

# DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GALLETAS FUNCIONALES A PARTIR DE HARINA DE SEMILLA DE AGUACATE

**Laura Nataly Rodríguez Otálora, Lumara Stephanie Parra**

**Asesora: María Hernández Carrión**

Departamento de Ingeniería Química y de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes,  
Proyecto de grado pregrado.

**Diciembre 2021**

---

## **Resumen**

En la actualidad no se aprovechan los subproductos del aguacate, tales como la piel y la semilla, pues son considerados con pocos usos industriales, lo que genera que sean un residuo orgánico que puede impactar ambientalmente si no se le da un manejo adecuado. Por su parte, la semilla a pesar de ser considerada un subproducto cuenta con características nutricionales similares a las de la pulpa, lo cual la hace ser una materia prima llamativa para ser usada en la industria de alimentos. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un proceso de obtención de harina a partir de semillas de aguacate Hass. A esta harina se le realizó un estudio de composición nutricional y compuestos funcionales. Se plantearon cuatro formulaciones de galletas a base de harina de semilla de aguacate, iniciando con el 25% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate, 50%, 75% y 100% de sustitución. Se les realizó un análisis de color y textura y fueron evaluados 41 jueces mediante un análisis sensorial. Se encontró que la harina de semilla de aguacate tiene un 45.16% (0.09%) de humedad, 27.73% (0.15%) de grasa, un alto contenido en fibra 23.66% (0.05%), 1.57% (0.33%) de proteína, una alta capacidad antioxidante y contenido fenólico, 185.45 (0.67)  $\mu\text{g}$  Trolox Equivalente / g muestra y 6.3 (0.29) mg de ácido gálico equivalente por g de harina respectivamente. En el análisis sensorial y textura se encontró que la galleta más aceptada por los jueces en tanto a la apariencia, color, textura y crujencia fue la galleta con un 25% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate. Finalmente, con los resultados obtenidos es posible afirmar que la harina obtenida a partir de semilla de aguacate tiene un amplio potencial para ser usada como harina de sustitución, pues además de tener un alto valor nutricional, tienes una alta aceptación por los consumidores.

*Palabras clave: Semilla de aguacate, fibra, capacidad antioxidante, análisis sensorial, subproductos.*

---

## **1. Introducción**

El aguacate (*Persea americana*) es un fruto que brota en zonas tropicales o subtropicales, originario de Sur América. En el mundo existen más de 500 tipos de aguacates. Esta diversidad depende del clima donde crecen y de ello sus características fundamentales tales como forma, textura color y olor. Los tipos de aguacates más conocidos y consumidos mundialmente son el Hass y el Fuerte [1].

El aguacate no solo es conocido por su textura, aroma y perfil nutricional, si no también, por sus grandes beneficios en cuestiones de salud. En la actualidad, se ha declarado como una de las frutas con mayor contenido nutricional, esto se debe fundamentalmente a que es fuente de nutrientes liposolubles y fitoquímicos [2]. Uno de sus contenidos nutricionales más importante es el contenido lipídico, ya que contiene una gran cantidad de aceite. Es rico en lípidos polares, glicolípidos, fosfolípidos, ácidos grasos polinsaturados y monoinsaturados [3]. Además, en cuanto a su contenido en minerales es fuente de potasio, fósforo, magnesio, calcio sodio y en menor proporción de zinc y hierro. Adicionalmente,

otra virtud radica en la presencia de  $\beta$ -caroteno carotenoide provitamina A, vitamina E, retinol, ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y ácido fólico [4].

Debido a su alto valor nutricional el aguacate se ha convertido en un fruto bastante apetecido en el mercado. Su producción mundial en el 2014 fue de más de 5 millones de toneladas y México representa casi  $\frac{1}{4}$  de la producción total de aguacates en el mundo. Considerado el mayor productor de aguacates, produciendo 1,52 millones de toneladas al año [5]. El aguacate es producido y comercializado en más de sesenta países alrededor del mundo por sus cualidades nutricionales, antes mencionadas y su aplicación en salud. Igualmente, se debe resaltar que se encuentra disponible durante todo el año, la variación más producida es el aguacate Hass y esta domina el mercado en consecuencia a su calidad, productividad, disponibilidad y resistencia [6].

Con respecto a su producción en Colombia, el país se encuentra en el cuarto puesto del ranking de países productores, y en el tercero del ranking de países con mayor área de cosecha con una participación del 6% a nivel mundial. El aguacate es sembrado en 9 departamentos de país, Antioquia, Bolívar, Caldas, Cesar, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca, los cuales representan el 86% del área sembrada nacional. Por otro lado, según el Ministerio de Agricultura, el consumo per cápita de aguacate en el país es de 3.8kg al año, razón por la que se estima que hay aproximadamente 13.000 productores a nivel nacional. Por otra parte, se evidenció en lo corrido entre los años 2014 y 2017 una disminución del 96% en las importaciones del aguacate, seguido de un incremento exponencial en las exportaciones de este, alcanzando las 133 toneladas [7]

La industria procesadora del aguacate una vez utilizada la pulpa, descarta como desechos las semillas y la cáscara lo que genera una proporción considerable de residuos sólidos. Esta representa del 21 al 30% aproximadamente dependiendo de la clase de aguacate [8]. En estos residuos predominan los carbohidratos como fibras, hemicelulosa y almidón. Asimismo, pueden ser fuente potencial de energía de bioetanol u otro tipo de productos de valor agregado [9]. Normalmente, estos residuos representan una gran problemática de tipo ambiental, ya que se descartan sin un debido proceso.

Dada esta problemática, surge la necesidad de evaluar las propiedades funcionales (compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y contenido en fibra dietética total) de la harina obtenida a partir de la semilla de aguacate con el objetivo de evaluar su potencialidad para la formulación de productos alimenticios de alto valor agregado.

## **2. Metodología**

### **2.1 Análisis de mercado**

Se recopiló información sobre el mercado objetivo con el propósito de direccionar el proceso y el producto hacia el punto requerido por medio de consultas bibliográficas en el portal Passport y Euromonitor. Se buscó información sobre las tendencias del mercado de galletas, tasa de crecimiento y clientes potenciales en Colombia.

### **2.2 Obtención de la harina:**

Las semillas de aguacate usadas para la elaboración de la harina se obtuvieron en el restaurante Sopas de Mamá y Postres de la Abuela, todas de la variedad Hass. Los aguacates a partir de los cuales se extrajeron las semillas se encontraban maduros, listos para el consumo.

Para la obtención de la harina se rayaron las semillas de aguacate en un rallador de cocina convencional, se secó la ralladura en un horno Eléctrico con Gratinador HE2500 marca Challenger a

60°C durante 6 h, registrando el peso cada hora hasta que fue constante. Posteriormente se pulverizó la semilla seca en una licuadora Oster Expert. Una vez se obtuvo la harina, se almacenó en bolsas tipo ziploc, a temperatura ambiente, protegidas de la luz y humedad.

### 2.3. Caracterización de la semilla

#### Determinación del contenido de humedad:

Para determinar la humedad se registró el peso de las semillas antes de ser secadas, el peso de las semillas después de haber sido secadas y se realizó el cálculo de la humedad con la ecuación 1.

$$\%Humedad_{base\ húmeda} = \frac{peso_{húmedo} - peso_{seco}}{peso_{húmedo}} * 100 = \frac{peso_{H_2O\ muestra}}{peso_{muestra\ húmeda}}$$

**Ecuación 1.** Porcentaje de humedad en base húmeda.

#### Determinación del contenido de grasa:

Para determinar el contenido de grasa se empleó el método de extracción de Soxhlet, el cual consiste en la extracción, mediante un solvente, en este caso éter de petróleo (Panreac, 99%). Para esto, se registró el peso de un dedal de celulosa, se pesaron 2g de harina de semilla de aguacate dentro del dedal en una balanza analítica OHAUS PR Series Analytical y se cubrió con algodón para evitar su contaminación. En un balón previamente tarado, se agregaron 150mL de éter de petróleo. La extracción se llevó a cabo durante 6 h, a 35°C, con un goteo de 1 a 2 gotas por segundo. Una vez finalizada la extracción, se eliminó el solvente mediante evaporación. Se registró el peso del balón y se calculó el contenido de grasa de la muestra por diferencia de peso. Este procedimiento se realizó por duplicado [10].

#### Determinación de fibra dietaria total:

Para determinar el contenido de fibra dietaria total se utilizó el método AOAC 991.43. En primer lugar, se pesaron 0.5g de muestra y se mezclaron con 25 mL de buffer de fosfato (Panreac, 99%) y 50  $\mu$ L de  $\alpha$ -amilasa (Reactifs Ral) en un shot de 600 mL, se cubrió con aluminio, se colocó a baño maría a 93 °C y se agitó cada 5 min por 15 min. Posteriormente, se dejó reposar para que llegara a temperatura ambiente. Luego, se ajustó el pH a  $7.5 \pm 2$  por adición de hidróxido de sodio 0.275M (NaOH) (Merk, 99%) o ácido clorhídrico 0.325M (HCl) (Merk, al 99%). Por aparte, se elaboró una solución de 50 mg/mL de proteasa (Sigma, 100%) en buffer de fosfato y se adicionaron 50  $\mu$ L de esta solución a la muestra ajustada en pH. Se cubrió el shot con papel aluminio y se colocó a 60 °C en baño de agua con agitación durante 30 min. Posteriormente, se dejó enfriar el shot a temperatura ambiente. Después, se ajustó el pH de la muestra entre 4.0 y 4.6 adicionando HCl y NaOH y se adicionaron 50  $\mu$ L de amilogucosidasa (Fluka, 100%) en el shot cubierto con aluminio. Se colocó en baño maría a 60 °C con agitación continua por 30 min. Finalmente, se dejaron las soluciones durante la noche a temperatura ambiente para que la fibra soluble precipitara y se pudiera realizar el lavado de la fibra insoluble. Para el lavado de la fibra insoluble se utilizó un crisol con una capa de celite (Merk) de 0.5g homogenizada con dos lavados de 15 mL de etanol (Panreac) al 78%. Posteriormente, se vertió el contenido del shot en el crisol y se iniciaron los lavados. Para el primer lavado se emplearon tres porciones de 20mL de etanol al 78%, luego dos porciones de 10 mL de acetona (Panreac, 99%) y finalmente dos porciones de etanol (Panreac) al 95%. El residuo obtenido en los crisoles se dejó durante la noche en un horno al vacío (OV12 MAR) a 105 °C. Al día siguiente, se dejaron atemperar los crisoles en un desecador, se pesaron y se determinó el contenido en fibra haciendo uso de la ecuación 2, donde  $R_1$  y  $R_2$  son los mg de residuo y  $M_1$  y  $M_2$  son los pesos de las muestras de harina

de semilla de aguacate consideradas para el análisis. Este procedimiento se realizó por duplicado. De los residuos uno fue utilizado para la determinación de proteína y la otro para la de cenizas. [11].

$$\%FDT = \frac{\left(\frac{R_1 + R_2}{2} - mg_{Proteína} - mg_{Ceniza}\right)}{\frac{M_1 + M_2}{2}} * 100$$

**Ecuación 2.** Porcentaje de fibra.

### **Determinación del contenido de proteína:**

Para determinar el contenido de proteína se usó el residuo obtenido de la determinación de fibra dietaria total. Este se envió a los laboratorios de Ingeniería Ambiental de la Universidad de los Andes, en donde por medio del método Kjeldahl AOAC 992.23 se determinó el contenido de proteína de la muestra por triplicado. Esta metodología consiste en una digestión ácida, destilación y titulación con ácido clorhídrico. Para la determinación de contenido de nitrógeno se consideró un factor de 6,25 suponiendo que las proteínas tienen un 16 % de nitrógeno [12]. El porcentaje de proteína se calculó con la ecuación 3.

$$\% Nitrógeno = \frac{(mL \text{ ácido estándar} - mL \text{ blanco}) * N \text{ de ácido} * 1.4007}{\text{peso de la muestra en gramos}}$$

**Ecuación 3.** Porcentaje de proteína.

### **Determinación del contenido en cenizas:**

Para determinar las cenizas se utilizó el método AOAC 923.03, el cual se enfoca en destruir la materia orgánica presente en la harina de semilla de aguacate. Para lo anterior se llevaron los residuos a una mufla (Fisher Scientific FC1415M) a 525°C durante 5 h. Posteriormente se dejaron enfriar las muestras en un desecador. Con la Ecuación 4, se calculó el porcentaje de cenizas donde  $C_{emp}$  es el peso del crisol vacío,  $C_{ceniza}$  es el peso del crisol con cenizas y  $S_w$  es el peso de la muestra. Todas las mediciones se realizaron por duplicado [13].

$$\%Cenizas = \frac{C_{ceniza} - C_{emp}}{S_w} * 100\%$$

**Ecuación 4.** Porcentaje cenizas.

### **Preparación de los extractos para determinación de la capacidad antioxidante:**

Para la obtención de los extractos se pesó 1g de harina de semilla de aguacate y se diluyó en 25mL de metanol (Panreac) al 80% en un tubo falcon de 50mL. Seguidamente se sometió a agitación continua durante 3 h en un baño shaker Medline Scientifica a 100rpm y 25°C. Posteriormente se centrifugó en una Thermo Electronic Corporation TEC CL40R a 4500rpm durante 30min. Finalmente se filtró empleando papel filtro (BOECO, tamaño de poro 10µm). Este procedimiento se realizó por duplicado [14].

### **Capacidad antioxidante:**

Para la determinación de la capacidad antioxidante se usó el radical tris base  $((HOCH_2)_3CNH_2)$  2,2-difenil-1-picrylhidrazilo DPPH (ChemCruz). Se pesaron 4mg de DPPH en una balanza analítica OHAUS PR Series Analytical, se aforaron con metanol al 99% (Panreac) en un balón aforado de 100mL, esta solución se cubrió de la luz y se refrigeró a -4°C hasta su uso. Posteriormente, en un balón aforado de 10mL se agregó 1mL de la disolución de extracto, 3mL de la solución de DPPH y se llevó

a volumen con metanol al 99%, esto se hizo para cada disolución de extracto. Los balones fueron protegidos de la luz durante 30min. Se midió la absorbancia de cada muestra en un espectrofotómetro multi celdas PG T80+ UV/VIS a 520nm. Se tomó como blanco metanol al 99% [15]. La capacidad antioxidante se expresó como  $\mu\text{g}$  Trolox Equivalente / g muestra. Las capacidades antioxidantes de las muestras fueron calculadas mediante la curva de calibración de Trolox ( $y = -0.0053x + 1.0169$ ,  $R^2 = 0.998$ ), donde  $y$ =absorbancia y  $x$ =concentración.

#### ***Contenido fenólico total:***

Se hizo uso del método colorimétrico Folin-Ciocalteu, en el cual se preparó una disolución patrón de ácido gálico de 0.1g/L, para lo cual se pesaron 50mg de ácido gálico (Loba Chem, 99.5%), se colocaron en un matraz aforado de 50mL y se llevaron a volumen con agua destilada. Seguidamente, se preparó una disolución de carbonato de sodio (Panreac, 100%) al 20% pesando 10g de carbonato de sodio en un matraz aforado de 50mL, el cual se llevó a volumen con agua destilada. Posteriormente, se preparó una disolución 1N del reactivo Folin Ciocalteu (Panreac, 1.8 – 2.2mol/L), mediante una disolución 1:2 del reactivo comercial 2N en agua destilada, la cual se protegió de la luz y se refrigeró. A partir de la disolución patrón de ácido gálico, en viales protegidos de la luz, se prepararon disoluciones con agua destilada para obtener concentraciones de 0mg/L, 1mg/L, 2mg/L, 3mg/L, 4mg/L y 5mg/L para obtener la curva de calibración. La curva de calibración se realizó tomando, 20 $\mu$ L, 40 $\mu$ L, 60 $\mu$ L, 80 $\mu$ L, 100 $\mu$ L de la solución patrón de ácido gálico de 0.1g/L en viales de ámbar de 3mL, luego se adicionaron a cada vial, 250 $\mu$ L del reactivo Folin Ciocalteu, se agitaron durante 10 minutos en ultrasonido Branson 2510MT, para luego adicionarle 1250 $\mu$ L de la disolución de carbonato de sodio al 20% a cada vial, se llevaron a un volumen de 2mL con agua destilada y se dejaron reposar durante 2 h. Finalmente, se leyó la absorbancia a 760nm en un espectrofotómetro multi celdas PG T80+ UV/VIS. Para la determinación del contenido fenólico total, se tomaron 2g de harina, se agregaron a un matraz erlenmeyer con 50mL de agua y se agitaron hasta que se disolvió la harina. Seguidamente, se tomaron 0,5mL de esta disolución y se mezclaron con 0.75mL del reactivo Folin Ciocalteu que se dejó en reposo a temperatura ambiente por 5 min, después se agregaron 0.75mL de la disolución de carbonato de sodio al 20%, se agitaron y se dejaron reposando durante 90 min a temperatura ambiente. Finalmente, se midió la absorbancia en un espectrofotómetro a 760nm. Este procedimiento se realizó por duplicado. El contenido fenólico se calculó usando la curva de calibración ( $y = 0.087x + 0.0361$ ,  $R^2 = 0.978$ ) de ácido gálico, donde  $y$ = absorbancia y  $x$  = concentración, el resultado se expresó como los mg de ácido gálico equivalente por g de harina [16].

#### **2.4. Formulación de galletas funcionales a partir de semilla de aguacate:**

Se plantearon cuatro formulaciones teniendo en cuenta en análisis de mercado y lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 1241 [17], en la cual se definen las características que debe cumplir cada tipo de galleta existente en el mercado del país. En la tabla 1 se presentan las formulaciones y los porcentajes de harina de semilla de aguacate, los cuales se encuentran en un 25%, 50%, 75% y 100% de reemplazamiento de harina de trigo por harina de semilla de aguacate.

Para la elaboración de las galletas, primero se precalentó el horno (Challenger 120V) a 175°C. Seguidamente, se mezclaron los ingredientes secos: harina de semilla de aguacate, harina de trigo (Haz de Oros), azúcar morena (RioPaila), harina de avena (Don Pancho) y polvo para hornear (Royal) con una batidora (Oster 2499) a velocidad media por 1 min. Posteriormente se añadieron los ingredientes húmedos, huevos (Kikes AA) y mantequilla sin sal (Alpina) y; se batió a velocidad constante por 1 min. Seguidamente se laminó la mezcla con un rodillo hasta lograr un grosor de aproximadamente 8mm y; se cortaron las galletas con un molde redondo de 2.5cm de radio. En una bandeja previamente engrasada con aceite (Gourmet) se colocaron las galletas y; se hornearon por 25 min a 175°C. Pasado

este tiempo se retiraron del horno, se dejaron enfriar y se almacenaron en recipientes herméticos de vidrio hasta su análisis.

*Tabla 1. Formulaciones de galletas funcionales (%p/p) a partir de harina de semilla de aguacate.*

Ingredientes	Galletas de semilla de aguacate			
	25%	50%	75%	100%
<b>Formulaciones</b>	25%	50%	75%	100%
<b>Harina de trigo %</b>	34	20	6	—
<b>Harina de aguacate %</b>	6	20	34	40
<b>Azúcar morena %</b>	23	23	23	23
<b>Harina de avena %</b>	16	16	16	16
<b>Mantequilla sin sal %</b>	20	20	20	20
<b>Huevo %</b>	13.5	13.5	13.5	13.5
<b>Polvo para hornear %</b>	1	1	1	1
<b>Total %</b>	100	100	100	100

### **Análisis sensorial**

Para la evaluación sensorial fueron encuestadas entre familiares y conocidos 41 personas, en donde el 58.5% fueron hombres y el 41.5% mujeres, con edades entre 19 y 82 años. Primeramente, a cada juez se le entregó una hoja de consentimiento informado, en donde se le explicó los objetivos y el alcance de la investigación (Anexo 1). Seguidamente, a cada juez se le entregó una a una cada galleta de forma aleatoria, esto con el objetivo de evitar el sesgo. Por cada galleta analizada diligenciaron un formulario digital, en el cual evaluaron con una escala hedónica de 1 (me disgusta muchísimo) al 9 (me gusta muchísimo), la apariencia, el color, la textura y la aceptabilidad global. También, se evaluó la crujencia mediante la escala Just About Right (JAR) en la cual, se les preguntó a los participantes si la crujencia estaba muy por debajo de lo ideal (1 y 2), ideal (3) o muy por encima de lo ideal (4 y 5), lo cual permitió determinar si la intensidad del atributo era la adecuada. Adicionalmente, se realizaron preguntas que permitieron caracterizar a los jueces encuestados, dentro de las cuales se encuentran: ¿con qué frecuencia consumen galletas?, ¿Consume o ha consumido productos alimenticios elaborados a partir de semilla de aguacate?, ¿Conoce los beneficios de la harina obtenida a partir de semilla de aguacate?, ¿Estaría dispuesto a consumir productos alimenticios elaborados a partir de harina de semilla con más frecuencia?, ¿Cuida su alimentación?, ¿Lee las etiquetas nutricionales de los alimentos que consume?, ¿Lleva algún tipo de alimentación vegana o vegetariana?, ¿Practica actividad física más de tres veces a la semana?, ¿Cuáles de las galletas que probó estaría dispuesto a comprar?, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una presentación de 100gr? En el anexo 2 se encuentra el formulario que los jueces diligenciaron.

### **Análisis de textura**

Para el análisis de textura de las galletas, los atributos de textura se determinaron mediante el método de three-point bend, se usó un texturómetro TA - XT2 de marca Stable Micro Systems Ltd, equipado con una celda de 5kg. A partir de la compresión sobre la galleta se obtuvo una curva de fuerza sobre distancia, con la cual se determinó la dureza y la fracturabilidad de las galletas. Los parámetros utilizados en el análisis fueron 1 mm/seg para la prueba de velocidad y 8mm para la distancia.

## Color

El color se determinó utilizando un colorímetro Konica Minolta CR-20, el cual se calibró con una placa de calibración CR-A86, este instrumento cuenta con un iluminante D65 y un observador estándar de 10° [18]. Los datos arrojados por el colorímetro fueron  $L^*$  que mide la luminosidad, en una escala numérica de 0 (negro) a 100 (blanco),  $a^*$  toma valores positivos para rojizos y valores negativos para verdosos,  $b^*$  toma valores positivos para amarillez y valores negativos para azules. Con estos valores se calculó el croma ( $C_{ab}^*$ ) y el tono ( $h_{ab}$ ) mediante las ecuaciones 5 y 6, respectivamente [19].

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

**Ecuación 5.** Croma.

$$h_{ab} = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

**Ecuación 6.** Tono.

## 2.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en el análisis sensorial, de textura y de color fueron analizados en el software estadístico Minitab y con Microsoft Excel. Con el fin de determinar la presencia de diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), los datos de estas propiedades se analizaron en Minitab mediante un análisis de la varianza ANOVA haciendo uso del test de Tukey.

Para los resultados de la escala JAR se realizó un análisis de penalizaciones en Excel, para el cual se calculó el porcentaje de jueces que votaron por el nivel demasiado bajo y demasiado alto en la crujencia, el cálculo de la penalización para el nivel demasiado bajo se calculó como la aceptación global media del grupo JAR menos la aceptación media global del grupo JAR demasiado bajo. Para el nivel demasiado alto la penalización se calculó como la aceptación global media del grupo JAR menos la aceptación media global del grupo JAR demasiado alto. El atributo que obtuvo un porcentaje de jueces con puntuaciones diferentes en la JAR superior al 20% y penalización superior a 1 en cualquiera de los niveles debe ser revisado [20].

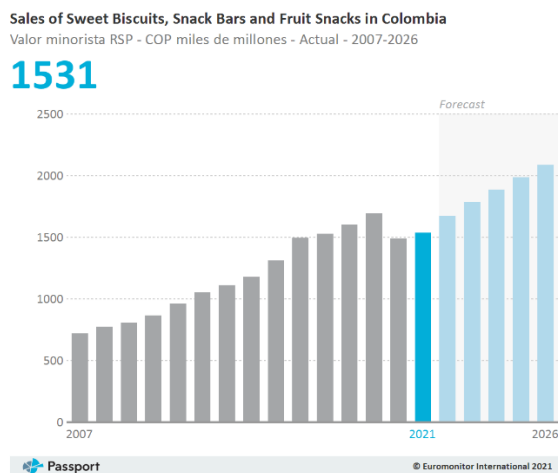
## 3. Resultados

### 3.1 Análisis de Mercado

#### 3.1.1 Oferta y demanda nacional

Como se puede ver en la ilustración 1, el mercado de galletas, snacks bars y snacks de frutas en Colombia es de 1.5COP billones y 85.550 toneladas en el 2021. Este mercado ha experimentado un crecimiento anual del 3%, por lo cual se proyecta que para el 2026 este mercado tenga un valor de 2 billones de pesos. Específicamente, el mercado de galletas tiene un valor de 130.7COP mil millones, con una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) de 6%. Teniendo en cuenta que las galletas a partir de harina de semilla de aguacate representan un concepto de salud, bienestar físico y nutrición con su consumo, se consideró que el mercado del producto puede ser comparado con el mercado de

las galletas Tosh®, el cual tiene una participación del 7.7% dentro del mercado de galletas en Colombia [21].



*Ilustración 1. Mercado de galletas y snacks en Colombia [21]*

### 3.1.2 Identificación de clientes

Existen dos tipos de grupos de clientes, los directos y los indirectos. Los primeros comprenden a supermercados de grande, mediana y pequeña superficie que compran y revenden el producto a personas naturales que lo consumen (indirectos) [22]. En la ilustración 2 se muestran clientes directos, donde se encuentra el Grupo Éxito, Grupo Carulla, Grupo Olímpica, Tiendas D1, supermercados medianos y tiendas minoristas. La elección de estos distribuidores se basó en la diversidad de productos, costos y clases sociales que los frecuentan. Además, estos supermercados son los que mayores ventas registran en el país [23].

LAS EMPRESAS QUE LIDERARON RESULTADOS EN RETAIL						
Cifras en millones	INGRESOS	VARIACIÓN	UTILIDADES	VARIACIÓN		
1	Éxito	\$56.442.803	9,37%	\$217.713	400,17%	<b>VENTAS</b> \$5,3 billones sumaron los ingresos de los hard discount en 2017
2	Olímpica	\$5.709.718	7,33%	\$122.963	36,88%	
3	Alkosto	\$4.865.884	2,97%	\$328.352	110,86%	
4	Cercosud	\$3.839.177	-4,01%	-\$52.823	-205,02%	<b>PÉRDIDAS</b> Las tres cadenas de descuento registraron un saldo negativo de \$579.597
5	Carulla	\$3.105.632	45,57%	-\$69.266	170,97%	
6	Falabella	\$1.629.166	8,58%	-\$21.422	-52,37%	
7	D1	\$1.499.306	-8,91%	\$16.199	-3,02%	<b>SECTOR</b> Las ventas del retail sumaron \$81,4 billones
8	Ara	\$1.438.883	73,30%	-\$346.370	63,10%	
9	Makro	\$1.101.633	-2,82%	\$15.090	334,12%	
10	PriceSmart	\$1.053.070	16,75%	\$12.579	177,49%	
11	Supercentros	\$769.465	265,36%	-\$163.961	117,00%	

Fuente: Supercadenas / Gráfico: LRV/CG

*Ilustración 2. Supermercados de grandes superficies que lideran el mercado retail en Colombia [23].*

### 3.1.3 Segmento de mercado

Para la determinación del segmento de mercado es necesario realizar una segmentación geográfica, demográfica, pictográfica y de comportamiento. Para el producto, se determinó que el grupo de consumidores al que se quiere llegar inicialmente se encuentra en Bogotá, ya que esta representa el 32% de consumo a nivel nacional de galletas [24]. Seguidamente se determinó un segmento teniendo en cuenta los atributos de la población, dentro de los cuales se tendrán en cuenta a la población de hombre y mujeres entre los 20 y 60 años. Teniendo en cuenta lo anterior se procedió a determinar el



segmento pictográfico, el cual corresponde al estilo de vida, gustos e intereses de los consumidores. De esta manera se estableció que el producto está dirigido a personas que buscan una alimentación natural y balanceada, esto por medio de alimentos que ayuden a mejorar la digestión y aporten nutrientes esenciales y generen saciedad.

### 3.2 Caracterización nutricional y compuestos funcionales de la harina de semilla de aguacate

Las propiedades analizadas durante la caracterización nutricional, los compuestos funcionales y sus resultados se muestran en la tabla 2.

*Tabla 2. Composición nutricional y propiedades funcionales de la harina de semilla aguacate.*

<b>Parámetro</b>	<b>Promedio</b>
<b>Humedad %</b>	45.16 (0.09)
<b>Grasa %</b>	27.73 (0.15)
<b>Fibra %</b>	23.66 (0.05)
<b>Proteína %</b>	1.57 (0.33)
<b>Cenizas %</b>	0.99 (0.41)
<b>Capacidad antioxidante</b> ( $\mu\text{g}$ Trolox Equivalente/ g muestra)	185.45 (0.67)
<b>Contenido fenólico</b> (mg de ácido gálico equivalente por g de harina)	6.3 (0.29)

Los valores entre paréntesis son la desviación estándar.

La composición nutricional de un alimento es de carácter fundamental a la hora de conocer y determinar sus beneficios, ya que esta brinda una valoración cuantitativa sobre su contenido. De esta forma, se logra identificar como estas propiedades afectan tanto la salud del consumidor como la calidad y características esenciales del producto. Además, la cuantificación de estos parámetros hace que se pueda catalogar o identificar a el alimento según el aporte que genera. Esto permite determinar en qué condiciones es más beneficioso su consumo dependiendo del ciclo de vida o condiciones especiales como por ejemplo niñez, adulto mayor, embarazo, entre otros [25].

Los porcentajes mostrados en la tabla 2 corresponden a la humedad, grasa, fibra, proteína, cenizas, capacidad antioxidante y contenido fenólico de la harina de semilla de aguacate. Los resultados de la composición nutricional fueron comparados con la literatura y se evidencia que los valores son acordes y comparables a los obtenidos experimentalmente.

Por su parte, los valores de humedad son uno de los índices más importantes evaluados en alimentos, ya que refleja el contenido en agua, frescura y caducidad del alimento. Asimismo, representa un buen indicador para determinar su valor económico. El hecho de que los porcentajes reportados en la literatura de  $54.45\% \pm 2.33\%$  y experimentalmente  $45.16\% \pm 0.09\%$  sean elevados es una buena señal para determinar calidad y bienestar de la harina de la semilla de aguacate, ya que esto demuestra que el aguacate creció de la manera correcta, está sano y apto para el consumo [26].

Por otra parte, el porcentaje de grasas reportado experimentalmente fue alto, pues como se puede observar en la tabla 2, este parámetro luego del porcentaje de humedad es el más elevado. El porcentaje de grasas reportado en la literatura es de  $14.7\% \pm 0.32\%$  y el encontrado experimentalmente fue de  $27.73\% \pm 0.15\%$  lo que permite decir que existe una diferencia significativa, pero que demuestra que

el aguacate es un fruto con un alto contenido lipídico [26]. Asimismo, la cantidad de grasas de la semilla del aguacate cambia en sus distintas capas. Este contenido de grasas varía como resultado del proceso de crecimiento del fruto y etapa de maduración [27].

En cuanto al contenido de fibra encontrado experimentalmente  $23.66\% \pm 0.05$ , se puede afirmar que la harina obtenida a partir de la semilla del aguacate es alta en fibra. Los resultados obtenidos y los encontrados en la literatura  $26.33\% \pm 1.53$  son extremadamente cercanos, esto corrobora que el contenido de fibra en la harina obtenida a partir de la semilla del aguacate representa un porcentaje prominente en su composición [28]. Esto evidencia que es un alimento saludable, ya que la fibra cumple con una cantidad de funciones beneficiosas para el organismo y previene enfermedades como la diabetes, colesterol alto y estreñimiento. Asimismo, para el adecuado funcionamiento del cuerpo se recomienda un consumo mínimo de aporte diario de 20-35g de fibra para garantizar el adecuado funcionamiento intestinal [29]. Por otro lado, las harinas tradicionalmente encontradas en el mercado como la harina de trigo tienen un contenido de fibra sustancialmente bajo  $1.62\% \pm 0.3$  en comparación a la harina de semilla de aguacate. Esto significa que la harina obtenida a partir de la semilla del aguacate aporta más beneficios a la salud [30].

Con relación al porcentaje de proteína de la harina obtenida a partir de la semilla del aguacate se reporta en la literatura  $2.19\% \pm 0.16$  un bajo porcentaje que es semejante al obtenido experimentalmente  $1.57\% \pm 0.33$ . Este nutriente se encuentra en una baja proporción, puesto que se ha encontrado que para las frutas y semillas las proteínas no son un macronutriente predominante o que se encuentre en gran cantidad. De hecho, el aguacate es de los frutos que contiene más porcentaje proteico [26].

Por lo correspondiente al porcentaje de ceniza se encontró que se encuentra en más baja proporción tanto en la literatura  $1.29\% \pm 0.03\%$  como experimentalmente  $0.99\% \pm 0.41\%$  [26]. Este parámetro representa todos esos minerales y materia inorgánica que queda luego de desengrasar y calcinar la muestra. Generalmente, este contenido es utilizado como índice de calidad del alimento, pues cumple una función reguladora y se encuentra en pequeñas cantidades en comparación a los macronutrientes [31]. Asimismo, entre los minerales que se encuentran en la semilla del aguacate son predominantemente el potasio 14.5% y el calcio 0.43%. En contraste, algunas especies de aguacate no reportan elementos tales como el fósforo y cobre [28].

Por otra parte, los resultados encontrados experimentalmente  $185.45 \pm 0.67$  µg Trolox Equivalente/ g muestra, con respecto a la capacidad antioxidante fueron similares a los reportados en la literatura  $164.4$  µg Trolox Equivalente/ g muestra [32]. Esto evidencia que la harina de la semilla del aguacate contiene una gran capacidad para inhibir la degradación oxidativa y reaccionar con radicales libres. Esta característica es de suma importancia puesto que estos radicales libres pueden tener un impacto negativo en el organismo tales como cáncer, arteriosclerosis, entre otras. Asimismo, esta característica representa una de las más significativa a nivel de beneficios de la semilla del aguacate, ya que contrarresta la degradación y el daño celular [33].

Con respecto al contenido fenólico encontrado experimentalmente  $6.3 \pm 0.29$  mg de ácido gálico equivalente por g de harina y el reportado en la literatura 5.7 mg de ácido gálico equivalente por g de harina se evidencian semejanzas [32]. Por su parte, el contenido fenólico presente en la semilla del aguacate brinda características particulares a la harina, tales como la aromaticidad similar al cacao y el color ladrillo al momento de la elaboración de la harina. Asimismo, el contenido fenólico presenta beneficios en cuestiones de salud, tales como tratamientos para la prevención del cáncer, enfermedades cardiovasculares y otras patologías de carácter inflamatorio [34].

Finalmente, las diferencias encontradas entre la literatura y los datos experimentales pueden atribuirse a factores como el tipo de suelo del que se obtuvo el aguacate, la temporada de cosecha, la procedencia

del agua para el riego y el punto de maduración del aguacate [35]. Asimismo, cabe resaltar que se encontró una similitud sustancial en la composición nutricional de la pulpa y la semilla del aguacate lo que evidencia que la harina obtenida a partir de la semilla del aguacate es una excelente opción a nivel nutricional para la elaboración de alimentos [32].

### 3.2 Análisis sensorial

Para analizar los atributos con escala hedónica, apariencia, color, textura y aceptabilidad global se realizó un ANOVA haciendo uso del test de Tukey. Con los resultados obtenidos (Tabla 3), se puede apreciar que el único atributo evaluado que no obtuvo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las muestras fue la apariencia, pues para el color, textura y aceptabilidad global se obtuvo que las diferencias fueron significativas entre galletas. De igual forma, se encontró una relación inversa entre el aumento del porcentaje de sustitución de haría de trigo por harina de semilla de aguacate y el promedio de los atributos evaluados por los consumidores.

*Tabla 3. Medias para la apariencia, color, textura y aceptabilidad de las galletas con 25%, 50%, 75% y 100% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate.*

	Apariencia	Color	Textura	Global
Galleta 25%	8,0 <sup>a</sup> (0,9)	8,0 <sup>a</sup> (0,9)	7,9 <sup>a</sup> (0,9)	7,9 <sup>a</sup> (0,9)
Galleta 50%	7,3 <sup>a</sup> (1,4)	7,3 <sup>ab</sup> (1,4)	7,4 <sup>ab</sup> (1,0)	6,7 <sup>b</sup> (1,1)
Galleta 75%	7,3 <sup>a</sup> (1,5)	7,2 <sup>ab</sup> (1,4)	6,9 <sup>b</sup> (1,7)	6,7 <sup>b</sup> (1,4)
Galleta 100%	7,5 <sup>a</sup> (1,2)	7,3 <sup>b</sup> (1,5)	7,1 <sup>b</sup> (1,0)	6,5 <sup>b</sup> (1,2)

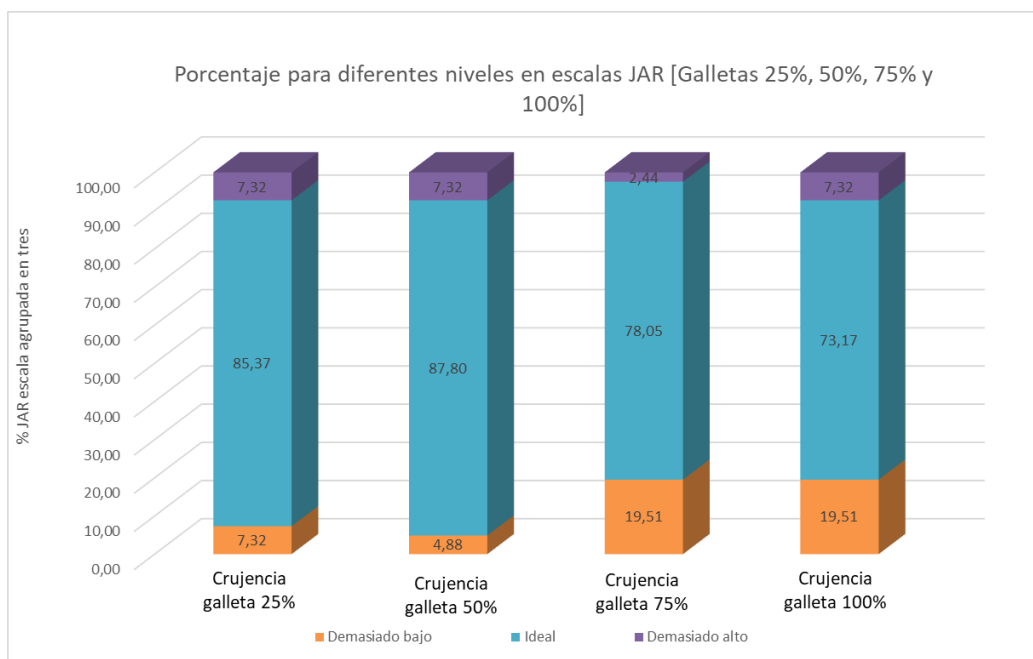
Valores en una columna con una letra diferente son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) de acuerdo al test de Tukey. Los valores entre paréntesis son la desviación estándar.

Para la galleta con 25% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate se obtuvo el promedio más alto en todos los atributos evaluados comparados con las demás formulaciones (50%, 75% y 100%), esto puede atribuirse al bajo porcentaje de harina de semilla de aguacate presente en las galletas, pues para la mayoría de los jueces el color y la textura eran similares a los de una galleta tradicional.

En cuanto a color de las galletas, se encontró que para los jueces fue fácil establecer las diferencias entre las formulaciones, pues muchos pudieron establecer el cambio en la coloración de las galletas. Entre los comentarios hechos por los jueces en la evaluación de este atributo se destaca la relación entre el aumento en la tonalidad café oscuro y la percepción de que la galleta parecía quemada. Otros comentarios afirmaron que debido al color parecían galletas de chocolate. Estos resultados concuerdan con los reportados en el análisis de color, pues a medida que el porcentaje de sustitución de la harina aumentó, se evidenció la pérdida en la luminosidad y el paso de tonos café claro a café oscuro.

En cuanto a la textura de las galletas, se encontró que los jueces establecieron una relación entre el aumento del porcentaje de sustitución y un ablandamiento en las galletas. Pues como se puede observar en los resultados, para las galletas con 75% y 100% de sustitución se obtuvieron promedios más bajos comparados con las galletas de 25% y 50%. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el análisis de textura, pues a medida que el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate aumentó se evidenció una disminución en la dureza de la galleta.

Para el análisis de escala JAR y el análisis de penalizaciones para el atributo de crujencia se agruparon los porcentajes de respuesta de las cinco opciones en tres: demasiado bajo (puntajes 1 y 2), ideal (puntaje 3) y demasiado alto (puntajes 4 y 5), tal y como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Porcentaje escala JAR agrupado para en tres para a) galleta 25%, b) galleta 50%, c) galleta 75%, d) galleta 100%.

Con los resultados obtenidos para la galleta con 25% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate (Figura 1) se puede ver que el atributo de crujiencia superó el 85.37%, por lo cual se puede considerar que este se encuentra bien establecido. De igual forma, el efecto de este atributo en la aceptación global fue poco importante, esto se puede comprobar con el cálculo de la penalización (Tabla 4) inferior a 1 y el porcentaje de jueces con puntuaciones diferentes de JAR fue inferior al 20%, lo que confirma que este atributo se encontró en los niveles adecuados. De igual forma, estos resultados se comprobaron con las respuestas obtenidas en el análisis sensorial (Tabla 3), pues esta galleta fue la mejor calificada en el atributo de textura. Esto demuestra que este porcentaje de sustitución no generó una respuesta negativa en los jueces, pues esta galleta obtuvo un 80% de intención de compra.

Para la galleta con 50% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate (Figura 1), el atributo de crujiencia se puede considerar bien establecido, pues la crujiencia obtuvo un valor de 87.8%. Lo anterior se puede comprobar con el cálculo de las penalizaciones (Tabla 4). En este sentido, la crujiencia obtuvo valores inferiores al 20% y 1 en el porcentaje de jueces con puntuaciones diferentes de JAR y la penalización respectivamente. Con los resultados obtenidos se puede evidenciar que este atributo afectó a la aceptación global, pues se puede establecer una relación directa entre la crujiencia y la textura, atributos en los que esta galleta obtuvo puntuaciones mucho más bajas comparadas con las galletas de 25% de sustitución. Con lo anterior, se pudo ver que el aumento en el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate generó que los jueces detectaran cambios radicales en la percepción de este atributo.

Para la galleta con 75% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate (Figura 1), se puede ver que el atributo de crujiencia fue demasiado bajo, lo cual se puede corroborar con el cálculo de las penalizaciones (Tabla 4). El porcentaje de jueces con puntuaciones diferentes de JAR fue del 20% y la penalización fue de 1.6, por lo cual este atributo se debe revisar para lograr mejorar la percepción de los jueces. Para mejorar la percepción de este atributo se propone estudiar la relación que puede haber entre el tamaño de partícula de la harina, la cantidad de grasa, tiempo y temperatura

de horneado de las galletas para encontrar qué cantidades y condiciones pueden generar un mejor resultado.

Para la galleta con 100% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate, se puede ver que el atributo de crujencia en el nivel demasiado bajo obtuvo 20% en el porcentaje de jueces con puntuaciones diferentes de JAR y -0.83 en la penalización (Tabla 4), por lo cual se puede considerar como bien establecido. Por su parte, esta galleta fue la que obtuvo los puntajes más bajos en los atributos de textura y aceptabilidad global calificados por los jueces. Estos resultados pueden atribuírsele a las características nutricionales de la harina de semilla de aguacate, específicamente a su alto contenido en fibra, pues al encontrarse en una proporción tan elevada modifica todos los atributos que caracterizan a una galleta tradicional.

*Tabla 4. % de jueces y penalizaciones.*

	Atributo	Grupo	% Jueces	Penalización
Galleta 25%	Crujencia	Demasiado bajo	7	0,30
		Demasiado alto	7	0,97
Galleta 50%	Crujencia	Demasiado bajo	20	1,60
		Demasiado alto	2	-0,06
Galleta 75%	Crujencia	Demasiado bajo	5	0,22
		Demasiado alto	7	0,06
Galleta 100%	Crujencia	Demasiado bajo	20	-0,883
		Demasiado alto	7	0,033

### 3.3. Textura

La dureza de una galleta se refiere a la máxima fuerza requerida para ser rota en dos piezas, mientras que la resistencia que ejerce la galleta a ser doblada antes de romperse en dos pedazos se llama fracturabilidad [36]. El aumento en el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate en las galletas generó alteraciones en la capacidad de absorción de agua, puesto que esta depende del contenido de fibra dietética soluble presente en la harina. La interacción entre la fibra dietética soluble y las proteínas hace que los residuos fibrosos retengan cuatro veces su peso en agua [37]. Esto explicaría que la galleta con 100% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate presentara el valor más bajo en dureza (Tabla 5) debido al alto contenido de fibra dietaria total que contiene la harina de semilla de aguacate (Tabla 2). Sin embargo, las galletas con un 50% sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate reportaron valores de dureza mayores a la galleta con 25% de sustitución, por lo cual, no es posible indicar una correlación entre la dureza y la reducción de harina de trigo en las galletas evaluadas.

En cuanto a la fracturabilidad (Tabla 5), se reportaron valores entre 38.3mm y 39.8mm. La galleta con 25% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate mostró los valores más altos, mientras que la galleta con un 100% de sustitución obtuvo los más bajos. Sin embargo, las diferencias no fueron significativas. Estos resultados contradicen lo establecido en otros estudios en los cuales se afirma que la sustitución de harina de trigo por otro tipo de harinas generó un aumento en la fracturabilidad de las galletas [36]. Estos resultados son positivos ya que indican que el % de harina de semilla de aguacate empleado en la formulación de las galletas no produjo un aumento en la fracturabilidad de las mismas.

**Tabla 5.** Atributos de textura de las galletas con 25%, 50%, 75% y 100% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate.

Galleta de semilla de aguacate	Atributos de textura	
	Dureza (N)	Fracturabilidad (mm)
25%	1260.1 <sup>a</sup> (2.42)	39.8 <sup>a</sup> (0.72)
50%	1425.7 <sup>b</sup> (1.98)	39.4 <sup>a</sup> (0.73)
75%	727 <sup>c</sup> (0,55)	38.79 <sup>a</sup> (0.66)
100%	533.8 <sup>d</sup> (1.68)	38.3 <sup>a</sup> (0.02)

Valores en una columna con una letra diferente son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) de acuerdo al test de Tukey  
Los valores entre paréntesis son la desviación estándar.

### 3.4. Color

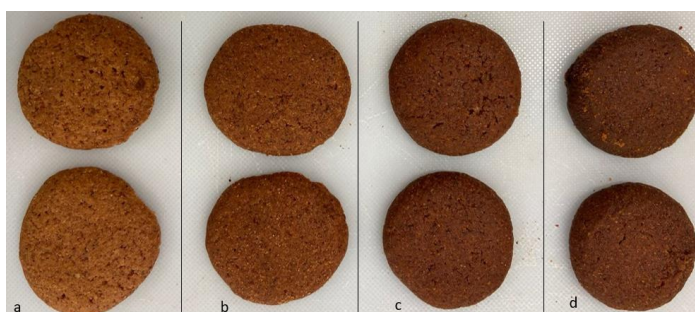
Con relación al color de las galletas se obtuvo observó que el porcentaje de harina de semilla de aguacate empleada para la formulación de las galletas tuvo un efecto significativo sobre los parámetros de color. El color café anaranjado característico de la harina de la semilla de aguacate es atribuido a la acción de la enzima polifenol oxidasa [38], el cual al integrarse con los ingredientes de la galleta generó una intensa coloración café. Los valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C_{ab}^*$  y  $h_{ab}^\circ$  (Tabla 6) confirmaron la relevancia de los cambios de color.

**Tabla 6.**  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C_{ab}^*$  y  $h_{ab}^\circ$  de las galletas con 25%, 50%, 75% y 100% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate.

Galleta	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C_{ab}^*$	$h_{ab}^\circ$
25%	41.1 <sup>a</sup> (0.28)	17.1 <sup>a</sup> (0)	21.7 <sup>a</sup> (0.7)	27.63 <sup>a</sup> (0.55)	38.24 <sup>a</sup> (0.9)
50%	31 <sup>b</sup> (0)	14.4 <sup>a</sup> (0.28)	12.25 <sup>b</sup> (0.07)	18.9 <sup>b</sup> (0.26)	49.61 <sup>a</sup> (0.39)
75%	29.9 <sup>c</sup> (0.42)	12.95 <sup>b</sup> (0.49)	11 <sup>c</sup> (0.7)	17 <sup>c</sup> (0.83)	49.67 <sup>b</sup> (0.73)
100%	36.05 <sup>c</sup> (0.77)	16.6 <sup>c</sup> (0)	17.4 <sup>c</sup> (0.99)	24.05 <sup>c</sup> (0.71)	43.68 <sup>c</sup> (1.63)

Valores en una columna con una letra diferente son significativamente diferentes ( $p < 0.05$ ) de acuerdo al test de Tukey.  
Los valores entre paréntesis son la desviación estándar.

El aumento del porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate implicó galletas más oscuras (Imagen 1), lo que representó una disminución en el valor de la luminosidad  $L^*$ , así como una evolución a tonalidades marrones. De igual forma, se evidenciaron disminuciones significativas en las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$ , las galletas con 25% y 100% de sustitución obtuvieron valores de enrojecimiento y amarillez más altos. De igual forma, estas formulaciones (25% y 100%) también obtuvieron los valores más altos  $C_{ab}^*$ , lo que indica colores con una pureza e intensidad más altas. Las galletas con cromas más bajos lucen más pálidas, lo cual se puede corroborar en la imagen. Por otro lado, los valores obtenidos para el tono se encuentra en la escala de marrones para todas las formulaciones [19].



**Imagen 1.** Galletas con a) 25%, b) 50%, c) 75% y d) 100% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate.

Por otra parte, con los resultados obtenidos en las preguntas de caracterización de la población del análisis sensorial se puede ver el alto potencial que tiene la harina de semilla de aguacate para ser usada como harina de sustitución en galletas. El 100% de los jueces encuestados reportaron no haber consumido productos alimenticios elaborados a partir de semilla de aguacate. El 92.7% de los encuestados reportaron que no conocían los beneficios de la harina de la semilla de aguacate, pues para muchos esta es considerada como un residuo y no habían pensado en la posibilidad de que esta pudiera brindar tantos beneficios a la salud y a su vez pudiera ser usada como un alimento. Una vez se les explicaron los beneficios que puede conllevar incluir esta harina de semilla de aguacate en la dieta el 95% de los encuestados afirmaron que estarían dispuestos a consumir productos que la contuvieran.

El 80% de los consumidores encuestados estarían dispuestos a comprar la galleta con un 25% de sustitución, lo cual hace que esta galleta pueda ser considerada como una opción para el 22% de jueces que consume galletas diariamente, para el 39% que consume semanalmente, para el 85% que afirmó que cuidan su alimentación, para el 52% que realiza actividad física más de tres veces a la semana, y para el 56% que presta atención a las etiquetas de los alimentos que consume. Finalmente, teniendo en cuenta el potencial que tiene este producto y el crecimiento de este mercado, se les preguntó a los consumidores que precio estarían dispuestos a pagar por una presentación de 100gr, para lo cual el precio escogido fueron COP3.000. Por su parte, este valor se encuentra en el rango de precios promedio de galletas en el mercado.

#### **4. Conclusiones**

La harina de semilla de aguacate es un alimento con alto contenido nutricional, pues es alto en fibra, tiene un alto contenido fenólico y una alta capacidad antioxidante. A su vez, este tiene un gran potencial de ser usado en la industria de alimentos como ingrediente de sustitución en la reformulación de alimentos, pues genera valor agregado a los productos en los que se incorpora.

La sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate generó cambios significativos en el color y textura de las galletas, pues a medida que el porcentaje de harina de semilla de aguacate aumentó las galletas cambiaron de tonalidad, pasando de café claro a café oscuro.

La textura, crujencia, dureza y fracturabilidad también se vieron afectados por la adición de harina de semilla de aguacate, pues a medida que aumentó el porcentaje de sustitución la dureza de las galletas disminuyó. Lo anterior conllevó a que este atributo fuera uno de los más fuertemente penalizados por los consumidores, pues lo que buscan los consumidores frecuentes de galletas es un producto con una crujencia adecuada, dado que esta es un símbolo de frescura y calidad de estas.

Las galletas con 25% de sustitución de harina de trigo por harina de semilla de aguacate obtuvieron resultados significativamente superiores en todos los atributos comparados con las demás formulaciones, pues esta tiene un perfil sensorial similar a las galletas comerciales, lo cual derivó en una mayor aceptación entre los consumidores.

Teniendo en cuenta que el atributo de sabor no pudo ser evaluado, se propone estudiar a profundidad las toxinas que contiene la semilla del aguacate, esto con el objetivo de determinar en qué cantidades se encuentran y establecer si estas son o no perjudiciales para la salud. Lo anterior permitirá garantizar la inocuidad y calidad del producto. De poder ser apta para el consumo humano, se propone utilizar la harina obtenida a partir de semilla de aguacate como ingrediente mayoritario o como fortificante de harinas con un perfil nutricional inferior.

#### **5. Referencias**

[1] Finagro, "Ficha de inteligencia. aguacate," *Finagro*, pp. 1–14, 2018. Available:

[https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/ficha\\_tabaco\\_version\\_ii.pdf](https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/ficha_tabaco_version_ii.pdf).

- [2] R. Pedreschi *et al.*, “Primary Metabolism in Avocado Fruit,” *Front. Plant Sci.*, vol. 10, p. 795, May 2019, doi: 10.3389/FPLS.2019.00795.
- [3] S. S. Ranade and P. Thiagarajan, “A review on *Persea Americana* Mill. (Avocado)-Its fruit and oil,” *Int. J. PharmTech Res. CODEN IJPRIF*, vol. 8, no. 6, pp. 72–77, 2015, Accessed: Nov. 29, 2021. Available: <https://www.researchgate.net/publication/283777915>.
- [4] “Tropical and Subtropical Fruits: Postharvest Physiology, Processing and ... - Google Libros.” [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5\\_xMc9xr1ZwC&oi=fnd&pg=PT8&dq=L.D.+Alvarez,+A.O.+Moreno,+F.G.+Ochoa+Avocado+M.+Siddiq+\(Ed.\),+Tropical+and+subtropical+fruits:+Postharvest+physiology,+processing+and+packaging,+Wiley-Blackwell,+Oxford+\(2012\),+pp.+437-454&ots=ujz\\_DON0yc&sig=ILfh9q6ROFxfPCLBsA7cOeAoA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=5_xMc9xr1ZwC&oi=fnd&pg=PT8&dq=L.D.+Alvarez,+A.O.+Moreno,+F.G.+Ochoa+Avocado+M.+Siddiq+(Ed.),+Tropical+and+subtropical+fruits:+Postharvest+physiology,+processing+and+packaging,+Wiley-Blackwell,+Oxford+(2012),+pp.+437-454&ots=ujz_DON0yc&sig=ILfh9q6ROFxfPCLBsA7cOeAoA#v=onepage&q&f=false) (accessed Nov. 29, 2021).
- [5] M. Rubí Arriaga *et al.*, “Situación actual del cultivo del aguacate (*persea americana* mill.) en el Estado de México, México,” *Trop. Subtrop. Agroecosystems Num.1 Vol.16*, 2013, Accessed: Nov. 29, 2021. Available: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/39972>.
- [6] J. G. Rodríguez-Carpena, D. Morcuende, M. J. Andrade, P. Kylli, and M. Estevez, “Avocado (*Persea americana* Mill.) Phenolics, In Vitro Antioxidant and Antimicrobial Activities, and Inhibition of Lipid and Protein Oxidation in Porcine Patties,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 59, no. 10, pp. 5625–5635, May 2011, doi: 10.1021/JF1048832.
- [7] “CADENA DE AGUACATE. Indicadores e Instrumentos. Agosto PDF Free Download.” <https://docplayer.es/104957788-Cadena-de-aguacate-indicadores-e-instrumentos-agosto-2018.html> (accessed Nov. 29, 2021).
- [8] A. López-Cobo, A. M. Gómez-Caravaca, F. Pasini, M. F. Caboni, A. Segura-Carretero, and A. Fernández-Gutiérrez, “HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS and HPLC-FLD-MS as valuable tools for the determination of phenolic and other polar compounds in the edible part and by-products of avocado,” *LWT*, vol. 73, pp. 505–513, Nov. 2016, doi: 10.1016/J.LWT.2016.06.049.
- [9] H. A. Ruiz, R. M. Rodríguez-Jasso, B. D. Fernandes, A. A. Vicente, and J. A. Teixeira, “Hydrothermal processing, as an alternative for upgrading agriculture residues and marine biomass according to the biorefinery concept: A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 21, pp. 35–51, May 2013, doi: 10.1016/J.RSER.2012.11.069.
- [10] C. E. Núñez, “SOXHLET, EXTRACCIONES CON EQUIPO,” 2008, Accessed: Nov. 29, 2021. Available: [www.cenunez.com.ar](http://www.cenunez.com.ar).
- [11] “Determination of Total Dietary Fibre (TDF) in Foods and Food products according to AOAC 991.43 and AACC 32-07 usin FOSS Fibertec E System.”.
- [12] J. M. Lynch and D. M. Barbano, “Kjeldahl Nitrogen Analysis as a Reference Method for Protein Determination in Dairy Products,” *J. AOAC Int.*, vol. 82, no. 6, pp. 1389–1398, Nov. 1999, doi: 10.1093/JAOAC/82.6.1389.
- [13] “Determinación de las cenizas - Unidad de Innovación.” <https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/determinacion-de-las-cenizas> (accessed Nov. 24, 2021).
- [14] A. Wojdyło, J. Oszmian´ski, O. Oszmian´ski, and R. Czemerys, “Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs,” doi: 10.1016/j.foodchem.2007.04.038.



- [16] E. Álvarez R. *et al.*, “Actividad antioxidante y contenido fenólico de los extractos provenientes de las bayas de dos especies del género *Vismia*(Guttiferae),” *Vitae*, vol. 15, no. 1, pp. 165–172, 2008.
- [17] Icontec, “Norma Técnica Colombiana 1241 Productos de Molinería. Galletas,” no. 571, 2007.
- [18] “COLORÍMETRO, CR-20 - InSak SAS.” <https://insak.com.co/nuestras-lineas/analisis-de-alimentos/konica-minolta/colorimetro-cr-20/14/24/173> (accessed Nov. 29, 2021).
- [19] R. Azorín, “Especificación cromática de gama de colores usados en la industria,” 2003. <https://web.ua.es/es/gvc/documentos/docs/colores-curtidos.pdf> (accessed Nov. 29, 2021).
- [20] I. Fernández Segovia, E. García Martínez, and A. Fuentes López, “Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right (JAR) en análisis sensorial de alimentos .” [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/104054/Fernández%3BGarcía%3BFuentes - Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right %28JAR%29 en a....pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/104054/Fernández%3BGarcía%3BFuentes-Aplicación%20de%20las%20escalas%20de%20punto%20ideal%20o%20Just-About-Right%20JAR%29%20en%20a....pdf?sequence=1) (accessed Nov. 26, 2021).
- [21] Passport, “Galletas Dulces, Snack Bars y Snacks de Frutas en Colombia,” 2021. <https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.uniandes.edu.co:8443/portal/analysis/tab> (accessed Jul. 06, 2021).
- [22] Nacional Financiera, “Fundamentos de negocio,” p. 3, 2004.
- [23] La Republica, “Las ventas de D1, Ara y Justo & Bueno son 6,5% del retail,” 2018. <https://www.larepublica.co/especiales/las-empresas-mas-grandes-de-2017/los-53-billones-que-vendieron-d1-ara-y-justo-bueno-son-65-del-retail-2731829> (accessed Jul. 06, 2021).
- [24] M. Medina, “Consumo de galletas en Colombia,” *IA Alimentos*, 2011, Accessed: Jul. 08, 2021. Available: <https://www.revistaialimentos.com/consumo-de-galletas-en-colombia/>.
- [25] M. C. Latham, “Alianza SIDALC,” 2002. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=FAOBO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf n=002595> (accessed Nov. 29, 2021).
- [26] A. F. Vinha, J. Moreira, and S. V. P. Barreira, “Physicochemical Parameters, Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of the Algarvian Avocado (*Persea americana* Mill.),” *J. Agric. Sci.*, vol. 5, no. 12, Nov. 2013, doi: 10.5539/JAS.V5N12P100.
- [27] J. A. García-Fajardo, ; M Del, R. Ramos-Godínez, and ; J Mora-Galindo, “ESTRUCTURA DE LA SEMILLA DE AGUACATE Y CUANTIFICACIÓN DE LA GRASA EXTRAÍDA POR DIFERENTES TÉCNICAS AVOCADO SEED STRUCTURE AND QUANTIFICATION OF FAT EXTRACTION BY DIFFERENT TECHNIQUES,” *Rev. Chapingo Ser. Hortíc.*, vol. 5, pp. 123–128, 1999.
- [28] T. Belete Bahru, Z. Hailu Tadele, E. Gebrie Ajebe, and F. Marquez-Linares, “A Review on Avocado Seed: Functionality, Composition, Antioxidant and Antimicrobial Properties,” *Chem. Sci. Int. J.*, vol. 27, no. 2, pp. 1–10, 2019, doi: 10.9734/CSJI/2019/v27i230112.
- [29] E. P. Escudero Álvarez González Sánchez and E. Escudero, “La fibra dietética,” *Nutr. Hosp*, pp. 61–72, 2006.
- [30] E. Acevedo and R. Bressani, “Contenido de fibra dietética y digestibilidad del nitrógeno en alimentos centroamericanos: Guatemala,” *Arch. latinoam. nutr*, pp. 439–51, 1990.
- [31] H. Fernández, *Análisis químico de los alimentos: métodos clásicos* . 2004.
- [32] R. G. Araújo, R. M. Rodríguez-Jasso, H. A. Ruiz, M. M. E. Pintado, and C. N. Aguilar,

- “Avocado by-products: Nutritional and functional properties,” *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 80, pp. 51–60, Oct. 2018, doi: 10.1016/J.TIFS.2018.07.027.
- [33] C. Justo and R. Venereo Gutiérrez, “DAÑO OXIDATIVO, RADICALES LIBRES Y ANTIOXIDANTES,” *Rev Cuba. Med Milit*, vol. 31, no. 2, pp. 126–159, 2002.
- [34] I. Martínez- Valverde, M. J. Periago, and G. Ros, “Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta,” *Arch. Latinoam. Nutr.*, vol. 50, no. 1, pp. 5–18, 2000, Accessed: Nov. 29, 2021. [Online]. Available: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222000000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- [35] V. S. Arahana B., A. R. Cabrera V., and M. de L. Torres P., “Respuesta fisiológica del tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.) a diferentes regímenes hídricos y niveles de fertilizante, en un suelo andisol del departamento de Nariño,” *ACI Av. en Ciencias e Ing.*, vol. 2, no. 2, Jun. 2010, doi: 10.18272/ACI.V2I2.28.
- [36] S. Hussain *et al.*, “Wheat–millet flour cookies: Physical, textural, sensory attributes and antioxidant potential,” *Food Sci. Technol. Int.*, vol. 26, no. 4, pp. 311–320, 2020, doi: 10.1177/1082013219894127.
- [37] E. Barbosa-Martín, L. Chel-Guerrero, E. González-Mondragón, and D. Betancur-Ancona, “Chemical and technological properties of avocado (*Persea americana* Mill.) seed fibrous residues,” *Food Bioprod. Process.*, vol. 100, pp. 457–463, 2016, doi: 10.1016/j.fbp.2016.09.006.
- [38] E. Hatzakis, E. P. Mazzola, R. M. Shegog, G. R. Ziegler, and J. D. Lambert, “Perseoragin: A natural pigment from avocado (*Persea americana*) seed,” *Food Chem.*, vol. 293, pp. 15–22, Sep. 2019, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2019.04.064.

## ANEXOS

### Anexo 1. Hoja de consentimiento informado

INVESTIGADORAS RESPONSABLES: LUMARA PARRA Y NATALY RODRÍGUEZ Yo, \_\_\_\_\_ identificado con cédula de ciudadanía número CC \_\_\_\_\_ declaro que he sido informado e invitado a participar en una investigación denominada “DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GALLETAS FUNCIONALES A PARTIR DE HARINA DE SEMILLAS DE AGUACATE”, éste es un proyecto de investigación científica que cuenta con el respaldo y financiamiento de la (UNIVERSIDAD DE LOS ANDES). Entiendo que este estudio busca conocer la opinión del consumidor frente a unas galletas elaboradas con harina de semilla de aguacate. Me han explicado que la información registrada será confidencial, y que los nombres de los participantes serán asociados a un número de serie, esto significa que las respuestas no podrán ser conocidas por otras personas ni tampoco ser identificadas en la fase de publicación de resultados. Estoy en conocimiento que los datos no me serán entregados y que no habrá retribución por la participación en este estudio, sí que esta información podrá beneficiar de manera indirecta y, por lo tanto, tiene un beneficio para la sociedad dada la investigación que se está llevando a cabo. Asimismo, sé que puedo negar la participación o retirarme en cualquier etapa de la investigación, sin expresión de causa ni consecuencias negativas para mí. Además, declaro no poseer ningún tipo de alergia a los siguientes ingredientes que contendrá cada galleta que me será suministrada: harina de semilla de aguacate (máxima concentración 37% sobre el peso total de la galleta), harina de trigo, mantequilla, avena molida, azúcar y huevos. En ningún momento consumiré la galleta, simplemente la evaluaré desde un punto de vista visual, olfativo y con el tacto.

Correo (obligatorio): \_\_\_\_\_

Nombre y Apellido (obligatorio): \_\_\_\_\_

Cédula (obligatorio): \_\_\_\_\_

Sí. Acepto voluntariamente participar en este estudio y he recibido una copia del presente documento.

No, no acepto ser parte de este estudio.

## Anexo 2. Preguntas análisis sensorial y poblacional

### HOJA DE CATA GALLETAS

Esto hace parte de un proyecto de grado denominado DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GALLETAS FUNCIONALES A PARTIR DE HARINA DE SEMILLAS DE AGUACATE, con respaldo de la Universidad de los Andes, dirigido por Lumara Parra y Nataly Rodríguez, asesorado por María Hernández. En este nos interesa conocer su opinión y percepción sobre galletas a base de harina de semilla de aguacate, no hay respuestas correctas o incorrectas. La encuesta es anónima, siéntase en la libertad de responder con sinceridad.

#### DATOS POBLACIONALES:

- Edad: \_\_\_\_\_

- Sexo:      
Mujer Hombre Otro

#### ¿Con que frecuencia consume GALLETAS?

Diariamente  Mensualmente  Nunca   
Semanalmente  De forma esporádica

#### ¿Consume o ha consumido productos alimenticios elaborados a partir de semilla de aguacate?

Si  No

#### ¿Conoce los beneficios de la harina obtenida a partir de semilla de aguacate?

Si  No

La harina obtenida a partir de semilla de aguacate tiene un alto contenido en compuestos funcionales altamente beneficiosos para la salud, dentro de los cuales se puede resaltar sus propiedades antioxidantes, antihipertensivas que ayuda a disminuir la presión arterial e hipolipemiente que ayuda a disminuir los lípidos en la sangre.

Teniendo en cuenta la información presentada, ¿Estaría dispuesto a consumir productos alimenticios elaborados a partir de harina de semilla con más frecuencia?

Si  No

Marque a continuación todas las afirmaciones con las que se identifica:

#### ¿Cuido mi alimentación?

#### ¿Leo las etiquetas nutricionales de los alimentos que consumo?

#### ¿Presto atención a los alimentos que consumo?

#### ¿Llevo algún tipo de alimentación vegana o vegetariana?

#### ¿Practico actividad física más de tres veces a la semana?

A continuación, evaluará **4 FORMULACIONES (MUESTRAS)** y contestará algunas preguntas sobre cada una, marque la respuesta con la que más se identifique.

Escriba el código de la galleta que va a analizar: \_\_\_\_\_

#### - ¿Cuánto le GUSTA la APARIENCIA de esta galleta?

Me disgusta muchísimo  
muchísimo

Me gusta

#### - ¿Cuánto le GUSTA el COLOR de esta galleta?

Me disgusta muchísimo  
muchísimo

Me gusta

- ¿Cuánto le GUSTÓ la TEXTURA de esta galleta?

Υ Υ Υ Υ Υ Υ Υ Υ Υ Υ Me gusta  
Me disgusta muchísimo  
muchísimo

- ¿Cuánto le GUSTÓ la GLOBALMETE de esta galleta?

Υ Υ Υ Υ Υ Υ Υ Υ Υ Υ Me gusta  
Me disgusta muchísimo  
muchísimo

A continuación, usted va a evaluar la CRUJENCIA de esta galleta, si usted considera que están por debajo de lo ideal marque 1 o 2, si considera que el punto está en lo ideal marque 3, si considera que están por encima de lo ideal marque 4 o 5.

1Υ 2Υ 3Υ 4Υ 5Υ

Teniendo en cuenta lo que respondió anteriormente, ¿Cuáles de las galletas que evaluó estaría dispuesto a comprar?, puede marcar más de una opción:

Υ Galleta 358 Υ Galleta 227 Υ Galleta 914 Υ Galleta 366

Para la o las galletas que seleccionó, ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una presentación de 100gr?

Υ Υ Υ  
Menos de 3.000 Más de 5.000

¡GRACIAS POR PARTICIPAR!

## Anexo 2. Preparación de las galletas



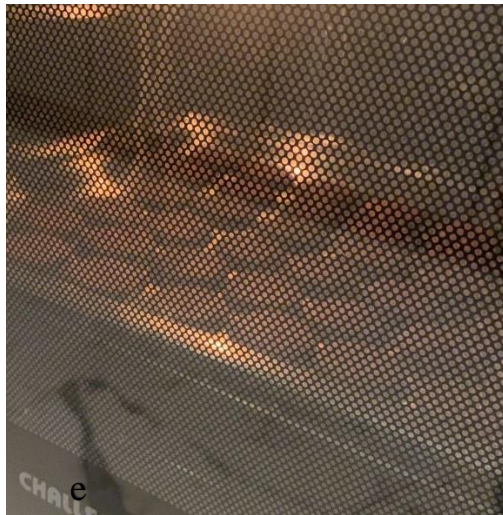
a) Semillas de aguacate rayadas y horneadas.



b) Harina de semilla de aguacate.



**b) Integración ingredientes secos y húmedos. d) Integración completa de ingredientes húmedos y secos.**



**e) Horneado de las galletas.**



**f) Producto final.**