



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: www.riit.com.mx

Caracterización fisicoquímica de un polvo de *Ardisia compressa* Kunth usado para elaborar productos de panificación

Physicochemical characterization of a powder of *Ardisia compressa* Kunth used to manufacture bakery products

Vargas-Santos, R.L., Hilario-Medina, S., Torres-Rodríguez, A., Vázquez-Sánchez, A.Y.

Área Agroindustrial Alimentaria. Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Xicotepec de Juárez, Puebla, México.

rosylizzet.vargas@utxicotepec.edu.mx; hilariosilvestre3328@gmail.com; araceli.torres@utxicotepec.edu.mx;
*alma.vazquez@utxicotepec.edu.mx

Innovación tecnológica: Productos alimenticios de panificación como alimentos funcionales.

Área de aplicación industrial: Áreas de industrias alimentarias.

Recibido: 02 junio 2022

Aceptado: 13 noviembre 2022

Abstract

The acáchul (*Ardisia compressa* Kunth) is a wild shrub that grows in tropical and subtropical regions of the country. Various investigations have shown that the fruits have a high antioxidant capacity, related to their high content of anthocyanins and phenolic compounds. The main objective of this research was to look for consumption alternatives from the obtaining and physicochemical characterization of a powder of the dehydrated fruits of acáchul to later be used as an ingredient in the elaboration of two bakery products such as Polvorones and enriched integral biscuits. with amaranth flour, the experimental methodology consisted of pitting the fruit and separating the seed to dry separately, the pulp was placed in aluminum trays and dehydrated in a convection oven for 40 hours at 60 °C. The dehydrated pulp was ground in a blender until a homogeneous powder was obtained, which was preserved in the absence of light and humidity. The fruit and the dehydrated powder were characterized based on °Brix, pH, titratable acidity (TA), sugars and humidity. The dehydrated pulp was ground in the blender until obtaining a homogeneous powder, which was preserved in the absence of light and humidity, to proceed with the preparation of the bakery products, three formulations were made with different percentages of acáchul powder, in the case

of the integral cookies, 5.7% was used for formulation 1, formulation 2 (11.5%), formulation 3 (19.2%), respectively. For the acáchul Polvorones, test 3 was appropriate since it had a color and flavor characteristic of the fruit, and test 2 was accepted for the whole-grain cookies. A sensory analysis was carried out regarding the attributes: color, aroma, texture, and flavor (Sour and sweet) and overall satisfaction. In the case of the shortbread, a 95% overall acceptability was obtained in the good and excellent categories, and in the case of whole-grain cookies, an acceptability of 38%. These results show that the products were perceived by consumers with a high percentage of acceptance. Therefore, they represent a healthy option as functional foods and very promising consumption in the market.

Key Words: Acáchul (*Ardisia compressa* Kunth), physicochemical characterization, sensory evaluation.

Resumen

El acáchul (*Ardisia compressa* Kunth) es un arbusto silvestre que crece en regiones tropicales y subtropicales del país. Diversas investigaciones han demostrado que los frutos poseen una alta capacidad antioxidante, relacionada con su alto contenido de antocianinas y compuestos fenólicos. El objetivo de esta investigación fue buscar alternativas de consumo a partir de la obtención y caracterización fisicoquímica de un polvo de los frutos deshidratados de acáchul para posteriormente ser utilizado como ingrediente en la elaboración de dos productos de panificación tales como los polvorones y galletas integrales enriquecidas con harina de amaranto, la metodología experimental consistió en deshuesar la fruta y separar la semilla para así secar por separado, la pulpa se colocó en charolas de aluminio y se introdujo en un horno de convección por 40 horas a 60 °C. La pulpa deshidratada fue molida en la licuadora hasta obtener un polvo homogéneo, el cual fue conservado en ausencia de luz y humedad. Se caracterizó al fruto y el polvo deshidratado con base a °Brix, pH, acidez titulable (AT), azúcares y humedad. En la elaboración de los productos de panificación se realizaron tres formulaciones con diferente porcentaje de polvo de acáchul, para los polvorones se utilizaron tres formulaciones: 1. PF1 (1.04%), PF2 (2.6%), PF3 (5.04%). En el caso de las galletas integrales se utilizó GIF1 (5.7%), GIF2 (11.5%), GIF3 (19.2%), respectivamente. Para los polvorones de acáchul la formulación PF3 fue la adecuada ya que tenía un color y sabor característico al fruto y en las galletas integrales la que tuvo mejor aceptación fue la formulación GIF2. Se realizó un análisis sensorial respecto a los atributos: color, aroma, textura y sabor (ácido y dulce) y la satisfacción global. En el caso de los polvorones se obtuvo un 95% en la aceptabilidad global en las categorías bueno y excelente mientras que para el caso de las galletas integrales fue una aceptabilidad del 38%. Estos resultados demuestran que los productos fueron percibidos por los consumidores con un gran porcentaje de aceptación. Por lo tanto, representan una opción saludable como alimentos funcionales y muy prometedor consumo en el mercado.

Palabras Clave: Acáchul (*Ardisia compressa* Kunth), análisis sensorial, caracterización fisicoquímica.

1. Introducción

El género *Ardisia*, es miembro de la familia de las Myrsinaceae, estos son arbustos de hoja perenne y árboles de las regiones tropicales y subtropicales del mundo [1]. El acáchul (*Ardisia compressa* Kunth) conocido con ese nombre en la Sierra Norte del Estado de Puebla, México; es un arbusto silvestre que crece en regiones tropicales y subtropicales del país. Produce frutillas pequeñas de color morado intenso, con sabor agridulce, la brotación de flores ocurre en los meses de febrero y marzo, la cosecha se realiza en los meses de abril y junio. La semilla dentro del fruto es esférica y está rodeada por un endocarpio (almendra) que tiene un sabor amargo [1-3]. Diversas investigaciones han demostrado que los frutos poseen una alta capacidad antioxidante, relacionada con su alto contenido de antocianinas y compuestos fenólicos. Contiene compuestos polifenólicos como flavonoides, particularmente flavonoides glicosilados como el 3-O-glucósidos (quercetina 3-O-glucósido) y 3-O-rutinósidos (isorhamnetina-3-O-rutinosido) [2,4]. En Xicotepec, los frutos de acáchul son usados solamente para preparar algunos productos alimenticios artesanales como licores, paletas, atoles y mermeladas, aunque en otros lugares, también se consume como bebida refrescante y dulces [1, 5 - 6]. Actualmente, ha aumentado el interés por el uso de antocianinas y compuestos fenólicos para enriquecer nutricionalmente los alimentos, pero también por las propiedades que se reportan como actividad antioxidante, antiinflamatoria, anticancerígena, entre otras [7]. Actualmente, la ingesta de antocianinas se está incrementando en el consumo de la dieta diaria de manera significativa debido a que los extractos de jugos de frutas y vegetales con alto contenido de antocianinas están llegando a ser mucho más disponibles comercialmente, y los beneficios a la salud de las antocianinas han llegado a ser evidentes

[8]. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue buscar alternativas de consumo a partir de la obtención y caracterización fisicoquímica de un polvo de los frutos deshidratados de acáchul para posteriormente ser utilizado como ingrediente en la elaboración de dos productos de panificación tales como los polvorones y galletas integrales enriquecidas con harina de amaranto.

Clasificación taxonómica

Nombre científico: *Ardisia compressa* Kunth
En la Tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica del acáchul que pertenece a la familia Myrsinaceae, del género *Ardisia* epíteto específico *compressa*.

Tabla 1. Clasificación taxonómica.

Reino	<i>Plantae</i>
Filo	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Ericales</i>
Familia	<i>Myrsinaceae</i>
Género	<i>Ardisia</i>
Epíteto específico	<i>Compressa</i>

Una vez que la flor se seca da origen al fruto, que es de forma globosa, da un color rojo morado hasta negro en la madurez, su cascara es lisa y muy frágil, la pulpa es jugosa y tiene un diámetro aproximadamente de 12 mm, cuenta con una semilla que abarca hasta un 50% de su peso total (Figura 1). El sabor que tiene este fruto es agridulce y un poco astringente. La semilla dentro del fruto es esférica y está rodeada por un endocarpio (almendra) que tiene un sabor amargo, germina fácilmente, por lo que el árbol crece de manera silvestre [9].

Metabolitos y actividad antioxidante del fruto de acáchul

Debido a la falta de información de su riqueza en propiedades antioxidantes es poco consumido por la población, estas propiedades se asocian a su alto contenido de

antocianinas (570.35 mg cianidin-3-glucosido/kg b.s). En este sentido, se demostró que los frutos de acáchul presentan un alto contenido de fenoles totales (1051.3 ± 43.5 mg de equivalentes de ácido gálico / 100 g de fruto fresco), entre los que predominan las antocianinas (796.0 ± 2.3 mg de equivalentes de cianidina 3-O-glucósido / 100 g de fruto fresco) [2]. Entre las principales antocianinas identificadas destacan la malvidina-3-O-galactósido (35%), delphinidina 3-O-galactósido (28%) y petunidina 3-O-galactósido (19%). Otros polifenoles identificados incluyeron: flavonoles, flavan-3-oles (dímeros de

catequina y proantocianidina) y derivados de hidroxicinamoflo [2, 10]. La ingesta de los compuestos fenólicos en valores superiores de 600 mg/p/d tienen un efecto protector frente a las enfermedades crónicas degenerativas, por lo que ingerir cantidades suficientes de polifenoles en la dieta podría beneficiar de sus efectos positivos sobre la salud. A pesar de la relación de los compuestos fenólicos y su efecto benéfico para la salud, son necesarios más estudios que tengan en cuenta biodisponibilidad, absorción y el metabolismo de estos en el organismo humano [11].



Figura 1. Planta, frutos y semilla de acáchul. a) Planta, b) Racimo de frutos inmaduros, c) Racimo de frutos maduros, d) Frutos cosechados, e) Semilla y f) Diferentes estados de madurez del fruto.

Polvo de acáchul

Se elaboró un polvo de acáchul a partir de los frutos deshidratados que fue incorporado a láminas de fruta a base de manzana. El polvo de acáchul presentó una elevada concentración de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante [10].

2. Materiales y métodos

Los frutos se recolectaron de las cercanías de Xicotepec de Juárez, Puebla ($-97.96 20^{\circ} 16' 33''$ N, $97^{\circ} 57' 36''$ O), altitud de 1,180 m.s.n.m., temperatura anual en un rango de

11 a 30°C , en estado de madurez comercial con apropiado desarrollo de color de fruto morado intenso y peso aproximado de 0.5 g. Se utilizaron 9.572 kg de fruta fresca y maduros de acáchul, se lavaron y desinfectaron con una solución de NaClO a 200 ppm durante 5 min y luego se enjuagaron con agua potable. Posteriormente, se realizó un deshuesado, de tal manera que se separa la pulpa del hueso para continuar con el procedimiento. Posteriormente, la muestra fue colocada en charolas de aluminio y secadas en un horno de convección de acero inoxidable (HC-35-CXL CORIAT) a una

temperatura de 60 °C por 40 horas. La pulpa y la cáscara deshidratada fueron molidas en una licuadora (Oster® BPMT02-BS0- 00) hasta obtener un polvo homogéneo, el cual se conservó en ausencia de luz y humedad hasta su utilización.

Para el análisis fisicoquímico se realizaron las siguientes pruebas:

Grados Brix (°Bx) se midieron con un refractómetro HANNA, modelo HI96801 según el método Refractométrico. Para la muestra en fresco, se utilizó el jugo del del fruto de acáchul para realizar la medición, para el polvo del acáchul deshidratado, se tomaron 1 g de muestra disueltos con 10 mL de agua destilada [12].

Determinación de pH se realizó conforme al método potenciométrico, se tomó 0.5 g del polvo en 50 mL de agua destilada previamente hervida y templada con 0.5 gramos de muestra, se rehidrató el polvo de acáchul y se filtraron. Para la medición se utilizó un potenciómetro marca HANNA 17 instruments HI2216, calibrando previamente con disoluciones buffers de pH 7.00, 4.00 y 10.0 a 25°C [12].

Determinación de acidez total titulable (AT) se realizó por titulación potenciométrica, usando una solución de NaOH 0.1N hasta un pH de 8.7 ± 0.2 según estandarización previa realizada en el laboratorio. El resultado obtenido se expresó como % de ácido cítrico [13].

Azúcares totales. Se tomaron muestras de 5 g del snack para hacer un macerado con agua destilada y clarificarlas con acetato de plomo a 45% y oxalato de potasio a 22%. El extracto se sometió a un procedimiento acidificación con HCl y una neutralización con NaOH al 40%, para causar inversión de azúcares y usar la mezcla resultante para titular también las soluciones de Fehling. En forma breve, se prepararon soluciones acuosas de Fehling de CuSO_4 y tartrato de sodio-potasio-NaOH, las cuales se mezclaron 5 mL de cada una, se

melaron y se agregaron 50 mL de agua destilada. El extracto se empleó, por un lado, para titular la mezcla de soluciones de Fehling y determinar contenido de azúcares reductores con base en la estandarización con glucosa de lo cual se determinó el contenido de azúcares totales. Finalmente, a partir de la diferencia entre azúcares totales y reductores, se obtuvo el contenido de azúcares no reductores. Los resultados se expresaron en gramos por cada 100 g de muestra [14].

Humedad. Para determinar la humedad se utilizó el método termogravimétrico, para lo cual se toma el peso inicial de una charola de aluminio, posteriormente esta se pone a peso constante, después se coloca la muestra y se pone a secar a 112 °C por 5 horas en la estufa a peso constante, una vez transcurrido el tiempo se pesó (Balanza analítica Mettler) y se calcula el % de humedad.

Formulación de polvorones empleando polvo de Acáchul

El polvo obtenido a partir de la deshidratación del polvo de acáchul, se utilizaron en diferentes proporciones en la formulación de los polvorones (Tabla 1). Partiendo de la formulación control de los polvorones, se reemplazó parte de la harina por el polvo de acáchul. Iniciando con la formulación de polvorones, donde se realizó un batido de la manteca vegetal, azúcar y huevos hasta la obtención una crema suave y ligera, para después integrar de forma homogénea la harina de trigo y posteriormente añadir el polvo de hornear y el polvo de acáchul y amasando hasta obtener una masa sólida. A continuación, se almacenó en el refrigerador durante 30 minutos a 4 °C. Por último, se realizó el cortado de la masa en porciones de 50 gramos para cada polvorón distribuyéndolo en charolas de acero inoxidable y se horneó a 180 °C durante 20 minutos.

Tabla 1. Formulación de polvorones con polvo de acáchul.

Formulaciones	Harina de trigo (%)	Polvo de acáchul (%)	Huevos (%)	Azúcar (%)	Polvo para hornear (%)	Manteca vegetal (%)
PControl	43.47	0	12	21.7	1.1	21.73
PF1	42.43	1.04	12	21.7	1.1	21.73
PF2	40.87	2.6	12	21.7	1.1	21.73
PF3	38.43	5.04	12	21.7	1.1	21.73

Formulación de galletas integrales empleando polvo de Acáchul

De igual forma para las galletas integrales, se empleó el polvo obtenido a partir de la deshidratación del polvo de acáchul, se utilizaron en diferentes proporciones (Tabla 2). Se llevó a cabo el batido de los huevos, azúcar y aceite en un bowl, después, se integraron todos los insumos secos como lo son la harina de amaranto, harina de trigo,

avena, polvo para hornear, polvo de acáchul con la mezcla anterior. Posteriormente, se realizó el amasado hasta obtener una masa firme, acto seguido, se llevó a cabo el cortado de la masa en porciones de 50 gramos y la colocación sobre charolas de acero inoxidable, espolvoreado de las galletas con un poco de avena. Por último, el horneado a una temperatura de 180 °C durante 20 minutos.

Tabla 2. Formulación de galletas integrales con polvo de acáchul.

Formulaciones	Harina de trigo (%)	Harina de amaranto (%)	Avena molida (%)	Polvo de acáchul (%)	Huevos (%)	Aceite de oliva (%)	Azúcar (%)	Polvo para hornear (%)
Control	20.2	20.2	9.9	0	17.38	15.4	15.42	1.5
GIF1	17.85	17.85	8.9	5.7	17.38	15.4	15.42	1.5
GIF2	15.52	15.52	7.76	11.5	17.38	15.4	15.42	1.5
GIF3	12.45	12.45	6.2	19.2	17.38	15.4	15.42	1.5

Se llevó a cabo un análisis sensorial con un panel de 51 catadores no entrenados catadores en la comunidad del Porvenir, Xicotepec de Juárez, Puebla. La población de estudio para la prueba sensorial comprendió edades de 15 a 60 años. Se efectuó una prueba de aceptación. Para la realización de la cata de las muestras, se presentaron codificadas con números de 3 dígitos no consecutivos. Donde se tomaron en cuenta criterios físicos de los productos tales como el color, aroma, sabor y textura con una escala del 1 al 4 con respecto a las consideraciones malo, regular, bueno y excelente.

Análisis Estadístico

Se hicieron 3 réplicas experimentales por tratamiento. Los resultados fueron analizados mediante un ANOVA (Análisis de varianza),

seguido de una prueba de rango múltiple de Tukey a un nivel de confianza del 95%, utilizando como paquete estadístico GradPad Prism versión 5. Los resultados fueron presentados como la media \pm desviación estándar con una $p < 0.05\%$.

3. Discusión y resultados

Obtención del polvo de acáchul y caracterización fisicoquímica

El acáchul presenta propiedades similares a los berries, por tener un alto contenido en compuestos fenólicos. La propiedad funcional que posee el acáchul es mayor que el arándano, fresas, zarzamora; esto puede deberse a la cantidad de compuestos activos como antocianinas y hasta veinte polifenoles no antocianinos [2]. Los compuestos polifenólicos identificados en frutos de

acáchul son flavonoides, particularmente flavonoides glicosilados como el 3-O-glucósidos (quercetina 3-O-glucósido) y 3-O-rutinósidos (isorhamnetina-3-O-rutinosido) [4]. Existe gran interés en estudiar los compuestos fenólicos debido a sus propiedades antioxidantes y los efectos benéficos en la salud. La diversidad de consumo de productos procesados a base de productos del fruto de acáchul en la región de Xicotepec de Juárez, es muy limitado además de ser un producto altamente perecedero. Por este motivo, se realizó la obtención del polvo del acáchul, donde se deshidrato 9.572 kg de fruta fresca, obteniendo un resultado del 5.5% de rendimiento del polvo deshidratado.

Los resultados obtenidos de la

caracterización fisicoquímica se resumen en la Tabla 3. El pH además de ser una medida de intensidad del sabor ácido de un producto es muy importante en el control del desarrollo de poblaciones de microorganismos y en la actividad de sistemas enzimáticos, reportaron un pH de 3.1 en el polvo de manzana, este valor es similar al obtenido con el polvo de los frutos de *Ardisia compressa* [15]. Por otro lado, se sabe que el pH en un sistema regula la presencia de sustancias en estado funcional, por lo que influye de manera directa en la actividad y estabilidad de los compuestos polifenólicos presentes en el jugo. Por lo tanto, los valores de pH en el jugo de *Ardisia compressa* Kunth favorecen la actividad de las antocianinas, ya que a pH alcalinos estos se degradan [12].

Tabla 3. Resultados del análisis fisicoquímico del fruto y polvo de acáchul.

Muestra	pH	SST	Acidez Titulable	Humedad	Azúcares
Fruta fresca	5.49 ± 0.07 a	4.94 ± 0.07 a	0.21 ± 0.02 a	96.52 ± 0.11 a	25.00 ± 0.71 a
Polvo	3.07 ± 0.02 b	17.25 ± 0.07 b	0.32 ± 0.02 b	19.71 ± 0.69 b	23.81 ± 0.96 a

Los valores representan el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar. Letras minúsculas diferentes en la misma fila indican diferencia significativa ($p < 0.05\%$) de acuerdo a Tuckey.

Los sólidos solubles totales del polvo de acáchul tuvo un valor de $17.25 + 0.07$ °Brix. Valores similares, se reportaron en acachul silvestre (18 °Brix) debido a la pérdida de agua en la deshidratación, en un proceso de maduración avanzado [16]. La acidez se expresó como porcentaje de ácido cítrico. Los valores de acidez titulable se relacionan con la calidad organoléptica, además el pH y la acidez no presentan una relación inversa como se esperaría debido a que existen otros ácidos que influyen sobre el pH. El porcentaje de humedad del polvo de acáchul fue de $19.71 + 0.69\%$, considerándose baja, por otro, se reportaron valores bajos de humedad en el polvo de acáchul [4] debido a que la determinación de este parámetro se realiza en

la mayoría de los alimentos por la determinación de la pérdida de masa que sufre un alimento cuando se somete a una combinación tiempo a una temperatura adecuada. El polvo de acáchul mostró porcentaje de azúcares totales del 23.81 ± 0.96 , este resultado podría relacionarse con la mayor cantidad de carbohidratos presentes en la muestra. Se reportaron valores que concuerdan con el polvo de fruto deshidratado acáchul [12].

Evaluación sensorial de los polvorones

Los resultados de la evaluación sensorial efectuada para los polvorones para la PF2 con 5.04% de polvo de acáchul, reflejan que tuvieron una aceptación favorable en

comparación con las demás formulaciones (Figura 2). En tal sentido, se observa que para el atributo color el mayor porcentaje lo tuvo el criterio bueno (53%), además, de un 45% para el criterio excelente, lo que significa que al 95% de los consumidores les agrada el color. En cuanto al aroma el mayor porcentaje fue del 60% para el criterio bueno, mientras que 27.5% de los consumidores lo clasificó como excelente. Para el atributo de textura, el

mayor porcentaje (57%) lo presentó el criterio bueno y el 35% fue evaluado como excelente. Por último, para el atributo del sabor, el 65% de los consumidores lo evaluó como bueno y el 30% como excelente. Esto significa que se obtuvo un polvorón con buenas características sensoriales, crujiente al momento de consumo y sabor característico al acáchul (agridulce).

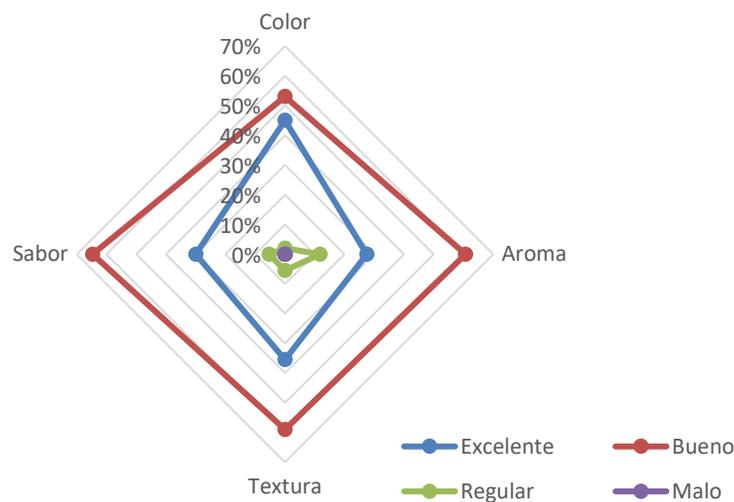


Figura 2. Análisis sensorial de los polvorones por grado de satisfacción por atributo.

En las Figura 3, respectivamente se observó la aceptabilidad global de la evaluación sensorial de los polvorones y de las galletas integrales de acáchul. En el caso de los polvorones, el 52% de los consumidores

evaluaron el producto como bueno, mientras que el 30% lo evaluó como excelente, resultando en un 82% de aceptabilidad del producto.

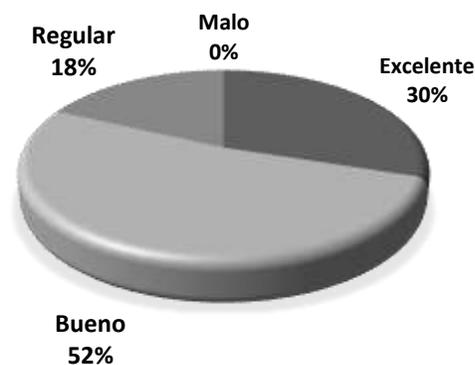


Figura 3. Porcentajes de aceptación global de los polvorones.

Con base en los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para las galletas integrales éstos reflejan que dicho producto tuvo una aceptación poco favorable en comparación con los polvorones (Figura 4). La formulación GIF2 con un 11.05% de polvo de acáchul muestra el siguiente comportamiento en la evaluación sensorial. En este sentido, se observa que para el atributo color el mayor porcentaje fue el criterio de bueno (57%), mientras que el 35% de los consumidores evaluó el producto como excelente, lo que significa que el 92% le agrada el color ya que la corteza de la galleta se tornó un color morado oscuro, sin embargo, en el interior el color fue morado claro, lo cual es atractivo para el consumidor. En cuanto al aroma el mayor porcentaje obtenido fue del 41% para el criterio bueno. Para el atributo de textura, fue evaluado como bueno en un 52%.

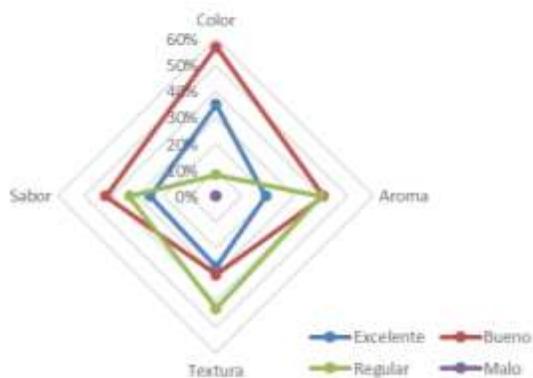


Figura 4. Análisis sensorial de las galletas integrales por el grado satisfacción por atributo.

En la Figura 5, se observa la aceptabilidad global de las galletas integrales, el 24% de los consumidores evaluaron al producto como bueno, mientras que sólo el 14% evaluó el producto como excelente, resultando sólo en un 38% de aceptabilidad global del producto. Esta aceptación global del producto pudo deberse a la resistencia que aun los consumidores tienen por los productos integrales y saludables. Por otro parte

encontraron que al incluir el 1% de polvo de acáchul en las laminillas de frutas [10]. Presentaron una importante presencia de los compuestos fenólicos principalmente de antocianinas que son importantes fitoquímicos que aportan beneficios a la salud. En comparación con otros polvos de frutos de berries deshidratados. Además, la adición del polvo de acáchul deshidratado promueve el efecto de la actividad antioxidante en los productos donde se incorpore en la formulación como ingrediente atractivo.

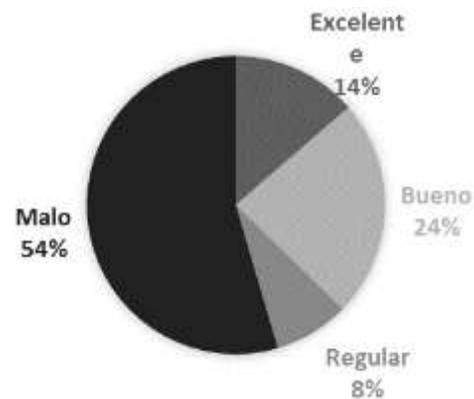


Figura 5. Porcentajes de aceptación global de las galletas integrales.

4. Conclusiones

De la presente investigación se concluye que es posible obtener polvo de acáchul mediante un proceso de deshidratación con un 5.5% de rendimiento. Esta opción de conservación proporciona la oportunidad de aplicarlos en diferentes productos del área de alimentos, debido a que mantiene aún compuestos fenólicos benéficos para la salud en comparación de otros polvos berries deshidratados. Los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas sugieren que el polvo de acáchul representa una buena opción para preservar la materia prima, estando disponible para su consumo durante todo el año. Además, representan una opción saludable como alimentos funcionales y muy prometedor para su consumo en el mercado, además de ser una alternativa como

ingrediente atractivo para otros productos de panificación. Para los polvorones de acácul la PF1 3 (5.04%) fue la adecuada ya que mostró un color y sabor característico al fruto por parte de los catadores mientras que en las galletas integrales se aceptó la GIF2 (11.5%). Concentraciones mayores a las mencionadas podrían influir en la presencia de compuestos fenólicos y actividad antioxidante, en los polvorones y las galletas el color morado fue por la presencia de antocianinas en el polvo de acácul que son las encargadas de proporcionarles dicho color y no se hace uso de colorantes artificiales los cuales no contienen propiedades funcionales en su composición.

Agradecimientos

Agradecemos al III CNIBA (CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA Y BIOTECNOLOGÍA DE ALIMENTOS).

Referencias

- [1] Heredia V. J. (2013). Propiedades fisicoquímicas y antioxidantes de polvos nanoestructurados de *Ardisia compressa* Kunth. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana de Ciencias Básicas. Xalapa, Veracruz, México.
- [2] Joaquín-Cruz E, Dueñas, García-Cruz M, Salinas-Moreno Y, Santos Buelga C, García Salinas C. (2015). Anthocyanin and phenolic characterization, chemical composition and antioxidant activity of chagalapoli (*Ardisia compressa* K.) fruit: A tropical source of natural pigments. Food Research International. Food Research International. HPLC–DAD–ESI-MS 70 (2015) 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.01.033>
- [3] López-Yerena A., Guerra-Ramírez, D., Vázquez-Sánchez, A., Y González- López, J. (2017). Determinación del potencial nutracéutico de frutos de *Ardisia compressa* K. colectados en Xicotepec de Juárez, Puebla. Revista de Sistemas Experimentales, 4(10), 49–56.
- [4] Vázquez-Sánchez AY, Aguilar-Zárata P, Muñiz-Márquez DB, Wong-Paz JE, Rojas R, Ascacio-Valdés JA, Martínez-Ávila GCG. (2019). Effect of ultrasound treatment on the extraction of antioxidants from *Ardisia compressa* Kunth fruits and identification of phytochemicals by HPLC-ESI-MS. Heliyon 18;5(12): e03058. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03058>
- [5] Lascurain, M., Avendaño, S.D., y Niembro, A. (2010). Guía de frutos silvestres comestibles en Veracruz, Conafor-Conacyt, México.
- [6] Vázquez-Sánchez AY y Gallardo-Sandoval A. (2020). Evaluación sensorial de láminas de frutas saludables a base de arándano y acácul. Red Iberoamericana de Academias de Investigación, A.C. Innovación en Biotecnología 2. México, D.F. México. 131-140.
- [7] Shih, P., Chan, Y., Liao, J., Wang, M., Yen, G., (2010). Antioxidant and cognitive promotion effects of anthocynin-rich mulberry (*Morus atropurpurea* L) on senescence-acelerated mice and prevention of Alzheimer's disease. J. Nutr. Biochem. 21, 598-605. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2009.03.008>
- [8] Aguilera-Otíz, M., del Carmen Reza-Vargas, M., Chew-Madinaveita, R. G., & Meza-Velázquez, J. A. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. Biotecnia, 13(2), 16-22.
- [9] Kobayashi, H., & De Mejía, E. (2005). The genus *Ardisia*: a novel source of health-promoting compounds and phytopharmaceuticals. Journal of

Ethnopharmacology, 96(3), 347-354.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.09.037>

[10] Vázquez-Sánchez AY, Corfield R, Sosa N, Salvatori D & Schebor C. (2021). Physicochemical, functional, and sensory characterization of apple leathers enriched with acáchul (*Ardisia compressa* Kunth) powder. LWT -Food Science and Technology 146 (2021) 111472.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111472>.

[11] Navarro González, I., Periago, M. J., & García Alonso, F. J. (2017). Estimación de la ingesta diaria de compuestos fenólicos en la población española. Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, 21(4), 320-326.

[12] Bautista - De León, H. y Torres-Rodríguez. A. (2020). Caracterización fisicoquímica de snacks de frutas de arándano – acáchul. Pp 141-154. Innovación en Biotecnología II. Editor Daniel Armando Olivera Gómez. Red Iberoamericana de Académias de Investigación A.C.

[13] Corona Leo, Lizbeth Sandra, Hernández-Martínez, Diana Maylet, & Meza-Márquez, Ofelia Gabriela. (2020). Análisis de parámetros fisicoquímicos, compuestos

fenólicos y capacidad antioxidante en piel, pulpa y fruto entero de cinco cultivares de manzana (*Malus domestica*) cosechadas en México. Biotecnia, 22(1), 166-174.

[14] Valle-Guadarrama, Salvador; Ruiz-Sánchez, Xóchitl G., Saucedo-Veloz, Crescenciano, Gómez-Cruz, Adalberto y Marroquín-Andrade, Lila M. 2012. Comportamiento postcosecha de frutos de ilama (*Annona diversifolia*) en madurez comestible almacenados en atmósfera modificada. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 35 (Núm. Especial 5): 75-81.

[15] Millan, Cristobal, D.M. (2021). “Desarrollo de Láminas Frutales a Base de Manzana, Arándano y Acáchul. (Tesis Ingeniería en Biotecnología) Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez.

[16] Medina y Pagano, (2003). Elaboración de Láminas de Fruta a partir de Arándano (*Vaccinium corymbosum*) c.v.Elliot y Manzana (*Maluspumila* Mill.) c.v.Liberty. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ingeniería de Alimentos, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias Escuela De Ingeniería En Alimentos, Valdivia – Chile.