3. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (<i>Zea mays</i> L.) y de la temperatura de secado sobre el contenido de compuestos fenólicos de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	36
4.4. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (<i>Zea mays</i> L.) y de la temperatura de secado sobre la firmeza de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	39
4.5. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (<i>Zea mays</i> L.) y de la temperatura de secado sobre la crocantes de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	42

4.6. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (<i>Zea mays</i> L.) y de la temperatura de secado sobre la aceptabilidad general de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (<i>Capsicum annuum</i> L.)	44
V. CONCLUSIONES	46
VI. RECOMENDACIONES	47
VII. BIBLIOGRAFÍA	48
VIII. ANEXOS	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional del pimiento Morrón	5
Cuadro 2. Composición química del almidón de maíz.....	6
Cuadro 3. Preparación de curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 100 mg/L.....	19
Cuadro 4. Prueba de Levene aplicada a los valores de vitamina C del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	27
Cuadro 5. Análisis de varianza para la vitamina C del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	28
Cuadro 6. Prueba de Duncan para la vitamina C del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	28
Cuadro 7. Prueba de Levene para la luminosidad (L*) del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	30
Cuadro 8. Análisis de varianza para la luminosidad (L*) del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	31
Cuadro 9. Prueba de Duncan para la luminosidad (L*) del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	31
Cuadro 10. Prueba de Levene para a* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	33
Cuadro 11. Análisis de varianza para a* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	33
Cuadro 12. Prueba de Duncan aplicado para a* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	34
Cuadro 13. Prueba de Levene para b* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	Error! Bookmark not defined.

Cuadro 14. Análisis de varianza para b^* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	35
Cuadro 15. Prueba de Duncan para b^* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	36
Cuadro 16. Prueba de Levene para los compuestos fenólicos del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	38
Cuadro 17. Análisis de varianza para los compuestos fenólicos del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	38
Cuadro 18. Prueba de Duncan para los compuestos fenólicos del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	39
Cuadro 19. Prueba de Levene para la firmeza del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	40
Cuadro 20. Análisis de varianza para la firmeza del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	41
Cuadro 21. Prueba de Duncan para los compuestos fenólicos del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	41
Cuadro 22. Prueba de Friedman para crocantes del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	43
Cuadro 23. Prueba de Wilcoxon para crocantes del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	43
Cuadro 24. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	45
Cuadro 25. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema experimental para la investigación sobre snack de pimiento Morrón Rojo	13
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de un snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	14
Figura 3. Curva de calibración del ácido gálico	20
Figura 4. Ficha para la evaluación de crocantes de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo	24
Figura 5. Ficha para la evaluación de la aceptabilidad general de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.....	25
Figura 6. Valores de vitamina C en snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas.....	26
Figura 7. Valores de L* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas.....	29
Figura 8. Valores de a* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas.....	32
Figura 9. Valores b* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento y a dos temperaturas	35
Figura 10. Valores de los compuestos fenólicos del snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas.....	37
Figura 11. Valores de firmeza del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas.....	40
Figura 12. Valores de crocantes de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas	42

Figura 13. Valores de aceptabilidad general del snack de tiras de pimiento Morrón
Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos
temperaturas.....44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Contenido de Vitamina C (mg vit.C/100 g muestra) en los snack de pimiento Morrón Rojo sin recubrimiento de almidón de maíz.....	55
Anexo 2. Contenido de Vitamina C (mg vit.C/100 g muestra) en los snack de pimiento Morrón Rojo con recubrimiento de almidón de maíz.....	56
Anexo 3. Valor L* en los snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz	57
Anexo 4. Valor a* en los snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz.....	57
Anexo 5. Valor b* en los snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz	58
Anexo 6. Contenido de compuestos fenólicos (mg ácido gálico/g muestra) en los snack de pimiento Morrón Rojo con recubrimiento de almidón de maíz.....	58
Anexo 7. Valor de firmeza (N) en los snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz	59
Anexo 8. Valor de crocantes en los snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz.....	60
Anexo 9. Valor de aceptabilidad general en snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz.....	61
Anexo 10. Valores de sólidos solubles (°Brix) en el Pimiento Morrón Rojo.....	62
Anexo 11. Tratamientos de recubrimiento de almidón y temperatura de secado en los snack de pimiento Morrón Rojo.....	62
Anexo 12. Después del secado en los recubrimientos de maíz en snack de pimiento Morrón Rojo.....	63

Anexo 13. Prueba de crocantes y aceptabilidad general en los snack de pimiento

Morrón Rojo64

RESUMEN

Se evaluó el efecto del almidón nativo de maíz (*Zea mays* L.) con y sin recubrimiento y la temperatura del aire de secado (55 y 65 °C) sobre el contenido de vitamina C, color (L^* , a^* y b^*), compuestos fenólicos, firmeza, crocantes y aceptabilidad general en tiras de snack de pimiento Morrón Rojo. Se aplicó análisis sensorial de crocantes y aceptabilidad general, utilizando una escala hedónica de 9 puntos. El tratamiento con recubrimiento de almidón nativo y temperatura de secado de 55 °C produjo el mayor valor de vitamina C (71.23 mg de ácido ascórbico/100 g muestra); mayor color (54.14 L^* , 18.27 a^* , 11.32 b^*), mayor contenido de compuestos fenólicos (4.19 mg ácido gálico/g muestra), mayor crocantes (8 puntos) y 9 puntos en aceptabilidad general, equivalente a “Me gusta muchísimo” en el snack de pimiento Morrón Rojo. Por lo tanto, con el recubrimiento de almidón nativo de maíz y la temperatura de secado a 55 °C, se obtuvieron las mejores características fisicoquímicas y sensoriales en el snack de pimiento Morrón Rojo.

ABSTRACT

The effect of native corn starch (*Zea mays* L.) with and without coating and the drying temperature (55 and 65 ° C) on the content of vitamin C, color (L*, a* y b*), phenolic compounds, firmness, crispness and general acceptability in Red Bell pepper snack strips was evaluated. Sensory analysis was applied to crispiness and general acceptability, using a 9-point hedonic scale. Treatment with coated? native starch with coating and drying temperature of 55 °C produced the best vitamin C values, (71.23 mg of ascorbic acid / 100 g sample); higher color (54.14 L*, 18.27 a*, 11.32 b*), highest content of phenolic compounds (4.19 mg gallic acid / g sample), highest crispiness (8 points) and 9 points in general acceptability, equivalent to "I like it very much "In the Red Bell pepper snack. Therefore, with the native corn starch coating and the drying temperature at 55 °C, the physicochemical and sensory characteristics of the Red Bell pepper snack were maintained adequate.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el aire caliente es el método más usado de deshidratación en la industria alimentaria y química, El secado por aire caliente de un producto y la humedad en equilibrio final es función de la condición empleada (Krokida y otros, 2003).

La deshidratación osmótica es utilizada como pretratamiento para la remoción parcial de agua en frutas y vegetales, y con ello disminuye el consumo de energía; y además se mejora la calidad del producto final (Wang y otros, 2010).

El pimiento es un producto hortofrutícola que presenta óptima deshidratación mediante aire caliente, por tener una resistencia a las temperaturas altas o alteraciones de calor, dentro de algunos límites de temperatura; este método de secado es el más utilizado en la industria del pimiento deshidratado (Nuez y otros, 1996).

También se ha realizado una amplia investigación en el pimiento; y se ha determinado que contiene muchos compuestos antioxidantes y vitamina C y además, se ha demostrado que al ser sometido a una deshidratación, sus propiedades no son afectadas significativamente (Pedraza, 2014).

La fruta fresca pelada y cortada tiene una vida útil muy corta, debido a las dificultades para mantener sus características originales. Esto se debe a que algunas operaciones durante el cortado inducen cambios en las características fisicoquímicas y fisiológicas, por efecto de la mayor acción enzimática y algunos cambios fisiológicos (Torres y otros, 2007).

Los productos snacks se clasifican en: 1) snacks dulces: frutas deshidratadas, galletas, rollos de frutas, barras de cereales, extruidos con sabor a frutas (cereales inflados, hojuelas de cereal, carne de soya); 2) snacks salados: nueces, extruidos

(dilatados, chips y bastones), galletas, papas chips, chips de maíz (Nielsen, 2003). Así mismo, los frutos secos o deshidratados tienen de 20 - 30% de agua; son una importante fuente de minerales como potasio, calcio, fósforo, magnesio y hierro; vitaminas que son principalmente del grupo B, así como liposolubles A y E. Además, presentan fibra alimentaria que ayuda a combatir problemas de estreñimiento y puede modificar la absorción de ciertas sustancias. Entonces, su consumo es el resultado de los cambios en el estilo de vida, la moda, la falta de tiempo para ir de compras, el rechazo a la comida chatarra y la pérdida de ganas en cocinar, así como las necesidades sociales; factores que favorecen al crecimiento de este mercado en expansión.

Los recubrimientos están formados por una matriz continua, líquida y delgada, conformada por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de estos, pueden contener aditivos y compuestos antimicrobianos, se aplican sobre el alimento para evitar el intercambio de agua y de gases, mejorar la integridad mecánica y ralentizar los cambios químicos que pueden afectar el color, aroma o valor nutricional. Así mismo, el almidón, utilizado en recubrimientos se modifica para romper algunas o todas las moléculas y realzar o inhibir propiedades como consistencia, viscosidad, poder aglutinante, estabilidad a cambios en el pH y temperatura y mejorar su gelificación, dispersión o fluidez (Quintero y Falguera, 2010). Entonces, los recubrimientos de almidón disminuyen la respiración del producto, disminuye la pérdida de peso y mantienen la firmeza de los frutos. En consecuencia, los recubrimientos formulados con almidón son una alternativa muy adecuada para los frutos; que permiten mantener los atributos físicos, químicos y sensoriales de los productos agrícolas y prolongan su vida útil (Ramos y otros, 2018).

Los objetivos planteados fueron:

Evaluar el efecto del almidón de maíz (*Zea mays* L.) (con o sin recubrimiento) y de dos temperaturas de secado (55 y 65 °C) sobre el contenido de vitamina C, el color, contenido de compuestos fenólicos, la firmeza, crocantes y la aceptabilidad general en un snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.

Determinar que recubrimiento de almidón de maíz y que temperatura de secado permitan obtener el mayor contenido de vitamina C, el mejor color, el mayor contenido de compuestos fenólicos, la mayor firmeza, la mejor crocantes y mayor aceptabilidad general de un snack de pimiento Morrón Rojo.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Pimiento Morrón

2.1.1. Definición y características

El nombre científico del pimiento es *Capsicum annum* L, de la familia de los ajíes y pimientos, en el cual se incluye el pimiento dulce, paprika, rocotos, etc. El pimiento morrón o dulce pertenece a la familia Solanaceae y al género *Capsicum* que comprende varias especies. El pimiento es originario de Perú y Bolivia, desde donde se expandió al resto de América; son de tamaño grande y carnoso (Sagarpa, 2008).

Como hortaliza se consume entera o en trozos, en fresco o procesados en salmuera o en vinagre. Como colorante se aprovecha muy bien su contenido en carotenoides como capsantina, caroteno y ésteres de zeaxantina; se encuentran de 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 se encuentran sus semillas (Minagri, 2017).

El pimiento es un producto hortofrutícola que mejor se deshidrata por aire caliente, por presentar una razonable resistencia a las alteraciones por el calor, dentro de ciertos límites de temperatura (Zapata y otros, 1992) y este método de secado sigue siendo el más utilizado en la industria del pimiento deshidratado (Nuez y otros, 1996).

2.1.2. Composición y valor nutricional

El Cuadro 1, muestra el valor nutricional del pimiento Morrón Rojo, destacándose el contenido de vitamina C y A.

Cuadro 1. Composición nutricional del pimiento Morrón

Componente	Contenido (en 100 g)
Energía (J)	476.52
Agua (g)	92.3
Carbohidratos (g)	4.6
Fibra dietaria (g)	0.9
Proteínas (g)	1.2
Lípidos (g)	1.3
Ácido ascórbico (mg)	108.3
Vitamina A (µg)	200
β caroteno (µg)	450

Fuente: Minagri (2017).

2.2. Almidón de maíz

2.2.1. Definición y características

El almidón es el principal componente del maíz (*Zea mays* L.), se usa en muchas aplicaciones como procesos de la industria alimentaria; se presenta como gránulos discretos con diversas formas, tamaños y composición, en función del genotipo, que modifica la textura, volumen, consistencia, humedad y la vida de anaquel de los alimentos (Li y otros, 2003)

El contenido de almidón en el maíz esta entre 70 – 73%, por lo que, se considera como una importante fuente de energía; otros componentes del maíz son las proteínas, localizadas, principalmente, en el endospermo en 8 - 11%; los ácidos grasos representan 3 - 18% del peso del grano, poliinsaturados, en tanto que los mono saturados se encuentran en menor proporción (FAO, 1993).

El almidón es un carbohidrato de reserva, sintetizado y almacenado como fuente de energía en plantas superiores; después de la celulosa, es el segundo carbohidrato más

abundante en la biosfera. Aunque el contenido de almidón varía según su fuente de obtención, la más importante son: maíz, arroz, trigo; con un contenido aproximado de 30-80%, en leguminosas (frijol, arveja, haba) un 20-25% y en tubérculos (papa, olluco) y otros alimentos (yuca, camote) representa un 60-90% de la materia seca. De la producción mundial de almidón, aproximadamente, el 83% es obtenido del maíz; seguido por el trigo con 7%, papa con 6% y yuca con 4% (Bernal y Martínez, 2006).

2.2.2. Composición proximal

En el Cuadro 2, se muestra la composición proximal del almidón de maíz. Así mismo, presenta en gran cantidad, amilopectina (71.7) y amilosa (28.3) (Betancur-Ancona, 2001).

Cuadro 2. Composición proximal del almidón de maíz

Componente	Contenido (en 100 g)
Humedad (g)	11.2
Proteína (g)	0.5
Grasa (g)	0.3
Carbohidratos (g)	87.9
Fibra cruda (g)	0.2
Cenizas (g)	0.1

Fuente: MINSA (2002)

2.3. Métodos de conservación

Hay varios métodos de conservación de alimentos que tienen como objetivo que los alimentos mantengan su calidad durante la vida útil del producto. Es decir, que no representan ningún riesgo para el consumidor; así mismo, conserva su valor nutricional y sus características sensoriales (Vega, 2006).

A lo largo del tiempo se ha buscado procesos para conservar los alimentos en buen estado y poder disponer de ellos en cualquier

momento, sobre todo en los tiempos de escasez, la deshidratación ha sido la mejor opción para poder conservar los alimentos (Gutiérrez y otros, 1988).

La deshidratación o desecación consiste en la eliminación de la mayor cantidad de agua posible o humedad presente en un alimento, sobre la base de condiciones controladas como temperatura, humedad, velocidad y circulación de aire (Sharma, 2003).

Todas las operaciones de secado dependen de la aplicación de calor para 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 su estructura y de los parámetros de secado: 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).

2.3.1. Deshidratación osmótica

La deshidratación osmótica es una técnica que ha sido ampliamente aplicable para reducir el contenido de agua de frutas y vegetales con pocas alteraciones de sus características físicas y sensoriales originales. Durante este proceso la humedad de los alimentos se reduce sin incluir cambios en la fase, directamente en forma de agua líquida. Una de las restricciones de su aplicación industrial es el gran volumen y las dificultades del manejo del efluente resultante a partir del jarabe osmótico (Rahman y Perera, 1999).

Durante el proceso de deshidratación osmótica se producen dos fenómenos de transferencia de masa en contracorriente: 1) salida de agua desde el sólido a la solución osmótica, 2)

transferencia de soluto desde la solución osmótica hacia el alimento (Ramallo y otros, 2004).

El flujo de agua produce el arrastre de las sustancias hidrosolubles propias de la estructura del alimento (azúcares, ácidos orgánicos, minerales, vitaminas) hacia la solución osmótica (Peiró-Mena y otros, 2006).

2.3.2. Deshidratación por aire caliente

La deshidratación por aire caliente forzado es uno de los métodos más comunes para secar los alimentos; el aire caliente es el principal removedor de agua libre que está presente en la superficie de los alimentos, con este método depende mucho de la velocidad y la temperatura del aire empleado (Doymaz, 2007).

En la deshidratación con aire, las temperaturas fluctúan entre 55 - 70°C, por lo cual el tiempo de deshidratación se reduce. En cuanto a la velocidad de aire empleado (60 °C) varían de 1.5 a 0.13 m/s, se tiende a incrementar el tiempo de deshidratación a bajas velocidades (Tsamo y otros, 2006).

2.4. Alteraciones del secado sobre las propiedades de los alimentos

2.4.1. Textura

En el caso de la deshidratación con temperaturas elevadas (en especial en frutas, pescado y carne) se produce en la parte superior del alimento una capa dura e impenetrable; este fenómeno, si no se controla tiende a reducir la velocidad de deshidratación, lo cual se produce un alimento seco en la superficie y en el interior húmedo (Fellows, 2007). Además, en su estructura ocurre un encogimiento o contracción en el 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).

2.4.2. 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).

2.4.3. 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).

2.4.4. 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).

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 Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materiales, instrumentos y equipos

3.2.1. Materiales de investigación

- Pimiento Morrón Rojo fresco, adquirido en el mercado La Hermelinda, Trujillo
- Almidón de maíz nativo, marca Duryea. Supermercados Peruanos S.A.
- Azúcar blanca refinada de la empresa Agroindustrial Laredo S. A. A. Supermercados Peruanos S.A.
- Bandejas de aluminio
- Material de vidrio de laboratorio en general
- Bolsas de polipropileno
- Papel de filtro
- Material para pruebas de análisis sensorial (cartilla de evaluación, cabinas de evaluación, utensilios)

3.2.2. Equipos e instrumentos

- Deshidratador de acero inoxidable Modelo PT-61/220 – 240 V, 50 Hz/1000 W, temperatura de 0-80 °C.
- Colorímetro. Marca Kónica Minolta. Modelo CR-400
- Texturómetro. Marca Instron 3342 celda 50 N
- Analizador de humedad Sartorius MA 35
- Baño María eléctrico. Thermo Fischer.
- Termómetro digital marca Multigital
- Balanza analítica. Marca Mettler-Toledo (capacidad 210 g), aprox. 0.0001 g

- Balanza digital. Marca Sartarious, aprox 1 g
- Selladora térmica de plásticos. Marca Machitek
- Cronómetro. Marca Casio.

3.2.3. Reactivos

- Diclorofenolindofenol (sal sódica)
- Ácido metafosfórico (HPO_3)
- Ácido L-ascórbico
- Reactivo Folin-Ciocalteau
- Bicarbonato de sodio
- Formaldehído
- Ácido clorhídrico (HCl , 38%)
- Solución de cloro, 4% de hipoclorito de sodio

3.3. Métodos

3.3.1. Método experimental

3.3.1.1. Esquema experimental para la obtención de snacks 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. Las variables independientes son recubrimiento vs sin recubrimiento de almidón y dos temperaturas de secado; y variables dependientes: vitamina C, color, compuestos fenólicos, firmeza, crocantes y aceptabilidad general.

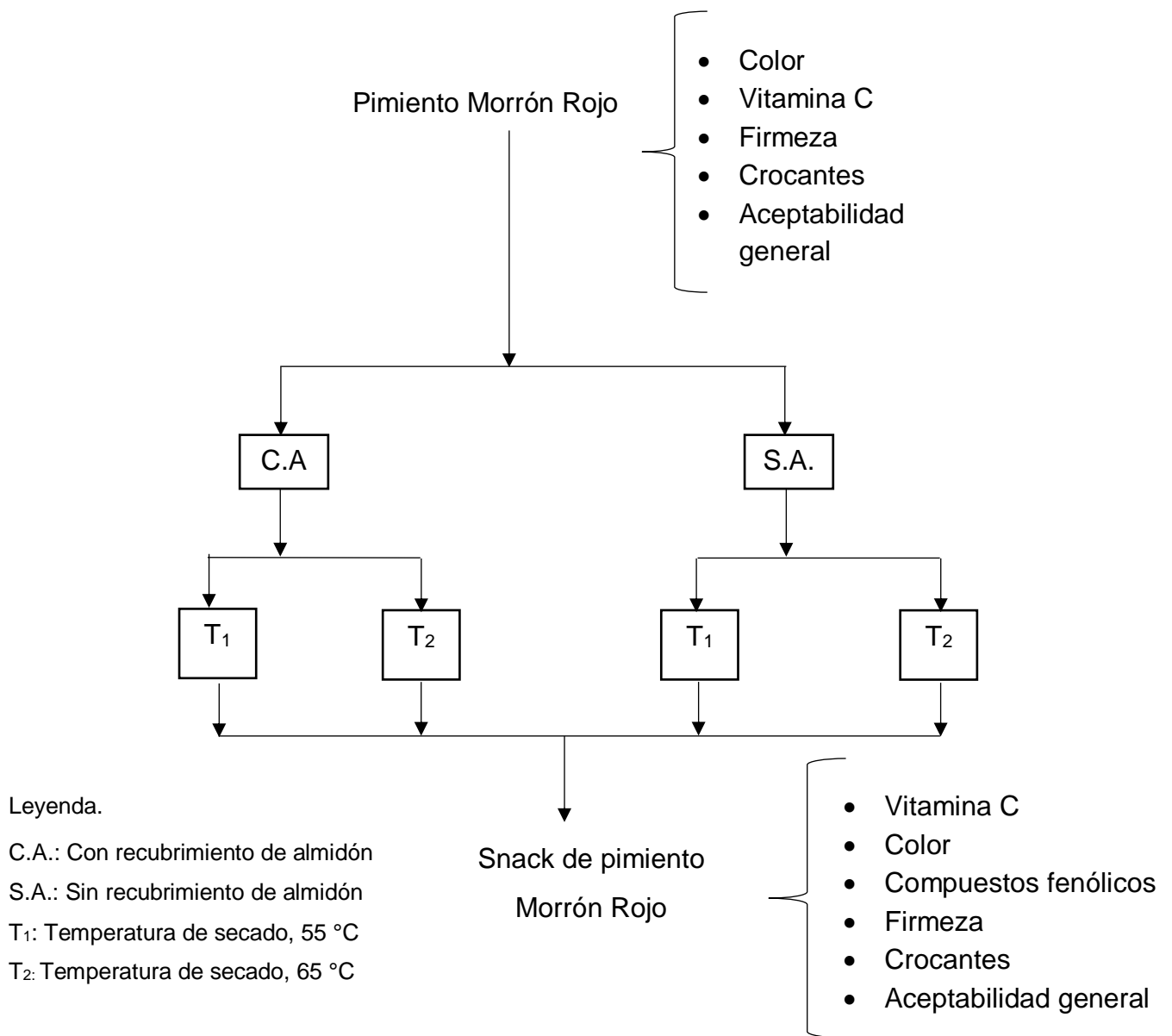


Figura 1. Esquema experimental para la investigación sobre snack de pimiento Morrón Rojo

3.3.1.2. Procedimiento experimental para 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.

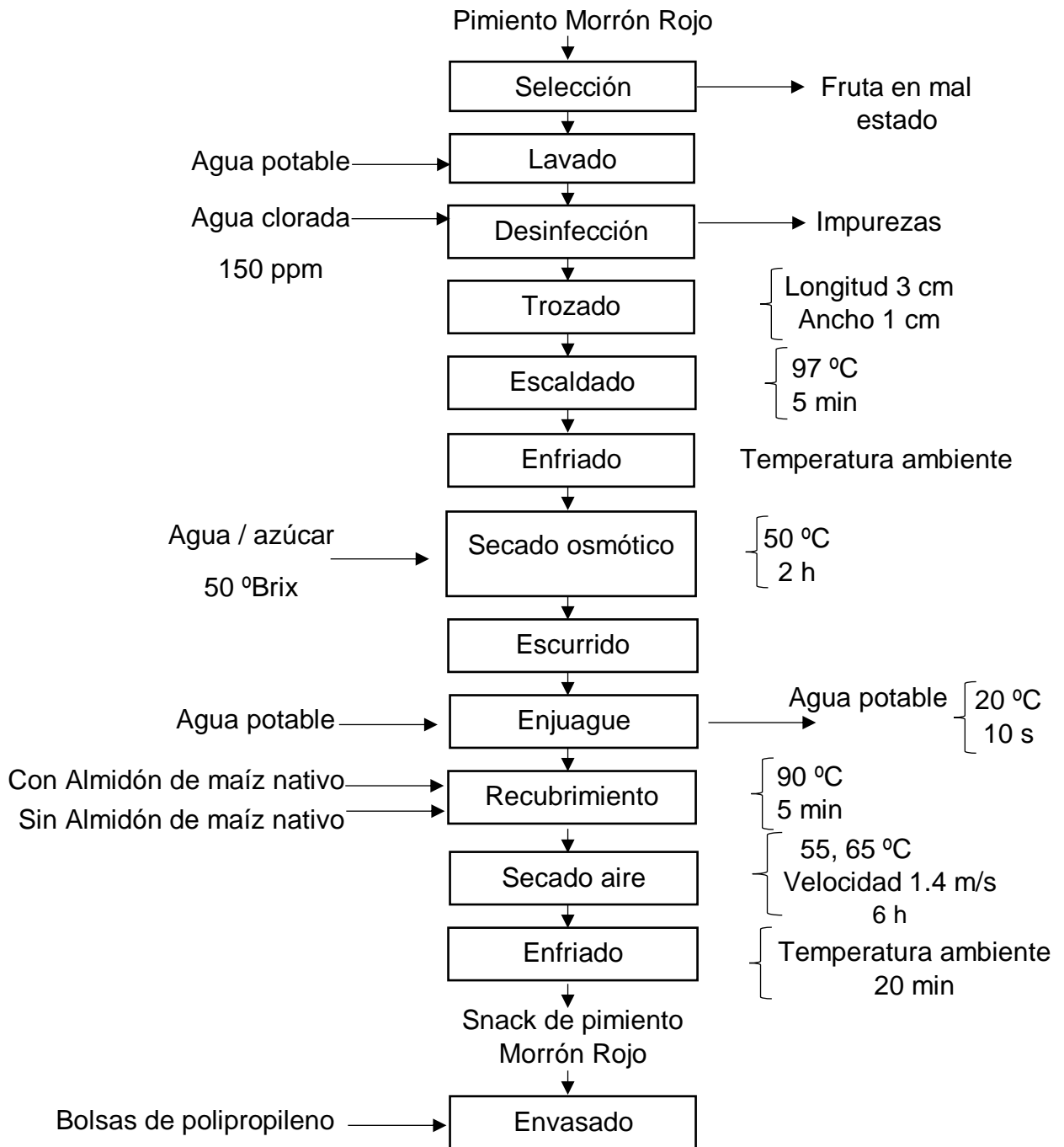


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de un snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

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

Selección. Se usó la fruta que no presento daños físicos y con un espesor de pulpa (0.6 cm). 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. Se trataron los pimientos con agua clorada 150 ppm por un tiempo de 5 minutos; para reducir la carga microbiana (Martínez-Girón y Ordóñez-Santos, 2015).

Trozado. Se troceó los pimientos, separando el rabillo y las semillas, se cortó en forma de tiras con longitud de 3 cm y ancho de 1 cm (Martínez-Zamora y otros, 2016).

Escaldado. Las muestras de tiras de pimiento fueron sometidas a escaldado en agua a 97 °C por 5 min (Martínez-Girón y Ordóñez-Santos, 2015).

Secado osmótico. Las tiras de pimiento se introdujeron en una solución de sacarosa (50 °Brix) a 50 °C, en baño maría durante 2 h con una relación de muestra: volumen de 1:3 con agitación constante.

Ecurrido. Se eliminó la mayor cantidad de jarabe de la superficie de las tiras de pimiento, al colocarlas en una malla por 5 minutos, hasta que cesó el goteo de jarabe.

Enjuague. Se realizó por inmersión en agua a 20 °C por 10 s, para eliminar el jarabe residual (Fernández y otros 2009).

Recubrimiento. El pimiento por tener una superficie interna irregular; el método de recubrimiento más adecuado es por inmersión, debido a que se requiere una cubierta uniforme. El recubrimiento de almidón se preparó calentando soluciones de almidón de maíz nativo (2.5 g /100 g agua) a 90 °C durante 3 min. El pimiento, previamente preparado, se sumergió en la solución de almidón nativo a 90 °C durante 5 min, en baño maría;

luego se dejó escurrir los pimientos sobre malla, a temperatura ambiente durante 50 min (Lago-Vanzela y otros, 2013).

Secado. Las tiras de pimiento se extendieron sobre bandejas tipo malla de acero inoxidable. Se realizó el secado a 55 y 65 °C, con velocidad de aire de 1.4 m/s, por alrededor de 6 h, hasta obtener una humedad final aproximada de 11.0% (Salunkhe y Kadam, 2003 De Michelis, 2008).

Enfriado. Se dejó reposar las tiras de pimiento en un lugar protegido y seco durante 20 min hasta que se alcanzó la temperatura ambiente.

Envasado. Las tiras de pimiento se envasaron herméticamente en bolsas de polipropileno (Salunkhe y Kadam, 2003).

3.2.2. Métodos de análisis

3.2.2.1. Determinación de vitamina C

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

Se prepararon las siguientes soluciones:

1. Ácido metafosfórico al 3% (HPO_3) (Solución 1): Se disolvió los sólidos de HPO_3 en agua destilada.
2. Solución estándar de ácido ascórbico (Solución 2): Se pesó 100 mg de ácido L-ascórbico y se completó con 100 mL de HPO_3 al 3%. Se diluyó 10 mL a 100 mL de HPO_3 al 3% (1 mL = 0.1 mg de ácido ascórbico).
3. Solución de colorante (Solución 3): 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. Se guardó en un refrigerador y se estandarizó cada día.

Estandarización del tinte

Se tomó 5 mL de la solución 2 y se le agregó 5 mL de la solución 3. Se llenó una microbureta con la solución 3. Luego, la solución de colorante se tituló hasta la aparición de una coloración rosada, que permaneció durante 15 s. Se determinó el factor de colorante, es decir, mg de ácido ascórbico por mL de colorante, usando la ecuación (3):

$$\text{Factor de colorante} = \frac{0.5}{\text{gasto}} \quad (3)$$

Preparación de la muestra

Luego, se pesó 10 g de muestra se mezcló y completó hasta 100 mL de solución 1. La solución se homogeneizó y, luego, se filtró.

Prueba de extracción

Se midió una alícuota (2-10 mL) de la muestra preparada anteriormente y se tituló con la solución '3' hasta la aparición de una coloración rosada, que duró 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 3 (tinte) requerida y se ajustó la dosis con precisión. La alícuota de la muestra tomada debió ser tal que la titulación no exceda de 3 a 5 mL.

Cálculo

Para la determinación del ácido ascórbico se usó la ecuación (4):

$$\frac{\text{mg ácido ascórbico}}{100 \text{ g o mL}} = \frac{\text{gasto} \times \text{factor de tinte} \times 100}{\text{alícuota del extracto} \times \text{peso muestra (g)}} \quad (4)$$

Los valores de Vitamina C, se convirtieron a base seca. Para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Se calculó el peso de materia seca de cada muestra por cada tratamiento, a partir del peso de humedad de cada muestra.
- Luego, se calculó el valor de Vitamina C a partir del peso de materia seca de cada muestra y el valor de Vitamina C (base húmeda), mediante una regla de tres simple. En el Anexo 1 y 2, se muestran los valores de materia seca y de Vitamina C, en base húmeda y base seca.

3.2.2.2. Color

El color se determinó mediante el sistema Cielab con el colorímetro Konica Minolta CR 400 (L*: luminosidad o claridad; a* coordenada rojo-verde y b*: coordenada amarillo-azul).

3.2.2.3. Compuestos fenólicos.

Procedimiento experimental

Preparación de disoluciones patrón de ácido gálico. Se preparó una disolución de ácido gálico de 100 mg/L (disolución concentrada o madre): a partir de esta disolución se prepararon 10 mL de soluciones diluidas de concentraciones crecientes de ácido gálico entre 0 y 16 ppm, según se detalla en el Cuadro 3.

Para ello, se procedió de la siguiente manera:

1. Se rotularon los tubos de ensayo
2. A cada tubo se le adicionó la cantidad correspondiente de agua destilada.
3. Se añadió a cada tubo la cantidad correspondiente de ácido gálico.

4. Se agitó en vortex y mantuvo en oscuridad y en refrigeración.

Cuadro 3. Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 100 mg/L

Reactivos	Concentración (mg/L) de la curva patrón de ácido gálico.								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Acido gálico (mL)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6
Agua (mL)	10	9,8	9,6	9,4	9,2	9	8,8	8,6	8,4

Preparación del extracto de polifenoles de la muestra de pimiento Morrón Rojo

Para la extracción de los compuestos fenólicos de la muestra se siguió la metodología propuesta por Tomás-Barberán y otros (2001).

1. En un tubo de ensayo, se pesó 5 g de muestra y añadió metanol en relación 1:2 (muestra/metanol).
2. Se adicionó Fluoruro sódico (NaF 2mM) para inactivar la polifenoloxidasas y prevenir la degradación de los polifenoles durante el ensayo.
3. Se uniformizó el contenido de los tubos de ensayo en el mortero y centrifugó a 10 000 rpm durante 15 min a 10 °C.
4. Se recuperó el sobrenadante.

Determinación de polifenoles en la muestra y en los patrones de ácido gálico

1. Se midió 250 µL de cada disolución patrón de ácido gálico o del sobrenadante procedente de la extracción de los compuestos polifenólicos en la muestra y se colocó en matraces aforados de 25 mL.

2. Se añadió 15 mL de agua destilada y 1.25 mL de reactivo de Folin-Ciocalteu.
3. Se homogenizó el contenido de los matraces y dejó reposar 8 min en la oscuridad.
4. Transcurrido este tiempo, se adicionó a cada matraz 3.75 mL de la disolución de carbonato sódico al 7.5% y se aforó 25 mL con agua destilada.
5. Se uniformizó el contenido de los matraces y mantuvo en oscuridad a temperatura ambiente durante 2 h.
6. Se midió la absorbancia a 765 nm.

Calculo

El valor de la absorbancia es reemplazado en la ecuación de la recta de calibración (1), obtenida de Curva de calibración (Figura 3).

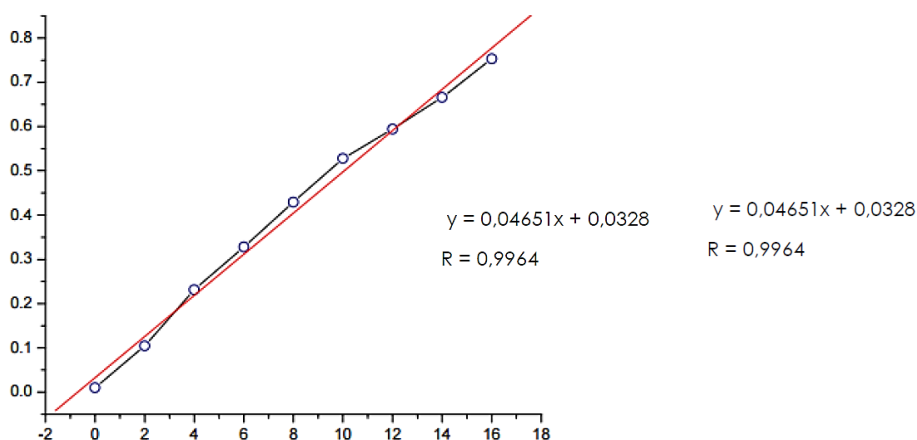


Figura 3. Curva de calibración del ácido gálico

$$X = \frac{\text{valor obtenido} - 0.0328}{0.04651}$$

Para expresar los resultados en mg de ácido gálico por 100 g de muestra, se tiene en cuenta la cantidad de

disolvente a emplear en la extracción y la cantidad de la muestra cómo se refleja en la ecuación (2).

$$\frac{\text{mg ácido galico}}{100 \text{ mL de muestra}} \times \frac{\text{mL disolvente}}{\text{g muestra}} \times 10 \quad (2)$$

Los valores de contenido fenólico se convirtieron a base seca. Para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

- Se calculó el peso de materia seca de cada muestra por cada tratamiento, a partir del peso de humedad de cada muestra.
- Luego, se calculó el valor del contenido fenólico a partir del peso de materia seca de cada muestra y el valor de contenido fenólico (base húmeda), mediante una regla de tres simple. En el Anexo 6 muestra los valores de materia seca y de contenido fenólico, en base húmeda y base seca.

3.2.2.4. Firmeza

Para este análisis se empleó el texturómetro Instron, modelo 3342 celda 50 N, el cual midió la resistencia a la penetración expresada en N. 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) (Castro, 2007).

3.2.2.5. Crocantes

La crocantes del snack es un atributo sensorial y para su evaluación con 15 panelistas, previamente, encuestados y seleccionados, fueron entrenados para identificar la crocantes del producto de acuerdo con

sus diferentes niveles. El juez evaluó de acuerdo con su capacidad requerida para comprimir un alimento sólido con los dientes o con la lengua y el paladar si era necesario; identificar y medir determinado estímulo, causado por la percepción de propiedades sensoriales y sus atributos. Dos tipos de análisis de sensibilidad son los más utilizados: umbral y resolución de percepción (Ureña y otros, 1999).

El entrenamiento de los panelistas; duró tres sesiones, consistió en dar a degustar tres tipos de galletas, las cuales se diferenciaban por el nivel de crujido (no crujiente; crujiente; muy crujiente); Los panelistas reportaron sus resultados en una cartilla, la cual tenía graficada una recta, de 10 centímetros; un centímetro equivale a un punto, en la escala no estructurada que va de “Nada crujiente (1) a muy crujiente (10) como se muestra en la Figura 3 (Ureña y otros 1999).

3.2.2.6. Aceptabilidad general

Las muestras de snack se sometieron a evaluación de aceptabilidad general, con el uso de una escala hedónica de 9 puntos. El valor 9 correspondió a “Me gusta muchísimo” y el valor 1 a “Me disgusta muchísimo”, en tanto que, el valor 6 de la escala fue 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 sirvieron a los evaluadores y se codificaron con cuatro códigos aleatorios (Anzaldúa-Morales, 2005). La Figura 4 muestra la ficha de evaluación.

3.2.3. Métodos estadísticos

Se consideró un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 2*2 y tres repeticiones.

Se aplicó la prueba de Levene para homogeneidad de varianzas después el análisis de varianza (ANVA) a un nivel de confianza de 95%. Finalmente se aplicó la prueba Duncan, para conocer el mejor tratamiento.

Los datos de crocantes y aceptabilidad general de snack de pimiento se evaluaron mediante las pruebas no paramétricas (variables cualitativas) de Friedman y Wilcoxon, ambas a un nivel de confianza del 95%.

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.

Pruebe las muestras de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo, que se presentan e indique, el grado de crocantes.

Estime cual es el valor de crocantes, entre dos extremos, y marque con una pequeña raya vertical en donde crea que corresponde la crocantes de las muestras, y escriba encima de la raya la clave de la muestra respectiva.

MUESTRAS: 314 205 723 821

|

|

|

Nada crujiente

Muy crujiente

Comentarios: _____

Figura 4. Ficha para la evaluación de crocantes de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Fuente: Anzaldúa –Morales (2005)

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo.

Pruebe las muestras (snack de tiras de pimiento Morrón Rojo) que se le presentan e indique, según la escala su opinión sobre ellas.

Marque con un aspa (x) en el renglón que corresponda a la percepción de aceptabilidad de la muestra

ESCALA	MUESTRAS			
	314	205	723	821
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

Figura 5. Ficha para la evaluación de la aceptabilidad general de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (*Zea mays* L.) y de la temperatura de secado sobre el contenido de vitamina C de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (*Capsicum annuum* L.)

En la Figura 6, se muestra el efecto que presentó el recubrimiento de almidón nativo de maíz y las dos temperaturas de secado (55 y 65 °C) en el contenido de Vitamina C en el snack de pimiento rojo.

Se observa que el recubrimiento reduce la pérdida de vitamina C durante el secado del pimiento. Así mismo, se deduce que, a menor temperatura de secado, menor pérdida de Vitamina C.

Por consiguiente, el tratamiento 55 °C con recubrimiento de almidón nativo de maíz presentó mayor contenido de vitamina C (71.23 mg de vit C/100 g de muestra), en relación con los demás tratamientos. En los anexos 1 y 2, se encuentran los resultados del contenido de vitamina C.

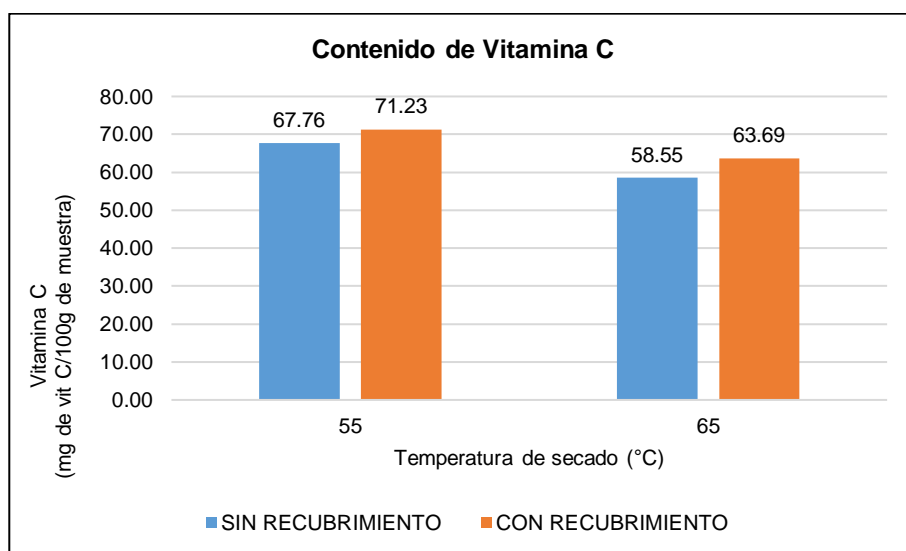


Figura 6. Valores de vitamina C en snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas

Hernández-Medina y otros (2008) y Figueroa y otros (2017) reportan que el recubrimiento de almidón de maíz tiene cierta impermeabilidad a los gases como O₂ y protege del calor y de la luz; por lo cual logra permite que no degrade la vitamina C en el pimiento; por lo tanto, el recubrimiento de almidón de maíz tiene un efecto protector que evita el contacto directo del aire caliente que provoca la pérdida de Vitamina C.

El Cuadro 4, presenta la prueba de Levene aplicada al contenido de vitamina C, en snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 4. Prueba de Levene aplicada a los valores de vitamina C del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Estadístico de Levene	p
0.703	0.538

En el Cuadro 5, se presenta el análisis de varianza aplicada al contenido de vitamina C en los snacks de tiras de pimiento Morrón Rojo. En ello, se muestra que el recubrimiento y la temperatura de secado tienen efecto significativo ($p < 0.05$) de sobre el contenido de Vitamina C.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la vitamina C del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Temperatura	180.550	1	149.550	30880.074	0.000
Recubrimiento	45.502	1	72.502	12769.000	0.000
Temperatura * Recubrimiento	0.720	1	0.361	89.388	0.000
Error	0.080	8	0.004		
Total	41056.457	12			

En el Cuadro 6, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores del contenido de vitamina C del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. El tratamiento a 55 °C con recubrimiento, presenta mayor contenido de vitamina C, 71.23 mg vitamina C/100 g muestra, se considera como el mejor tratamiento, así mismo obtuvo un poco más contenido que lo reportado por Carranza (2019), 60.24 mg vit C/100 g muestra, sin recubrimiento de almidón de maíz en snack de pimiento rojo.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para la vitamina C del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Tratamiento	Temperatura (°C)	Subgrupo			
		1	2	3	4
Sin recubrimiento	65	58.55			
Con recubrimiento	65		63.69		
Sin recubrimiento	55			67.76	
Con recubrimiento	55				71.23

4.2. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (*Zea mays* L.) y de la temperatura de secado sobre el color de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (*Capsicum annuum* L.)

La Figura 7, muestra el efecto que presentó el recubrimiento de almidón nativo de maíz y las dos temperaturas de secado (55 y 65 °C) sobre el color en el snack de pimiento rojo.

Se observa que el recubrimiento permite mayor valor de L* en el snack para ambas temperaturas de secado. Así mismo, se muestra que a menor temperatura de secado; se obtiene mayor valor de L* en el snack de pimiento rojo.

Por consiguiente, el tratamiento de secado a 55 °C y con recubrimiento de almidón de maíz, presentó mayor valor L*, 54.14; en relación con los otros tratamientos. En los anexos 1 y 2, se encuentran los resultados de los valores de L*.

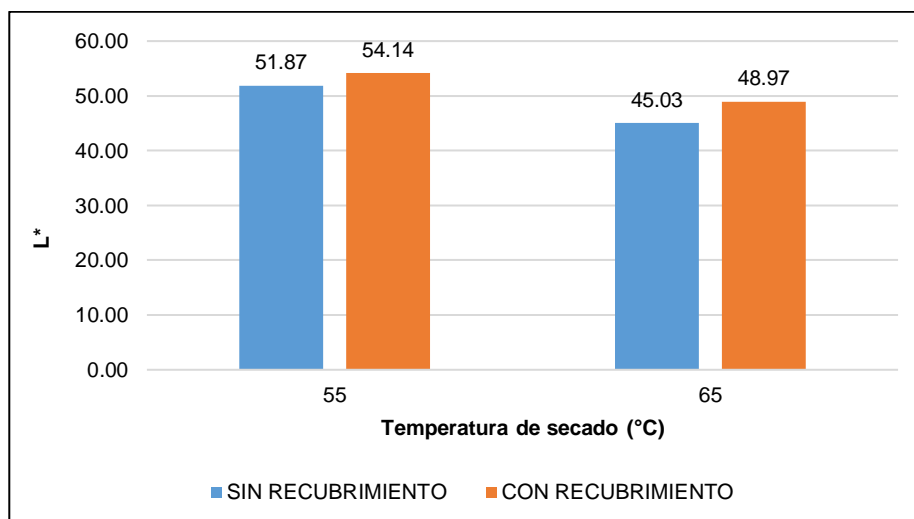


Figura 7. Valores de L* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas

Así mismo, Achipiz y otros (2013) explican que el recubrimiento también permite conservar el color de los alimentos, porque presenta menor tasa de respiración, permitiendo conservar el colorante natural y retrasando la degradación de los pigmentos debido a que impide el ingreso de gases y calor. El licopeno, pigmento del pimiento rojo, el cual además le proporciona mayor brillo en el producto.

En el Cuadro 7, se presenta la prueba de Levene aplicado a los valores de luminosidad (L^*), en los snacks de tiras de pimiento Morrón Rojo. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 7. Prueba de Levene para la luminosidad (L^*) del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Estadístico de Levene	p
0.190	0.899

En Cuadro 8 presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de luminosidad (L^*) en los snacks de tiras de pimiento Morrón Rojo. El análisis determinó que el recubrimiento y la temperatura de secado tienen efecto significativo ($p < 0.05$) de sobre el valor L^* en el snack de Pimiento Rojo.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la luminosidad (L*) del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados de medios	F	p
Temperatura	108.240	1	108.240	432960.533	0.000
Recubrimiento	28.830	1	28.830	115320.000	0.000
Temperatura * Recubrimiento	2.100	1	2.100	8400.133	0.000
Error	0.002	8	0.000		
Total	30141.172	12			

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de luminosidad (L*), del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. El subgrupo 4, tratamiento 55 °C y con recubrimiento, presenta mayor valor de L* (54.14), valor ligeramente mayor al obtenido por Hernández y otros (2011), que fue 50.0, en recubrimiento de almidón en tomate.

Cuadro 9. Prueba de Duncan para la luminosidad (L*) del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Tratamiento	Temperatura (°C)	Subgrupo			
		1	2	3	4
Sin Recubrimiento	65	45.03			
Con Recubrimiento	65		48.97		
Sin Recubrimiento	55			51.87	
Con Recubrimiento	55				54.14

En la Figura 8, se muestra el efecto que presentó el recubrimiento de almidón nativo de maíz y las dos temperaturas de secado (55 y 65 °C) sobre el valor a* en el snack de pimiento Rojo Morón.

Se observa que el recubrimiento mantiene el valor de a^* en el snack para ambas temperaturas. Así mismo, se muestra que a menor temperatura de secado ($55\text{ }^{\circ}\text{C}$), se obtiene mayor valor a^* en el snack de pimiento rojo.

Por consiguiente, el tratamiento a $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ de secado con recubrimiento de almidón de maíz produjo mayor valor de a^* (18.27), en relación con los otros tratamientos. En el Anexo 4, se encuentra los resultados de los valores de a^* .

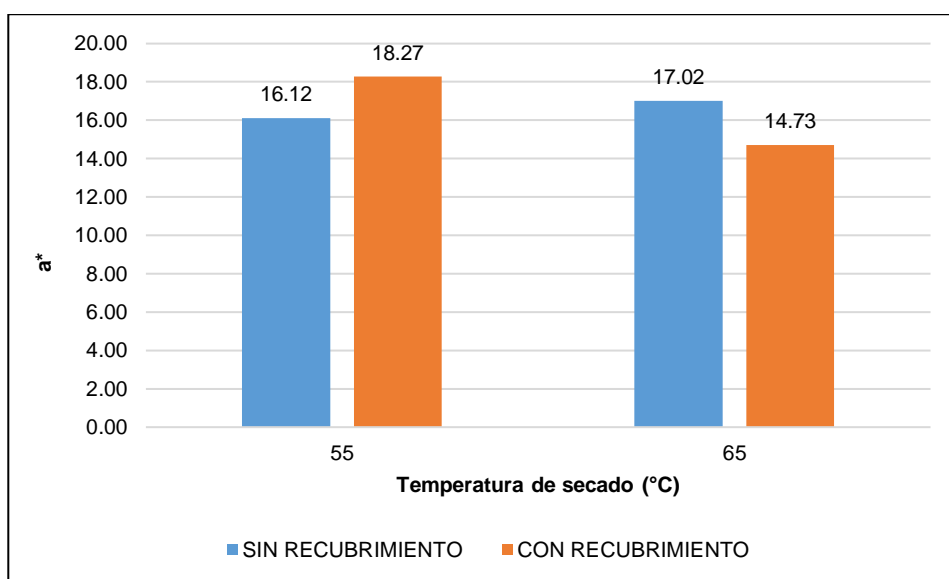


Figura 8. Valores de a^* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas

Carranza (2019) reportó mayor valor de a^* , 27.57, en pimiento rojo, a temperatura de secado, $55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Achipiz y otros (2013) explican que el recubrimiento permite conservar el color de los alimentos, porque presenta propiedades de barreras contra los gases como el O_2 , evitando la oxidación de ciertos pigmentos en los alimentos, además de proporcionar el efecto protector contra el calor; lo cual favorece la conservación de la tonalidad.

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de a^* , en los snacks de tiras de pimiento Morrón Rojo. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 10. Prueba de Levene para a^* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Estadístico de Levene	Sig.
1.010	0.532

En el Cuadro 11, se presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de a^* en los snacks de tiras de pimiento Morrón Rojo. El análisis determinó que el recubrimiento y la temperatura de secado tienen efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el valor a^* en el snack de Pimiento Rojo.

Cuadro 11. Análisis de varianza para a^* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de medias	F	p
Temperatura	2.017	1	2.017	2.680	0.100
Recubrimiento	0.538	1	0.538	0.714	0.000
Temperatura * Recubrimiento	8.875	1	8.875	11.791	0.009
Error	6.022	8	0.753		
Total	3398.287	12			

El Cuadro 12 muestra la prueba de Duncan aplicada a los valores de a^* , del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. El subgrupo 4, tratamiento 55 °C y con recubrimiento, presenta mayor valor de a^* , 18.27; de igual manera reportó Carranza (2019), mayor valor de a^* , 27.57; con tratamiento osmótico de 55 °C y 65 °C para secado en pimiento Morrón Rojo.

Cuadro 12. Prueba de Duncan aplicado para a^* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Tratamiento	Temperatura (°C)	Subgrupo			
		1	2	3	4
Con Recubrimiento	65	14.73			
Sin Recubrimiento	55		16.12		
Sin Recubrimiento	65			17.02	
Con Recubrimiento	55				18.27

En la Figura 9 se muestra el efecto que presentó el recubrimiento de almidón nativo de maíz y las dos temperaturas de secado (55 y 65 °C) en el snack de pimiento Morrón Rojo. Se observa que el recubrimiento mantiene el mismo valor b^* en el snack para ambas temperaturas. Así mismo, se muestra que, a menor temperatura de secado, se obtiene mayor valor b^* en el snack de pimiento Morrón Rojo. En el anexo 5 se observa los resultados del valor de b^* .

Martínez-Zamora y otros (2016) reportaron mayor valor de b^* (34.4) en pimiento rojo, utilizando una temperatura de secado de 70 °C.

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de b^* , en los snacks de tiras de pimiento Morrón Rojo. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

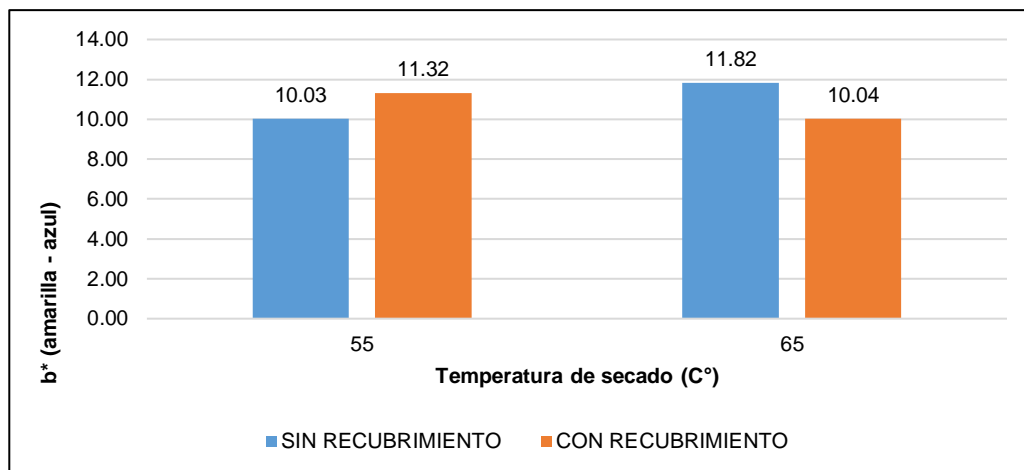


Figura 9. Valores b* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento y a dos temperaturas

Estadístico de Levene	p
0.102	0.956

En el Cuadro 14, se presenta el análisis de varianza aplicada a los valores de b*, en los snacks de tiras de pimiento Morrón Rojo. El análisis determinó que el recubrimiento y la temperatura de secado tienen efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el valor b* en el snack de Pimiento Morrón Rojo.

Cuadro 13. Análisis de varianza para b* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de medias	F	p
Temperatura	0.203	1	0.203	392.516	0.000
Recubrimiento	0.173	1	0.173	334.452	0.000
Temperatura * Recubrimiento	7.146	1	7.146	13830.258	0.000
Error	0.004	8	0.001		
Total	1406.773	12			

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de b^* , del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. El tratamiento a 65 °C sin recubrimiento presenta el valor de 11.82 de b^* . Martínez-Zamora y otros (2016) también reportaron la misma tendencia de aumento en b^* , 15.35 a mayor temperatura de secado (70 °C), porque a mayor temperatura se degrada el pigmento del pimiento.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para b^* del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Tratamiento	Temperatura (°C)	Subgrupo		
		1	2	3
Sin recubrimiento	55	10.03		
Con Recubrimiento	65	10.04		
Recubrimiento Sin	55		11.32	
Recubrimiento	65			11.82

4.3. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (*Zea mays* L.) y de la temperatura de secado sobre el contenido de compuestos fenólicos de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (*Capsicum annuum* L.)

La Figura 10, muestra el efecto del recubrimiento y la temperatura de secado sobre el contenido de compuestos fenólicos en los tratamientos de snack de pimiento Morrón Rojo.

Se observa que el recubrimiento permite obtener mayor contenido de compuestos fenólicos en el snack para ambas temperaturas. Así mismo, se muestra que a menor temperatura de secado; se obtiene mayor contenido de compuestos fenólicos en el snack de pimiento rojo.

Por consiguiente, el tratamiento con recubrimiento de almidón de maíz y con 55 °C de secado presentó mayor contenido de compuestos fenólicos, 4.19 mg de ácido gálico/100 g muestra, en relación con los otros tratamientos.

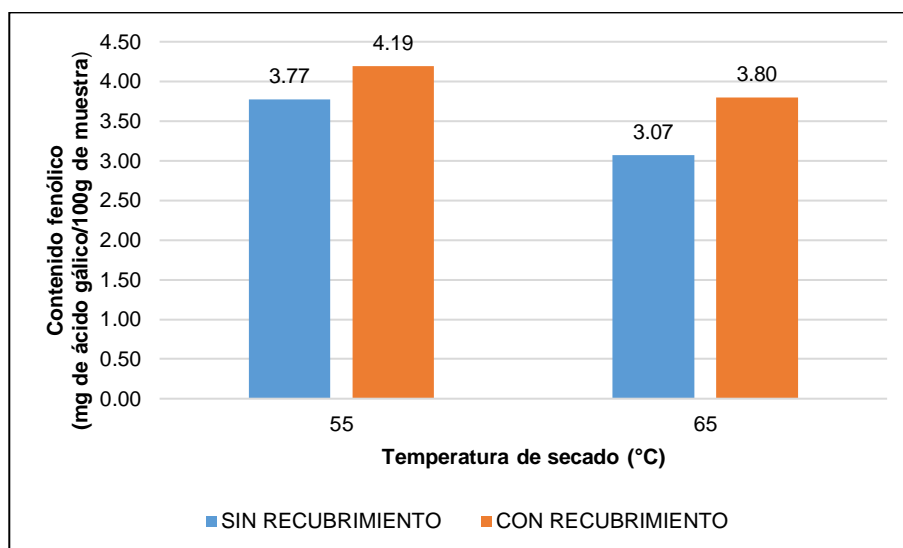


Figura 10. Valores de los compuestos fenólicos del snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas

Lago-Vanzela y otros (2013) también obtuvieron mayor valor de compuestos fenólicos (carotenoides), utilizando recubrimiento de almidón en calabaza, reduciendo su pérdida del 15%. Esto se debe a que el almidón de maíz funciona como barrera contra el oxígeno, reduciendo la oxidación de los compuestos fenólicos y efecto protector contra temperaturas.

En el Cuadro 16, se presenta la prueba de Levene aplicada al contenido de compuestos fenólicos en snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 15. Prueba de Levene para los compuestos fenólicos del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Estadístico de Levene	p
0.032	0.780

El Cuadro 17, se presenta el análisis de varianza aplicada al contenido de compuestos fenólicos, en snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. El análisis determinó que el recubrimiento y la temperatura de secado tienen efecto significativo ($p < 0.05$) de sobre el contenido de compuestos fenólicos en el snack de Pimiento Morrón Rojo.

Cuadro 16. Análisis de varianza para los compuestos fenólicos del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado de medios	F	p
Temperatura	0.628	1	0.305	980.009	0.000
Recubrimiento	0.507	1	0.730	1920.004	0.000
Temperatura * Recubrimiento	0.090	1	0.093	81.863	0.000
Error	0.005	8	0.019		
Total	145.009	12			

En el Cuadro 18, se presenta la prueba de Duncan aplicada al contenido de compuestos fenólicos del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. El subgrupo 4, tratamiento 55 °C y con recubrimiento, presenta mayor contenido de compuestos fenólicos, 4.19 mg ácido gálico/100 g muestra; Hernández y otros (2017), reportaron la misma tendencia, mayor valor ácido gálico/g (72.9), en muestras de tomate con recubrimiento de almidón de maíz.

Cuadro 17. Prueba de Duncan para los compuestos fenólicos del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Tratamiento	Temperatura (°C)	Subgrupo			
		1	2	3	4
Sin recubrimiento	65	3.07			
Sin recubrimiento	55		3.77		
Con recubrimiento	65			3.80	
Con recubrimiento	55				4.19

4.4. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (*Zea mays* L.) y de la temperatura de secado sobre la firmeza de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (*Capsicum annum* L.)

La Figura 11, muestra el efecto del recubrimiento de almidón de maíz y la temperatura de secado sobre los valores de firmeza en los tratamientos de snack de pimiento Morrón Rojo. Se observa que el tratamiento con recubrimiento de almidón presenta el mayor valor de firmeza, en relación a los demás tratamientos. Así mismo, se muestra que a mayor temperatura de secado; se obtiene mayor valor de firmeza en el snack de pimiento rojo.

Por consiguiente, el tratamiento con recubrimiento de almidón de maíz y con 65 °C de secado presentó mayor valor de firmeza, 17.31 N, en relación con los otros tratamientos. En el Anexo 7, se muestran los resultados de firmeza del snack de pimiento rojo.

Carranza (2019) reportó mayor valor de firmeza, 16.69 N en pimiento rojo, a una temperatura de secado, 65 °C.

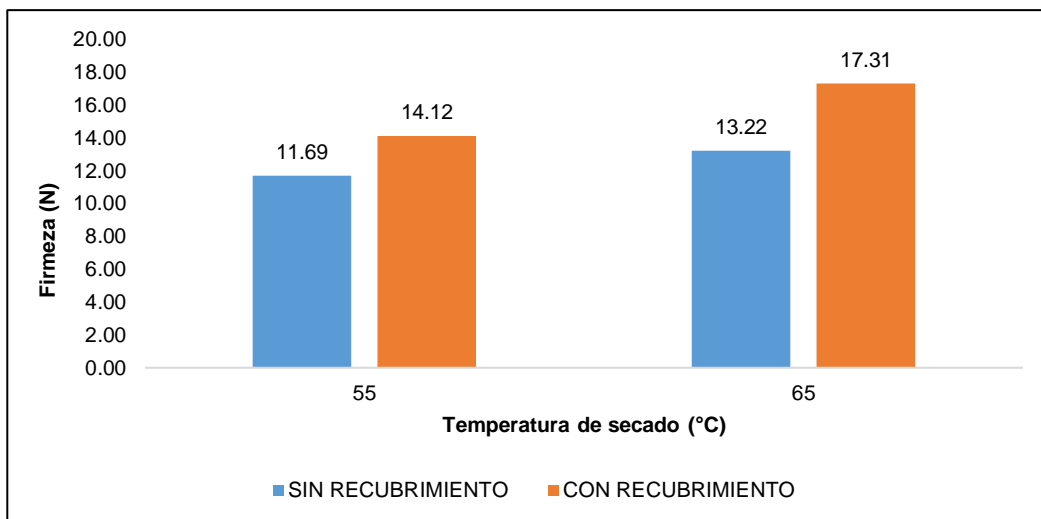


Figura 11. Valores de firmeza del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas

Así mismo, Lago-Vanzela y otros (2013) explican que el recubrimiento de almidón de maíz ofrece una retención de la textura del producto, evitando su ablandamiento.

El Cuadro 19, presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de firmeza, en snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. La prueba determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 18. Prueba de Levene para la firmeza del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Estadístico de Levene	p
0.267	0.848

El Cuadro 20, muestra el análisis de varianza aplicado a los valores de firmeza, en snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. El análisis determinó que el recubrimiento y la temperatura de secado tienen efecto significativo ($p < 0.05$) de sobre el valor de firmeza en el snack de Pimiento Morrón Rojo.

Cuadro 19. Análisis de varianza para la firmeza del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados de medias	F	p
Temperatura	16.756	1	16.756	38667.769	0.000
Recubrimiento	31.948	1	31.948	73726.231	0.000
Temperatura * Recubrimiento	2.050	1	2.050	4731.077	0.000
Error	0.003	8	0.000		
Total	2431.968	12			

El Cuadro 21, muestra la prueba de Duncan aplicada a la firmeza del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. El subgrupo 4, tratamiento 65 °C de secado y con recubrimiento, obtuvo la mayor firmeza, 17.31 N; el cual se determinó como mejor tratamiento. Carranza (2019) también reportó valor de firmeza, 16.69 N con el tratamiento osmótico de 50 °C y 65 °C de secado.

Cuadro 20. Prueba de Duncan para los compuestos fenólicos del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Tratamiento	Temperatura (°C)	Subgrupo			
		1	2	3	4
Sin Recubrimiento	55	11.69			
Sin Recubrimiento	65		13.22		
Con Recubrimiento	55			14.12	
Con Recubrimiento	65				17.31

4.5. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (*Zea mays* L.) y de la temperatura de secado sobre la crocantes de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (*Capsicum annuum* L.)

La Figura 12, muestra el efecto del recubrimiento de almidón y temperatura de secado sobre los valores de crocantes en los tratamientos de snack de pimiento Morrón Rojo.

Se observa que el tratamiento con recubrimiento de almidón de maíz a ambas temperaturas de secado; presentan mayor valor de crocantes (8 cm), muy cercano a crujiente. En el Anexo 8, se muestra los valores de crocantes del snack de pimiento Morrón Rojo.

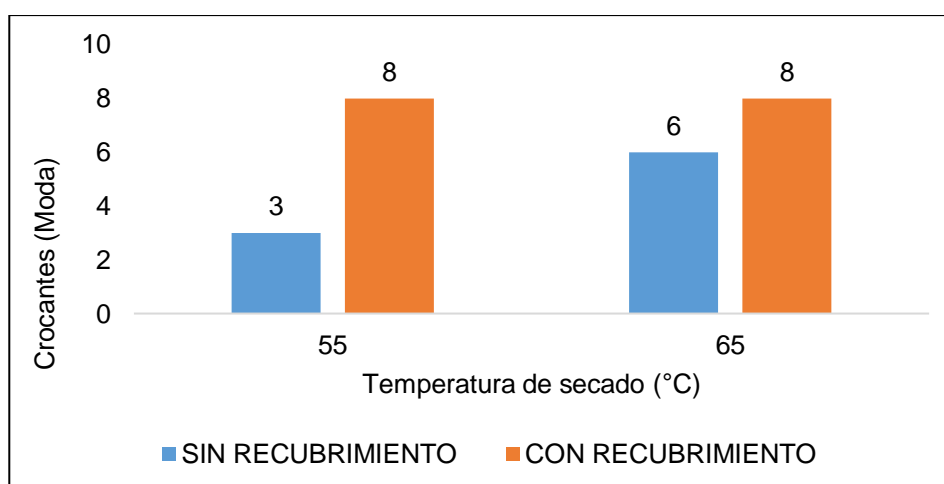


Figura 12. Valores de crocantes de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas

El Cuadro 22 presenta la prueba de Friedman, que determina la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en crocantes en snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. Los tratamientos que presentaron mayor moda fueron con recubrimiento a ambas temperaturas de secado, 55 y 65 °C. Hernández (2011) explica que la amilosa del almidón de maíz le proporciona una capa

gruesa al recubrimiento, razón por la cual aumenta su textura y crocantes en los snacks

El Cuadro 23 muestra la prueba de Wilcoxon para crocantes, que es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, presentando diferencia significativa, en los tratamientos por pares. El cual se elegiría como el mejor tratamiento, 65 °C de secado y con recubrimiento, porque tiene el mayor valor de firmeza; pero la prueba de aceptabilidad determinó mejor la preferencia de los jueces.

Cuadro 21. Prueba de Friedman para la crocantes del snack de tiras de pimienta Morrón Rojo

Temperatura de secado (°C)	Recubrimiento de almidón de maíz	Rango promedio	Moda	Media	Chi-Cuadrado	P
55	Sin recubrimiento	1.20	3	4.00	44.519	0.000
55	Con recubrimiento	3.23	8	7.35		
65	Sin recubrimiento	2.05	6	5.55		
65	Con recubrimiento	3.53	8	8.10		

Cuadro 22. Prueba de Wilcoxon para la crocantes del snack de tiras de pimienta Morrón Rojo

Tratamiento	Tratamientos	p
65 °C – con recubrimiento	55 °C – sin recubrimiento	0.000
	55 °C – con recubrimiento	0.004
	65 °C – sin recubrimiento	0.000

4.6. Efecto del recubrimiento de almidón de maíz nativo (*Zea mays* L.) y de la temperatura de secado sobre la aceptabilidad general de snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (*Capsicum annuum* L.)

En la Figura 12, se muestra los valores de aceptabilidad general de los tratamientos de snack de pimiento Morrón Rojo. El tratamiento de 55 °C con recubrimiento de almidón de maíz presentó 9 puntos de aceptabilidad de general, equivalente a “me gusta muchísimo”. En el Anexo 9 se muestran los valores de la aceptabilidad general del snack. Así mismo, en el Anexo 10, se muestra los valores de los sólidos solubles (°Brix) en el pimiento.

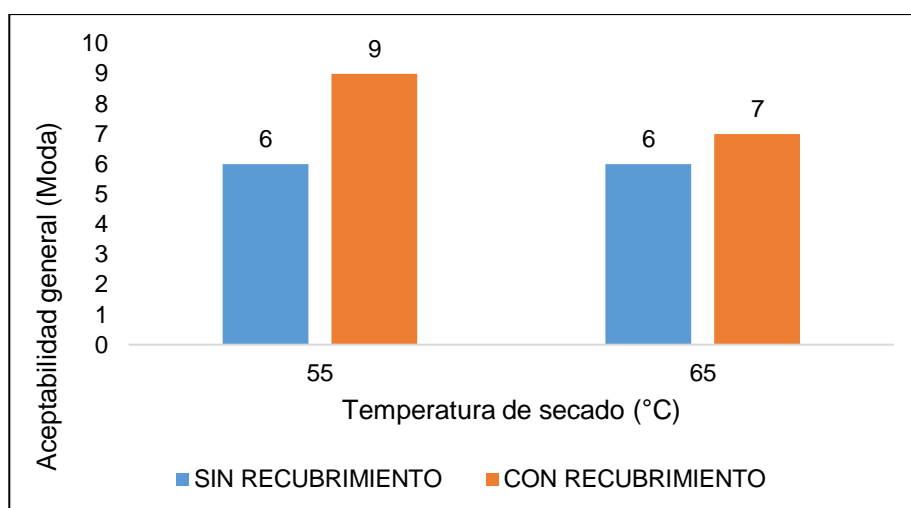


Figura 13. Valores de aceptabilidad general del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón nativo de maíz y a dos temperaturas

En el Cuadro 24, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en la aceptabilidad general en snack de tiras de pimiento Morrón Rojo. El tratamiento que presentó mayor promedio y moda fue a la temperatura de secado de 55 °C y con recubrimiento de almidón de maíz.

Carranza (2019) reportó una aceptabilidad general igual para todos sus tratamientos, al secar el pimiento Morrón Rojo a las temperaturas de 55 y 65 °C, los tratamientos obtuvieron 7 puntos, equivalente a “me gusta bastante”.

El Cuadro 25, se presenta la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general, que es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Entonces, todos los tratamientos presentaron diferencia significativa, se seleccionó el tratamiento 55 °C con recubrimiento como el mejor tratamiento porque presentó mayor valor de aceptabilidad general; además, también se obtuvo mayor contenido de vitamina C y de compuestos fenólicos en el snack de pimiento Morrón Rojo.

Cuadro 23. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Temperatura de secado (°C)	Recubrimiento de almidón de maíz	Rango promedio	Moda	Media	Chi-Cuadrado	p
55	Sin recubrimiento	2.14	6	6.34		
55	Con recubrimiento	3.11	9	7.49	17.551	0.001
65	Sin recubrimiento	2.10	6	6.20		
65	Con recubrimiento	2.64	7	6.69		

Cuadro 24. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general del snack de tiras de pimiento Morrón Rojo

Tratamiento	Tratamientos	p
55 °C – con recubrimiento	55 °C – sin recubrimiento	0.001
	65 °C – sin recubrimiento	0.000
	65 °C – con recubrimiento	0.027

V. CONCLUSIONES

Existe efecto significativo del tratamiento del pimiento Morrón Rojo con recubrimiento de almidón de maíz nativo (*Zea mays* L.) y la temperatura de secado sobre el contenido de vitamina C, color (L^* , a^* y b^*), compuestos fenólicos, firmeza, crocantes y aceptabilidad general snack de tiras de pimiento Morrón Rojo (*Capsicum annuum* L.).

El mejor tratamiento se consigue con el uso de recubrimiento de almidón de maíz nativo y temperatura de secado de 55 °C, por cuanto, produjo los mejores valores de contenido de vitamina C (71.23 mg/100 g muestra seca), color (54.15 L^* , 18.27 a^* y 11.32 b^*), contenido de compuestos fenólicos (4.19 mg ácido gálico/100 g de muestra seca) y aceptabilidad general de 9 puntos, equivalente a “me gusta muchísimo”.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar el recubrimiento del pimiento Morrón Rojo con almidón de otras fuentes, como la pepa de palta o mango y determinar su efecto en el contenido de compuestos fenólicos y vitamina C.

Evaluar otras temperaturas de secado, entre 66 y 80 °C; para determinar si mejora el contenido de compuestos fenólicos y vitamina C en el secado de pimiento Morrón Rojo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Achípiz, S., Castillo, A. E., Mosquera, S. A., Hoyos, J. L. y Navia, D. P. (2013). Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*Psidium guajava*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2: 92-100.

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

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

Baloch, A., Buckle, K. y Edwards, R., (1984). Effect of coating with starch and nordihydroguaiaretic acid on the stability of carotenoids of dehydrated carrot. *J.Chem.Soc.Pak.* 8(1):59-62.

Bernal, A. y Martínez, B., (2006) Una nueva visión de la degradación del almidón. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle*, 7(25):77-90.

Betancur-Ancona, D. (2001) Caracterización molecular, nutricional y funcional de almidones de *Phaseolus lunatus* y *Mucuna pruriens*. Tesis para obtener el grado académico de Doctor en Ciencias de los Alimentos. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México.

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

Castro, E. (2007). Determinación de parámetros texturales de galletas. Recuperado de: www.uchile.cl/biblioteca

Carranza, B. (2019) 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 annuum* L.). Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, Perú.

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

Díaz, V. (2014) Conservación de frutas tropicales. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Editorial Inti. Cordova, Argentina.

Doymaz, I., (2007) Air-drying characteristics of tomatoes. J. Food Eng., 78:1291-1297.

FAO (1993). Cultivos andinos. Nutrición y composición química. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/Cap7>

Fernández, P., Lovera, N., Romero, A. y Ramallo, L. (2017) Deshidratación osmótica de ananá con reutilización del jarabe de sacarosa. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico; Revista de Ciencia y Tecnología, 28(1): 21-28.

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

Figueroa, J., Salcedo, J. y Narváez, G. (2017). Efecto de recubrimientos comestibles a base de almidón nativo y oxidado de yuca sobre la calidad de mango Tommy Atkins. Temas Agrarios, 18:(2): 94 – 105.

García-Paternina, M., Alvis, A. y García, C. (2015) Modelado de la cinética de secado de mango pretratado con deshidratación osmótica y microondas. *Biotecnología en Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2):22-29.

García, O. y Pinzón, M. (2017). Efecto de recubrimientos de almidón de plátano guayabo (*Musa paradisiaca* L.) en la calidad de fresas. *Alimentos Hoy*, 24(39): 92-102.

Gutiérrez, B., Mercado, V. y Desrosier, W. (2005) Deshidratación de alimentos y calidad de vida, alimentos y salud humana. Ediciones Díaz de santos SA, Madrid, España.

Hernández-Medina, M., Torruco-Uco, J., Chel-Guerrero, L. y Betancur-Ancona, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Food Science and Technology*, 28(3):718-726.

Hernández, P., Delgado, A., Sánchez, S., Castillo, H. y Porras, D. (2011). Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2):96-103.

Krokida, K., Karathanos, V., Maroulis, Z. y Marinos D. (2001) Structural properties of dehydrated products during rehydration, *International Journal of Food Science and Technology*, 36(5): 529-538.

Lago-Vanzela, E., Fontes, E. y Kimura, M. (2013) Edible coatings from native and modified starches retain carotenoids in pumpkin during drying, *LWT - Food Science and Technology*, 50:420-425.

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.) Morrón Rojo. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 7(4):37-46.

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.

Minagri. (2017) Plan de desarrollo sostenible de las especies del género *Capsicum* 2018-2028. Pimientos y ajíes. Recuperado de; <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/resolucionesministeriales/2017/octubre/rm434-2017-minagri.pdf>.

Minsa (2002) Ministerio de Salud del Perú. Tabla de composición de alimentos industrializados. Lima, Perú.

Nielsen, S., (2003) Food analysis laboratory manual, Kluwer Academic /Plenum Publishers, New York, USA.

Nuez, F., Gil, R. y Costa, J. (1996) El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundo Prensa. Madrid, España.

Pauta-Luna, D. (2018). Recubrimientos comestibles a base de almidón y goma de gelano para la conservación postcosecha de manzana. Tesis para obtener el grado académico de Máster en Ingeniería en Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, España.

Peiró-Mena, R., Días, C., Camacho, M. y Martínez-Navarrete, N. (2006) Micronutrient flow to the osmotic solution during grapefruit osmotic dehydration. *Journal of Food Engineering*, 74(3):299-307.

Pedraza, A. (2014) Factores que afectan la calidad. En: Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. Editorial del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Guadalajara, México.

Potosi-Calvache, D., Vanegas-Mahecha, P. y Martinez-Correa, A. (2017) Secado convectivo de zapallo (*Cucurbita moschata*): Influencia de temperatura y velocidad de aire sobre la difusividad efectiva de humedad, contenido de carotenoides y fenoles totales. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Quintero, J. y Falguera, V. (2010) Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. Revista Tumbaga; 1(5): 93-118.

Rahman, S. y Perera, C. (1999) Drying and food preservation. In: Handbook of food preservation. Rahman, MS (Ed). New York, Estados Unidos de Norteamérica.

Ramallo, A., Schvezov, C. y Mascheroni, H. (2004) Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple. Food Science and Technology International, 10:323-332.

Ramos, M., Romero, C. y Bautista, S. (2018) Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas, Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 19(1):35-36.

Ranganna, S. (1979) Manual of analysis of fruits and vegetables products. New Delhi: McCraw Hill Pub. Co. Ltd.

Sagarpa (2008) Plan rector nacional sistema productor chile.

Recuperado de:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/.../file/.../PotencialChiles_y_Pi mientos-parte_uno.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/.../file/.../PotencialChiles_y_Pi_mientos-parte_uno.pdf).

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

Sebastián, P. (2018) Evaluación del valor nutricional de maíces especiales (*Zea mays* L.): Selección para calidad agroalimentaria. Escuela para Graduados, Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba, Argentina.

Sharma, S., Mulvaney, S. y Rizvi, S. (2003) Ingeniería de alimentos: Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Editorial Limusa. México D.F., México.

Tomás-Barberán, A., Gil, I., Paedar, L., Waterhouse, B., Hess-Pierce, L., Kader. A. (2001) HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, (49):4748-4760.

Torres, D., Talens, P., Carot, A. y Escriche, I. (2007) Volatile profile of mango (*Mangifera indica* L.), as affected by osmotic dehydration. *Food Chemistry*, 101(1): 219-228.

Tsamo, C., Bilame, A. y Ndjouenkeu, R. (2006) Air drying behavior of fresh and osmotically dehydrated onion slices (*Allium cepa*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruits. *International Journal of Food Properties*, 9(4):877-888.

Ureña, P., D'Arrigo, H. y Girón, M. (1999) Evaluación sensorial de alimentos. Editorial Agraria. Lima, Perú.

Viteri, P. (2009) Parámetros en liofilización y secado por aire. Editorial Espol. Guayaquil, Ecuador.

Wang, R., Zhang, M. y Mujumdar, A. (2010) Effect of osmotic dehydration on microwave freeze drying characteristics and quality of potato chips. *Drying Technology*, 28(6): 798-806.

Zapata, M., Baños, S. y Cabrera, P. (1992) El pimiento para pimentón. Ediciones Mundo Prensa. Madrid, España.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Contenido de Vitamina C (mg vit.C/100 g muestra) en los snack de pimiento Morrón Rojo sin recubrimiento de almidón de maíz

Tratamientos		Vit. C (base húmeda)		Peso de materia seca (g)		Vit. C (base seca)	
		T1	T2	T1	T2	T1	T2
		55 °C	65 °C	55 °C	65 °C	55 °C	65 °C
R1	Sin recubrimiento	60.19	52.23	88.23	90.35	68.22	57.81
	Sin recubrimiento	59.49	53.69	88.23	90.35	67.42	59.42
	Sin recubrimiento	60.05	52.76	88.23	90.35	68.06	58.39
	Promedio	59.91	52.89	88.23	90.35	67.90	58.54
R2	Sin recubrimiento	59.13	52.85	88.23	90.35	67.02	58.49
	Sin recubrimiento	59.71	52.98	88.23	90.35	67.67	58.64
	Sin recubrimiento	60.08	52.93	88.23	90.35	68.09	58.58
	Promedio	59.64	52.92	88.23	90.35	67.59	58.57
R3	Sin recubrimiento	59.49	52.81	88.23	90.35	67.42	58.45
	Sin recubrimiento	60.15	52.89	88.23	90.35	68.17	58.54
	Sin recubrimiento	59.83	52.98	88.23	90.35	67.81	58.64
	Promedio	59.82	52.89	88.23	90.35	67.80	58.54
Promedio total	Sin recubrimiento	59.79	52.90	88.23	90.35	67.77	58.55

Anexo 2. Contenido de Vitamina C (mg vit.C/100 g muestra) en los snack de pimiento Morrón Rojo con recubrimiento de almidón de maíz

Tratamientos		Vit. C (base húmeda)		Peso de materia seca (g)		Vit. C (base seca)	
		T1	T2	T1	T2	T1	T2
		55 °C	65 °C	55 °C	65 °C	55 °C	65 °C
R1	Con recubrimiento	62.73	57.59	89.12	90.11	70.39	63.91
	Con recubrimiento	63.90	57.37	89.12	90.11	71.70	63.67
	Con recubrimiento	63.83	57.11	89.12	90.11	71.62	63.38
	Promedio	63.49	57.36	89.12	90.11	71.24	63.65
R2	Con recubrimiento	63.26	57.44	89.12	90.11	70.98	63.75
	Con recubrimiento	63.41	57.30	89.12	90.11	71.15	63.59
	Con recubrimiento	63.83	57.60	89.12	90.11	71.62	63.92
	Promedio	63.50	57.45	89.12	90.11	71.25	63.75
R3	Con recubrimiento	63.83	57.59	89.12	90.11	71.62	63.91
	Con recubrimiento	63.16	57.37	89.12	90.11	70.87	63.67
	Con recubrimiento	63.41	57.11	89.12	90.11	71.15	63.38
	Promedio	63.47	57.36	89.12	90.11	71.22	63.65
Promedio total	Con recubrimiento	63.48	57.39	89.12	90.11	71.24	63.69

Anexo 3. Valor L* en los snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz

Repeticiones	Tratamientos	T1	T2
		55 °C	65 °C
R1	Sin Recubrimiento	51.89	45.03
R2		51.87	45.02
R3		51.86	45.04
Promedio		51.87	45.03
R1	Con Recubrimiento	54.14	48.96
R2		54.15	48.95
R3		54.12	48.99
Promedio		54.14	48.97

Anexo 4. Valor a* en los snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz

Repeticiones	Tratamientos	T1	T2
		55 °C	65 °C
R1	Sin Recubrimiento	16.11	17.01
R2		16.14	17.04
R3		16.12	17.02
Promedio		16.12	17.02
R1	Con Recubrimiento	18.27	14.71
R2		18.25	14.74
R3		18.28	14.73
Promedio		18.27	14.73

Anexo 5. Valor b* en los snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz

Repeticiones	Tratamientos	T1	T2
		55 °C	65 °C
R1	Sin Recubrimiento	10.04	11.85
R2		10.05	11.8
R3		10.01	11.82
R1	Con Recubrimiento	11.31	10.04
R2		11.3	10.02
R3		11.34	10.05

Anexo 6. Contenido de compuestos fenólicos (mg ácido gálico/g muestra) en los snack de pimiento Morrón Rojo con recubrimiento de almidón de maíz

Tratamientos		Comp.fenólicos (base húmeda)		Peso de materia seca (g)		Comp.fenólicos (base seca)	
		T1	T2	T1	T2	T1	T2
		55	65	55	65	55	65
R1	Sin recubrimiento	3.35	2.77	88.23	90.35	3.80	3.07
R2		3.33	2.75	88.23	90.35	3.77	3.04
R3		3.30	2.79	88.23	90.35	3.74	3.09
Promedio total		2.77	2.79	88.23	90.35	3.77	3.07
R1	Con recubrimiento	3.74	3.45	89.12	90.11	4.20	3.83
R2		3.70	3.40	89.12	90.11	4.15	3.77
R3		3.75	3.42	89.12	90.11	4.21	3.80
Promedio total		3.73	3.42	89.12	90.11	4.19	3.80

Anexo 7. Valor de firmeza en los snack de pimiento Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz (N)

Repeticiones	Tratamientos	T1	T2
		55	65
R1	Sin Recubrimiento	11.67	13.22
R2		11.69	13.2
R3		11.70	13.25
R1	Con Recubrimiento	14.12	17.31
R2		14.10	17.3
R3		14.15	17.33

Anexo 8. Valor de crocantes en los snack de pimiento Morrón
 Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz

Tratamientos	Sin recubrimiento	Con recubrimiento	Sin recubrimiento	Con recubrimiento
	55 °C	55 °C	65 °C	65°C
Código	314	205	723	821
Panelista 1	6	8	4	8
panelista 2	4	8	5	7
panelista 3	6	9	4	8
panelista 4	3	7	6	9
panelista 5	3	7	7	7
panelista 6	4	8	6	6
panelista 7	3	7	5	10
panelista 8	4	5	6	6
panelista 9	4	8	7	8
panelista 10	4	5	5	8
panelista 11	3	6	4	7
panelista 12	5	7	4	9
panelista 13	4	9	6	10
panelista 14	2	8	7	10
panelista 15	3	7	6	7
panelista 16	5	6	5	10
panelista 17	3	8	5	8
panelista 18	5	7	6	8
panelista 19	3	8	6	10
panelista 20	6	9	7	6
PROMEDIO	4	7	6	8
MODA	3	8	6	8

Anexo 9. Valor de aceptabilidad general en snack de pimiento
Morrón Rojo con y sin recubrimiento de almidón de maíz

Tratamientos	Sin recubrimiento	Con recubrimiento	Sin recubrimiento	Con recubrimiento
	55 °C	55 °C	65 °C	65°C
Código	314	205	723	821
Panelista 1	6	7	8	6
panelista 2	6	9	8	7
panelista 3	5	8	9	9
panelista 4	7	3	4	8
panelista 5	9	8	9	9
panelista 6	6	6	6	7
panelista 7	6	7	6	9
panelista 8	7	7	6	7
panelista 9	6	6	7	6
panelista 10	7	9	6	5
panelista 11	9	8	7	9
panelista 12	8	9	7	7
panelista 13	8	7	9	3
panelista 14	7	9	6	8
panelista 15	5	5	2	6
panelista 16	8	9	6	5
panelista 17	7	8	6	8
panelista 18	7	8	3	4
panelista 19	5	9	6	5
panelista 20	6	8	6	8
panelista 21	8	7	7	7
panelista 22	4	9	4	5
panelista 23	5	7	5	7
panelista 24	7	6	7	8
panelista 25	6	8	6	6
panelista 26	6	9	6	7
panelista 27	4	7	7	4
panelista 28	5	5	5	5
panelista 29	7	8	7	7
panelista 30	6	7	6	6
panelista 31	4	9	6	8
panelista 32	7	9	7	8
panelista 33	5	6	5	7
panelista 34	6	7	4	7
panelista 35	7	8	8	6
PROMEDIO	6	7	6	7
MODA	6	9	6	7

Anexo 10. Valores de sólidos solubles (°Brix) en el Pimiento
Morrón Rojo

R1	10.10
R1	10.20
R1	10.40
promedio	10.23
R2	10.40
R2	10.30
R2	10.30
promedio	10.33
R3	10.00
R3	10.10
R3	10.30
promedio	10.13

Anexo 11. Tratamientos de recubrimiento de almidón y
temperatura de secado en los snack de pimiento Morrón Rojo



Anexo 12. Después del secado en los recubrimientos de maíz
en snack de pimiento Morrón Rojo



Anexo 13. Prueba de crocantes y aceptabilidad general en los snack de pimiento Morrón Rojo

