

Revalorización del descarte originado por la producción de jugo de manzana como ingrediente funcional en la formulación de premezclas para horneados

Apple juice by-product used as a functional ingredient in bakery premixes formulation

Reavaliação de resíduos causados pela produção de suco de maçã como ingrediente funcional na formulação de pré-misturas de panificação

RECIBIDO: 1/9/2020 → APROBADO: 3/11/2020 ✉ parcia@latitud.org.uy

✎ TRÍAS, JULIETA (1); CURUTCHET, ANA (1); ARCIA, PATRICIA (1)(2); COZZANO, SONIA (1)
(1) ÁREA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA, FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS UCU. MONTEVIDEO, URUGUAY.
(2) LATITUD - FUNDACIÓN LATU. MONTEVIDEO, URUGUAY.

RESUMEN

Este estudio evaluó el uso de bagazo de manzana, principal subproducto de la industria del jugo, como ingrediente funcional en premezclas para horneados. Esta materia prima tiene alto contenido de fibra, lo que le otorga un gran potencial nutricional para mejorar la formulación de productos. El bagazo fue secado y molido para obtener harina de manzana. Se desarrollaron premezclas para muffins, tortas y galletas enriquecidas en fibra mediante sustitución parcial de harina de trigo por harina de manzana, con el fin de obtener un producto que podría ser etiquetado como “fuente de fibra”. Si bien la fibra tuvo un efecto negativo en las características sensoriales, los productos desarrollados fueron aceptables y percibidos como saludables. La torta fue el producto más aceptable, siendo seleccionado para hacer un estudio con productos de las marcas líderes del mercado. La premezcla desarrollada contribuye a la generación de otro concepto de producto, ya que fue percibida como diferente cuando se comparó con otros productos comerciales similares, aunque obtuvo una aceptabilidad comparable. El desarrollo de premezclas utilizando este subproducto constituye una categoría de alimentos funcionales que satisface las necesidades de los consumidores y de la industria, permitiendo transformar un problema ambiental en un potencial retorno económico, contribuyendo a la salud de los consumidores.

PALABRAS CLAVE: desarrollo de productos, subproducto, economía circular, aceptabilidad, fibra alimentaria.

ABSTRACT

This work evaluated the use of apple juice by-product as a functional ingredient in healthy baking premixes. Due to its high fiber content, this raw material was decided to be used as an enrichment strategy for food product formulation. Apple pomace was obtained as a by-product of the juice industry and was dried and ground to obtain apple flour. Premixes for fiber enriched muffins, cakes and biscuits were developed by partially substituting wheat flour for apple flour to obtain a product that could be labeled as “source of fiber”. The products developed were satisfactorily evaluated, but even if fiber had a negative effect on the sensory characteristics of the products, it also caused them to be perceived as healthy. Considering that the cake was the product with the highest acceptability, it was selected to make a comparative study with competing market-leading products. This comparison revealed that the developed premix contributes to the preparation of another product concept, since it was described differently than commercial products, but with comparable acceptability. Finally, it can be said that the development of premixes using apple juice by-product constitutes a new category of functional foods, which satisfies both the needs of consumers and those of the industry, making it possible to transform an environmental problem into a potential economic return for companies.

KEYWORDS: product development, by-product, circular economy, acceptability, fiber.

RESUMO

Este estudo avaliou o uso do bagaço de maçã como ingrediente funcional em misturas para panificação. Essa matéria-prima possui alto teor de fibras, o que lhe confere grande potencial nutricional para melhorar a formulação dos produtos. O bagaço da maçã é um subproduto da indústria de sucos, era seco e moído para a obtenção da farinha de maçã. As pré-misturas enriquecidas com fibras para muffins, bolos e biscoitos foram desenvolvidas substituindo parcialmente a farinha de maçã pela farinha de trigo, a fim de se obter um produto que pudesse ser rotulado como “fonte de fibra”. Os produtos desenvolvidos foram aceitáveis, embora a fibra tenha um efeito negativo nas características sensoriais, também fez com que fossem percebidos como saudáveis. O bolo foi o produto mais aceitável, ele foi selecionado para um estudo com produtos líderes de mercado. A pré-mistura desenvolvida constitui outro conceito de produto, pois foi percebida de forma diferente das comerciais, mas com aceitabilidade comparável. O desenvolvimento de pré-misturas a partir desse subproduto constitui uma categoria de alimentos funcionais que satisfaz as necessidades dos consumidores e da indústria, possibilitando transformar um problema ambiental em potencial retorno econômico, contribuindo para a saúde dos consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: desenvolvimento de produto, subproduto, economia circular, aceitabilidade, fibra dietética.

INTRODUCCIÓN

Durante el procesamiento de jugo de manzana se genera un residuo (bagazo de manzana) que consta de cáscara, pulpa, semillas y tallos, el cual representa entre un 25 y 30% del peso original de la fruta (Rabetafika, et al., 2014). A escala mundial se procesan 11 millones de toneladas de manzanas al año (USDA, 2018), generándose 3.3 millones de toneladas anuales de bagazo de manzana que las industrias deben disponer de manera adecuada. Este subproducto es usualmente destinado a compostaje, o utilizado como relleno de suelos y para alimentación animal, causando serios problemas ambientales y pérdidas para las industrias debido al costo asociado al tratamiento y transporte del residuo (Dhillon, et al., 2013). Así, resulta de vital importancia utilizar este subproducto con el fin de mejorar la economía del proceso y su sustentabilidad.

Si bien el bagazo de manzana es considerado un residuo, contiene importantes cantidades de nutrientes y componentes bioactivos sin explotar. Este subproducto es una importante fuente de fibra dietética, considerando que cerca de un 40% de su peso seco es fibra (Alongui, et al., 2019).

La fibra dietética posee numerosos efectos benéficos para la salud, pudiendo contribuir en el tratamiento de la arteriosclerosis por obesidad, enfermedades cardiovasculares, cáncer de intestino grueso y diabetes al disminuir el nivel de absorción de la glucosa. Tiene el potencial de unirse al ácido clorhídrico, los iones metálicos y el colesterol en el estómago, y de estimular el crecimiento de la microflora probiótica en los intestinos (Kruczek, et al., 2017). La fibra insoluble actúa como agente espesante, normalizando la motilidad intestinal y previniendo el estreñimiento, mientras que los efectos de la fibra soluble están asociados con la disminución de la absorción del colesterol y la glucosa a nivel intestinal (Selani, et al., 2014). Una ingesta adecuada de fibra dietética total ronda los 28 y 25 gramos por día para hombres y mujeres, respectivamente (USDA, 2007).

Por otro lado, durante los últimos años los hábitos alimenticios han cambiado considerablemente, llevando a la población a un consumo excesivo de azúcares altamente refinados y alimentos de alta densidad calórica. Este cambio en la dieta, junto con el estilo de vida sedentario, se ha correlacionado con la creciente incidencia de enfermedades metabólicas crónicas como la obesidad y la diabetes de tipo 2. De hecho, el número de personas con diabetes ha aumentado de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014 (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Las preocupaciones por las dietas saludables centradas en alimentos de bajo aporte calórico y nutricionalmente equilibrados comprometen a la industria a desarrollar alimentos que combinen conveniencia y nutrición. En esta línea, algunos investigadores han utilizado subproductos de origen frutal para el desarrollo de alimentos funcionales, como galletas con alto contenido de fibra y antioxidantes a partir del bagazo de arándanos (Pérez, et al., 2017) o pasta con harina de bananas verdes que permite aumentar el grado de carbohidratos no digeribles del producto (Ovando-Matrinez, et al., 2009).

Resulta entonces atractiva la idea de producir una harina de manzana a partir del subproducto en cuestión, y utilizarlo como estrategia de enriquecimiento en productos horneados, que son de gran consumo, aunque de los más pobres desde el punto de vista nutricional.

En este contexto, el objetivo general del presente estudio se centra en el aprovechamiento y la revalorización del subproducto generado por la producción de jugo de manzana a través de su uso como ingrediente funcional en el desarrollo de nuevos productos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la harina de manzana

El bagazo de manzana fue obtenido como subproducto de la producción de jugo, y provisto por la empresa MIS OLIVOS S.A. (Natural Tree). Las variedades empleadas en la producción fueron Royal Gala, Early Red One, Red Chiff, Dana Red y Granny Smith, cultivadas y procesadas en Uruguay. La harina de manzana fue obtenida mediante secado del bagazo, inmediatamente después de su obtención, en un horno de convección a 70°C durante 8 horas, seguido de una etapa de molido con un molinillo de laboratorio, conservando la fracción que pasó a través de una malla de 1 mm. La harina de manzana obtenida fue conservada en una cámara de frío a -18°C hasta su utilización.

El tiempo y la temperatura de secado fueron seleccionados con el objetivo de eliminar el cianuro de hidrógeno que pueda haberse formado (Rawat, et al., 2015).

Desarrollo de premezclas

Ensayos Preliminares

Teniendo en cuenta que la harina de manzana elaborada tiene un contenido significativo de fibra dietética (38.5 g/100 g) y azúcares naturales (47.5 g/100 g, como carbohidratos totales) (determinado en trabajos previos, datos no publicados), se utilizó como ingrediente funcional para la formulación de premezclas para horneados ricos en fibra y reducidos en azúcar agregado.

Se formularon premezclas para galletas, muffins y tortas, con sustitución parcial de harina de trigo por harina de manzana, para estudiar los efectos de este ingrediente en las características sensoriales del producto. El porcentaje de sustitución se eligió de manera tal que el producto pudiera etiquetarse como “fuente de fibra”, que corresponde a un contenido de 2.5 g de fibra por porción de producto listo para consumo, según el reglamento Mercosur, (Mercosur, 2012). Los ingredientes básicos para la elaboración de las premezclas fueron obtenidos en el mercado local. Las formulaciones para cada producto pueden verse en la Tabla 1, así como su reconstitución con agua, aceite y huevos.

Tabla 1. Composición de las premezclas y del producto listo para consumo.

Ingrediente	Cantidad en la premezcla (%)			Cantidad en el producto listo para consumo (%)		
	Galleta	Torta	Muffin	Galleta	Torta	Muffin
Harina de trigo	33,06	35,67	28,93	21,47	20,68	18,97
Harina de manzana	44,08	23,18	20,11	28,62	13,44	13,18
Edulcorante*	1,76	-	-	1,14	-	-
Azúcar	16,53	31,21	49,04	10,73	18,09	32,15
Polvo de hornear	2,37	4,46	1,93	1,54	2,58	1,26
Leche en polvo descremada	-	3,57	-	-	2,07	-
Canela	2,20	1,92	-	1,43	0,50	-
Aceite vegetal	-	-	-	10,73	7,75	9,18
Huevos	-	-	-	17,89	12,92	11,48
Agua	-	-	-	6,44	21,97	13,78

* Splenda

Para todas las formulaciones se mezclaron los ingredientes secos de tal manera que se obtuvieron 182 g, 222 g y 286 g de polvo para la galleta, la torta y el muffin, respectivamente.

Para las galletas, se mezcló el polvo con 18 ml de agua, 30 g de aceite y un huevo, se estiró la masa de 5 mm de espesor y se cortaron las galletas de 5 cm de diámetro, para luego ser horneadas a 180°C, durante 16 minutos.

Para la torta, se mezcló el polvo con 85 ml de agua, 30 g de aceite y un huevo, se colocó la masa en una tartera de 22 cm de diámetro y fue horneada a 170°C, durante 15 minutos.

Para los muffins, se mezcló el polvo con 60 ml de agua, 40 g de aceite y un huevo, se colocó la masa en moldes y se horneó a 170°C, durante 15 minutos.

Formulación final

En base a los resultados obtenidos en los ensayos preliminares, se eligió la torta para continuar con los estudios de aceptación en relación a otras tortas comerciales, pero se reformuló eliminando la canela de su composición ya que fue motivo de rechazo por gran parte de los consumidores.

Nuevamente, para la elaboración del producto se mezclaron los ingredientes secos de manera tal que se obtuvieron 222 g de polvo, a los cuales se agregaron 85 ml de agua, 30 g de aceite y un huevo. La masa obtenida fue colocada en una tartera de 22 cm de diámetro y horneada a 170°C, durante 15 minutos.

Evaluación sensorial

Ensayos Preliminares

Se llevó a cabo una evaluación sensorial para estudiar la aceptabilidad de los productos desarrollados. La evaluación consistió en tres sesiones en las que cada formulación (galleta, muffin y torta) fue evaluada en cuanto a su aceptabilidad general y dulzor. Cada producto fue evaluado por estudiantes y trabajadores de la Universidad Católica del Uruguay. En la evaluación de galletas participaron 77 consumidores, 60% hombres y 40% mujeres, con edades entre 17 y 70 años. En la evaluación de muffins participaron 70 consumidores, 50% hombres y 50% mujeres, con edades entre 18 y 60 años. Y en la evaluación de tortas participaron 80 consumidores, 51% hombres y 49% mujeres, con edades entre 14 y 63 años.

Durante cada sesión, las muestras fueron servidas en platos plásticos utilizando números aleatorios de tres dígitos para su codificación. La aceptabilidad general fue evaluada con una escala hedónica de nueve puntos, desde 1 (“me disgusta muchísimo”) a 9 (“me gusta muchísimo”). El dulzor se evaluó mediante escalas de adecuación JAR (“just about right”), con una escala hedónica de siete puntos, donde 1 correspondía a “poco dulce”, 4 a “lo justo” y 7 a “demasiado dulce”.

Cada prueba incluía además entre 14 y 17 atributos para ser marcados por los consumidores bajo la consigna “marque todo lo que corresponde” (CATA). CATA es una técnica que se utiliza cada vez más en la investigación de la aceptabilidad de los alimentos, que consiste en una lista de múltiples atributos entre los cuales los encuestados deben seleccionar los que consideren aplicables a las muestras que se evalúan. La principal ventaja de este tipo de cuestionario es que permite seleccionar múltiples opciones en lugar de obligar a los consumidores a centrar su atención en atributos específicos para evaluar (Tarrega, et al., 2016).

Formulación final y comparación con productos del mercado

Con el objetivo de comparar la torta elaborada con la premezcla experimental con las tortas de las premezclas más vendidas en el mercado, se llevó a cabo una evaluación sensorial que consistió en una única sesión en la que la torta experimental fue servida junto con tres tortas de premezcla comerciales, dos de vainilla (tortas 1 y 2) y una de naranja (torta 3).

La evaluación fue realizada por 104 estudiantes y trabajadores de la Universidad Católica del Uruguay, de los cuales el 58% eran hombres y el 42% mujeres, cuyas edades estaban comprendidas entre 17 y 60 años.

Las muestras fueron servidas en platos plásticos, codificadas utilizando números aleatorios de tres dígitos, presentadas en orden aleatorio de presentación entre los consumidores. La aceptabilidad general fue evaluada en una escala hedónica de nueve puntos, desde 1 (“me disgusta muchísimo”) a 9 (“me gusta muchísimo”). El dulzor se evaluó mediante el uso de escalas JAR (“just about right”) de adecuación, en una escala hedónica de siete puntos, donde 1 correspondía a “poco dulce”, 4 a “lo justo” y 7 a “demasiado dulce”.

Cada prueba incluía además 21 atributos para ser marcados por los consumidores bajo la consigna “marque todo lo que corresponda” (CATA), es decir, debiendo marcar todos aquellos atributos que consideran adecuados para describir a la muestra.

Análisis estadístico

Todos los resultados fueron expresados como la media \pm desviación estándar. Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) para comparar la aceptabilidad de las muestras, y se utilizó la prueba de Tukey para hallar diferencias significativas entre las medias ($p = 0,05$). Para cada muestra, las frecuencias para “poco dulce”, “muy dulce” y “lo justo” en la pregunta JAR de dulzor fueron calculadas. La frecuencia de mención de cada uno de los términos de la pregunta CATA fue determinada, y se utilizaron las pruebas Q de Cochran y diferencia crítica de Sheskin para determinar diferencias significativas dentro de las muestras para cada término. Finalmente, se utilizó en Análisis de Componentes Principales para relacionar la aceptabilidad de las muestras con los términos de la pregunta CATA. Los análisis fueron realizados utilizando el programa XLSTAT Versión 2011 (Addinsoft, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayos Preliminares

En la Figura 1 se puede observar una fotografía de los productos desarrollados listos para consumir. Todas las formulaciones poseen un color amarronado y una textura visual arenosa. El color observado en los productos desarrollados es consistente con los resultados obtenidos por Alongui y otros (2019), que obtuvieron un mayor grado de pardeamiento en galletas con harina de manzana al compararlas con la formulación de referencia. Esta diferencia fue atribuida no solo a la diferencia de color provista por la materia prima sino también a la presencia de concentraciones más altas de fructosa y glucosa que intervienen en las reacciones de Maillard, generando una mayor concentración de melanoidinas y otros productos de la reacción, que a su vez intervienen en el sabor del producto.

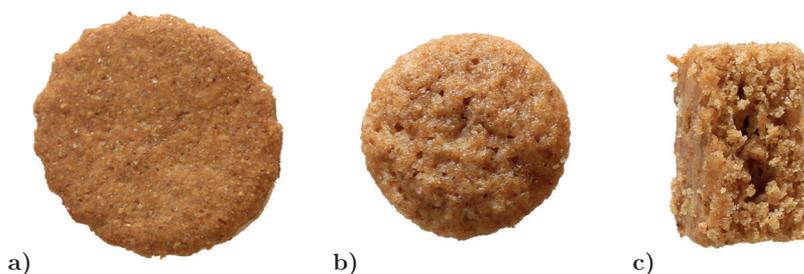


Figura 1. Fotografía de los productos listos para consumo: a) Galleta; b) Muffin; c) Torta.

Del análisis de la evaluación de la aceptabilidad para los tres productos ensayados, se observa que la galleta y el muffin no alcanzaron un valor aceptable en la escala seleccionada (5.29 y 5.11, respectivamente) de acuerdo con Muñoz y otros (1992), quienes consideran un puntaje de 6.0 en una escala hedónica de 9 puntos como un límite comercial o de calidad. En el caso de la torta, su aceptabilidad fue de 6.63.

La aceptabilidad observada en los productos desarrollados en este estudio fue más baja que la que obtuvieron productos similares en investigaciones realizadas por otros autores. Mir y otros (2017) obtuvieron valores comprendidos entre 7.25 y 7.57 en galletas a base de arroz enriquecidas con distintas concentraciones de harina de manzana, y Singh y otros (2012) reportaron valores entre 6.22 y 6.35 para tortas formuladas con distintas concentraciones de salvado de maíz. Sin embargo, estos autores observaron que el grado de aceptabilidad decrecía conforme aumentaba la concentración de fibra, lo cual permite explicar la baja aceptabilidad obtenida en los productos formulados, teniendo en cuenta que poseen un mayor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina rica en fibra que en los estudios mencionados anteriormente.

De acuerdo al análisis de frecuencias calculadas para la pregunta JAR, la mayoría de los consumidores percibió el dulzor de la torta como justo (65.0%), mientras que la galleta y el muffin fueron clasificados como no suficientemente dulces (36.8% y 31.4% respectivamente). Se esperaba que la galleta fuera percibida como menos dulce, teniendo en cuenta que es la formulación con mayor porcentaje de harina de manzana y menor contenido de azúcar. Sin embargo, aunque el muffin fue formulado con el contenido más alto de azúcar, también fue clasificado como no suficientemente dulce. La frecuencia de uso de los términos que los consumidores hallaron adecuados para describir a cada formulación se muestra en la Tabla 2. Entre los más relevantes, la galleta fue percibida como seca, la torta fue percibida como húmeda, tierna, sabrosa, esponjosa y de sabor intenso, y el muffin fue percibido como tierno, húmedo, con retrogusto y blando. Muchos consumidores percibieron que la torta tenía un sabor intenso debido a la canela. De hecho, una gran parte de ellos escribió en la evaluación “demasiada canela”.

Tabla 2. Frecuencia de uso (%) de los términos sensoriales incluidos en la pregunta CATA para las premezclas desarrolladas.

Atributo	Frecuencia relativa (%)		
	Galleta	Torta	Muffin
Tierno	5 ^{a,b}	61^f	56^d
Húmedo	4 ^{a,b}	48^{e,f}	33^{c,d}
Seco	68^f	16 ^{a,b,c,d}	21 ^{a,b,c}
Sabroso	35 ^{d,e}	60^f	-
Desagradable	1 ^a	1 ^a	10 ^{a,b}
Sabor a fruta	19 ^{a,b,c,d,e}	14 ^{a,b,c}	26 ^{a,b,c}
Amargo	19 ^{a,b,c,d,e}	8 ^{a,b}	20 ^{a,b,c}
Sabor intenso	25 ^{b,c,d,e}	40^{d,e,f}	23 ^{a,b,c}
Retrogusto	29 ^{c,d,e}	29 ^{b,c,d,e}	39^{c,d}
Desmenuzable	14 ^{a,b,c,d}	18 ^{a,b,c,d}	24 ^{a,b,c}
Ácido	1 ^a	-	-
Grasoso	3 ^{a,b}	-	11 ^{a,b}
Poco sabor	19 ^{a,b,c,d,e}	5 ^{a,b}	16 ^{a,b,c}
Saludable	39^e	33^{c,d,e}	30 ^{b,c}
Blando	9 ^{a,b,c}	-	34^{c,d}
Crocante	8 ^{a,b,c}	-	-
Arenoso	25 ^{b,c,d,e}	6 ^{a,b}	-
Esponjoso	-	63^f	-
Apelmazado	-	3 ^a	4 ^a
Sabor artificial	-	-	17 ^{a,b,c}

Las letras diferentes dentro de una misma columna indican diferencia significativa ($p < 0,05$ prueba Q de Cochran). En negrita figuran aquellos porcentajes más relevantes para cada producto.

Por otro lado, es interesante mencionar que cerca del 30% de los consumidores percibieron todas las formulaciones como saludables. De acuerdo con Dhingra y otros (2012), la incorporación de fibra en los productos puede cambiar su consistencia, textura, comportamiento reológico y características sensoriales. Según Yue y Waring, (1998), los consumidores a menudo perciben que la fibra tiene un sabor fuerte y una textura áspera, y que provoca una sensación de sequedad en boca. El color oscuro, una desagradable sensación en boca y el enmascaramiento del sabor son los atributos negativos asociados a los productos con alto contenido de fibra, que a su vez son relacionados con productos menos gustosos, pero más saludables, razón por la cual los consumidores eligieron el término “saludable” para describir las muestras.

Premezcla final y comparación con productos del mercado

La Figura 2 muestra una fotografía de los productos evaluados. A simple vista, se puede observar una diferencia significativa entre el color de la torta elaborada con la premezcla experimental y las tortas elaboradas con las premezclas comerciales. La torta experimental resultó mucho más oscura; como se mencionó anteriormente, se debe principalmente al color marrón de la harina de manzana, pero también puede deberse

a un mayor grado de ocurrencia de las reacciones de Maillard por el aumento de las concentraciones de glucosa y fructosa (Alongui, et al., 2019). A su vez, la premezcla experimental se ve menos esponjosa que las demás, con una textura visualmente más rugosa, lo cual también puede deberse a la incorporación de fibra. Según Quiles y otros (2018), los principales problemas generados por la incorporación de fibra de bagazo de frutas en productos horneados provienen de los efectos perjudiciales que genera la fibra en la creación de una estructura aireada. En general, la sustitución de la harina de trigo por fibra disminuye el desarrollo del producto, y debido a la mayor densidad, la textura de los productos finales se vuelve más firme, gomosa y menos cohesiva. De hecho, la textura es el atributo sensorial más influenciado por la presencia de fibra en tortas y muffins, siendo el principal motivo de rechazo de estos productos frente a los convencionales.

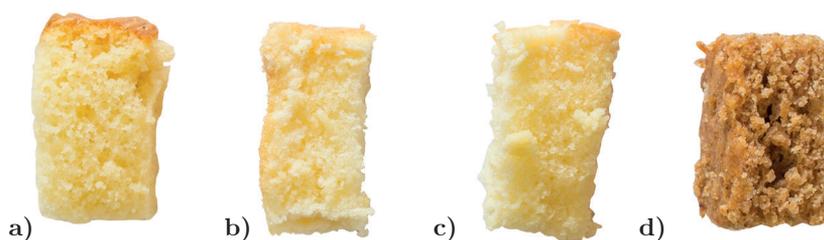


Figura 2: Fotografía de los productos involucrados en la comparación: a) Torta 1; b) Torta 2; c) Torta 3; d) Torta experimental.

De acuerdo con el análisis de la aceptabilidad, no se encontraron diferencias significativas entre la torta experimental (5.34) y la torta 2 (5.82), pero si con las tortas 1 (6.70) y 3 (6.68) ($p = 0.05\%$). En esta instancia, la aceptabilidad de la torta elaborada con la premezcla experimental fue menor que en la evaluación realizada en los ensayos preliminares, y no alcanzó el límite comercial establecido por Muñoz y otros (1992). Esto puede deberse al hecho de que, en este caso, la torta experimental fue evaluada junto con tortas con un contenido más alto de grasa y azúcar, lo cual está relacionado con una mayor aceptabilidad general (Baixauli, et al., 2008). Otra posibilidad es que la canela agregada en la primera formulación estuviese enmascarando algún sabor no deseado de la harina de manzana. Aun así, la aceptabilidad de la torta experimental no mostró diferencias significativas con una de las tortas elaboradas con premezclas líderes del mercado, lo que permite decir que existe una oportunidad en el mercado para este producto, aun no habiendo alcanzado el límite comercial mencionado anteriormente. Por otro lado, estos puntajes fueron obtenidos realizando evaluaciones en ciego, con lo cual los consumidores pierden de vista el valor agregado que brinda la información nutricional del producto, lo que podría afectar la aceptabilidad y/o el interés de compra.

Respecto a las frecuencias calculadas para cada sección en la pregunta JAR, el dulzor de todas las tortas fue mayoritariamente clasificado como “lo justo” (torta experimental, 52.4%; torta 1, 56.3%; torta 2, 44.2%; torta 3, 61.2%). Sin embargo, las tortas comerciales tuvieron mayores porcentajes en la sección de “muy dulce”

(torta 1, 30.1%; torta 2, 26.9%; torta 3, 33.0%), mientras que la torta experimental tuvo mayor frecuencia en la sección de “poco dulce” (41.7%). Estos resultados son consistentes con el contenido de azúcar de cada formulación, teniendo en cuenta que la premezcla de la torta experimental fue formulada para tener un menor contenido de azúcares que los productos convencionales, resultando en un menor grado de dulzor.

Por otro lado, como la torta experimental fue comparada con formulaciones con un mayor contenido de azúcar, era de esperarse que fuera percibida como menos dulce que cuando fue evaluada de manera individual.

Los porcentajes de términos que los consumidores hallaron adecuados para describir a cada muestra se pueden observar en la Tabla 3. De los 21 términos incluidos en la pregunta, 17 mostraron diferencias significativas entre las muestras, particularmente entre la torta experimental y las comerciales, para los atributos sabor extraño, húmeda, seca, arenosa, tierna, saludable, dulce, esponjosa, fácil de masticar y fibrosa. De acuerdo con los porcentajes de términos que los consumidores hallaron adecuados para describir a cada muestra, se observa que, en general, los consumidores percibieron diferencias en las características sensoriales y no sensoriales de las tortas evaluadas.

Tabla 3. Frecuencia de uso (%) de los términos sensoriales incluidos en la pregunta CATA para la comparación de productos.

Atributo	Frecuencia %			
	Torta Experimental	Torta 1	Torta 2	Torta 3
Casera	42 ^a	50 ^a	42 ^a	43 ^a
Sabor extraño	33 ^b	4 ^a	4 ^a	10 ^a
Apelmazada	12 ^{ab}	6 ^a	19 ^b	14 ^{ab}
Sabrosa	17 ^a	50 ^b	29 ^a	50 ^b
Retrogusto	22 ^b	12 ^{ab}	9 ^a	14 ^{ab}
Alta en calorías	3 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
Húmeda	13 ^a	60 ^c	41 ^b	69 ^c
Seca	44 ^b	5 ^a	12 ^a	3 ^a
Desagradable	4 ^a	0 ^a	1 ^a	0 ^a
Sabor intenso	3 ^a	8 ^a	4 ^a	29 ^b
Arenosa	39 ^b	5 ^a	3 ^a	1 ^a
Tierna	19 ^a	60 ^b	53 ^b	52 ^b
Poco sabor	19 ^{bc}	9 ^{ab}	25 ^c	4 ^a
Sabor a fruta	11 ^a	2 ^a	3 ^a	64 ^b
Saludable	32 ^b	8 ^a	11 ^a	13 ^a
Dulce	13 ^a	43 ^b	31 ^b	44 ^b
Esponjosa	21 ^a	83 ^c	68 ^{bc}	62 ^b
Fácil de masticar	34 ^a	63 ^b	59 ^b	55 ^b
Amarga	6 ^b	0 ^a	2 ^{ab}	0 ^a
Difícil de masticar	2 ^a	2 ^a	4 ^a	4 ^a
Fibrosa	30 ^b	1 ^a	0 ^a	0 ^a

Valores con letras iguales para una misma fila no presentan diferencias significativas (prueba Q de Cochran).

El Análisis de Componentes Principales (PCA) permitió identificar dos grupos distintos de muestras (Figura 3), en los cuales los primeros dos componentes del PCA explicaron un 85.5% de la variabilidad de los datos. El primer grupo, compuesto por las tortas elaboradas con premezclas comerciales, está fuertemente representado por los atributos esponjosa, húmeda, tierna y dulce, mientras que el segundo grupo, compuesto únicamente por la premezcla experimental, parece estar fuertemente representado por atributos como sabor extraño, arenosa, fibrosa, seca y saludable.

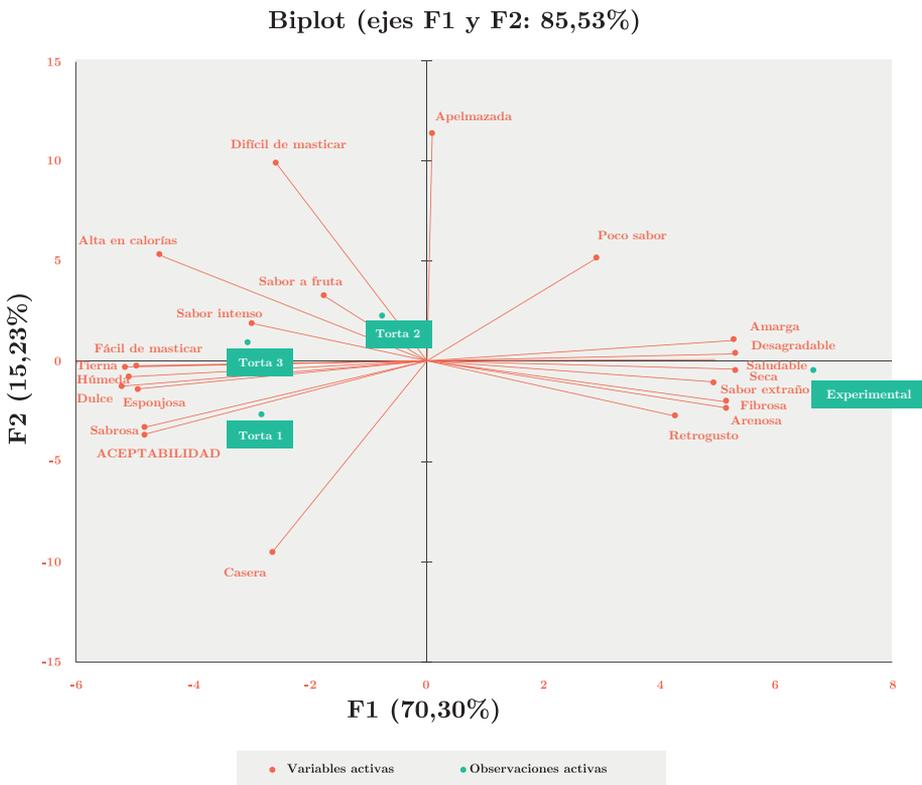


Figura 3. Análisis de Componentes Principales (PCA) de la matriz formada por muestras como filas y términos de la pregunta CATA como columnas.

En general se observa que los términos utilizados para describir la torta experimental fueron los que se emplean usualmente para describir los productos con alto contenido de fibra, resultando en características que hicieron que los consumidores rechazaran el producto al compararlo con las tortas comerciales. Esto es consistente con los resultados obtenidos por Baixauli y otros (2008), que estudiaron la aceptabilidad general y la percepción “saludable” de tres tipos de muffins (normal, integral y enriquecido), notando que el muffin integral era el que tenía menor aceptabilidad debido a las características consideradas negativas, impartidas por la fibra. Por otro lado, estas características también hicieron que los consumidores percibieron el producto como más saludable.

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza en los datos de aceptabilidad ya mencionados, las tortas 1 y 3 tuvieron los mayores puntajes de aceptabilidad

general, por lo que los términos esponjosa, húmeda, tierna y dulce podrían ser considerados como atributos que tienen un impacto positivo en la aceptabilidad, mientras que arenosa, sabor extraño y seca tendrían un impacto negativo.

Respecto al análisis de términos vinculados a atributos que tienen un impacto positivo en la aceptabilidad, y aquellos que por el contrario tienen un impacto negativo, los resultados observados en este trabajo concuerdan con lo encontrado por otros autores. Según un estudio realizado por Tarrega y otros (2016) en bizcochuelos, observaron que sabor extraño es el atributo con peor impacto en la aceptabilidad, seguido de poco sabor y seca, mientras que esponjosa, fácil de masticar, dulce y tierna son atributos que tienen un impacto positivo. Por otro lado, Baixauli y otros (2008) reportaron que la aceptabilidad general está correlacionada negativamente con la conciencia de la salud cuando no se provee información a los consumidores. La relación negativa entre este término no sensorial y la aceptabilidad puede indicar que la falta de placer al ingerir la muestra, acompañado de su textura y color, lleva al consumidor a pensar que la muestra es saludable, lo que proviene del conflicto usualmente percibido entre una alimentación saludable y una alimentación disfrutable. Este comportamiento también se observó en la evaluación realizada en este estudio, donde la torta experimental tuvo una aceptabilidad menor que las comerciales y fue percibida como saludable por gran parte de los consumidores.

Además, todas las tortas fueron clasificadas como caseras, lo cual es razonable considerando que se trata de productos que son parcialmente preparados en el hogar de los consumidores.

Un hecho fundamental a tener en cuenta es que las evaluaciones fueron realizadas en “ciego”, es decir, el consumidor no contaba con la información (por ejemplo, nutricional) del producto, aspecto que se debería profundizar en otros estudios. Estudios posteriores con información nutricional deberían llevarse a cabo para evaluar el impacto de esta información en la aceptabilidad del producto y ver si existe un mercado potencial dispuesto a comprometer el sabor de los alimentos a cambio de posibles beneficios para la salud a largo plazo. De hecho, Baixauli y otros (2008) reportaron que incluso si el grado de aceptabilidad permanece inalterado al realizar evaluaciones con y sin información, el interés de compra y la tendencia a recomendar el producto puede aumentar si se espera un beneficio para la salud.

CONCLUSIONES

El desarrollo de premezclas utilizando un subproducto, como el bagazo de manzana, constituye una nueva categoría de alimento funcional que satisface tanto necesidades de los consumidores como de la industria. Se trata de un producto práctico, casi listo para consumir, de alto valor agregado y cuyo proceso de recategorización de residuo a nuevo ingrediente es amigable con el medio ambiente.

Sin embargo, aunque el uso de bagazo de manzana permite desarrollar alimentos que podrían etiquetarse como “fuente en fibra”, esta tiene un efecto negativo en las características sensoriales de los productos desarrollados. Los productos horneados enriquecidos en fibra se caracterizan por tener una textura áspera, sabor intenso y generar una sensación de sequedad en boca, que son motivo de rechazo por gran parte de los consumidores, quienes prefirieron las formulaciones comerciales.

En este sentido, deberían llevarse a cabo investigaciones más profundas para evaluar el impacto que tendría la información nutricional en la aceptabilidad del producto, pudiendo así determinar su viabilidad económica.

Finalmente, se puede decir que la reutilización de subproductos de la agroindustria podría no solo contribuir a reducir los descartes y limitar el impacto ambiental de la producción de alimentos, sino que también puede formar parte de una estrategia para combatir la incidencia de enfermedades asociadas a una alimentación inadecuada.

AGRADECIMIENTOS

A Natural Tree por proveernos de la materia prima para realizar todos los desarrollos realizados en el marco de este proyecto.

REFERENCIAS

- Addinsoft, 2011. *XLSTAT 2011*. Versión 2011.1. Nueva York: Addinsoft.
- Alongui, M., Melchior, S. y Anese, M., 2019. Reducing the glycemic index of short dough biscuits by using apple pomace as a functional ingredient. En: *LWT*, 100, pp.300-305. DOI: www.doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.068.
- Baixaui, R., Salvador, A., Hough, G. y Fiszman, S.M., 2008. How information about fiber (traditional and resistant starch) influences consumer acceptance of muffins. En: *Food Quality and Preference*, 19, pp.628-635. DOI: www.doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.05.002.
- Dhillon, G.S., Kaur, S. y Kaur Brar, S., 2013. Perspective of apple processing wastes as low-cost substrates for bioproduction of high value products: A review. En: *Renew and Sustainable Energy Reviews*, 27, pp.789-805. DOI: www.doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.046.
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H. y Patil, R.T., 2012. Dietary fiber in foods: a review. En: *Food Science and Technology*, 49(3), pp.255-266. DOI: www.doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5.
- Kruczek, M., Gumul, D., Kacaniova, M., Ivanishova, E., Marecek, J. y Gambus, H., 2017. Industrial apple pomace by-products as a potential source of pro-health compounds in functional food. En: *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*, 7(1), pp.22-26.
- MERCOSUR, 2012. *Reglamento Técnico MERCOSUR MERCOSUR/GMC/RES. N°01/12. Sobre información nutricional complementaria (Declaraciones de propiedades nutricionales)* [En línea]. Buenos Aires: MERCOSUR. [Consulta: 13 de agosto de 2017]. Disponible en: http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/pry33a1_t.pdf

- Mir, S.A., Don Bosco, S.J., Shah, M.A., Santhalakshmy, S. y Mir, M.M., 2017. Effect of apple pomace on quality characteristics of brown rice based cracker. En: *Journal of the Saudi Society of Agriculture Science*, 16(1), pp.25-32. DOI: www.doi.org/10.1016/j.jssas.2015.01.001.
- Muñoz, A.M., Civille, G.V. y Carr, B.T., 1992. Introduction. En: Muñoz, Alejandra M., ed. *Sensory evaluation in quality control*. Nueva York: Springer. pp.1-22. ISBN 978-1-4899-2653-1.
- Ovando-Matrinez, M., Sayago-Ayerdi, S., Agama-Acevedo, E., Goñi, I. y Bello-Pérez, L.A., 2009. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. En: *Food Chemistry*; 113(1), pp.121-126. DOI: www.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.035.
- Organización Mundial de la Salud, OMS, 2018. *Diabetes* [En línea]. Copenhague: OMS. [Consultado: 12 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- Pérez, C., Tagliani, C., Arcia, P., Cozzano, S. y Curutchet, A., 2017. Blueberry by-product used as an ingredient in the development of functional cookies. En: *Food Science and Technology*; 24(4), pp.301-308. DOI: www.doi.org/10.1177/1082013217748729
- Quiles, A., Campbell, G.M., Struck, S., Rohm, H. y Hernando, I., 2018. Fiber from fruit pomace: a review of applications in cereal-based products. En: *Journal Food Reviews International*, 34(2), pp.162-181. DOI: www.doi.org/10.1080/87559129.2016.1261299.
- Rabetafika, H.N., Bchir, B., Blecker, C. y Richel, A., 2014. Fractionation of apple by-products as source of new ingredients: current situation and perspectives. En: *Trends in Food Science and Technology*, 40(1), pp.99-114. DOI: www.doi.org/10.1016/j.tifs.2014.08.004
- Rawat, K., Nirmala, C. y Bisht, M.S., 2015. Processing techniques for reduction of cyanogenic glycosides from bamboo shoots [En línea]. En: World Bamboo Organization. *10th World Bamboo Congress*. Damyang, Korea (17-22 de setiembre de 2015). Damyang: WBO. [Consulta: 29 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://worldbamboo.net/wbcx/Sessions/Theme%20Food%20Pharmaceuticals/Kanchan,%20Rawat,%20C.%20Nirmala%20M.S.%20Bisht.pdf>
- Selani, M., Canniatti, S.G., Dos Santos, C.T., Ratnayake, W.S., Flores, R.A. y Bianchini, A., 2014. Characterization and potential application of pineapple pomace in an extruded product for fiber enhancement. En: *Food Chemistry*, 163, pp.23-30. DOI: www.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.04.076.

- Singh, M., Liu, S.X. y Vaughn, S.F., 2012. Effect of corn bran as dietary fiber addition on baking and sensory quality. En: *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*; 1(4), pp.48-352. DOI: www.doi.org/10.1016/j.bcab.2012.02.005.
- Tarrega, A., Quiles, A., Morell, P., Fiszman, S. y Hernando, I., 2016. Importance of consumer perceptions in fiber/enriched food products. A case study with sponge cakes. En: *Food & Function*; 8(2), pp.574-583.
DOI: www.doi.org/10.1039/C6FO01022A.
- USDA, 2018. *Fresh deciduous fruit: world markets and trades (apples, grapes & pears)*. Washington: Foreign Agricultural Service, Office of Global Analysis.
- USDA, 2007. *The food supply and dietary fiber: its availability and effect on health*. Washington: Center for Nutrition Policy and Promotion.
- Yue, P. y Waring, S., 1998. Functionality of resistant starch in food applications. En: *Food Australia*, 50(12), pp.615-621.