



ANÁLISIS SENSORIAL EN FRUTAS DESHIDRATADAS

Autores

Cristhian David Del Valle Guaza

Cod: 1633490

Luis Miguel Mina Campo

Cod: 1629819

Trabajo de grado en modalidad de monografía para optar por el título de Ingeniero de Alimentos

Directores

Claudia Isabel Ochoa Martínez, Ph.D.

José Luis Plaza Dorado, Ph.D.

Universidad del Valle

Escuela de Ingeniería de Alimentos

Programa de Ingeniería de Alimentos

Cali - Colombia

2021

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	2
LISTA DE FIGURAS	2
RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
3. FRUTAS DESHIDRATADAS.....	4
4. PRINCIPALES TÉCNICAS DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS	6
4.1. Osmodeshidratación.....	7
4.2. Secado.....	8
4.2.1 Secadores directos o convectivos	8
4.2.2 Secado por conducción o indirectos	9
4.2.3 Secado por radiación.....	9
4.2.4 Secado dieléctrico.....	10
5. ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS	11
5.1. Clasificación de pruebas sensoriales	12
5.2. Principios de buenas prácticas.....	16
6. ANÁLISIS SENSORIAL EN FRUTAS DESHIDRATADAS	17
6.1 Tipo de análisis sensorial	18
6.2 Tipo de escala	25
6.3 Tipo y la cantidad de panelistas.....	30
6.4 Análisis sensorial y vida útil	31
6.5 Propiedades fisicoquímicas y análisis sensorial	32
6.6 Análisis de datos	35
7. CONCLUSIONES	39
8. BIBLIOGRAFÍA.....	40
9. ANEXOS	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de diferentes frutas.....	5
Tabla 2. <i>Comparación de Métodos de deshidratación aplicados en frutas.....</i>	10
Tabla 3. Tipología de pruebas sensoriales.....	13
Tabla 4. Principios para controlar el resultado de las pruebas sensoriales.....	17
Tabla 5. Hallazgos en la búsqueda bibliográfica.....	19
Tabla 6. Formato de análisis sensorial combinación aceptación - preferencia.....	24
Tabla 7. Escalas utilizadas en estudios de frutas deshidratadas.....	26
Tabla 8. Resultados de análisis sensorial: aceptación general.....	28
Tabla 9. Correlación de los resultados de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de láminas de mango en el atributo de color.....	34
Tabla 10. <i>Correlación de los resultados de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de láminas de piña en el atributo de textura.....</i>	35
Tabla 11. Procedimientos de secado para las diferentes investigaciones.....	46
Tabla 12. <i>Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad.....</i>	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Formato para prueba de análisis sensorial afectivo de satisfacción, utilizado para la evaluación de mango en rodajas deshidratado (García, 2005).....	15
Figura 2. <i>Formato para prueba de análisis sensorial afectiva utilizado para la evaluación de frutos secos hechos en casa (Dipersio & Sofos, 2006).....</i>	16
Figura 3. Tipos de análisis sensorial utilizados en alimentos deshidratados tipo pasaboca.....	18
Figura 4. Escala gráfica de intensidad (Liria, 2007).....	26
Figura 5. Tipos de escala hedónica A) ordinal (Ramírez, 2012), B) grafica lineal anclada (Lawless & Heymann, 2010), C) gráfica o de caritas (Hernández, 2005), D) nominal (Hernández, 2005) y E) nominal de 4 puntos (Castro & Manosalvas, 2011).....	27
Figura 6. Tipos de escalas utilizadas en análisis sensorial.....	28
Figura 7. Comportamiento de las puntuaciones de jueces a cada pan (Lage, 2006).....	29
Figura 8. Escala Lineal estructurada de 9 cm (Flores, 2015).....	32
Figura 9. Modelo cinético de calidad general de fruta estructurada y deshidratada a 25 y 35°C durante 120 días en función del puntaje de atributos, con sus respectivos ajustes lineales (Grizotto et al, 2006).....	32
Figura 10. Superficie de respuesta del efecto del tipo y concentración de azúcar sobre los laminados de guayaba (Barazarte et al., 2015).....	37

RESUMEN

El análisis sensorial permite determinar la importancia de la medición de las propiedades sensoriales de los productos alimenticios con el objetivo de evaluar la calidad de los productos y predecir la aceptabilidad del consumidor. Los pasabocas de frutas deshidratadas son un producto con un buen aporte nutricional, buenas características organolépticas y están en constante crecimiento por la necesidad de extender su vida útil, por la tendencia mundial de cuidarse y la preferencia actual del consumo de alimentos tanto nutritivos como saludables. Esta revisión describe la literatura relativa a la historia de las frutas deshidratadas, los tipos de secados, los estudios del análisis sensorial en frutas deshidratadas y las posibles correlaciones de las pruebas sensoriales con los parámetros fisicoquímicos de las frutas deshidratadas y su vida útil.

Palabras clave: Prueba afectiva, atributos, sentidos, vida útil, sensorial, secado, frutas deshidratadas.

1. INTRODUCCIÓN

Las frutas son un producto alimenticio de alta aceptación y demanda a nivel global, gracias a los beneficios que trae su incorporación en la dieta diaria. Las frutas son fuente de agua y nutrientes como vitaminas, carbohidratos, proteínas, fibra y minerales; componentes que, además de brindarle propiedades nutritivas al alimento, confieren apariencia, textura y colores específicos (Rodríguez, 2019).

Las preferencias y los gustos del consumidor varían constantemente, por lo cual, estar al tanto de sus expectativas frente al consumo de frutas y sus productos derivados, de herramientas como el análisis sensorial que permite un adecuado acercamiento producto-consumidor (Witting, 2001).

El análisis sensorial es una disciplina científica que se utiliza para medir, analizar e interpretar las reacciones que se producen ante aquellas características de alimentos y materiales, percibidas por los sentidos (Restrepo *et al.*, 2008). Se considera como una herramienta imprescindible para obtener información sobre algunos aspectos de calidad de alimentos a los que no se puede tener acceso con otra técnica analítica (Rodríguez *et al.*, 2015). Lo anterior posibilita al productor de alimentos tener un mayor conocimiento de la percepción de los consumidores por la cual acepta o rechaza un producto.

Esta investigación recopila, compara y analiza los métodos para el análisis sensorial en frutas. Por lo tanto, esta monografía se estructura de la siguiente manera:

- I) Se explica las frutas deshidratadas de forma general, presentando su historia en Colombia, la importancia de su desarrollo en la industria alimentaria y ejemplos.
- II) Se explica de forma general el secado y los métodos más usados en la industria para la deshidratación de frutas.
- III) Se lleva a cabo una revisión de la literatura sobre el análisis sensorial, una descripción general, sus fundamentos, el procedimiento de desarrollo y los tipos de pruebas.
- IV) Se revisa el uso del análisis sensorial en frutas deshidratadas mostrando la relación de las pruebas con parámetros fisicoquímicos de las frutas deshidratadas.
- V) Finalmente, se presentan conclusiones y perspectivas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Realizar un análisis crítico sobre los métodos de evaluación sensorial aplicados en frutas deshidratadas.

2.2. Objetivos específicos

- Recopilar información acerca de los métodos de análisis sensorial para frutas deshidratadas.
- Comparar los métodos de análisis sensorial en frutas deshidratadas.

3. FRUTAS DESHIDRATADAS

Las frutas son esenciales e importantes en la prevención de trastornos causados por la falta de nutrientes y la reducción de padecer enfermedades como la obesidad, distintos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, entre otras. Además, estas son una importante fuente de hidratos de carbono, fibra alimentaria, agua, vitaminas, minerales sustancias bioactivas y antioxidantes. Lo anterior se puede observar en la *Tabla 1* de composición de macro y micronutrientes de diversas frutas. Su consumo es imprescindible para la salud humana, por lo cual, se debe superar el umbral mínimo de cinco raciones al día (Bardón *et al.*, 2012).

La mayoría de los países del mundo son estacionales y tanto el crecimiento como el desarrollo de frutas depende de condiciones atmosféricas específicas y, por lo tanto, no están disponibles en condiciones frescas durante todo el año. Debido a esta problemática, una solución es someter las frutas frescas a procesos de secado y deshidratación. Las frutas deshidratadas son alimentos a los cuales se les ha aplicado un proceso de secado para la reducción de su contenido de agua pero que conservan gran parte de sus beneficios, vitaminas y propiedades (Marín *et al.*, 2006).

El agua es probablemente el factor que más contribuye en el deterioro de las frutas, por tanto, al reducir su contenido de agua mediante diferentes tipos de secado, se impide el crecimiento de los microorganismos y la generación de reacciones bioquímicas. Produciendo frutas deshidratadas a las cuales se le prolonga su vida útil, se facilita el transporte y se posibilita su almacenamiento por más tiempo para su posterior uso (Guerra *et al.*, 2015) y, gracias a su reducción de peso y volumen, no se requieren instalaciones especiales para su almacenamiento (De Michelis & Ohaco, 2015).

García *et al.* (2015) muestran como rodajas de mango sometidas a osmodeshidratación pierden humedad y ganan solutos, conservando el porcentaje de sólidos solubles que contenía la fruta fresca con una poca diferencia entre ellas. Dependiendo del tamaño de las frutas, éstas pueden ser secadas parcial o completamente; frutas de menor tamaño como las uvas, ciruelas y bayas pueden secarse enteras, sin embargo, frutas de mayor tamaño como el mango, la papaya y la guayaba, entre otros, es recomendable que se reduzca su tamaño para resultados en el secado óptimos (Chang *et al.*, 2016).

Tabla 1. Composición química de diferentes frutas.

Frutas, tamaño de la porción (g)	Calorías	Grasas totales (g)	Hidratos de C. (g)	Proteínas (g)	Fibra (g)	Fibra (%VD)	Vit A (%VD)	Vit C (%VD)	Potasio (%VD)
Aguacate de california, 1/5 mediana (30g)	50	4,5	3	1	1	4	0	4	4
Cerezas dulces, 21 unid. 1 taza (140g)	100	0	26	1	1	4	2	15	10
Ciruelas, 2 medianas (151g)	70	0	19	1	2	8	8	10	7
Durazno, 1 mediano (147g)	60	0,5	15	1	2	8	6	15	7
Fresas, 8 medianas (147g)	50	0	11	1	2	8	0	160	5
Kiwi, 2 medianos (148g)	90	1	20	1	4	16	2	240	13
Lima, 1 mediana (67g)	20	0	7	0	2	8	0	35	2
Limón, 1 mediano (58g)	15	0	5	0	2	8	0	40	2
Manzana, 1 grande (242g)	130	0	34	1	5	20	2	8	7
Mandarina, 1 mediana (109g)	50	0	13	1	2	8	6	45	5
Melón calameño, 1/4 mediano (134g)	50	0	12	1	1	4	120	80	7
Melón tuna, 1/10 mediano (134g)	50	0	12	1	1	4	2	45	6
Naranja, 1 mediana(154g)	80	0	19	1	3	12	2	130	7
Nectarín, 1 mediano (140g)	60	0,5	15	1	2	8	8	15	7
Pera, 1 mediana (166g)	100	0	26	1	6	24	0	10	5
Piña, 2 rodajas, 3" diámetro, 3/4" de espesor	50	0	13	1	1	4	2	50	3
Plátano, 1 mediano (126g)	110	0	30	1	3	12	2	15	13
Sandía, 1/18 mediana, 2 tazas de pieza en cubo	80	0	21	1	1	4	30	25	8
Toronja, 1/2 mediana (154g)	60	0	15	1	2	8	35	100	6
Uvas, 3/4 taza (126g)	90	0	23	0	1	4	0	2	7

VD: valor diario

Fuente: Moreiras et al (2003)

Como producto, las frutas deshidratadas han tenido una gran expansión en los últimos años, de acuerdo con el estudio de GIA (2014). Estados Unidos es uno de los principales países compradores mundiales de fruta deshidratada (piña, mango, durazno, aguaymanto, frutas rojas) con el 12,9% del total de sus importaciones. Le siguen Alemania (8,8%), Rusia (5,8%), Países Bajos (5,6%), y Reino Unido (5,4%) (Agencia agraria de noticias, 2017). Aunque se comercialice a mayor escala en Norteamérica, sigue siendo un producto muy demandado a nivel global. Jiménez, Malagón & Contreras (2012) establecieron que estas han sido clasificadas y catalogadas por diversos medios y compañías productoras como uno de los productos más sanos, prácticos y nutritivos e ideales para familias, niños, deportistas y ejecutivos. Considerándolos un pasaboca ideal que puede ser consumido en el desayuno y entre comidas.

A pesar de que las frutas deshidratadas han sido utilizadas para consumo en épocas de escasez, actualmente se están empleando para la formulación de nuevos productos; sea como ingredientes de alimentos funcionales, bocadillos, productos lácteos, barras de cereal, desayunos integrales o como prebióticos y probióticos (Marín *et al.*, 2006).

En Colombia, el consumo de frutas deshidratadas en el año 2008 se limitaba a la uva, el banano y la ciruela pasa, los cuales se encontraban disponibles principalmente para productos de panificación. Sin embargo, desde hace algún tiempo, la tendencia al consumo saludable que ha ido incrementando a tal punto que el consumo de alimentos saludables se ha transformado en una necesidad que debe ser suplida mediante productos ecológicos, nutritivos, fortificados, seguros, sanos y de alta calidad (Jiménez, Malagón & Contreras; 2012).

4. PRINCIPALES TÉCNICAS DE DESHIDRATACIÓN DE FRUTAS

La deshidratación es una de las técnicas más ampliamente usadas en alimentos, con el fin de prolongar su vida útil a los alimentos que son altamente perecederos como las frutas frescas y/o mejorar aromas y sabores. El proceso de deshidratación de frutas se viene desarrollando desde el hombre primitivo con el secado al sol, y no fue sino hasta la revolución industrial que la técnica tuvo un cambio importante, donde se llevaron a cabo deshidrataciones de alimentos en forma industrial, y un siglo más tarde (1851) se realiza la gran exhibición de la presentación de la leche en polvo en Londres. El tamaño de las instalaciones en las empresas varía desde secadores solares hasta grandes y sofisticadas máquinas de secado. Dicho proceso consiste en extraer gran parte de la humedad del alimento con diversos equipos y métodos, lo cual reduce la actividad microbiana (Maupoey *et al.*, 2016).

Aunque el contenido de humedad en muchos alimentos es un indicativo de su inclinación al deterioro, es importante recordar que el concepto de contenido de humedad es insuficiente para indicar que tan perecedero es un alimento. Por lo cual, las operaciones de secado tienen el propósito principal de aumentar la estabilidad de un producto perecedero (como lo son las frutas) disminuyendo la actividad de agua (a_w) y no el contenido total de humedad. Siendo la actividad de agua el indicativo de la cantidad de agua disponible o libre para contribuir a reacciones de deterioro (Cardona, 2019).

La deshidratación se considera de gran importancia por sus múltiples beneficios en las frutas, debido a que, al alargar la vida útil, se posibilita el acceso a mercados distantes y a países con estaciones climáticas, ya que permite la disponibilidad de frutas específicas en

temporadas que no se producen, además, intensifica sus sabores, permite almacenarlos por más tiempo, fácil consumo como pasaboca, etc. (Martínez *et al.*, 2013). Sin embargo, como cualquier proceso, puede tener riesgos o puede alterar negativamente el color y la textura de las frutas. Los cambios de sabor y aroma (que en algunas situaciones son el objetivo de la realización de la técnica) se deben a la pérdida de componentes volátiles. Entre mayor sea la temperatura y el tiempo de secado, mayores serán estos cambios en el producto final (Maupoey *et al.*, 2016)

El desarrollo de la tecnología de secado ha permitido disminuir los riesgos (cambios indeseables en los productos deshidratados) y la obtención de productos no deseados. Se han desarrollado diversas técnicas de deshidratación, lo que ha permitido vincular el producto a la mejor técnica de deshidratación, llevando a cabo el adecuado secado y cumpliendo con los objetivos deseados.

Según Quinceno *et al.* (2019), además de alargar la vida útil, algunas de las ventajas más destacadas en la deshidratación de frutas son:

- Se desarrolla un alimento nuevo con sabor, textura y apariencia diferentes.
- Da valor agregado a productos agroindustriales (en este caso frutas) que tradicionalmente sólo son comercializados en fresco.
- Se emplea mayor sección de la fruta y se generan menos residuos comparado cuando su consumo era netamente en fresco
- Reduce de peso y volumen del producto, favoreciendo las operaciones de transporte, almacenamiento y distribución.

Sin embargo, este método de conservación también tiene desventajas como las mencionadas por De Michelis & Ohaco (2015):

- La calidad de la fruta deshidratada es relativamente baja con algunos de los métodos que utilizan altas temperaturas, por el contenido residual de nutrientes, su textura, aroma, entre otros.
- Generalmente, las frutas deshidratadas tienen baja capacidad de rehidratación.
- Alto costo del suministro, debido a que se requiere equipamiento muy específico para cada producto y proceso.

Algunas de las técnicas más utilizadas en la industria alimentaria para la deshidratación en frutas deshidratadas son la osmodeshidratación y el secado.

4.1. Osmodeshidratación

La deshidratación osmótica es la técnica que consiste en sumergir frutas u hortalizas, troceadas o enteras, en una solución hipertónica compuesta por solutos que generan presión alta con el fin de remover agua presente en el alimento. Lo que permite aumentar la vida útil y mejorar las características sensoriales del producto (Zapata, 1998; Matusek & Meresz, 2002).

La composición química y las características organolépticas de las frutas y hortalizas osmodeshidratadas dan lugar a productos de alta calidad. Sin embargo, la reducción de a_w al final de este proceso no es suficiente para impedir la proliferación microbiológica, por tanto, resulta necesario sumar una etapa posterior de secado para que el producto logre alcanzar aquella a_w que impida el libre desarrollo de microorganismos, por ello, se define la

deshidratación osmótica como pretratamiento de un proceso (combinado) de preservación (Matusek & Meresz, 2002).

Cuando se realiza el proceso de deshidratación osmótica se generan dos flujos: el primero es el agua que sale del producto en ausencia de oxígeno y sin cambio de fase de solución (líquido a gas), se pierde cerca de 60% a temperaturas de 30-50 °C, en un tiempo aproximado de 3 h. El segundo es el ingreso de solutos al producto, el cual mejora la calidad sensorial del producto, puesto que permite la aplicación de sabores (Veliz, 2016).

Generalmente, para la deshidratación osmótica se utilizan agentes osmóticos de fácil adquisición y en su mayoría de origen natural, algunos como la sacarosa, fructosa, glucosa, algunas mieles como la de caña y abeja, entre otras (Zapata & Castro, 1999).

4.2. Secado

El secado es una técnica muy conocida y practicada desde la antigüedad con el fin de preservar los alimentos y asegurar su disponibilidad durante todo el año. Sin embargo, para la segunda década del siglo XXI, el secado no tiene solamente la función de autoabastecimiento, sino que además ofrecen una alternativa productiva y comercial para el mercado nacional e internacional (Echeberriarza, 2005). Desde la edad contemporánea, la industria de alimentos deshidratados constituye un sector muy importante dentro de la industria alimentaria y el cual se extiende por todo el mundo, el tamaño de las instalaciones varía desde simples secadores solares hasta grandes y sofisticados equipos de secado (Maupoey *et al.*, 2016).

Las técnicas avanzan a medida que se moderniza la tecnología, implementando los nuevos descubrimientos y desarrollos; por lo tanto, la escogencia adecuada de un sistema de secado es importante para la productividad de una empresa procesadora de alimentos secos. Además, el elevado costo de los combustibles sumado a su elevado consumo por la ineficiencia de los procesos de secado ha conducido no solamente a utilizar fuentes alternativas de energía, como la solar, sino al desarrollo de modelos que permitan alcanzar las mejores condiciones de proceso (Orrego, 2016).

Maupoey *et al.* (2016) clasifican los tipos de secado de acuerdo con la manera en la que se transmite calor al sólido húmedo:

4.2.1 Secadores directos o convectivos

El secado convectivo es uno de los procesos de deshidratación más utilizados para la conservación de frutas. Se utiliza combinado con pretratamientos como la deshidratación osmótica, el escaldado y la impregnación a vacío, con el fin de aumentar la calidad del producto deshidratado y reducir el tiempo de secado (Muñiz *et al.*, 2013). Estos tipos de secadores utilizan gases calientes que están en contacto con el sólido húmedo transmitiéndole calor por convección y arrastran fuera del secador los vapores producidos. Los gases calientes más utilizados son: vapor de agua, productos de la combustión, gases inertes y vapor sobrecalentado.

El secado más simple de esta clasificación es el horno o estufa. Consta de un pequeño recinto de forma paralelepípedica de dos pisos, donde el aire de secado se calienta en el piso inferior y atraviesa por convección natural o forzada el segundo piso donde está el sólido húmedo.

En esta clasificación se pueden encontrar secadores de bandejas, túnel, cintas transportadoras, torre, cascada, rotatorio, atomización, entre otros.

4.2.2 Secado por conducción o indirectos

En este tipo de secado, la transmisión de calor hasta el material húmedo ocurre por conducción a través de una pared que generalmente es de metal. La fuente de calor puede ser vapor sobrecalentado, agua caliente, aceites térmicos, gases de combustión y resistencias eléctricas.

Son recomendables para deshidratar productos termolábiles y fácilmente oxidables gracias a sus óptimos resultados en la desecación a presiones reducidas y en atmósferas inertes.

La liofilización es un claro ejemplo de este tipo de secado. En este método, el agua del alimento húmedo se elimina por congelación y posteriormente sublimación del hielo en condiciones de vacío. Este proceso consta de tres fases. En la primera el alimento se congela, pudiéndose utilizar diferentes métodos para esta fase (se tiene en cuenta la velocidad de congelación y la dimensión y tamaño de los cristales) (Cano, 2014). La segunda fase, es la sublimación o desecación primaria, en la cual la mayor parte de agua libre pasa a vapor; Cuando el alimento se calienta, el hielo se sublima directamente a vapor sin necesidad de fundirse debido a la baja presión en la cámara de secado. Finalmente, la última fase sucede cuando el hielo se agota y la humedad proviene del agua que se encuentra no congelada y parcialmente ligada en el alimento, en esta etapa se eliminan mediante evaporación las últimas trazas de agua (Peña & Parra, 2015).

En esta clasificación también se pueden encontrar secadores de bandejas con vacío, tornillo sin fin, rodillo, entre otros.

4.2.3 Secado por radiación

Este tipo de secado se basa en la transferencia de energía mediante radiación, la cual permite eliminar el agua libre de las frutas, de tal forma que dañe lo menos posible las características texturales de ellas. La energía radiante se produce mediante infrarrojo, el cual, es uno de los secados más elegidos en comparación al secado por aire caliente, debido a que la temperatura se distribuye uniformemente y la energía en forma de ondas electromagnéticas se absorbe directamente por las frutas, mejorando la velocidad del secado y la calidad del producto (Paulino *et al.*, 2016).

Uno secado importante por radiación es el secado por Ventana de Refractancia (VR), este tipo de secado permite la deshidratación de alimentos de alta humedad (como las frutas) conservando sus atributos de sabor, color y nutrientes (Mejía, 2011). Otro tipo de secado por radiación es el secado solar, el cual es una de las técnicas de secado más antiguas y sencillas de emplear, al utilizar sólo energía solar cumple con las condiciones actuales del mercado: ahorro de energía, protección del medio ambiente y fácil manejo. La forma más sencilla es extender el alimento al aire libre, exponiéndolo así a la radiación solar. La gran ventaja de este método son sus costos reducidos. Cuando se utiliza un secador solar, se somete el producto a una temperatura más alta y una humedad relativa más baja comparado con el secado al aire libre. Gracias a esto se evita el crecimiento de mohos y levaduras en el

alimento, además se presenta reducción del tiempo de secado del producto (Espinoza J, 2016).

4.2.4 Secado dieléctrico

Consiste en un secado mediante la inducción de un campo eléctrico de alta frecuencia, el cual mantiene la temperatura uniforme en todo el alimento, permitiendo la eliminación de la humedad interna. Además de ser empleado en el secado de frutas, es usado para el secado de diversos alimentos sin el riesgo del calentamiento en exceso de la superficie (Maupoey *et al.*, 2016).

No obstante, el uso de esta tecnología en la industria de alimentos es muy limitado debido al alto costo de operación que puede ser de hasta diez veces superior al combustible consumido por un secador directo y al elevado costo de un equipo auxiliar que se requiere para generar la energía necesaria para su funcionamiento; por lo cual, su uso se limita principalmente a productos alimenticios de alto valor añadido.

En la *Tabla 2* se presentan las ventajas y desventajas de los métodos más utilizados en la industria para la deshidratación de frutas (Tepper, 1996; Aguilar, 2007):

Tabla 2. Comparación de Métodos de deshidratación aplicados en frutas.

Método de deshidratación	Deshidratación osmótica	Secado
Ventajas	Ambos métodos reducen el costo y la dificultad de embalaje, manejo, almacenamiento y transporte	
	Se puede realizar a temperatura ambiente.	El alimento alcanza una humedad del 5 % (agua disponible)
	La textura final del alimento mejora, debido a que sus células no colapsan al perder agua	La fruta presenta encogimiento, endurecimiento y plasticidad
	Se ahorra energía con respecto al método de secado	Produce cambios físicos, químicos y sensoriales
	El daño que se produce es mínimo, pues no se utiliza temperatura alta Disminuye la actividad de la enzima polifenol oxidasa porque aumenta la concentración de soluto en la fruta	Pasa de un alimento húmedo a un sólido seco El alimento es estable y puede almacenarse durante un largo tiempo

En ambos métodos se dificulta la rehidratación por la distorsión de células y la desnaturalización de las proteínas (secado)		
Desventajas	Este método no genera productos estables en el tiempo, por eso se recomienda usarlo como pretratamiento.	Pueden producirse reacciones de oscurecimiento, debido a la rápida activación enzimática (por la alta temperatura)
	La cantidad de solución osmótica diluida que queda en el proceso a gran escala constituye una gran limitante para que este proceso llegue a ser factible económicamente, la solución debe ser reconcentrada y reusada	Pérdida parcial de componentes volátiles y en algunas ocasiones de sabor de la fruta

En la *Tabla 11* (Anexos) se presenta un resumen de los tipos de secado empleados en frutas. La osmodeshidratación y el secado en bandejas son de las técnicas de deshidratación más empleadas para frutas; además, la combinación de ambas técnicas permite una adecuada conservación de las características organolépticas del producto. Debido a que las frutas tienen un alto contenido de humedad son un alimento altamente perecedero, por tanto, deben ser consumidas o procesadas lo más pronto posible una vez recolectadas. Debido a que el secado es un proceso que requiere más tiempo para su desarrollo, es posible que los atributos organolépticos del producto se vean afectados; de modo que representa un problema teniendo en cuenta la tendencia del consumidor a preferir productos procesados con sabores idénticos al producto sin procesar (Tepper, 1996).

La osmodeshidratación permite la eliminación pronta del agua libre de las frutas, por lo cual, permite que en el posterior secado se disminuya el consumo de energía y reduzca los posibles daños al producto por calor; además, la combinación de ambos métodos le proporciona al producto una estabilidad adecuada para su conservación (Bedoya *et al.*, 2004).

Sin embargo, la osmodeshidratación no entrega productos estables a temperatura ambiente y es necesario complementarla con tratamientos térmicos moderados como el secado en bandejas.

5. ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS

El Instituto de Tecnología de Alimentos de EEUU (IFT) define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Picallo A, 2009). Según la norma NTC 3501, “el análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto por medio de los órganos de los sentidos”. Así mismo, la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) define la evaluación sensorial como: “la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo con las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume”.

Según Ibáñez & Barcina (2001), el hombre siempre ha usado el análisis sensorial, puesto que selecciona los alimentos según su preferencia para diferenciar qué alimentos eran saludables de los que no lo eran. En el siglo XX, la preocupación por la aceptación de los alimentos fue cada vez más relevante y notorio, debido a este hecho, se formaron las bases de lo que hoy se llama evaluación sensorial, pero en esa época no se tenía muy claro las funciones que debía desempeñar esta ciencia emergente.

Tradicionalmente se consideraba al encargado de la evaluación sensorial como un “experto de la compañía”, con mucha experiencia y capaz de describir los productos de la empresa y de disponer unas normas de calidad para la materia prima y para fabricación del producto. Los productos resultantes del proceso industrial eran evaluados por comparación con los de la competencia o con productos novedosos en el mercado nacional, y después se realizaban reuniones para discutir la calidad de éstos. No obstante, con la llegada de la globalización y el incremento de la competitividad, se hizo evidente la necesidad de obtener una información más exhaustiva y sistemática de los productos alimenticios (Ibáñez & Barcina, 2001).

A finales de los años 30, comenzaron a aparecer los primeros estudios sobre el flavor de los alimentos junto con el desarrollo de algunas técnicas analíticas, pero no fue sino hasta los años 70 que el análisis sensorial se convirtió en una medida fiable para cuantificar el grado de aceptación de un alimento a causa de la falta de aceptación sensorial de un producto diseñado para población de bajos recursos (Ibáñez & Barcina, 2001).

Desde ese entonces, el análisis sensorial se ha desarrollado rápidamente y, a pesar de la subjetividad que tienen sus mediciones (realizadas por los seres humanos) son comparables con las realizadas por los instrumentos analíticos, debido a que los órganos de los sentidos se pueden entrenar para obtener respuestas claras, en cambio, los instrumentos están sujetos a errores sistemáticos y aleatorios más allá del control humano que impiden determinar el verdadero valor de la magnitud de la característica sometida a medición (Ordaz M, 2017).

En el siglo XXI no cabe duda de que el análisis sensorial es una medición objetiva y confiable sobre la aceptación de un alimento y, si se utiliza en conjunto con estudios microbiológicos, físicos y químicos, permite determinar la calidad de un producto (Zuluaga, 2017).

5.1. Clasificación de pruebas sensoriales

Uno de los objetivos del análisis sensorial es interpretar las respuestas de los consumidores que son apreciadas principalmente por los sentidos, cuando se valora la calidad y/o aceptabilidad de un alimento. Los resultados de dicho análisis se traducen en determinar el efecto de la formulación de un producto en su aceptación. Existe tres tipos de pruebas de análisis sensorial: las pruebas discriminatorias, que permiten detectar la presencia de diferencias de atributos sensoriales entre dos o más productos; las pruebas descriptivas, que se usan para caracterizar y evaluar el alimento cualitativa o cuantitativamente; y, finalmente, las afectivas o hedónicas que se emplean para medir la aceptación o rechazo de una muestra con una población no menor a 30 jueces (Rodríguez *et al.*, 2015).

En la *Tabla 3* se describen estas pruebas según el objetivo que se quiere evaluar.

Tabla 3. Tipología de pruebas sensoriales.

Clasificación	Objetivo	Preguntas de interés	Tipo de prueba	Características en panelistas
Discriminatoria	Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor	¿Existen diferencias entre los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, orientados al método usado, algunas veces entrenados
Descriptiva	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales	¿En qué características específicas difieren los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial y motivación, entrenados o altamente entrenados
Afectiva	Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto	¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?	Hedónica	Reclutados por uso del producto, no entrenados

Fuente: Liria (2007).

Hernández (2005) describe la tipología de las pruebas sensoriales así:

Las pruebas discriminatorias están divididas en pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad.

○ **Pruebas de diferenciación:**

- Prueba de pares: esta prueba consiste en presentar a los panelistas dos muestras del producto que se está evaluando, preguntando por alguna característica específica.
- Prueba dúo-trío: en esta prueba se presentan tres muestras simultáneas, una de ellas está marcada como la referencia, las otras dos están codificadas con números aleatorios, de las dos muestras mencionadas, una es igual a la muestra patrón y otra es diferente. El panelista debe diferenciar las muestras para definir la muestra igual a la referencia.
- Prueba triangular o de triángulo: se presentan tres muestras codificadas simultáneamente, donde dos son iguales y una es diferente. El panelista debe de identificar la muestra diferente.
- Prueba de ordenamiento: esta prueba consiste en que los panelistas ordenen de forma ascendente una serie de muestras según la característica o el atributo evaluado.
- Prueba de escalar de control: se usa para determinar si hay diferencia entre muestras respecto a un control.

○ **Pruebas de sensibilidad**

- Umbral de detección: Se presenta al panelista una serie de soluciones con distintas diluciones de los sabores básicos. El catador debe de probar cada solución, detectar el sabor básico y calificar la intensidad en escala de 0 a 10.
- Se presenta al catador disoluciones acuosas de sabor básico. El panelista debe de probar cada muestra, detectar el sabor y seguir probando hasta reconocerlo.

Las pruebas descriptivas se dividen en escala de atributos, análisis descriptivo y análisis cuantitativo.

○ **Escala de atributos**

- Escala de categorías: los panelistas deben responder a atributos característicos de alimentos en una escala gráfica.
- Escalas de estimación de la magnitud: se presenta a los panelistas una muestra de referencia (R) y dos o más muestras con variabilidad en las concentraciones de sus componentes. A estas muestras se le asigna un valor comparado con el de la referencia.

○ **Análisis descriptivo**

- Perfil de sabor: prueba realizada a panelistas con experiencia donde se evalúan pequeños cambios en el sabor de las muestras del producto.
- Perfil de textura: prueba realizada con panelistas entrenados. En ella se hace un análisis descriptivo de cada componente del alimento. En el estudio no solo se mide la textura si no que se incluyen los parámetros de sabor y olor.

- **Análisis cuantitativo:** es la combinación de las pruebas de escala de atributos y las de análisis descriptivo. En ella se analizan varios atributos sensoriales.

Las pruebas afectivas se dividen en pruebas de preferencia, pruebas de satisfacción y pruebas de aceptación.

○ **Pruebas de preferencia**

- Pruebas de preferencia pareada: consiste en presentar dos muestras al panelista para que seleccione la muestra de su preferencia.
- Pruebas de preferencia (ordenación): el panelista debe ordenar de forma ascendente una serie de muestras según la característica o el atributo a evaluar. Adicionalmente el panelista especifica la muestra de su preferencia y aceptación.

○ **Pruebas de satisfacción**

- Escala hedónica verbal: se informa el grado de aceptación basado en una escala hedónica verbal que va de “me gusta muchísimo” a “me disgusta muchísimo”. En la *Figura 1*, se observa un ejemplo de formato para evaluar este tipo de prueba sensorial.

Evaluación sensorial para mango deshidratado								
Pruebas sensoriales mango deshidratado								
Nombre: _____ Fecha: _____ INSTRUCCIONES: Observe y pruebe cada una de las muestras de mango deshidratado. Indique el grado en que le gusta o le desagrada cada característica de la muestra, encierre en un círculo el número correspondiente a la descripción que considere apropiada de acuerdo con su criterio de aceptación. Anote también el código de la muestra. RECUERDE TOMAR AGUA ENTRE MUESTRAS. Código de muestra: _____ .								
Aspectos a evaluar:								
Color								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta muchísimo	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	no me gusta ni me disgusta	me gusta poco	me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta muchísimo
Aroma								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta muchísimo	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	no me gusta ni me disgusta	me gusta poco	me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta muchísimo
Sabor								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta muchísimo	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	no me gusta ni me disgusta	me gusta poco	me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta muchísimo
Textura								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta muchísimo	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	no me gusta ni me disgusta	me gusta poco	me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta muchísimo
Apariencia								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta muchísimo	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	no me gusta ni me disgusta	me gusta poco	me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta muchísimo
Aceptación en general								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
me disgusta muchísimo	me disgusta mucho	me disgusta moderadamente	me disgusta poco	no me gusta ni me disgusta	me gusta poco	me gusta moderadamente	me gusta mucho	me gusta muchísimo

Figura 1. Formato para prueba de análisis sensorial afectivo de satisfacción, utilizado para la evaluación de mango en rodajas deshidratado (García, 2005).

- Escala hedónica facial: Cuando la escala es de gran tamaño se presentan dificultades para describir cada uno de los puntos presentes en ella, por esta

razón tiene una escala con gráficos. Esta escala se utiliza principalmente para niños.

- **Pruebas de aceptación:** miden el grado de preferencia y la actitud del panelista o catador hacia un producto alimenticio. En la *Figura 2*, se puede observar el formato para evaluar las pruebas de aceptación.

Código de muestra: _____:		Evaluación sensorial de frutos secos							
Sexo	Masculino		Femenino						
	Profesional		Empleado		Estudiante		Otros		
	Menor de 21 años		Entre 21 y 34 años		Mayor de 34 años				
¿Alguna vez ha secado rodajas / trozos de fruta en casa?								SI	NO
¿Le gusta comer frutas secas (solas o como parte de una mezcla de frutos secos / bocadillos)?								SI	NO
¿Con qué frecuencia come frutas secas (solas o como parte de una mezcla de frutos secos / bocadillos)?									
1 vez /mes		1-3 veces /mes		1-6 veces/ mes		Nunca			
¿Con qué frecuencia compra frutas secas (solas o como parte de una mezcla de frutos secos / bocadillos)?									
1 vez /mes		1-3 veces /mes		1-6 veces/ mes		Nunca			
Califique cada muestra para los atributos enumerados a continuación encerrando en un círculo el número que representa su calificación de la muestra. Limpie el paladar con galletas saladas y agua entre degustaciones.									
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Olor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aceptabilidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Figura 2. Formato para prueba de análisis sensorial afectiva utilizado para la evaluación de frutos secos hechos en casa (Dipersio & Sofos, 2006).

5.2. Principios de buenas prácticas

Para obtener una información más confiable en las pruebas sensoriales, se deben de tener en cuenta tres aspectos básicos como se muestra en la *Tabla 4*.

Tabla 4. Principios para controlar el resultado de las pruebas sensoriales.

Principio		Criterios
Instalaciones o ambiente de trabajo	Ambientes	Color de paredes y/o ambiente debe de ser blanco Controlar la iluminación, de preferencia luz natural Buena ventilación Espacio sin ruidos molestos
	Instalaciones (cabinas)	Individuos deben de ser separados Adyacentes, pero separados del área de preparación Preparación Temperatura
	El alimento	Cantidad servida Métodos de preparación y conservación Métodos de servido e instrucciones al panelista
Muestra	El diseño experimental	Nombrar las muestras con tres dígitos aleatorios Asignar aleatoriamente el orden de presentación de muestras
Panelistas	¿Quiénes deberían ser los sujetos?	¿Entrenados y orientados o totalmente no entrenados?
	¿Qué motivará a los sujetos?	Todos los paneles requieren de algún incentivo por su participación

Fuente: Liria (2017).

6. ANÁLISIS SENSORIAL EN FRUTAS DESHIDRATADAS

La necesidad de una alimentación sana (especialmente en niños) se ha vuelto una preocupación a nivel global. Un estudio realizado por la Universidad del Rosario muestra que la situación de sobrepeso en la población juvenil de Colombia es alarmante: un 37,7% tienen sobrepeso y un 18% de los jóvenes son obesos. El informe de la Federación Mundial de la Obesidad en su reporte menciona que Colombia tendrá aproximadamente 1.583.123 jóvenes obesos, de los cuales 611.713 tienen edades entre 5 -9 años y los restantes de 10-19 años (Barriga, 2019), por lo que una dieta balanceada con frutas y verduras es una alternativa adecuada.

Sin embargo, en general, a los niños no les gustan las frutas y verduras, en promedio 9 de cada 10 niños en Colombia no consumen frutas en su dieta y, así mismo, 4 de cada 5 escolares consumen productos tipo snack (El País, 2018). Por tal motivo, las frutas deshidratadas en presentaciones de pasabocas surgieron como una solución a esta problemática, puesto que es aplicable tanto para niños como para adultos, puesto que su consumo habitual, junto con frutos secos es asociado con la prevención de enfermedades metabólicas y es recomendable su consumo de un método diferente dependiendo del tipo de persona que desee consumirla. En el caso de diabéticos, se recomienda consumirla controladamente y acompañada de proteína y grasa para que la digestión sea más lenta, de esta forma el páncreas secretar de forma más progresiva la insulina (Guillén J, 2020).

Para que un producto como las frutas deshidratadas tengan una aceptación adecuada como pasabocas, deben tener procesos e ingredientes que sean agradables para los consumidores sin descuidar el objetivo del consumo de frutas. Por esto, el análisis sensorial es un proceso

relevante y cada vez más importante, ya que proporciona respuestas de parámetros específicos permitiendo tener un acercamiento con lo que espera y quiere el consumidor.

Definir la calidad en la fruta es abarcar tanto atributos sensoriales como atributos ocultos (los relativos a la nutrición, inocuidad, servicio y seguridad de un alimento). Mondino & Ferratto (2006) enumeran los aspectos sensoriales que se pueden percibir con los sentidos, y pueden ser:

- Visuales: Es la primera interacción producto-cliente. En el producto es muy importante el tamaño, la forma, el brillo, el color y la ausencia de defectos visuales.
- Táctiles y auditivos: la textura de un producto es uno de los atributos más complejos de percibir, ya que se hace con diferentes partes del cuerpo (labios, lengua, dientes, paladar, dedos y oídos). La firmeza de un alimento está relacionada con la resistencia a desgarrarlo y masticarlo.
- Olfatorios: el aroma de los productos hortofrutícolas es un componente de calidad y se produce por numerosos compuestos.
- Gustatorios: son los percibidos por el sentido del gusto, ellos son: dulzura, amargura, acidez y salinidad.

Existen variedad de estudios, artículos y libros que contienen temas específicos sobre deshidratación de alimentos y análisis sensorial. Esta revisión se centró en estudios que relacionan las frutas deshidratadas utilizadas como pasabocas o snacks, el análisis sensorial en ellas y en algunos casos sus características fisicoquímicas. En la *Tabla 5* se puede observar un resumen de todos los documentos estudiados en esta monografía, los objetivos que persiguen, sus procedimientos de deshidratación, el tipo de análisis utilizado, los panelistas seleccionados y sus conclusiones generales.

6.1 Tipo de análisis sensorial

En la *Tabla 3* se resume la clasificación o tipos de análisis sensorial existentes (discriminatorio, descriptivo y afectivo) de acuerdo con el objetivo o aspecto que se quiere evaluar en un alimento. En la *Figura 3* se observan los tipos de análisis sensorial que se emplearon en los documentos revisados para la ejecución de este documento.

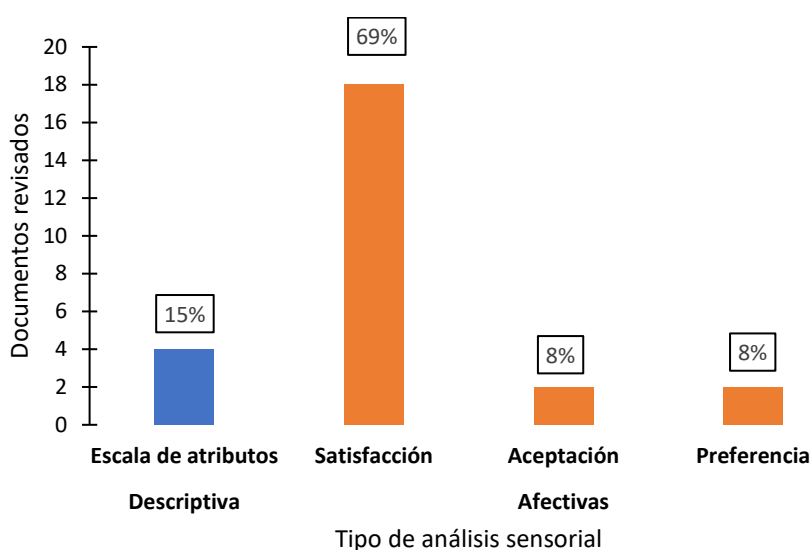


Figura 3. Tipos de análisis sensorial utilizados en alimentos deshidratados tipo pasaboca.

Tabla 5. Hallazgos en la búsqueda bibliográfica.

Autores y año	Fruta deshidratada	Tipo de deshidratado	Propiedades fisicoquímicas medidas	Tipo de análisis sensorial	Tipo de escala	Tipo y cantidad de panelistas	Atributos evaluados	Análisis empleado	Resultados
García (2005)	Mango	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas)	-	Afectiva (satisfacción)	Hedónica (9 puntos)	No entrenados (9)	Color, aroma, textura, sabor, apariencia y aceptabilidad en general	ANOVA	Aceptabilidad en general del snack
Hofsetz & Lopes (2005)	Banano	Secado HTST (pretratamiento) - secado (bandejas)	Textura y a_w	Afectiva (satisfacción)	Línea horizontal (9 cm)	No entrenados (30)	Crujiente	ANOVA y Tukey	Diferencias significativas, pero no diferencias mínimas significativas
Dipersio & Sofos (2006)	Melocotón, pera, melón, manzana y banano	Secado (bandejas)	pH y a_w	Afectiva (aceptación)	Hedónica (9 puntos)	No entrenados (280)	Sabor, color, textura, apariencia y aceptabilidad en general	LSD	Aceptabilidad moderada
Reis et al. (2009)	Mango	Secado (bandejas)	Humedad, pH, acidez titulable, a_w , color y carotenoides totales	Afectiva (satisfacción)	Hedónica (9 puntos)	No entrenados (53)	Color y sabor	ACP	La muestra con mayor aceptación fue la deshidratada a 70 °C
Castro & Manosalvas (2011)	Arazá	Secado convectivo (bandejas)	Vit C, vit A, carotenos, proteínas, carbohidratos, fibras, cenizas y análisis de mohos, levaduras y recuento total de aerobios.	Afectiva (satisfacción)	Hedónica (4 puntos)	No entrenados (10)	color, olor, textura y sabor	No paramétrica de FRIEDMAN	Las láminas de arazá muestran altas calificaciones sensoriales
Sepúlveda et al. (2011)	Manzana	Secado (túnel)	Sólidos totales y solubles, humedad, acidez, pH, fibra dietética,	Afectiva (satisfacción)	Grafica	No entrenados	-	t student	Muy buena aceptación en niños de 8 años, y más baja para niños de 12 años

			polifenoles, capacidad oxidante y microbiológicos.						
Martínez et al. (2013)	Fruta bomba (papaya)	Osmodeshidratación - secado solar	Conteo de microorganismos	Afectiva (satisfacción)	Hedónica (9 puntos)	No entrenados (7)	Color, acidez, sabor aroma y textura.	Tukey	Mejor aceptación las muestras osmodeshidratadas en sacarosa
Barazarte et al. (2015)	Guayaba	Secado (bandejas)	pH, humedad y a_w	Afectiva (satisfacción)	Hedónica de 10 cm (no estructurada) y JAR (3 puntos)	No entrenados (100)	Dulzor, acidez, color y humedad	ANOVA	Valores de aceptabilidad altos con la sacarosa
Veliz (2016)	Mango, mamey y papaya	Osmodeshidratación - Secado (bandejas)	pH, humedad, cenizas, mohos y levaduras, coliformes totales	Afectiva (satisfacción)	Hedónica (3 puntos)	-	Color, olor, sabor y textura	ANOVA	Aceptabilidad alta de la estevia
Telenchana (2017)	Mango y fresa	Secado	a_w , potencial de hidrógeno, sólidos solubles, proteínas, color y textura	Afectiva (satisfacción - preferencia)	Hedónica (9 puntos)	No entrenados (120)	Apariencia, textura, color, sabor, acidez dulzura	ANOVA	Mayor aceptación en las láminas de mango
Kowalska et al. (2018)	Fresa	Osmodeshidratación - Secado (convección o liofilización)	Contenido de materia seca, vit C, actividad antioxidante, contenido de polifenoles	Descriptiva (escala de tributos) - Afectiva (satisfacción)	Escala de intensidad de 10 puntos con condiciones límites	No entrenados (15)	Color, sabor, textura	ANOVA y Tukey	Correlación entre la calidad general, el color y el sabor del snack
Acosta et al. (2019)	Mango	Osmodeshidratación - Fritura	Humedad, color, contenido de grasa y textura.	Afectiva (Satisfacción)	Hedónica (5 puntos)	No entrenados (100)	-	ANOVA y Tukey	Se señaló un producto de crocancia y sabores agradables
Cichowska-Bogusz et al. (2020)	Manzanas	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas)	Materia seca, a_w , higroscopicidad, cambios de color y análisis químico	Descriptiva (escala de atributos)	Escala de intensidad de 10 puntos	Entrenados (7)	Color, sabor y textura	ANOVA	Buena aceptación sensorial
Grizotto et al. (2006)	Papaya	Secado (bandejas)	pH, acidez, a_w y firmeza	Descriptiva (escala de atributos) - Afectiva (satisfacción)	Lineal 9 cm	Entrenados (12)	Apariencia, sabor, textura y calidad en general	ANOVA y Tukey	La calidad en general fue el atributo que mejor representó la pérdida de calidad del producto

García et al. (2014)	Papaya, carambola y merey	Secado (bandejas)	-	Afectiva (Satisfacción)	Hedónica (9 puntos) y JAR 3 puntos	No entrenados (55)	Apariencia en general, textura, color, sabor, aroma	ANOVA y Tukey	El fruto de Merey es el de mejor aceptación sensorial
Arauz (2009)	Piña	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas)	Textura, color y a_w	Afectiva (satisfacción)	Hedónica (5 puntos)	No entrenados (12)	Color, aroma, sabor, dulzura, textura y aceptación general	ANDEVA y Tukey	Los tratamientos con sacarosa fueron los que mayor media obtuvieron
Encalada (2015)	Mango	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas y solar)	Peso, color, pH, sólidos solubles y a_w	Afectiva (satisfacción-preferencia)	Hedónica (9 puntos)	No entrenados	Color, olor, textura, acidez, sabor y aceptación general	ANDEVA	El producto tratado por osmoconvección tuvo mayor aceptación que el control. Fue mejor evaluado en todos los aspectos a excepción de olor
Aguilar (2007)	Piña	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas)	Humedad, pH, proximal, sólidos solubles, acidez titulable	Afectiva (aceptación)	Hedónica (7 puntos)	Seminentrenado	Color, olor, textura, acidez, sabor y apariencia general	ANOVA y Tukey	Las rodajas de piñas secadas a 50°C y deshidratadas osmóticamente primero deshidratadas y luego secadas (agua-sacarosa) fueron las de mejor aceptación sensorial, y las deshidratadas por agua-etanol fueron las de menor aceptación sensorial
Tepper (1996)	Palta (aguacate)	Deshidratación osmótica	Humedad, sólidos solubles, color, a_w y pH	Afectiva (satisfacción)	Hedónica (9 puntos)	No entrenados (24)	Apariencia, color, aroma, acidez, dulzor, astringencia, salado, fibrosidad, amargor y sabor	-	El tratamiento con solución mixta (NaCl y maltodextrina) fue el más efectivo para la deshidratación.

Mongi, <i>et al.</i> (2013)	Mango	Secado solar	-	Descriptivo (escala de atributos)	Escala lineal no estructurada 10 puntos	Entrenados (15)	Color, aroma, dulzor, dureza, acidez y blancura	Análisis univariado y multivariado	A excepción del atributo de sabor, se evidenciaron diferencias significativas en el color, textura y aceptabilidad general de cada muestra.
				Afectiva (Satisfacción)	Escala hedónica 9 puntos	No entrenados (78)	Color, aroma, dulzor, dureza, acidez y blancura	QDA (Quantitative descriptive analysis)	
Crossen, E (2017)	Manzanas, tomates y uvas	Secado solar (Deshidratador)	Color, textura, Vit C, a_w	Afectiva (satisfacción)	Escala hedónica 9 puntos	No entrenados (100)	Color, textura.	ANOVA	Las uvas presentaron una diferencia significativa en el gusto del consumidor.

El porcentaje más alto (85%) de los documentos consultados corresponde a las pruebas afectivas. Según Liria (2007), esta clase de pruebas permiten identificar las características de un producto traducidas en la aceptabilidad de diferentes cualidades como la aceptabilidad del sabor, color, consistencia y grado de dulzor, atributos que son evaluados en la mayor parte de estudios realizados en frutas deshidratadas (*Tabla 5*), además de identificar un producto elegido entre dos o más alternativas. De igual modo, Mondino & Ferratto (2006) afirman que los estudios de naturaleza hedónica (como las pruebas afectivas) son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor.

Dentro de esta clasificación, se encuentran principalmente (69%) las pruebas afectivas de satisfacción en donde se le pide al panelista el nivel de aceptabilidad de un producto. Un ejemplo de aplicación de este tipo de pruebas es el estudio realizado por Acosta *et al.* (2019) sobre mango “Tommy Atkins” en estado de maduración “verde” osmodeshidratado y frito en tajadas. El mango fue deshidratado por medio de inmersión en solución con sacarosa, cloruro de sodio y ácido cítrico variando los tiempos de inmersión y posteriormente se realizó el proceso de fritura. En el análisis sensorial, se evaluaron las características organolépticas para tres muestras seleccionadas por los autores de los 20 tratamientos realizados, mediante una prueba de afectiva de satisfacción con escala hedónica de 5 puntos a 100 jueces consumidores; obteniendo como resultado diferencias significativas entre los tratamientos y la muestra con mejor aceptación fue aquella sometidas a un tiempo de inmersión de 240 min y a una fritura con ΔT (42,4°C), P (10 kPa) y t (473,5 s). Dentro de los resultados del proceso de optimización y del panel de análisis sensorial, es correcto afirmar que el modelo estadístico analiza de forma acertada las variables de control y las variables de respuesta; señalando las condiciones adecuadas para obtener un producto frito de buena aceptación sensorial.

Martínez *et al.* (2013) evaluaron la calidad microbiológica y sensorial de rodajas deshidratadas de fruta bomba. Para la deshidratación osmótica, las muestras fueron sumergidas en tres agentes edulcorantes, crema de miel (75°Brix), jarabe de miel (30°Brix) y jarabe de sacarosa (30°Brix). Las muestras fueron almacenadas por 5 meses. Una vez finalizado el almacenamiento se llevó a cabo un conteo de microorganismos en las muestras y un análisis sensorial con una prueba de aceptación mediante una escala hedónica de 9 puntos. La prueba se realizó con un panel de siete jueces no entrenados, y se evaluó color, acidez, sabor aroma y textura. En el análisis sensorial mostraron que los edulcorantes jarabe de sacarosa y la crema de miel exhibieron las características sensoriales con mayor aceptación para su comercialización.

En los estudios donde se utilizó el tipo de prueba de aceptación (8%), además de preguntar por el nivel de gusto o disgusto de los atributos anteriormente mencionados, se pregunta también por la actitud del consumidor respecto al producto y su demanda. Dipersio & Sofos (2006) evaluaron las respuestas sensoriales de frutas deshidratadas (melocotón, pera, melón, tomate, manzana y plátano) mediante un secado en bandejas (secado convectivo) pretratadas para reducir el contenido de patógenos. Se llevó a cabo una prueba afectiva con 280 panelistas no entrenados (n=280) en 4 paneles durante 8 meses. Las muestras seleccionadas se rotularon con códigos de 3 números aleatorios que fueron entregados a los panelistas y los resultados se determinaron mediante una escala hedónica de 9 puntos. Se empleó un formato como el presentado en la *Figura 1*. Los resultados obtenidos mostraron mejor aceptación para las frutas deshidratadas preparadas con ácidos; además, los tomates deshidratados obtuvieron puntajes por encima de la media, situándolos en una aceptación moderada a los consumidores sin importar el tipo de tratamiento.

Liria (2007) afirma que se deben de combinar las pruebas de aceptación -satisfacción con las pruebas de preferencia para determinar el diseño óptimo de un producto cuando se quiere introducir un producto al mercado y se requiere indagar las expectativas del consumidor. Este es el caso del 8% de los estudios revisados. Encalada (2015) deshidrató por osmoconvección mango en soluciones osmóticas de agua, azúcar y ácido ascórbico combinado por secado convección (solar y artificial). Para el análisis sensorial se realizó la prueba hedónica de aceptación con escala de 9 puntos en color, olor, textura, acidez, sabor y aceptación general, además se le pidió al panelista que colocara al final el orden de preferencia. Al panelista se le entregaron tres muestras con 3 g cada una, dos de ellas elegidas en base a los mejores resultados de los análisis fisicoquímicos (1/3 de relación fruta-solución, 45 °Brix de concentración y ambos tipos de secado) y una muestra control (secado artificial). El tratamiento control resulta con diferencias significativas en todos los atributos evaluados y las muestras con tratamiento osmótico previo obtuvieron mayor calificación sensorial. El formato utilizado se presenta en la *Tabla 6*.

Tabla 6. Formato de análisis sensorial combinación aceptación - preferencia.

INSTRUCCIONES										
Muchas gracias por su participación en este estudio. Su asistencia es muy apreciada. El objetivo de este estudio es evaluar muestras de mango deshidratado. Por favor tómese su tiempo para evaluar las muestras que se le darán. Proceda cuando usted guste. La degustación tardará alrededor de 10 minutos, en donde se le darán 3 muestras en total. Por favor responda las siguientes preguntas. Si tiene alguna duda, llame al monitor que estará en el cuarto.										
NOMBRE: _____ FECHA: _____ INSTRUCCIONES Por favor ingerir galleta de soda seguida de un trago de agua antes de evaluar la muestra. Ponga una X en la caja que represente su respuesta.										
Me disgusta extremadamente Me gusta extremadamente										
COLOR	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
OLOR	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
TEXTURA	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ACIDEZ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
SABOR	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
GENERAL	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
1. ¿Qué le gusto acerca de la muestra? 2. ¿Qué le disgusto acerca de la muestra?										
INSTRUCCIONES Después de evaluar las muestras, coloque el código de la muestra que prefiere. ¿Cuál de las muestras prefiere? _____										

Fuente: Encalada (2015).

Las pruebas descriptivas (15% de los documentos revisados) permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor para poder realizar los cambios que se requieran hasta que el producto obtenga mayor aprobación (Hernández, 2005). Es un análisis muy complejo de hacer y se debe de realizar con panelistas entrenados. Como lo dice la señora Nora Barda en su entrevista para María Cali (2006) "Es el más completo. Para la primera etapa tratamos de ver qué nos recuerda y cómo se describe cada olor (por lo general usamos sustancias químicas). A medida que transcurre el entrenamiento, la persona reconoce ese olor e inmediatamente lo describe. Es decir, se agiliza el proceso mental estímulo-respuesta".

Cichowska *et al.* (2020) aplicaron técnicas de secado en rodajas de manzana con el objetivo de caracterizar el impacto de la osmo-deshidratación, el tratamiento previo de sonicación y el método de secado sobre las propiedades fisicoquímicas de las manzanas secas. En este estudio se llevó a cabo la deshidratación osmótica en eritritol, xilitol y sacarosa durante 2 h; después aplicaron 30 min con ultrasonido para posteriormente secar las muestras por convección, microondas al vacío y un método combinado (entre estos dos tipos de secado). Se realizó análisis sensorial descriptivo con siete panelistas entrenados en frutas y verduras. Los atributos evaluados fueron: la apariencia en función del color; los sabores básicos y sensaciones químicas se evaluaron como dulzura, acidez, carácter amargo y astringencia; el sabor se evaluó como afrutado, herbáceo, fresco, vegetal, miel/caramelo, cítrico, sabores desagradables, similar al heno, terroso, amaderado, quemado, regusto, efecto refrescante; la textura se evaluó como dureza, textura crujiente, adhesividad, solubilidad en saliva, masticabilidad y harinosidad y el aroma se evaluó con el recuerdo a manzana fresca. El panel utilizó una escala numérica para cuantificar la intensidad de los atributos donde 0 representa ninguno y 10 extremadamente fuerte con incrementos de 0,5. Los autores obtuvieron una buena aceptación en el producto sin afectaciones significativas de los atributos del análisis sensorial descriptivo realizado.

En los trabajos revisados no se utilizaron pruebas discriminatorias debido a que dichas pruebas no requieren conocer la sensación subjetiva que provoca un alimento, y se busca es establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras que generalmente ya existen en el mercado (Cárdenas *et al.*, 2018).

6.2 Tipo de escala

Gonzales *et al.* (2014) mencionan que existen cuatro grupos de escalas según la manera de asignar números a las evaluaciones de los consumidores:

- Escalas nominales, son aquellas en las que las variables objeto de estudio son cualitativas, aunque vayan asociadas a números. Con ellas pueden hacerse distribuciones de frecuencia; un ejemplo puede ser el estudio de los atributos de un producto como dureza, dulzura, color, entre otros.
- Escalas ordinales, son las escalas en las cuales se utilizan números para conocer el orden de preferencia de los productos o atributos que se van a estudiar. Permiten averiguar la preferencia de los productos, pero no las diferencias entre éstos.
- Escalas proporcionales y escalas de intervalos, donde los números representan cantidades reales que, además de establecer el orden, proporcionan datos sobre las diferencias del grado de aceptación de los productos. La diferencia entre estos dos tipos de escalas está en el "cero" que se emplea. En las escalas proporcionales el cero es real y representa la ausencia

total del atributo que se evalúa por lo que, además de medir la diferencia entre la aceptación de los productos, puede cuantificar esa diferencia. En las escalas de intervalos el “cero” es una referencia y no representa la ausencia total.

En la *Tabla 7* se presentan los tipos de escala empleados en estudios de análisis sensorial de frutas deshidratadas.

Tabla 7. Escalas utilizadas en estudios de frutas deshidratadas.

TIPO DE ESCALA	Número de documentos	Porcentaje (%)
Hedónica (verbal y gráfica)	21	87,5
Escala de intensidad (10)	3	12,5

Las escalas de intensidad numérica (0-10) y las hedónicas numéricas (1-9), pertenecen a las escalas nominales por la utilización de números para colocar un orden de preferencia; las escalas hedónicas textuales (“me disgusta extremadamente” - “me gusta extremadamente”) y las gráficas (*Figura 4*), pertenecen a las escalas nominales, pues utilizan etiquetas que van asociadas a números.

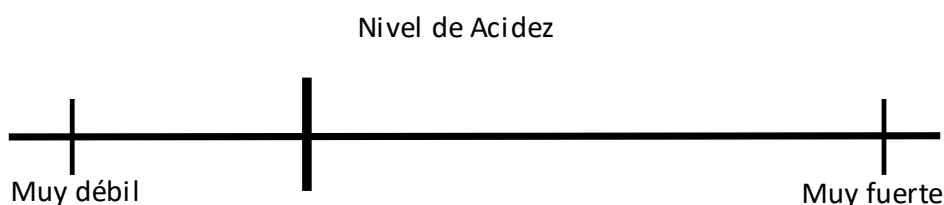


Figura 4. Escala gráfica de intensidad (Liria, 2007).

En general, la escala hedónica es la más utilizada debido a que las pruebas afectivas (tipo de pruebas más usadas en el análisis sensorial aplicado a frutas deshidratadas) utilizan este tipo de escalas para hacer su evaluación. Esta escala puede presentarse tanto numérica como textual, gráfica y de distintos puntos (3, 4, 5, 7 y 9).

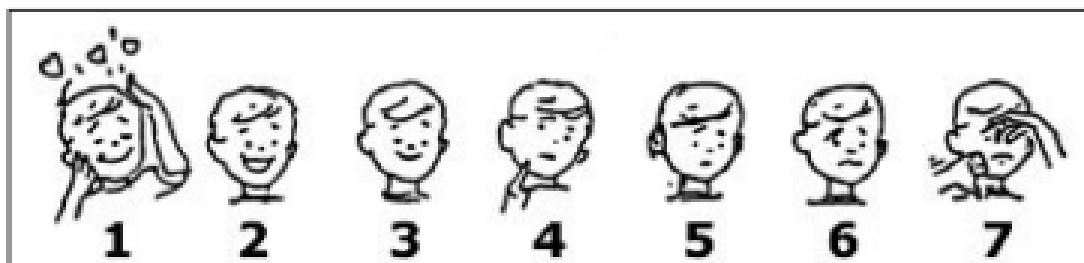
A)

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

B)



C)



D)

☐	Me gusta muchísimo
☐	Me gusta mucho
☐	Me gusta moderadamente
☐	Me gusta ligeramente
☐	Ni me gusta ni me disgusta
☐	Me disgusta ligeramente
☐	Me disgusta ligeramente
☐	Me disgusta moderadamente
☐	Me disgusta mucho
☐	Me disgusta muchísimo

E)

Color	Muy bueno
	Bueno
	Regular
	Malo
Sabor	Muy agradable
	Agradable
	Poco agradable
	Desagradable

Figura 5. Tipos de escala hedónica A) ordinal (Ramírez, 2012), B) grafica lineal anclada (Lawless & Heymann, 2010), C) gráfica o de caritas (Hernández, 2005), D) nominal (Hernández, 2005) y E) nominal de 4 puntos (Castro & Manosalvas, 2011).

En la *Figura 6* se presentan los tipos de escala hedónica que se utilizaron en el análisis sensorial en frutas deshidratadas.

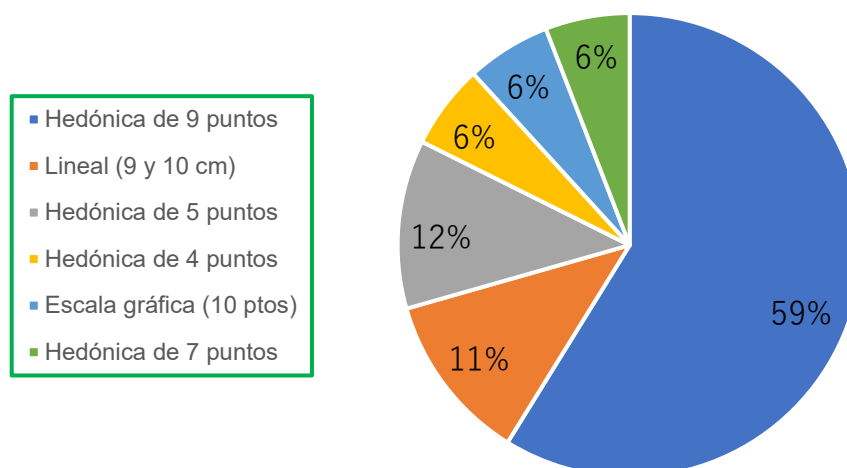


Figura 6. Tipos de escalas utilizadas en análisis sensorial.

La escala hedónica más utilizada es la de 9 puntos. Es una escala verbal que va desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo”. Las escalas tienen un punto intermedio de “ni me gusta” “ni me disgusta” y las escalas menos utilizadas son las escalas hedónicas de 4 y 7 puntos y las escalas gráficas.

Telenchana (2017) evaluó los efectos del polen en láminas de fruta deshidratada (mango y fresa) en las características fisicoquímicas y sensoriales del producto. En este estudio se realizaron análisis químicos y físicos y un análisis sensorial tipo afectivo con una prueba de aceptación a 120 panelistas no entrenados. Se evaluaron los atributos de apariencia, textura, color, sabor, acidez dulzura y aceptabilidad general y se utilizó una escala hedónica de 9 puntos. Los resultados mostraron mayor aceptación de las láminas de mango con calificación de “me gusta moderadamente” comparada con las láminas de fresa con una calificación de “me gusta poco”. Adicionalmente se observó poca aceptación de los productos con más contenido de polen (*Tabla 8*).

Tabla 8. Resultados de análisis sensorial: aceptación general.

Tratamiento		Aceptación general
Fruta	Polen (%)	
Mango (Testigo)	0,0	6,93 ± 1,29a
Mango	0,8	6,79 ± 1,30ab
Mango (Testigo)	1,2	6,50 ± 1,43b
Fresa (Testigo)	0,0	5,93 ± 1,64c
Fresa	0,8	5,85 ± 1,64c
Fresa	1,2	5,78 ± 1,61c
CV (%)		19,69

Fuente: Telechana (2017).

a-c: medidas con letra diferente indican diferencias entre tratamientos ($P \leq 0.05$)

DE: Desviación estándar

CV: Coeficiente de variación

Las escalas más utilizadas en las pruebas realizadas a consumidores son las escalas hedónicas de 9 puntos con variaciones de 7, 5 y 3 puntos o la escala gráfica de caras (*Figura 5*), que, desde su invención en la década de los años 80, se ha utilizado extensamente en

una amplia variedad de productos y con un éxito considerable. La escala y la prueba hedónica es la recomendada para la mayoría de los estudios o proyectos de investigación, donde el objetivo es determinar si existe diferencia entre los productos en la aceptación del consumidor (Ramírez, 2012).

Aunque la escala hedónica de 9 puntos es la más utilizada por la facilidad de uso, puede presentar problemas por su limitación en las respuestas, que no tiene la escala lineal. Además, puede suceder que, aunque se asignen números correlativos a las etiquetas, las distancias no se perciban iguales por los consumidores. Además, en la práctica, los consumidores tienden a evitar los extremos y a veces se perciben problemas de comprensión de las frases (González *et al.*, 2014). La escala gráfica lineal es más complicada de entender por algunos consumidores.

Un estudio realizado por Lage (2006) de análisis sensorial en distintos tipos de pan evaluándolo con dos tipos de escalas hedónicas (9 puntos y lineal anclada), encontró una correlación positiva. La puntuación asignada a las muestras por parte de los consumidores es muy parecida para ambas escalas, pero, se pueden identificar diferencias en el rango y las puntuaciones medias de ambas escalas (en la escala hedónica de 9 puntos son mayores) (Figura 7). Lo que sustenta por que la escala hedónica de 9 puntos sea la más utilizada en estos estudios. La escala lineal (Figura 5) no se utiliza frecuentemente debido a que no tiene ninguna medida exacta a pesar de tener bordes anclados y puede existir un sesgo en la puntuación escogida tanto para el panelista como para el analizador.

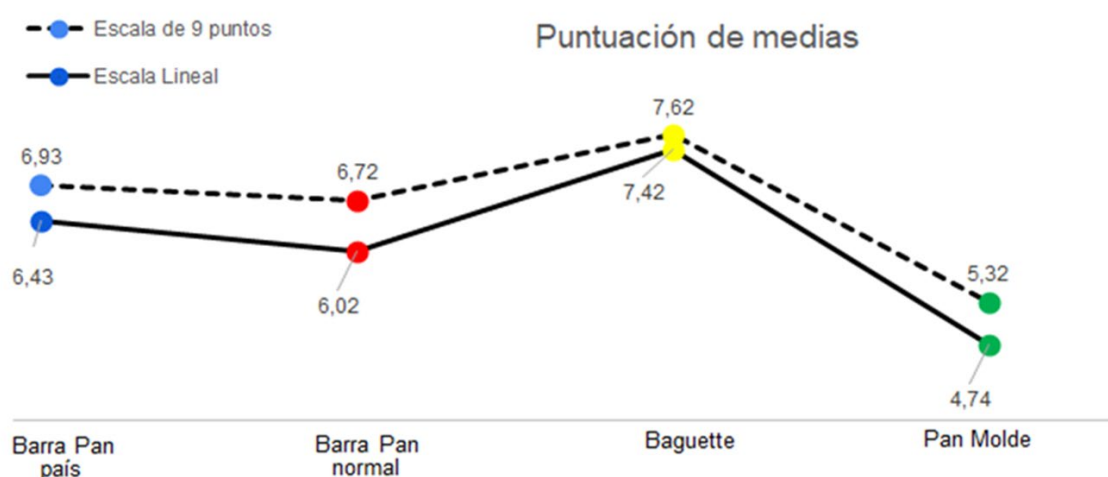


Figura 7. Comportamiento de las puntuaciones de jueces a cada pan (Lage, 2006).

La escala gráfica (6% de documentos revisados), se utiliza cuando la escala tiene un gran tamaño presentándose dificultad para describir los puntos dentro de esta, también se emplea cuando el panel está conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o para concentrarse. Las escalas gráficas más empleadas son las hedónicas de caritas con varias expresiones faciales. Los resultados obtenidos a través de esta prueba cuando se aplica a una población adulta no son muy confiables ya que les resulta ser un tanto infantiles (Hernández, 2005).

Sepúlveda *et al.* (2011) desarrollaron un pasaboca de manzana para disminuir la obesidad en escolares de Santiago de Chile. Como pretratamiento, las manzanas se sumergieron en una solución acuosa de ácido cítrico y un antioxidante, después, se secaron mediante un túnel de circulación de aire caliente forzado a 60°C. El producto fue evaluado mediante una prueba sensorial afectiva con escala gráfica a niños de 8 y 12 años de dos planteles

educativos de la ciudad y los datos se analizaron mediante la prueba t-student. El pasaboca de manzana obtuvo muy buena aceptación sensorial de los niños de 8 años. Para el caso de los niños de 12 años, aunque calificaron el pasaboca con valores muy cercanos a “me gusta mucho”, sin embargo, su aceptabilidad fue más baja que en los niños de 8 años.

6.3 Tipo y la cantidad de panelistas

El tipo de panelista empleado depende del tipo de prueba sensorial que se requiere aplicar para cumplir un objetivo específico. Existen varios tipos de panelistas: panelistas expertos, entrenados y panelistas consumidores. Los dos primeros son empleados para el control de calidad, para el desarrollo de nuevos productos o para realizar cambios en algunas formulaciones. Los últimos son empleados para determinar las reacciones del consumidor hacia el alimento.

Los requerimientos de los panelistas son (Hernández, 2005):

- Asistir puntualmente a cada una de las sesiones de catación
- Tener buena concentración y disposición durante el desarrollo del panel
- Preferiblemente deben de ser de ambos géneros tanto masculino como femenino
- Evitar el uso de alcohol y de alimentos con especias y café
- Los panelistas deben de ser no fumadores, y si lo son se recomienda que no hayan fumado por lo menos una hora antes del desarrollo de la prueba
- No deben de estar fatigados o cansados
- No deben de estar involucrados en el desarrollo del producto

Para las pruebas discriminatorias se requieren de 25 a 50 panelistas entrenados por prueba y deben de ser escogidos por agudeza. Para las pruebas afectivas ya sean de aceptación, satisfacción y/o preferencia, se requieren entre 75 y 150 panelistas por prueba y, para el caso de las pruebas descriptivas, se requiere un grupo seleccionado por agudeza, motivación y entrenamiento de 8 a 12 panelistas (Liria, 2007). Lawless y Heymann (2010) presentan un programa a seguir para seleccionar y entrenar panelistas que realizan pruebas descriptivas.

Del mismo modo, Barda menciona que para el análisis descriptivo el panel sensorial no debe de ser mayor a 10 personas debido a la dificultad de entrenar a un panel mayor; para el análisis sensorial discriminatorio se emplean como mínimo 20-25 personas dependiendo del ensayo y para que las pruebas afectivas obtengan resultados válidos deben de ser más de 80 panelistas. Los panelistas del test hedónico deben ser consumidores habituales del producto (Calí M, 2006).

La mayoría de los estudios reportan el número de panelistas empleados. Esta información es relevante para verificar la validez de los datos recolectados en el estudio. Crossen (2017) reporta 100 panelistas no entrenados a los cuales se les realizó una aprueba afectiva, igualmente Telenchana (2017) reporta 120 panelistas no entrenados a los cuales se les realizó una prueba afectiva de satisfacción-preferencia. Ambos estudios cumplen con las cantidades mínimas para la validez de los datos.

Sin embargo, hay estudios que no cumplen con el mínimo de panelistas recomendados. Hofsetz & Lopes (2005) realizaron una evaluación sensorial de satisfacción a plátanos crujientes con una combinación de secados, en la cual emplearon 30 panelistas. De acuerdo con los resultados no hubo diferencias significativas entre las respuestas de los panelistas después de haber aplicado el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba Tukey. Pero este resultado carece de validez por que la mínima cantidad de panelistas que se deben de tener en cuenta para este tipo de prueba debe de ser 75 según lo expuesto anteriormente.

6.4 Análisis sensorial y vida útil

El uso de frutas secas como pasabocas presenta algunos problemas, uno de ellos es la necesidad de aumentar la estabilidad de ese producto durante el tiempo de almacenamiento, buscando mayor vida de anaquel. Por lo tanto, es importante estudiar los mecanismo y principios generales de la cinética de degradación de los principales componentes de las frutas (Reis *et al.*, 2009).

La importancia de la evaluación sensorial en las industrias de alimentos radica en diferentes aspectos, pues su ejecución ejerce control del proceso de elaboración de un producto, su trazabilidad, influye en su almacenamiento y brinda sensación experimentada por el consumidor. Una de las condiciones que se debe de tener en cuenta para la comercialización de un producto es la vida útil del mismo y el análisis sensorial puede predecirla debido a que esta ciencia realiza un control del producto en todo momento (Hernández, 2005).

La vida útil del producto puede definirse como un período de almacenamiento en el que los productos de alta calidad inicial siguen siendo aptos para el consumo (Wright & Taub, 1997). Sin embargo, como los mecanismos de pérdida de la calidad de los alimentos son complejos y los consumidores tienen una sensibilidad diferente a esta pérdida, es imposible establecer una definición universal de vida útil. Según Mori (2004), el estudio de la vida útil de los productos alimenticios consiste en someter varias muestras a una serie de pruebas y examinarlas durante un período de tiempo hasta el límite de aceptación. Se observan cambios en la calidad del producto y el tiempo que tarda en deteriorarse hasta el límite que lo hace inadecuado para el consumo.

Grizotto *et al.* (2006) estudiaron la vida útil de un pasaboca elaborado con pulpa de papaya concentrado adicionando ingredientes como sacarosa, alginato de sodio, glicerol, entre otros, deshidratado al vacío. Se le realizaron pruebas de vida útil acelerada en cámaras de ambiente modificado a 36 unidades empacadas en bolsas de plástico laminado con baja permeabilidad al vapor de agua. El periodo de estudio fue de 120 días realizándose el primer muestreo el día 15 y los siguientes cada 20 días.

La metodología de pruebas aceleradas de vida útil permite estimar el tiempo de vida útil del producto, bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Con base en el modelo de Arrhenius se pueden calcular los parámetros cinéticos, la energía de activación (E_a) y el factor de aceleración de la temperatura (Q_{10}), que describen la rapidez con la que se producirá una reacción, si un producto se mantiene a una temperatura diferente, incluidas las temperaturas altas. Si se conoce el valor de Q_{10} , se puede utilizar para extrapolar la vida útil a temperaturas más bajas, como las que se encuentran durante la comercialización (Labuza, 1984).

Para el análisis sensorial, utilizaron un equipo de 12 catadores capacitados, empleando una escala lineal estructurada de 9 cm (Figura 8). Se evaluó apariencia (de mala a excelente), sabor (de característico a extraño), textura (de poca a muy firme) y calidad general (de mala a excelente).

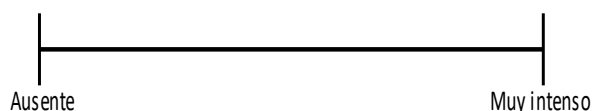


Figura 8. Escala Lineal estructurada de 9 cm (Flores, 2015).

Los resultados obtenidos mostraron que la calidad en general fue el atributo sensorial que mejor representó la pérdida en la calidad del producto durante el almacenamiento a 0, 25 y 30 °C, probablemente como resultado de la evaluación conjunta de apariencia y firmeza.

Grizotto *et al.* (2006) adoptaron el valor de 4.5 (desagradables) de la escala de calidad global de la prueba sensorial como la máxima pérdida de calidad aceptable. Se determinó la vida útil del producto almacenado en condición acelerada (35°C) en 56 días. La fruta estructurada almacenada a 35 ° C fue excluida de las pruebas sensoriales a partir del día 100 de almacenamiento, debido a que los catadores asignaron puntajes por debajo del valor establecido para el final de la vida útil, considerándose inaceptable (Figura 9).

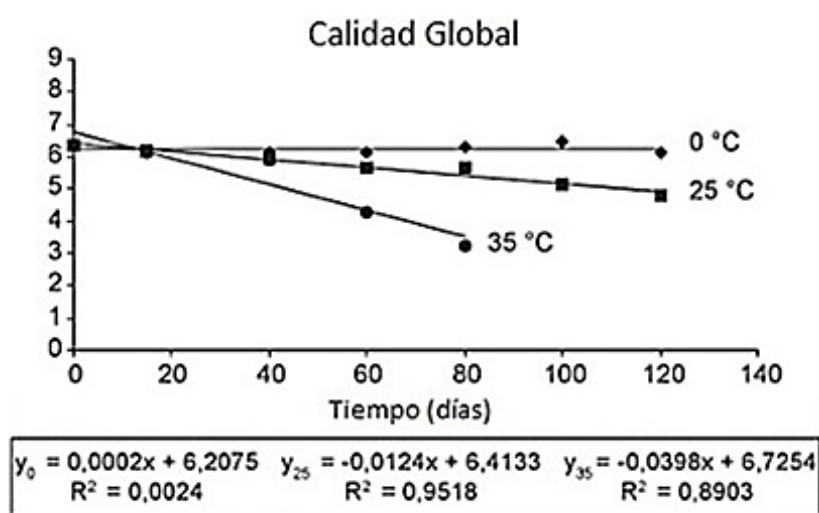


Figura 9. Modelo cinético de calidad general de fruta estructurada y deshidratada a 25 y 35°C durante 120 días en función del puntaje de atributos, con sus respectivos ajustes lineales (Grizotto *et al.*, 2006).

A partir de las ecuaciones que se pueden ver en la parte inferior de la Figura 9, se obtuvieron las constantes de reacción (K) para las tres temperaturas y siguiendo la metodología expuesta por Labuza (1984) se estableció que la vida útil del producto en condiciones aceleradas es de 56 días y con el factor de la temperatura (Q_{10}) se estimó la vida útil del producto almacenado a 25°C en 168 días.

6.5 Propiedades fisicoquímicas y análisis sensorial

Las propiedades fisicoquímicas son unos de los aspectos más importantes que permiten evaluar la calidad de las frutas deshidratadas, además permiten determinar la aceptabilidad de los productos por parte del consumidor. Por lo cual, relacionarlas con el análisis sensorial es esencial para obtener información de la similitudes o diferencias de los atributos aprobados por los usuarios. Y así, los atributos de mejor valoración en el estudio podrán confirmar

mediante las sensaciones humanas las investigaciones de las propiedades fisicoquímicas desarrollados en las ciencias alimentarias (Gaite M, 2011).

Cichowska *et al.* (2020) estudiaron la relación de propiedades fisicoquímicas de rodajas de manzana con diferentes soluciones de osmodeshidratación y secadas, con las percepciones sensoriales mediante un panel entrenado. El estudio consistió en la osmodeshidratación de rodajas de manzana en tres tipos de soluciones: sacarosa, eritritol y xilitol durante dos horas; posteriormente las muestras se sometieron a distintos tipos de secado: convección, microondas-vacío y un método combinado que mezcla los dos secados anteriores, a una temperatura de 70°C y una velocidad de aire de 0.6 m/s.

El análisis sensorial fue realizado por un grupo de 7 panelistas entrenados (5 mujeres y 2 hombres) especializado en la evaluación descriptiva de frutas y verduras. El panel empleó una escala numérica de 10 puntos para calificar la intensidad de los atributos de las muestras, las cuales fueron servidas en vasos de plástico desechables de 90 mL sin olor, a temperatura ambiente, y se codificaron utilizando números de tres dígitos. Los resultados mostraron que, en la evaluación sensorial del atributo de color, las muestras deshidratadas con eritritol fueron las más aceptadas y al comparar con las mediciones del color, las muestras deshidratadas con eritritol fueron las que menor intensidad del color amarillo presentaron; por lo cual, es posible deducir que las muestras deshidratadas con eritritol fueron las de mejor aprobación, debido a que son las muestras que presentan el color más similar a la fruta fresca.

En cuanto a la textura, las muestras osmodeshidratadas en solución de sacarosa fueron las más aceptadas. Por otra parte, en el análisis fisicoquímico de la higroscopicidad, los valores más bajos se presentaron en las muestras osmodeshidratadas en solución de sacarosa y eritritol, con un valor de higroscopicidad mucho menor en comparación con las muestras deshidratadas con xilitol. Por lo cual, la deshidratación con sacarosa permitió a las muestras tener una mejor textura que fue evidenciada por el panel entrenado en el análisis sensorial.

Los resultados de esta investigación permitieron mostrar correlaciones positivas entre las características fisicoquímicas con mejores aprobaciones y los atributos sensoriales más aceptados de textura y color.

Telenchana (2017) realizó estudios de láminas de mango y fresa deshidratados, que permitieron observar el efecto del contenido de polen en las propiedades fisicoquímicas de dichas frutas y en los atributos sensoriales evaluados.

Sus resultados mostraron que, en las características fisicoquímicas como el color, la adición del polen aumentó el oscurecimiento de las muestras, causando el pardeamiento enzimático. En cuanto al atributo de apariencia y color evaluado sensorialmente, las muestras más aceptadas fueron aquellas con menor porcentaje de polen añadido; esto debido posiblemente a los cambios de color en comparación a las frutas frescas.

Para la característica de la textura, la adición de polen disminuyó los valores de dureza en las muestras. Respecto a la evaluación sensorial de textura, los panelistas encontraron más agradable texturalmente las muestras sin adición de polen.

Este estudio permitió evidenciar una correlación positiva entre propiedades fisicoquímicas y las respuestas sensoriales de ambas frutas deshidratadas. Sin embargo, la adición de polen no obtuvo la aceptación sensorial que esperaba el autor (ver *Tabla 9*).

Tabla 9. Correlación de los resultados de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de láminas de mango en el atributo de color.

	Propiedades fisicoquímicas	Propiedades Sensoriales
Polen (%)	Valor L Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
0.0	74.62 $\pm$ 1.07a	7.03 $\pm$ 1.46a
0.8	74.42 $\pm$ 1.06a	7.00 $\pm$ 1.56a
1.2	72.69 $\pm$ 0.53b	6.55 $\pm$ 1.59b

Fuente: Telechana (2017).

Arauz (2009) estudió el efecto de dos tipos de edulcorantes (sacarosa y miel de abeja) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la deshidratación de muestras de piña. La osmodeshidratación se llevó a cabo mediante la inmersión de las muestras en las dos soluciones por 8 y 24 horas; posteriormente, las muestras se sometieron a un proceso de secado en un secador de bandejas durante 8 horas para todos los tratamientos. En cuanto al análisis sensorial, se realizó una prueba afectiva de satisfacción con 12 panelistas no entrenados mediante una escala hedónica de 5 puntos.

Sus resultados mostraron que, en las propiedades físicas del color, las muestras osmodeshidratadas con sacarosa fueron las que presentaron un color más claro en comparación con las muestras deshidratadas con miel de abeja, lo que en el análisis sensorial fue posible evidenciar, puesto que, las muestras más aceptadas fueron aquellas deshidratadas con sacarosa, solución que conservo el color de la fruta fresca que los consumidores prefirieron.

En el atributo de textura no hubo una diferencia significativa entre ambas soluciones con respecto a la fuerza de corte. En cuanto al atributo sensorial de textura, las muestras tratadas con sacarosa fueron las más aceptadas por los panelistas, lo que les indujo que la solución con sacarosa brindo una textura más firme y que fue de mejor preferencia. Igualmente, la aceptación en general fue mejor valorada para las muestras osmodeshidratadas con solución de sacarosa en todos los atributos sensoriales evaluados.

En general, se pueden observar correlaciones positivas en el atributo de color, donde las características fisicoquímicas con los mejores valores en los estudios fueron las más aceptadas por los panelistas. Sin embargo, en el atributo de textura no se observó una correlación positiva, debido a que la textura medida instrumentalmente no detectó lo que detectaron los panelistas (ver *Tabla 10*).

Tabla 10. Correlación de los resultados de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de láminas de piña en el atributo de textura.

Tratamiento	Prop. Fisicoquímicas	Prop. Sensoriales
	Fuerza (kN)*. Media $\pm$ D.E. **	Textura* Media $\pm$ D.E. **
Sacarosa, 8 horas de inmersión	0.024 $\pm$ 0.01 ^a	4.00 $\pm$ 0.26 ^a
Sacarosa, 24 horas de inmersión	0.022 $\pm$ 0.01 ^a	3.76 $\pm$ 0.15 ^a
Miel de abeja, 8 horas de inmersión	0.017 $\pm$ 0.01 ^b	3.50 $\pm$ 0.17 ^b
Miel de abeja, 24 horas de inmersión	0.017 $\pm$ 0.01 ^b	3.10 $\pm$ 0.26 ^b

Fuente: Arauz (2009).

6.6 Análisis de datos

El análisis de datos recolectados se puede realizar a través de métodos estadísticos que pueden ser métodos visuales, métodos univariantes y métodos multivariantes. Los métodos visuales como histogramas y gráficas lineales permiten analizar los datos sin necesidad de identificar tendencias, además facilitan el trabajo y resumen los datos. (Hernández, 2005).

Los análisis estadísticos que se aplican a cada uno de los métodos sensoriales son (Hernandez, 2015):

- Representación gráfica
- Distribución binomial
- Análisis de varianza (ANOVA)
- Análisis secuencial
- Análisis multivariado
- Análisis de ordenamiento por rangos
- Regresión
- Análisis de factor

De los antes mencionados, el más empleado es el análisis de varianza (ANOVA o ANDEVA) que se utiliza para analizar resultados de experimentos en los que se han utilizado diseños como el diseño completamente al azar (DCA), en experimentos factoriales con diseño DCA y en el diseño de bloques completos al azar (BCA). El análisis de varianza permite estimar y evaluar hipótesis acerca de las medias de las poblaciones (Bustos *et al.*, 2008).

Generalmente se utilizan paquetes estadísticos que agilizan el trabajo y la consecución de los resultados. Algunos de estos paquetes son:

- MINITAB
- SAS
- SYTANT
- STAT-GRAPHICS
- STATISTICA

Los aspectos que se deben de tener en cuenta para elegir un paquete residen en su facilidad de uso, usuarios (con o sin experiencia) y costo. En los documentos estudiados se utiliza en

repetidas ocasiones el paquete estadístico SAS, puesto que es uno de los paquetes más sencillos y completos (Hernández, 2005).

Sin embargo, para poder aplicar el ANOVA a los datos que se van a analizar, se deben de cumplir algunas condiciones de parametricidad: : los valores residuales (comparación entre el valor observado y el estimado) de la variable dependiente deben seguir una distribución normal; por lo menos, en la población a la que pertenece la muestra; la distribución normal o gaussiana es la que mejor representa frecuencias de fenómenos cotidianos, la homogeneidad de varianzas entre los grupos que se van a comparar (deben de ser aproximadamente iguales), que la *n* muestral (número de encuestados) no sea menor a 30. El no cumplimiento de estos parámetros conlleva la necesidad de recurrir a pruebas estadísticas no paramétricas (Rubio *et al.*, 2012).

Una de las pruebas no paramétricas equivalentes a la prueba ANOVA para medidas repetidas es la desarrollada por el economista Milton Friedman, el método consiste en ordenar los datos por filas o bloques, reemplazándolos por su respectivo orden. Al ordenarlos, debemos considerar la existencia de datos idénticos (Quispe *et al.*, 2019).

Al analizar las variables cualitativas, cuya escala de medida es ordinal, como lo son las escalas hedónicas clasificadas sin duda como cualitativas ordinales, con escalas de medida de diferentes formas (3,4,5,7 y 9 puntos). Se debe realizar la estadística adecuada a este tipo de variables, transformar la variable ordinal a un nivel de medida intervalar (*Summated scales*) obteniendo *scores* referentes a constructo teóricos. En este punto existe una gran controversia entre los que son favorables a esta transformación y los que son desfavorables (Santos *et al.*, 2013).

Para el caso de las pruebas de preferencia, el análisis de datos se puede hacer de varias formas, una de ellas es la distribución binomial, esta es una forma rápida de conocer la preferencia entre dos productos y se puede analizar verificando en la tabla “Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad” (Tabla 10, anexos); si el número de aciertos es mayor al número de aciertos mínimos de acuerdo con el número de panelistas (Liria, 2007).

En cuanto a la presentación de los datos, Barazarte *et al.* (2015) muestra los resultados de la aceptación del efecto de la concentración de diferentes azúcares (sacarosa, fructosa y glucosa) en láminas de guayaba deshidratados en secador de bandejas en función del tipo y proporción del azúcar mediante las pruebas sensoriales (ver *Figura 10*). La aceptabilidad obtuvo valores entre $6,8 \pm 1,9$ y $7,6 \pm 1,8$, los cuales son superiores a 5 (valor de separación de la zona de aceptabilidad y rechazo).

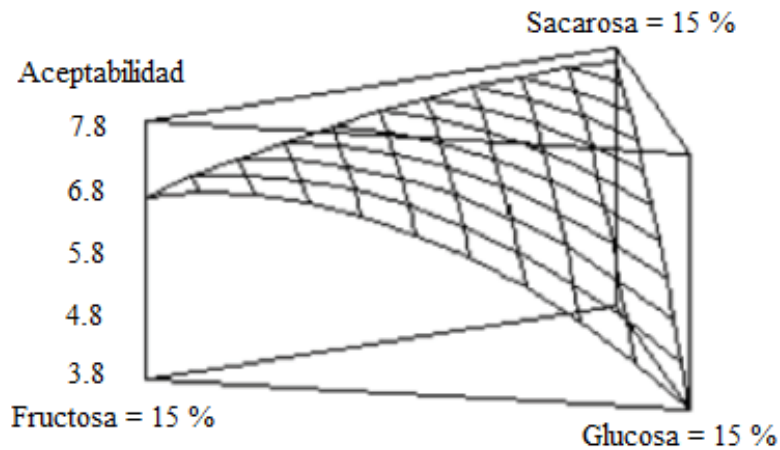
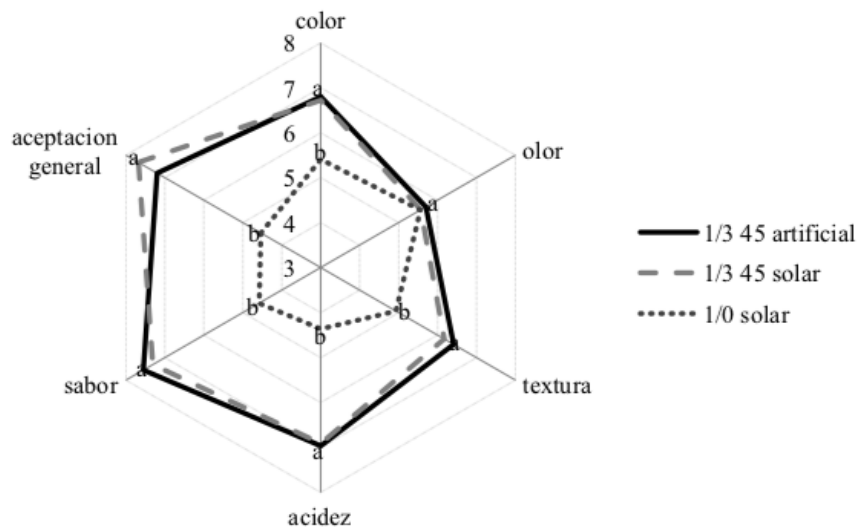


Figura 10. Superficie de respuesta del efecto del tipo y concentración de azúcar sobre los laminados de guayaba (Barazarte et al., 2015).

Por otra parte, Encalada (2015) presenta los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales del efecto de diferentes soluciones osmóticas (agua, azúcar y ácido ascórbico, agua y azúcar) previo al secado de muestras de mango mediante un gráfico de araña (ver *Figura 11*). Los resultados mostraron que las muestras con tratamientos osmótico tuvieron una mayor aceptación que las muestras control, pero sin una diferencia significativa en el atributo de color.



Coefficiente de Variación² (%): Color: 16.86; Olor: 21.52; Textura: 19.24; Acidez: 17.50; Sabor: 14.94; Aceptación general: 14.19

Figura 11. Atributos sensoriales del mango deshidratado (Encalada H, 2015).

Así mismo, Kowalska *et al.* (2018) muestran mediante un gráfico de araña los resultados obtenidos al realizar las pruebas sensoriales sobre un estudio de la factibilidad del uso de concentrado de zumo de chokeberry como componente de la solución osmótica y del secado por convección y liofilización a muestras de fresas, con el objetivo de incrementar el valor nutricional del producto (Ver *Figura 12*). Los resultados presentaron una aceptación general

de las fresas deshidratadas, siendo las muestras predeshidratadas en la solución de sacarosa con concentrado de jugo de chokeberry (Suc-CJC) las de mejores valores de aceptación.

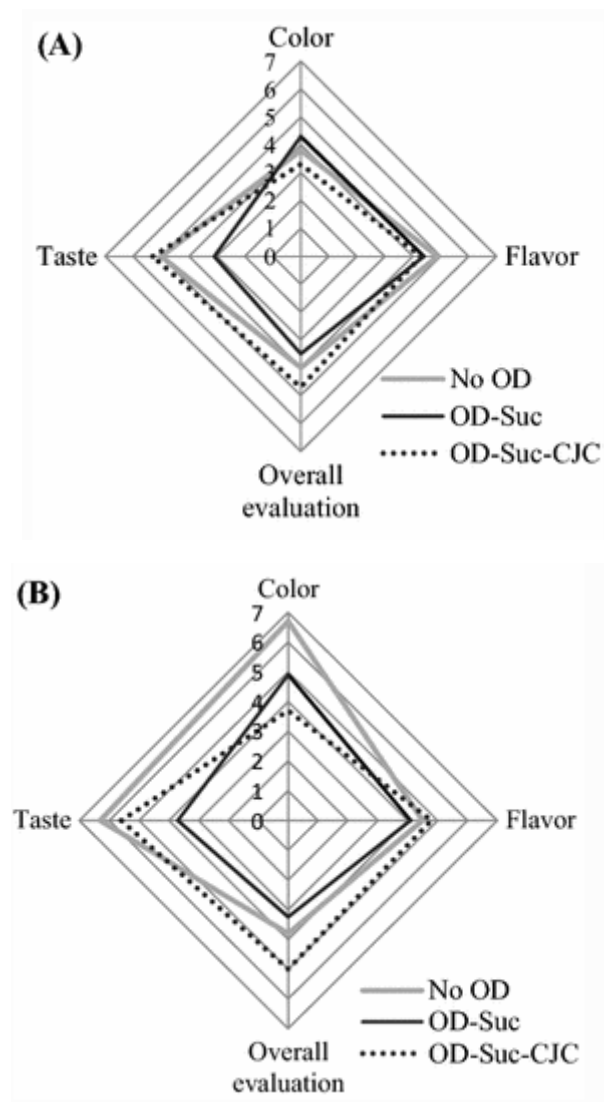


Figura 12. La influencia del tipo de solución osmótica y de las técnicas de secado en las propiedades sensoriales de las muestras de fresa secadas por: (A) Secado convectivo (Puf) y (B) liofilización (FD); sin pretratamiento (No OD), deshidratado preosmótico en sacarosa (Suc) o en sacarosa con solución de jugo concentrado de fresa (Suc-CJC) (Kowalska et al., 2018).

La presentación de los resultados obtenidos de pruebas sensoriales en los diferentes estudios coincide en usar el gráfico de araña como forma de representar sus resultados, puesto que presenta una visión rápida, clara y sencilla tanto de los descriptores como de los tratamientos o tipos de secados utilizados.

7. CONCLUSIONES

Las pruebas de aceptación son las pruebas recomendadas para aplicar a alimentos nuevos en el mercado, como lo son las frutas deshidratadas como pasabocas, debido a que además de medir el nivel de gusto de los atributos de un alimento color, olor, textura y sabor (pruebas de satisfacción), miden el grado de preferencia y la actitud del panelista respecto al producto. Sin embargo, resulta necesario combinar este tipo de pruebas con las pruebas de preferencia para que con la ayuda del panelista se seleccione la muestra con mejores condiciones sensoriales y se logre introducir en el mercado su diseño óptimo.

Aunque la escala hedónica de 9 puntos puede presentar problemas por su limitación en las respuestas, es la escala más utilizada en diferentes clases de productos; debido a que es fácil de emplear y ayuda a disminuir el sesgo en la puntuación escogida por el panelista (caso contrario a lo que sucede con la escala lineal y gráfica)

El análisis sensorial juega un papel importante en la predicción de la vida útil de un alimento, debido a que esta ciencia ayuda en la determinación del límite de aceptación de degradación de los atributos sensoriales.

Los atributos sensoriales mejor calificados se correlacionan a las propiedades fisicoquímicas de las muestras que logran mantener las cualidades organolépticas de las frutas frescas, por la tendencia actual del consumidor a preferir productos procesados con características similares a los naturales.

A pesar de la alta proporción de correlaciones positivas, no es válido afirmar que se puedan reemplazar las evaluaciones sensoriales por las fisicoquímicas.

8. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, M., Chavez, A., & Castellanos, J. (2019). Efecto de la fritura por inmersión al vacío en rodajas de mango “tommy atkins” deshidratadas osmoticamente. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(1), 14-24.

Agencia Agraria de Noticias. (2017). El consumo de fruta deshidratada alcanzaría los 4 millones de toneladas en el 2020. Agencia Agraria de Noticias. <http://agraria.pe/noticias/consumo-de-fruta-deshidratada-alcanzaria-las-4-millones-de-t-15167>.

Aguilar, O. (2007). Secado de rodajas de piña (Ananas Comusus) previamente deshidratadas en soluciones osmóticas de sacarosa-agua-etanol. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.

Arauz, E. (2009). Efecto del tipo de edulcorante y el tiempo de inmersión en la deshidratación osmótica y por convección de piña (Ananas comosus). (Tesis de pregrado). Universidad de Zamorano, Honduras.

Barazarte, H., Sangronis, E., Moreno, I., Garmendia, C., & Mujica, Y. (2015). Efecto del tipo y concentración de azúcar sobre la aceptabilidad de laminados de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 30(3), 77-84.

Bardón, R., Belmonte, S., Fúster, F., Marino, E. & Ribes, M. (2012). El sector de frutas y hortalizas en la comunidad de Madrid características de calidad actitudes y percepción del consumidor. PRODESCÓN S.A. *Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid*. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM017193.pdf>.

Barriga, J. (2019). Obesidad- Colombia tendrá 1,5 millones de jóvenes obesos para el año 2030. Consultorsalud. <https://consultorsalud.com/obesidad-infantil-en-colombia/>.

Bedoya, D. P. G., Velez, L. M. A., & Cardozo, C. J. M. (2004). Osmodeshidratación de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) con tres agentes edulcorantes. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 57(1), 2253-2268.

Bustos, A., Rodríguez, D. & Cantos, F. (2008). Lo que los biológicos pueden usar para analizar sus datos experimentales: lección 3: ¿Cómo usar un análisis de varianza para algunos casos comunes?. *Revista facultad de ciencias básicas*. 4(1), 143-148.

Calí, M. J. (2006). Análisis sensorial de los alimentos. Entrevista a Nora Barda. *Fruticultura y diversificación*, 12 (48).

Cano, O. (2014). Tipos de secado en alimentos. (tesis de pregrado). División de ciencia animal. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Repositorio UAAAN.

Cárdenas, N., Cevallos, C., Salazar, J., Romero, E., Gallegos, P., & Cáceres, M. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de las ciencias*, 4 (3), 253-263.

Cardona, F. (2019). Actividad del agua en alimentos: concepto, medida y aplicaciones. Universidad de Valencia. <http://hdl.handle.net/10251/121948>.

Castro Tulcanaza, M. E., & Manosalvas Velasco, Y. M. (2011). *Obtención de láminas deshidratadas de arazá (eugenia stipitata mc vaugh)* (Bachelor's thesis).

Chang, S., Alasalvar, C., & Shahidi, F. (2016). Review of dried fruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health benefits. *Journal of Functional Foods*, 21, 113-132.

Cichowska, J., Figiel, A., Carbonell, A., Paślawska, M., & Witrowa, D. (2020). Physicochemical Properties of Dried Apple Slices: Impact of Osmo-Dehydration, Sonication, and Drying Methods. *Molecules*, 25(5), 1078.

Crossen, Edward Wayne, "Textural, Color and Sensory Attributes of Fruits and Vegetables Dried Using Electric Forced-Air and Solar Dehydrators" (2017). All Theses and Dissertations. 6675.

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

Dipersio, P., Kendall, P., & Sofos, J. (2006). Sensory evaluation of home dried fruit prepared using treatments that enhance destruction of pathogenic bacteria. *Journal of food quality*, 29(1), 47-64.

Echeverriarza, M. (2005). Guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. *Fundación Celestina Pérez de Almada*. Asunción, Paraguay.

El País. (26 de noviembre de 2018). 9 de cada 10 estudiantes colombianos no consumen frutas y verduras. <https://www.elpais.com.co/colombia/nueve-de-cada-10-estudiantes-nos-no-consumen-frutas-ni-verduras.html>

Enachescu, D. (1995). Fruit and vegetable processing. *FAO Agricultural Services Bulletin; no.119*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1. 382 p. Roma, Italia.

Encalada, H. (2015). Efectos de deshidratación por osmoconvección en las características físicoquímicas y sensoriales de mango (*Mangifera indica* Var. Kent). (tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.

Espinoza, J. (2016). Innovación en el deshidratado solar. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(ESPECIAL), 72-80.

Florez, N. (2015). Entrenamiento de un Panel de Evaluación Sensorial, para el Departamento de Nutrición de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. (tesis de pregrado). Universidad de Chile.

Gaite, M. (2011). Caracterización sensorial y físico-química de manzanas Reineta y pera Conferencia, figuras de calidad en Castilla y León. (Tesis doctoral). Universidad de León. León, España.

García, A., Perez, E., Romero, N. & Sandoval, L. (2014). Evaluación de la calidad sensorial de frutos tropicales deshidratados. *Rev. Fac. Agon. (LUZ)*, (1), 719-729.

García, J. (2005). *Determinación de los parámetros técnicos y evaluación sensorial en la deshidratación de mango (Mangifera indica) variedad Haden y champiñón (Agaricus bisporus) en la Escuela Agrícola Panamericana*. (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana.

García, M., Alvis, A., & García, C. (2015). Evaluación de los pretratamientos de deshidratación osmótica y microondas en la obtención de hojuelas de mango (Tommy Atkins). *Información tecnológica*, 26(5), 63-70.

González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., & Vila, S. (2014). Introducción al análisis sensorial, estudio hedónico del pan en el IES Mugaros. IV Concurso Incubadora de Sondaxes e Experimentos. SGAPEIO.

Guerra, A., Osorio, D., Martínez, D., & Llanos, G. (2015). Comparación de dos técnicas de deshidratación de guayaba-pera (*Psidium guajava* L.) sobre los efectos del contenido de vitamina C y el comportamiento de las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria. *Revista lasallista de investigación*, 12(1), 11-20.

Guillén, J. (5 de marzo de 2020). ¿Comer fruta deshidratada es igual a comer fruta fresca?. CuidatePlus. <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/nutricion/2020/03/05/comer-fruta-deshidratada-igual-comer-fruta-fresca-172266.html>.

Grizotto, R., Berbari, S., Garcia, S., Sobottka, R. & Claus, M. (2006). Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. *Food Science and Technology*, 26(3), 709-714. <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612006000300035>

Hernández, E. (2005). Evaluación Sensorial. (tesis de pregrado). Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

Hofsetz, K., & Lopes, C. (2005). Crispy banana obtained by the combination of a high temperature and short time drying stage and a drying process. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 22(2), 285-292.

Ibañez, F., Barcina, Y. (2001). Análisis sensorial de alimentos métodos y aplicaciones. Barcelona Springer Verlag Ibérica.

Jiménez, J., Contreras, A. & Malagón, F. (2012). Plan de negocios: procesamiento y comercialización de fruta deshidratada. (tesis de postgrado). Universidad de La Sabana.

Kowalska, J., Kowalska, H., Marzec, A., Brzeziński, T., Samborska, K., & Lenart, A. (2018). Dried strawberries as a high nutritional value fruit snack. *Food science and biotechnology*, 27(3), 799-807.

Labuza, T. (1984) Aplicación de la cinética química al deterioro de los alimentos. *Journal of Chemical Education* 61(4), 348-358.

Lage, E. (2006). Evaluación hedónica de pan de molde por consumidores de distinto origen cultural: estudio comparativo de dos escalas. (tesis de pregrado). Universidad politécnica de Madrid.

Lawless, H. & Heymann, H. (2010). Sensory evaluation of food: principles and practices. New York. Springer. 2, 526

Liria, M. R. (2007). Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. Instituto de Investigación Nutricional–IIN Consultora-AgroSalud, 2–45. www.iin.sld.pe

Marín, E., Lemus, R., Flores, V., & Vega, A. (2006). La rehidratación de alimentos deshidratados. *Revista chilena de nutrición*, 33(3), 527-538.

Martínez, J., Herrera, R., Díaz, J., & Fernández, J. A. (2013). Deshidratación de alimentos utilizando energía solar térmica. Universidad Tecnológica de Ciudad. Juárez. *Cultura Científica y Tecnológica*, (50).

Martínez, M., Gonzalez, P., Luna, D., García, G., Espinosa, M., & Olivera, R. (2013). Calidad microbiológica y sensorial de rodajas de fruta bomba (*Carica Papaya* L.) cultivar maradol roja

deshidratadas y almacenadas a temperatura ambiente con cinco meses de vida útil. *Universidad & Ciencia*, 2(1), 1-16.

Matusek, A. & Meresz, P. (2002). Modeling of sugar transfer during osmotic dehydration of carrots. *Periodica Polytechnica. Serie Chemical Engineering*.46, (1-2), 83–92.

Maupoey, P., Grau, A., Barat, J. & Albors, A. (2016). Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Valencia, España: Editorial Universidad Politècnica de València.

Mejía Terán, A. L. (2011). *Efecto de la deshidratación por radiación infrarroja sobre algunas características fisicoquímicas de interés comercial del Aloe Vera*. (tesis de posgrado). Universidad de La Sabana.

Molano Larrazábal, C., Sema Gallejo, C., & Castaño Castrillón, J. J. (1996). Deshidratación de piña variedad Cayena Lisa por métodos combinados. *Revista Cenicafe (Colombia)*. 47(3), 140-158.

Mondino, M. & Ferratto, J. (2006). El análisis sensorial: una herramienta para la evaluación de la calidad desde el consumidor. Universidad Nacional de Rosario.

Mongi, R. J., Bernadette, N., Chove, B., & Wicklund, T. (2013). Descriptive sensory analysis, consumer liking and preference mapping for solar dried mango cv Dodo. *Food Science and Quality Management*, 16, 16-23.

Moreiras, O., Carbajal, Á., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2003). *Tablas de composición de alimentos*. Pirámide.

Mori, E. (2004). Determinación de la vida útil mediante análisis y correlaciones sensoriales. Reacciones de transformación y vida útil de alimentos procesados. Moura, SCSR; Germer, SPM. Campinas: ITAL. (3), 63-83.

Muñiz, S., Hernández, A., García, A., & Méndez, L. (2013). Empleo del método de secado convectivo combinado para la deshidratación de papaya (Carica papaya L.), variedad Maradol roja. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(Supl. 1), 31-37.

Norma Técnica Colombiana (NTC) 3501. (2012). Análisis sensorial. Vocabulario.

Ordaz, M. I. G. (2017). Problemas de errores en la medición. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3*, 4(7).

Orrego, C., Ocampo, J. & González, J. (2016). Aplicación de ultrasonido de potencia como pretratamiento para el secado convectivo de banano (musa paradisiaca sp.). *Agronomía Colombiana*, 34(1Supl), S454-S456.

Paulino, G., Abraham, J., Sosa, M., Martínez, J. & Olalde, V. (2016). Deshidratación de hojuelas de fresa asistida por infrarrojo. Universidad de Guanajuato, Campus Irapuato-Salamanca, División de Ciencias de la Vida, Departamento de Alimentos. 1 (2), 290-294

Peña, S & Parra, H. (2016). Diseño y construcción de un liofilizador para el secado de plantas aromáticas. (tesis de pregrado). Universidad Santo Tomas. Repositorio Digital. Universidad de Santo Thomas.

Picallo, Alejandra. (2009). Análisis sensorial de los alimentos: El imperio de los sentidos. En: Encrucijadas, no. 46. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: <<http://repositorioubas.sisbi.uba.ar>>

Propiedades saludables y calidad sensorial de snack de manzanas destinadas a alimentación escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 61(4), 423-428.

Quiceno, J., Barrera, E. & Estrada, E. (2019). Apuntes sobre deshidratación aplicable a frutas y hortalizas. Rionegro, Antioquia: SENA. Centro de la Innovación, la Agroindustria y la Aviación.

Quispe, A., Calla, K., Yangali, J., Rodríguez, J., & Pumacayo, I. (2019). Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica con software SPSS, MINITAB Y EXCEL.EIDEC.

Reis, R., Ramos, A., Regazzi, A., Minim, V., & Stringueta, P. (2009). Almacenamiento de Mango Secado: Análisis Fisicoquímico, Microbiológico, Color y Sensorial Storage of Dried Mango: Physicochemical, Microbiological, Color and Sensory Analysis. *CYTA-Journal of Food*, 5(3), 214-225.

Ramírez, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista reCitelA*. 12(1), 83-102.

Restrepo, A., Cortés, M. & Suárez, H. (2008). Evaluación sensorial de fresa (fragaria x ananassa duch.) y uchuva (physalis peruviana l.) fortificadas con vitamina E. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61 (2), 4667-4675.

Rodríguez, M. (2019). Desafíos para el consumo de frutas y verduras. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 19(2), 105-112.

Rodríguez, P. (2018). Efecto de la radiación solar en el proceso de secado de las uvas con horno solar. (Tesis de postgrado). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Rodríguez, S., Generoso, S., Gutiérrez, D. & Questa, A. (2015). Aplicación del análisis sensorial en la evaluación de la calidad de productos frescos cortados. Application of sensory analysis in the evaluation of quality fresh-cut vegetables. *Simiente*, 85(3-4):21-38.

Rubio, M. & Berlanga, V. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *REIRE*, 5 (2), 83-100.

Santos, M., Vitorino, J. & Marôco, J. (2013). Análisis estadístico de escalas ordinales: Aplicaciones en el Área de Salud infantil y Pediatría. *Enfermería Global*, 12(30), 434-445.

Sepúlveda, M., Quiral, V., Schwartz, M., Vio, F., Zacarías, I., & Werther, K. (2011). Propiedades saludables y calidad sensorial de snack de manzanas destinadas a alimentación escolar. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 61(4), 423-428.

Telenchana, C. (2017). Caracterización físico-química y sensorial de láminas de fruta complementadas con polen. (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana. Honduras.

Tepper, P. (1996). Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de la palta cv fuente. (Tesis de pregrado). Universidad de Chile. Santiago de Chile, Chile.

Véliz, L. (2016). Conservación de frutas tropicales mediante los métodos combinados de osmodeshidratación y deshidratación por aire caliente. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Repositorio Digital – Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.

Wittig, E. (2001). Evaluación Sensorial, Una metodología actual para la tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile. *Talleres gráficos USACH*. 134pp.

Wright, B. & Taub, I. (1997) Calidad del producto almacenado: fecha abierta y monitoreo de temperatura. En: ESTABILIDAD DE ALMACENAMIENTO DE ALIMENTOS. Taub, IA; Singh, RP. Boca Ratón: CRC Press, pág. 353-368.

Zapata, J. (1998). Determinación de parámetros cinéticos del alcohol etílico como agente osmódeshidratante. (Tesis de posgrado). (Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Zapata, E., & Castro, G. (1999). Deshidratación osmótica de frutas y vegetales. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 52(1), 451-466.

Zuluaga, L. (2017). El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

9. ANEXOS

Tabla 11. Procedimientos de secado para las diferentes investigaciones.

Nombre	Referencia	Fruta deshidratada	Tipo de secado	Procedimiento de secado
Determinación de los parámetros técnicos y evaluación sensorial en la deshidratación de mango (Mangifera indica) variedad Haden y champiñón (Agaricus bisporus) en la Escuela Agrícola Panamericana	García (2005)	Mango	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas)	pre-secado por deshidratación osmótica, donde colocaron las rodajas de mango por 12 h en un jarabe a una concentración de 70°Brix, a temperatura ambiente (25-28°C). El secado lo llevaron a cabo depositando las muestras en un deshidratador a 3 temperaturas de secado (57.2, 62.7 y 68.3°C) de acuerdo a cada tratamiento por un promedio de 5 h.
Plátano crujiente obtenido por la combinación de una etapa de secado a alta temperatura y corto tiempo y un proceso de secado	Hofsetz & Lopes (2005)	Banano	Secado HTST (pretratamiento) - secado (bandejas)	pretratamiento con secado a altas temperaturas y corto tiempo (HTST) y un secado de bandejas (ambos convectivos), hasta tener bananos deshidratados con actividad de agua de 0,300.
Sensory evaluation of home dried fruit prepared using treatments that enhance destruction of pathogenic bacteria.	Dipersio & Sofos (2006)	Melocotón, pera, melón, manzana y banano	Secado (bandejas)	secado convectivo de las muestras de cada fruta a 60°C variando el tiempo para cada fruta, de 6 hasta 22 h
Almacenamiento de mango secado: análisis fisicoquímico, microbiológico, color y sensorial	Reis et al. (2009)	Mango	Secado (bandejas)	secado mediante un secador de bandejas a velocidad fija de aire caliente en láminas de mango deshidratados a 60 y 70 °C, pretratadas con ácido cítrico y ascórbico para inactivar enzimas, hasta una humedad de 15-20%.
Obtención de láminas deshidratadas de arazá (Eugenia Stipitata Mc Vaugh)	Castro & Manosalvas (2011)	Arazá	Secado convectivo (bandejas)	deshidratación de pulpa de arazá por medio de un secador (convectivo), variando el caudal

				volumétrico de aire y la temperatura. Los autores desarrollaron 6 tratamientos y se evaluaron parámetros fisicoquímicos como el pH, humedad y sólidos solubles.
Propiedades saludables y calidad sensorial de snack de manzanas destinadas a alimentación escolar	Sepúlveda et al. (2011)	Manzana	Secado (túnel)	secado de rodajas de manzana mediante un túnel con circulación de aire caliente forzado a 60°C de temperatura durante 4 h
Calidad microbiológica y sensorial de rodajas deshidratadas de fruta bomba (carica papaya l.) cultivar maradol roja	Martínez et al. (2013)	Fruta bomba (papaya)	Osmodeshidratación - secado solar	deshidratación osmótica de rodajas de papaya mediante tres agentes edulcorantes (crema de miel 75°Brix, jarabe de miel 30°Brix y jarabe de sacarosa 30 °Brix).
Efecto del tipo y concentración de azúcar sobre la aceptabilidad de laminados de guayaba (Psidium guajava L.)	Barazarte et al. (2015)	Guayaba	Secado (bandejas)	Se secaron láminas de guayaba mediante una deshidratación a 60 °C hasta alcanzar una humedad de 13,0 % (6,2 horas), utilizando un secador de bandejas a convección forzada
Conservación de frutas tropicales mediante los métodos combinados de osmodeshidratación y deshidratación por aire caliente	Veliz (2016)	Mango, mamey y papaya	Osmodeshidratación - Secado (bandejas)	Se secaron láminas de mango y fresa por medio de un deshidratador eléctrico, secando las muestras por secado convectivo a 60°C por 6 horas.
Caracterización físico-química y sensorial de láminas de fruta complementadas con polen	Telenchana (2017)	Mango y fresa	Secado	pre-secado de muestras de fresa sumergiendo las muestras en una solución osmótica de sacarosa a una concentración de 50 °Brix, posterior secado por convección a 50 °C durante 120 minutos, seguido por un secado de microondas al vacío
Fresas secas como snack de frutas de alto valor nutricional	Kowalska et al. (2018)	Fresa	Osmodeshidratación - Secado (convección o liofilización)	deshidratación de rodajas de mango por medio de osmodeshidratación, sumergiendo las muestras en

				soluciones de sacarosa (28,9%), cloruro de sodio (3,2%) y ácido cítrico (0,3%)
Efecto de la fritura por inmersión al vacío en rodajas de mango "Tommy Atkins" deshidratadas osmóticamente	Acosta et al. (2019)	Mango	Osmodeshidratación - Fritura	pre-secado de rodajas de manzana, osmodeshidratando en soluciones de eritritol, xilitol y sacarosa durante 2h. Después, las muestras de fruta fueron secadas por convección, microondas-vacío y un método combinado (CD/VM, mezcla de dos de ellos).
Propiedades fisicoquímicas de las rodajas de manzana secas: impacto de los métodos de osmodeshidratación, sonicación y secado	Cichowska-Bogusz et al. (2020)	Manzanas	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas)	osmo-deshidratación en eritritol, xilitol y sacarosa durante 2 h; posteriormente se aplicaron 30 min de pretratamiento con ultrasonidos (US). Después, las muestras se secaron por convección (CD), microondas-vacío (VM) y un método combinado (CD/VM, mezcla de dos de ellos)
Estudio de la vida útil de frutos estructurados y deshidratados obtenidos a partir de pulpa concentrada de papaya	Grizotto et al. (2006)	Papaya	Secado (bandejas)	secado a 60 °C en cámara con circulación de aire, hasta una humedad final del 12%
Evaluación de la calidad sensorial de frutos tropicales deshidratados	García et al. (2014)	Papaya, carambola y merey	Secado (bandejas)	Los frutos fueron colocados en bandejas de acero inoxidable, perforadas y secados en una estufa de laboratorio a una 75°C por 18h Se sumergieron muestras de piña en edulcorantes
Efecto del tipo de edulcorante y el tiempo de inmersión en la deshidratación osmótica y por convección de piña (Ananas comosus)	Arauz (2009)	Piña	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas)	(sacarosa y miel de abeja), ambos con una concentración de 70° Brix y dos tiempos de inmersión (8 y 24 horas). Posteriormente, se colocaron los trozos de piña sobre las

				bandejas del horno durante
Efectos de deshidratación por osmoconvección en las características físicoquímicas y sensoriales de mango (<i>Mangifera indica</i> Var. Kent)	Encalada (2015)	Mango	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas y solar)	Las muestras fueron tratadas en soluciones osmóticas de agua, azúcar y ácido ascórbico, a dos concentraciones (45 y 65 brix), en dos relaciones de fruta/solución (1/3 y 1/5) y posteriormente dos tipos de secado (solar y artificial).
Secado de rodajas de piña (<i>Ananas comosus</i>) previamente deshidratadas en soluciones osmóticas de sacarosa-agua-etanol	Aguilar (2007)	Piña	Osmodeshidratación (pretratamiento) - secado (bandejas)	para la deshidratación osmótica se emplearon soluciones de sacarosa y etanol sumiriéndolas por 3 y 6 h. Posteriormente se en un secador de aire 40, 50 y 60°C
Transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de palta cv fuente	Montti(1996)	Palta (aguacate)	Deshidratación osmótica	deshidratación osmótica con trozos, que se sumergieron previamente en una solución antioxidante de ascorbato de sodio (1,5%) y ácido ortofosfórico (1%) durante 20 minutos.
Descriptive Sensory Analysis, Consumer Liking and Preference Mapping for Solar Dried Mango cv Dodo	Mongi R., <i>et al</i> (2013)	Mango	Secado solar	Muestras de mango fueron sometidas en igual densidad de carga de 2,91 kg/m ² a un secador directo de gabinete (CDD) con temperatura que varía de 30-55°C durante 3 días, a un secador en armario mixto (CMD) con una temperatura de 25-49°C durante 3 días y al secador de túnel (TD) con una temperatura de 30-73°C, durante 2 días
Textural, Color and Sensory Attributes of Fruits and Vegetables Dried Using Electric Forced-Air and Solar Dehydrators	Crossen, E (2017)	Manzanas, tomates y uvas	Secado solar (Deshidratador)	Las muestras se secaron utilizando un deshidratador solar o uno eléctrico de aire forzado (AF) a 57°C

Tabla 12. *Mínimo número de respuestas correctas para establecer significancia a diferentes niveles de probabilidad.*

Número de juicios/ panelistas	Nivel de probabilidad								
	Pareada, Dúo-Trío			Preferencia Pareada			Triangular		
	Una cola			Dos cola			Una cola		
	0,05	0,01	0,001	0,05	0,01	0,001	0,05	0,01	0,001
5							4	5	5
6							5	6	6
7	7	7	-	7	-	-	5	6	7
8	7	8	-	8	8	-	6	7	8
9	8	9	-	8	9	-	6	7	8
10	9	10	10	9	10	-	7	8	9
11	9	10	11	10	11	11	7	8	9
12	10	11	12	10	11	12	8	9	10
13	10	12	13	11	12	13	8	9	10
14	11	12	13	12	13	14	9	10	11
15	12	13	14	12	13	14	9	10	12
16	12	14	15	13	14	15	10	11	12
17	13	14	16	13	15	16	10	11	13
18	13	15	16	14	15	17	10	12	13
19	14	15	17	15	16	17	11	12	14
20	15	16	18	15	17	18	11	13	14
21	15	17	18	16	17	19	12	13	15
22	16	17	19	17	18	19	12	14	15
23	16	18	20	17	19	20	13	14	16
24	17	19	20	18	19	21	13	14	16
25	18	19	21	18	20	21	13	15	17
30	20	22	24	21	23	25	16	17	19
35	23	25	27	24	26	28	18	19	21
40	26	28	31	27	29	31	20	22	24
45	29	31	34	30	32	34	22	24	26
50	32	34	37	33	35	37	24	26	28
60	37	40	43	39	41	44	28	30	33
70	43	46	49	44	47	50	32	34	37
80	48	51	55	50	52	56	35	38	41
90	54	57	61	55	58	61	39	42	45
100	59	63	66	61	64	67	43	46	49

Fuente: Wittig (2001).