

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL

Influencia de la incorporación de fibra de caqui sobre las propiedades fisicoquímicas de galletas

TRABAJO FIN DE GRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

ALUMNA: TRIANA HURTADO DÍAZ

TUTORA UPV: MARISA CASTELLÓ GÓMEZ

COTUTORA UPV: M.^a DOLORES ORTOLÁ ORTOLÁ

DIRECTORA EXPERIMENTAL: SUSANA RUBIO ARRAEZ

Curso Académico: 2017-2018

VALENCIA, Julio de 2018

Título: Influencia de la incorporación de fibra de caqui sobre las propiedades fisicoquímicas de galletas

Resumen

La estrecha relación entre una dieta rica en fibra con una reducción de la incidencia de diferentes enfermedades ha incrementado la demanda de alimentos con elevados niveles de este componente. Además, la sobreproducción de caquis cv. 'Rojo Brillante' en la zona mediterránea, debido al desarrollo de nuevas técnicas para insolubilizar los taninos, que son los responsables de la astringencia de la fruta inmadura, necesita nuevas formas de consumo para hacer más rentable este cultivo. Por ello, en este estudio, una parte de la harina de trigo de las galletas ha sido reemplazada por fibra de caqui, obtenida de la piel o de la pulpa del caqui sometido o no a un tratamiento de eliminación de la astringencia. Se añadió un 5% de fibra a la formulación de masa de galletas para conseguir la demanda nutricional de 'fuente de fibra' (≥ 3 g fibra/ 100 g de galletas). Fueron analizados diferentes parámetros, como la altura y la pérdida de diámetro durante el horneado, actividad de agua, propiedades ópticas y mecánicas, para compararlas con las galletas que no tenían fibra. Además, se realizó también un análisis sensorial. La mayoría de las fibras oscurecieron las galletas. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la pérdida de diámetro. Sin embargo, en cuanto a la textura, las galletas control eran mucho más crujientes que las que tenían fibra. Los mejores resultados del análisis sensorial fueron obtenidos por las galletas con fibra procedente de la piel no astringente del caqui. En relación con estos resultados, la fibra de caqui podría ofrecer nuevas posibilidades de incrementar las propiedades saludables nuevos productos.

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto AICO/2017/043 'Contribución a la mejora del perfil nutricional en productos de bollería (magdalenas y galletas)' financiado por la Consellería de Educación.

Palabras clave

Fibra, caqui, galleta, astringencia, textura, color, análisis sensorial

Títol: Influència de la incorporació de fibra de caqui sobre les propietats fisicoquímiques de galletes

Resum

L'estreta relació entre una dieta rica en fibra amb una reducció de la incidència de diferents malalties ha incrementat la demanda d'aliments amb elevats nivells d'este component. A més, la sobreproducció de caquis cv. 'Rojo Brillante' en la zona mediterrània, a causa del desenvolupament de noves tècniques per a insolubilizar els tanins, que són els responsables de l'astringència de la fruita immadura, necessita noves formes de consum per a fer més rendible este cultiu. Per això, en este estudi, una part de la farina de blat de les galletes ha sigut reemplaçada per fibra de caqui, obtinguda de la pell o de la polpa del caqui sotmés o no a un tractament d'eliminació de l'astringència. Es va afegir un 5% de fibra a la formulació de massa de galletes per a aconseguir la demanda nutricional de 'font de fibra' (≥ 3 g fibra/ 100 g de galletes). Van ser analitzats diferents paràmetres, com l'altura i la pèrdua de diàmetre durant l'enfornat, activitat d'aigua, propietats òptiques i mecàniques, per a comparar-les amb les galletes que no tenien fibra. A més, es va realitzar també una anàlisi sensorial. La majoria de les fibres extretes van enfosquir les galletes. No es van trobar diferències significatives quant a la pèrdua de diàmetre. No obstant això, quant a la textura, les galletes control eren molt més cruixents que les que tenien fibra. Els millors resultats de l'anàlisi van ser obtinguts per les galletes amb fibra procedent de la pell no astringent del caqui. En relació amb estos resultats, la fibra de caqui podria oferir noves possibilitats d'incrementar les propietats saludables nous productes.

Aquest estudi ha sigut desenvolupat en el projecte AICO/2017/043 'contribució a la millora del perfil nutricional de productes de brioxeria' finançat per la Conselleria d'Educació.

Paraules clau

Fibra, caqui, galleta, astringència, textura, color, anàlisi sensorial

Title: Influence of persimmon fiber addition on the physicochemical properties of biscuits

Abstract

The evident link between a diet rich in fiber with a reduction of the incidence of difference diseases have increased the demand of foods with high levels of this component. Besides, the recent overproduction of persimmon fruits cv. “Rojo Brillante” in the Mediterranean area due to the development of new techniques to insolubilize tannins responsible for the astringency of unripened fruit, needs new ways of consumption to make more profitable this crop. For that, in this study, part of the wheat flour of biscuits was replaced by persimmon fiber obtained from peel or from pulp of persimmon fruit submitted or not to a deastringency treatment. 5% of persimmon fiber was added to the formulation of biscuit dough to achieve the nutritional claims “source of fiber” (≥ 3 g fiber/100 g biscuit). Height and diameter loss during baking, water activity, optical and mechanical properties of biscuits rich in persimmon fiber were analyzed to compare them with biscuits without fiber. Furthermore, a sensorial analysis was performed. Most of the persimmon fibers slightly darkened biscuits, but not significant differences were found in terms of diameter loss in baking stage. However, texture of control biscuits was much crispier than when fiber was included, since fiber increase the hardness and the distance of breakage. Best scores in sensorial analysis were obtained in biscuits formulated with non-astringent peel persimmon fiber. According to these results, persimmon fiber might offer new possibilities of increase the healthy properties of food.

This study has been developed as part of the proyect AICO/2017/043 ‘Improvement contribution of bakery products’ nutritional profile’ financed by Education Ministry.

Keywords

Fiber, persimmon, biscuit, astringency, texture, color, sensorial analysis

'Nunca pienso en el futuro.

Llega demasiado pronto'

Albert Einstein

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.0 CAQUIS	7
3.1 ELIMINACIÓN DE LA ASTRINGENCIA DEL CAQUI	7
3.2 EXTRACCION DE LA FIBRA	8
3.3 PREPARACIÓN DE LAS GALLETAS Y FORMULACIONES	9
3.4 DETERMINACIONES ANALÍTICAS	10
3.4.1 Propiedades de hidratación de la fibra	10
3.4.2 Análisis de la astringencia del caqui	11
3.4.3 Actividad del agua (a_w)	13
3.4.4 Altura y diámetro	14
3.4.5 Propiedades mecánicas	14
3.4.6 Propiedades ópticas	15
3.4.7 Análisis sensorial	15
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA	16
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS GALLETAS CON FIBRA DE CAQUI	18
4.2.1 Variación de altura y diámetro de las galletas después del horneado	18
4.2.2 Actividad de agua	19
4.2.3 Propiedades ópticas	20
4.2.4 Propiedades mecánicas	21
4.2.5 Evaluación sensorial.	24
5. CONCLUSIONES	26
6. BIBLIOGRAFÍA	28
7. ANEXOS	29
7.1 CUESTIONARIO EVALUACIÓN SENSORIAL	29
7.2 APORTACIÓN AL 7º INTERNATIONAL FIBRE CONFERENCE 2018	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Incidencia estimada de los tumores más frecuentes en España en el año 2017 (ambos sexos). Datos procedentes de GLOBOCAN 2012, desglosados por edad y sexo, y extrapolados a los datos de la población española para el año 2017 proporcionada por el INE (2017).	2
Figura 2. Logotipo de la estrategia ‘más alimento, menos desperdicio’. Fuente: MAPAMA, 2012.....	6
Figura 3. Condiciones del caqui para eliminar la astringencia producida por los taninos solubles.....	8
Figura 4. Fibra antes de ser deshidratada en la estufa a 40 °C	9
Figura 5. Fibra después de haber sufrido el proceso de deshidratación.....	9
Figura 6. Papel impregnado con disolución de cloruro férrico con el que se realizaron las comprobaciones del tratamiento postcosecha	11
Figura 7. La pigmentación azul indica la presencia de taninos solubles en el fruto, por lo que la eliminación de la astringencia no se ha realizado correctamente.....	12
Figura 8. La ausencia de coloración azulada indica la eliminación correcta de los taninos solubles	12
Figura 9. Velocidad relativa de diversas reacciones de deterioro en función de la actividad de agua. FUENTE: Libro Termodinámica y cinética de sistemas alimento entorno	13
Figura 10. Higrómetro de punto de rocío con el que se realizaron las determinaciones de la actividad de agua de las galletas	14
Figura 11. Capacidad de hinchamiento (SC mL: agua/ g de muestra) y capacidad de retención de agua (WHC: agua/ g de muestra) de la fibra de caqui en función de la parte del fruto considerada (piel: P o pulpa: PU) y según sea o no astringentes (A: astringentes y NA: no astringentes)	17
Figura 12. Capacidad de absorción de aceite (OHC: mL de aceite/ g de fibra) de la fibra de caqui en función de la parte considerada del fruto (P: piel o PU: pulpa) y según se haya realizado o no un tratamiento postcosecha de eliminación de la astringencia (A: astringente; NA: no astringente)	17
Figura 13. Variación de la altura de las galletas en función de la fibra introducida en la formulación, teniendo en cuenta las galletas control que no tienen fibra en su formulación.....	18
Figura 14. Variación del diámetro de las galletas en función de la formulación estudiada, teniendo en cuenta la parte del caqui de la que ha sido extraída y si se ha realizado un tratamiento post-cosecha o no	19

Figura 15. Actividad de agua de las galletas con diferentes tipos de fibra de caqui, comparándolas con las galletas control.....	19
Figura 16. Luminosidad (L*) de las galletas, en función del tipo de fibra empleada.....	20
Figura 17. Comportamiento de las coordenadas a*b*según la formulación de la masa	21
Figura 18. Representación del ensayo de corte, en el que se muestra la fuerza máxima (N) y la distancia a la que se produce esa fuerza máxima (mm). Las letras minúsculas hacen referencia a los grupos homogéneos del ANOVA unifactorial considerando como factor únicamente la formulación (incluido el control). Letras mayúsculas se refieren a los grupos homogéneos del ANOVA multifactorial considerando tanto la parte del fruto (piel o pulpa) como la presencia de taninos solubles o insolubles (A-NA)	22
Figura 19. Representación del ensayo de punción, en el que se muestra la fuerza máxima (N) y la distancia a la que se produce esa fuerza máxima (mm). Las letras minúsculas hacen referencia a los grupos homogéneos del ANOVA unifactorial, considerando como factor únicamente la formulación (incluido el control). Las letras mayúsculas se refieren a los grupos homogéneos del ANOVA multifactorial considerando tanto la parte del fruto de donde se ha extraído la fibra (Piel o pulpa) como la presencia de taninos solubles o insolubles (A -NA).....	23
Figura 20. Resultados del análisis sensorial con la escala hedónica de galletas elaboradas con distintas fibras. Según los datos obtenidos tras el análisis de datos del ANOVA, *Nivel de significancia del 95% y ** Nivel de significancia del 99% 24	
Figura 21. Resultados del análisis sensorial con la escala Just About Right de los atributos ‘color externo’, ‘color interno’ y ‘dureza’ de galletas elaboradas con fibra de diferentes partes del caqui (piel o pulpa) y con taninos solubles (A) o insolubles (NA)	25
Figura 22. Intención de compra de las galletas según la evaluación sensorial de los catadores.	26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Denominaciones de las diferentes fibras obtenidas	9
-------------------------------------------------------------------------	---

1. INTRODUCCIÓN

Según la World Health Organization (WHO), la obesidad y el sobrepeso han alcanzado caracteres de epidemia a nivel mundial. En 2016, más de 1900 millones de adultos tenían sobrepeso, de los cuales, más de 650 millones eran obesos. La prevalencia mundial de la obesidad se ha multiplicado por tres entre 1975 y 2014 (WHO, 2018).

La causa fundamental de este problema de salud es un desequilibrio energético entre calorías consumidas y gastadas. Actualmente, ha habido un aumento de la ingesta de alimentos con alto contenido calórico ricos en grasa, además de un descenso de la actividad física debido al modo de vida cada vez más sedentaria de la población, por lo que esto provoca que las calorías consumidas diarias no sean empleadas en su totalidad, acumulándose en el organismo en forma de grasa (WHO, 2018).

La incorporación de frutas y verduras en la dieta diaria, así como legumbres, cereales integrales y frutos secos, puede ocasionar una reducción del riesgo de algunas enfermedades no transmisibles, como las cardiopatías o algunos tipos de cáncer. La fruta es una fuente rica en fibra, la cual absorbe agua, ayudando así a la expulsión de las heces del intestino, evitando el estreñimiento y las posibles enfermedades que puede ocasionar una alimentación deficitaria en fibra, como puede ser el cáncer de colon. Por la escasa cantidad de fibra consumida en la dieta, en los últimos años ha aumentado la incidencia de estas enfermedades. De hecho, el cáncer de colon es el tipo de cáncer más común en España (SEOM, 2018), como se refleja en la Figura 1.



Figura 1. Incidencia estimada de los tumores más frecuentes en España en el año 2017 (ambos sexos). Datos procedentes de GLOBOCAN 2012, desglosados por edad y sexo, y extrapolados a los datos de la población española para el año 2017 proporcionada por el INE (2017).

Se entiende por fibra dietética los polímeros de hidratos de carbono con diez o más unidades monoméricas que no son hidrolizados por las enzimas endógenas del intestino delgado humano y que pertenecen a las categorías siguientes (Codex Alimentarius CAC/GL 2-1985).:

- Polímeros de carbohidratos comestibles que se encuentran naturalmente en los alimentos en la forma en que se consumen
- Polímeros de carbohidratos obtenidos de materia prima alimentaria por medios físicos, enzimáticos o químicos, y que se haya demostrado que tienen un efecto fisiológico beneficioso para la salud mediante pruebas científicas generalmente aceptadas y aportadas a las autoridades competentes
- Polímeros de carbohidratos sintéticos que se haya demostrado que tienen un efecto fisiológico beneficioso para la salud mediante pruebas científicas generalmente aceptadas aportadas a las autoridades competentes

La fibra dietética puede incluir fracciones de lignina y/u otros compuestos asociados a los polisacáridos de las paredes celulares vegetales. Estos compuestos también pueden cuantificarse mediante ciertos métodos analíticos para la determinación de la fibra dietética (Codex Alimentarius CAC/GL 2-1985).

Es muy importante que la fibra alimentaria esté presente en la alimentación humana, ya que es beneficiosa para nuestro organismo. Se estima que la ingesta regular de 20 g/día de fibra muy fermentable, incrementaría en un 20% el peso de las heces, con la ventaja del efecto masa y

anticarcinogénico que esto supone. Los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) producidos durante la fermentación de la fibra en el colon, se absorben rápidamente por lo que acompañan a una absorción de sodio y agua, disminuyendo la diarrea que se asocia a la mala absorción de carbohidratos (Escudero et al., 2006). La formación de disoluciones viscosas por la fibra soluble en el intestino delgado provoca un aumento del espesor de la capa de agua que han de traspasar los solutos, lo que producirá una disminución en la absorción de los ácidos biliares, ya que se unen a los residuos fenólicos y son excretados por la orina. Una consecuencia de la depleción de los ácidos biliares es la disminución de los niveles de colesterol, ya que se van a utilizar para la síntesis de nuevos ácidos biliares.

Los efectos fisiológicos de la fibra a nivel del colon están relacionados con su propiedad de fermentabilidad y efecto prebiótico. El consumo regular de fibra mejora el estreñimiento leve y moderado, debido al incremento de la masa fecal, esto ocurre tanto con la fibra insoluble como con la fibra soluble. El aumento del volumen fecal, provoca la estimulación de los mecanorreceptores y producen reflejos de propulsión y evacuación; incluso en casos de diarrea provocada por la rotura de los diferentes tipos de bacterias del intestino a causa de la toma de antibióticos, se puede controlar con la ingesta de fibra altamente fermentable, ya que la producción de AGCC y su absorción en el intestino va a provocar el arrastre de sodio y agua, disminuyendo la cantidad de agua en la masa fecal e impidiendo que sea eliminada en las heces (Escudero Álvarez & González Sánchez, 2006).

Otra de las enfermedades no transmisibles que el efecto de la fibra soluble mejora notablemente es la enfermedad cardiovascular, aunque no está establecido cual es el tipo de fibra más recomendable para este caso. El National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel (NCEP ATP III), recomienda el aumento de la ingesta de fibra viscosa para disminuir el colesterol sérico y reducir el riesgo de cardiopatía. El consumo regular de 20-30 g/día de fibra total, reduciría el riesgo de enfermedad cardiovascular entre un 12 y un 20%. El informe más amplio sobre fibra dietética y enfermedad coronaria agrupa once estudios en los que se observó que el efecto sobre esta patología era mayor para la fibra soluble que para la fibra insoluble. La fuente de fibra estudiada era la fruta. Se asoció que por cada aumento de 10 gramos de fibra diarios que se aumenta el consumo de fibra procedente de la fruta, hay una reducción del 30% del riesgo de padecer una enfermedad coronaria (Pereira et al., 2011).

También es cierto, que la fibra es tan solo un factor de los muchos que están implicados en la enfermedad cardiovascular, por lo que hay que mantener una alimentación equilibrada que aporte todos sus beneficios y permita el descenso de enfermedades no transmisibles que con una dieta rica en frutas, verduras y legumbres se evitarían en su mayoría, proporcionando una buena salud y calidad de vida a la población, disminuyendo también el gasto público empleado en pacientes con enfermedades de este tipo.

En la actualidad, gran parte de la población pasa mucho tiempo fuera de casa, ya sea debido al trabajo o a los estudios, por lo que este ritmo de vida acelerado lleva a los consumidores a la búsqueda de alimentos que le proporcionen bienestar. Así, se busca una alimentación saludable, baja en grasas o azúcares y que además le ayude a obtener energía. Para el sector de la alimentación, este hecho ofrece una oportunidad para ofertar nuevos formatos o variedades de producto que incluyan fruta o verdura, aportando aquello que ciertos sectores demandan (AINIA, 2018). Por este motivo, la industria trata de adaptarse a la demanda actual, buscando nuevas formulaciones para brindar a los consumidores una amplia gama de productos, como puede ser la gran variedad de snacks para tomar entre horas con trozos de fruta o con fibra procedente de diferentes tipos de frutas y verduras. Entre estos nuevos productos, el surtido más amplio se encuentra en formato galleta o barra energética.

Según la reglamentación técnico-sanitaria que regula los productos de confitería-pastelería, bollería y repostería (Real Decreto 2419/1978) los productos de bollería son 'aquellos preparados alimenticios elaborados básicamente con masa de harinas comestibles fermentada, cocida o frita, a la que se han añadido o no otros alimentos, complementos panarios y/o autorizados'. Las galletas, son productos de bollería por su forma de elaboración y composición, pero constituyen un importante sector en la alimentación de la población y existe una gran variedad de productos diferentes, por lo que se consideran una categoría independiente, diferenciándose de los otros tipos por su bajo contenido en agua. Al considerarse una categoría independiente, existe una reglamentación técnico-sanitaria que regula la elaboración, circulación y el comercio de galletas. Según esta norma (Real Decreto 1124/1982), las galletas son 'aquellos productos alimenticios elaborados, fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, adicionada o no de azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.) sometida a proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto de presentación muy variada, caracterizado por su bajo contenido en agua'. Debido a la

versatilidad de formas e ingredientes, puede estar orientado a infinidad de públicos, desde los más pequeños con formas que les llamen la atención hasta un sector más exigente como son los adultos que quieren cuidar su salud con un producto que esté rico y que le aporte algún beneficio para su salud.

En este estudio se ha utilizado el caqui de la variedad 'Rojo Brillante' como materia prima para la obtención de fibra dietética. En 1998 se creó el Consejo Regulador de la Denominación de Origen 'Kaki Ribera del Xúquer' (CRDO, 2002) que se rige por la Norma Europea EN-45011 y la última modificación fue la orden 40/2010 de la Conselleria de Agricultura, Pesca i Alimentació en la que recoge el Reglamento de la Denominación de Origen Protegido Kaki Ribera del Xúquer y su consejo regulador (KAKIFRUIT, 2016). El interés de utilizar esta fruta es porque existe una elevada producción, debido al desarrollo por el IVIA de la técnica de eliminación de la astringencia esta variedad (Arnal y Del Río, 2003). Este tratamiento consiste en someter a los frutos a altas concentraciones de CO₂ (90-95%) en cámara durante 24 horas aproximadamente a una temperatura de 20 °C. De esta forma, se ha producido un aumento vertiginoso, pasando de 550 ha en 1998 a 10.500 ha en 2015, en la producción de caqui en la comarca de la Ribera Alta de Valencia donde se concentra el 90% de las plantaciones españolas (IVIA, 2018). Además, la mayoría de esta producción está destinada a la exportación, siendo España el primer país exportador no asiático. Este hecho contrasta con la falta de familiarización que existe con este producto en muchas zonas de España, donde no es muy conocido.

Otro de los motivos por el cual es interesante la utilización de esta fruta para la extracción de su fibra es que debido a que su piel es muy delicada, el mínimo roce con otro caqui o las inclemencias del tiempo pueden provocar daños que afectan a la apariencia del fruto, por lo que no se puede comercializar y se pierde mucha cantidad de dinero con estos destríos. También, es muy frecuente que haya muchos kilos de producto que sean eliminados por tener en cuenta los criterios de calidad comercial exigidos por la norma de calidad y por el mercado, ya sea por calibre, color, peso o, como se dice anteriormente, por defectos visuales como son las heridas en la piel. Aunque esta materia prima no pase los controles de calidad comercial, no significa que el sabor, el valor nutricional o la inocuidad de estos alimentos se vean afectados. Simplemente el consumidor no lo considera de calidad porque tiene desperfectos y no están dispuestos a pagar por algo que tiene defectos (MAPAMA, 2012). Por tanto, darle un valor añadido a los subproductos, como sería la servir

como materia prima para la extracción y estabilización de fibra de caqui, sería una forma de aprovechamiento, fuente de ingresos para la industria en lugar de pérdidas. En este contexto, desde el MAPAMA (2012) se han lanzado iniciativas para fomentar el aprovechamiento de los alimentos en la mayor medida posible como una estrategia para reducir o minimizar estas mermas de alimentos (Figura 2)



Figura 2. Logotipo de la estrategia 'más alimento, menos desperdicio'. Fuente: MAPAMA, 2012.

Según la Comisión Europea, se estima que el 42% de los alimentos desperdiciados se produce en los hogares, el 39% en los procesos de fabricación, el 5% en la etapa de distribución y el 14% en los servicios de restauración. Para evitar esto, el Parlamento Europeo aprobó en 2012 la Resolución sobre cómo evitar el desperdicio de alimentos: estrategias para mejorar la eficiencia de la cadena alimentaria en la UE. A través de esta resolución, esta entidad manifiesta su preocupación por el hecho de que se desperdicie una cantidad muy considerable de alimentos a pesar de ser comestibles. Por lo tanto, se solicita a los estados miembros, que elaboren estrategias y medidas para frenar esto, y, por consiguiente, alcanzar una reducción del 50% del desperdicio de alimentos.

Por todo lo comentado, hay un elevado interés en fomentar el consumo de fibra para evitar la aparición de problemas de salud, además de tratar de buscar una producción más sostenible de los alimentos. No obstante, es importante evaluar la calidad fisicoquímica y sensorial de los productos formulados con fibra para valorar su viabilidad en el mercado. En este sentido, en este estudio se caracteriza el efecto de la introducción de fibra procedente de caqui (*Diospyros kaki* L.f) en las propiedades de las galletas. Con el fin de valorar el aprovechamiento del destrío previo a la etapa de eliminación de la astringencia, se ha utilizado fibra de caquis astringentes y no astringentes.

A su vez, la fibra se ha obtenido de la piel del caqui o de la pulpa para evaluar sus diferentes características.

2. OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es la caracterización de galletas con fibra de caqui de diferente parte del fruto (piel o pulpa) y con taninos solubles (astringente) o insolubles (no astringente). Se pretende poder ampliar las posibilidades de comercialización del caqui que ha sufrido un aumento considerable en su producción debido a la implantación de las técnicas de eliminación de la astringencia comentadas en la introducción. Para ello, se han considerado los siguientes objetivos específicos:

- Caracterización de la fibra determinando: la capacidad de hinchamiento, la capacidad de retención de agua y la capacidad de retención de aceite
- Caracterización de las galletas con fibra de caqui analizando: la variación de peso, de altura y el diámetro después del horneado, las propiedades ópticas

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.0 CAQUIS

Se seleccionaron 100 (procedentes de 2 lotes: 50 en cada lote) caquis de la variedad 'Rojo Brillante', de los cuales 50 se sometieron a la insolubilización de los taninos, mientras que los otros 50 se mantuvieron como venían de campo, manteniendo los taninos solubles que producen la astringencia. A todos los caquis se les extrajo la fibra.

3.1 ELIMINACIÓN DE LA ASTRINGENCIA DEL CAQUI

La fracción tánica responsable de la astringencia en la variedad 'Rojo Brillante' pertenece a las proantocianidinas grupo B, que se unen con un enlace carbono-carbono entre dos moléculas, concretamente el C-4 de la primera molécula y el C-6 de la segunda, esta fracción es conocida como 'taninos solubles'(Del Bubba *et al.*, 2009).

La eliminación de la astringencia de los caquis, producida por los taninos solubles que se encuentran en la composición de esta variedad de caqui, se llevó a cabo de la forma tradicional, introduciéndolos en un recipiente cerrado con un vaso de licor en el interior de alta graduación (whisky) (Figura 3). Esto produjo una insolubilización de los taninos del caqui, eliminando así la astringencia debido a que al haberse insolubilizado ya no reaccionan con las proteínas de la saliva, por lo que ya no aparece la sensación de aspereza producida por la precipitación del complejo tanino-proteína (Iguar et al., 2007; Arnal & Del Río, 2005).



Figura 3. Condiciones del caqui para eliminar la astringencia producida por los taninos solubles.

3.2 EXTRACCION DE LA FIBRA

La fibra de caqui se extrajo tanto de la piel como de la pulpa de los caquis astringentes y no astringentes. Para ello, cada parte se homogeneizó y se mezcló con etanol (96% v/v) en una proporción 1:2 (p/v) a 60 °C en un mezclador térmico (Thermomix®) durante 15 minutos a una velocidad de 900 rpm. Transcurrido ese tiempo, se separó el etanol con los solutos disueltos de la fibra humectada mediante un tamiz de luz de malla 0,5 mm (Figura 4). A continuación, la masa de fibra de caqui humectada obtenida se secó en una estufa a 40 °C durante 24 h para deshidratarla (Martínez-Las Heras et al. , 2017). Por último, la torta de fibra (Figura 5) se sometió a un proceso de molienda con un molinillo (Moulinex MC300132) a una potencia 180 W durante 2 minutos hasta conseguir una textura de polvo, con el fin de tener una harina de fibra de caqui. Este polvo se mantuvo almacenado a temperatura ambiente en frascos de plástico sellados con Parafilm®.



Figura 4. Fibra antes de ser deshidratada en la estufa a 40°C



Figura 5. Fibra después de haber sufrido el proceso de deshidratación

En este estudio se consideraron 4 fibras de caqui diferentes según los caquis fueron astringentes (A) o no astringentes (NA) y según la fibra fuera de piel (P) o de la pulpa (PU). En la siguiente tabla se muestra la nomenclatura utilizada:

Tabla 1. Denominaciones de las diferentes fibras obtenidas

Tipo de Fibra	Nomenclatura
Piel caqui astringente	P-A
Piel taninos insolubles	P-NA
Pulpa taninos solubles	PU-A
Pulpa taninos insolubles	PU-NA

3.3 PREPARACIÓN DE LAS GALLETAS Y FORMULACIONES

La preparación de las galletas se llevó a cabo utilizando un 54% de harina, un 15% de azúcar, un 14% de mantequilla, un 16% de agua y un 1% de levadura química. En primer lugar, se tamizaron la harina y la levadura, para evitar la formación de grumos, y posteriormente se mezclaron ambas

con el azúcar, la mantequilla (anteriormente fundida en el microondas durante 30 segundos a máxima potencia) y el agua durante 10 minutos a máxima velocidad en una batidora eléctrica (Kenwood, modelo KM240 serie, Reino Unido). A continuación, se dejó reposar la masa antes de estirarla hasta una altura de 5 mm, lo cual se consigue gracias a un rodillo antiadherente con aros que garantiza la altura deseada en la galleta, posteriormente se corta con un cortapastas de un diámetro de 40 mm (Raymundo *et al.*, 2014). Por último, las galletas se hornearon durante 20 minutos a 180 °C, con ventilación mínima y una humedad relativa del 0%.

En este trabajo se estudiaron cinco formulaciones diferentes de galletas, variando el tipo de fibra en cada una de ellas, pero con el mismo porcentaje. En las formulaciones se sustituyó un total del 7% de la harina por un 5% de fibra y un 2% de agua. La nomenclatura utilizada para las galletas fue la misma que en la fibra (Tabla 1), además de la formulación de la galleta control (sin fibra).

3.4 DETERMINACIONES ANALÍTICAS

3.4.1 Propiedades de hidratación de la fibra

Capacidad de hinchamiento (SC)

Una muestra de la fibra extraída fue pesada e introducida en una probeta de 10 mL y se añadió agua. Se hidrató durante 18 horas a 25 °C. Una vez transcurrido este tiempo, el volumen alcanzado por la fibra fue medido (Raghavendra *et al.* 2004; Robertson *et al.* 2000) y se calculó la capacidad de hinchamiento (SC) en mLg⁻¹ mediante la siguiente fórmula:

$$SC \left(\frac{mL}{g} \right) = \frac{\text{volumen ocupado por la muestra}}{\text{peso inicial de la muestra}}$$

Capacidad de retención de agua (WHC)

Una muestra de aproximadamente 0,2 g de fibra de caqui fue pesada e introducida en una probeta de 10 mL y se añadió agua. Se hidrató durante 18 horas a 25 °C. El sobrenadante fue eliminado y el residuo constituido por la fibra hidratada se pesó y se registró (HR). Posteriormente, se liofilizó cada una de las muestras. El peso del residuo deshidratado se registró también (DR). Este

ensayo se realizó por triplicado y la capacidad de retención de agua se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$WHC \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{HR - DR}{DR}$$

Capacidad de retención de aceite (OHC)

La OHC fue medida acorde con Garau et al. (2007). Se pesó una muestra de cada una de las fibras aproximadamente de 0,2 g, y se mezcló cada una de ellas con 1,5 g de aceite de girasol en tubos Eppendorf y se dejó reposar durante 18 horas con el fin de que la fibra absorbiera el aceite. Una vez han pasado las 18 horas, se centrifugaron todas las muestras (1500 xg durante 5 minutos). El sobrenadante se eliminó y la muestra fue pesada. La evaluación de la OHC se basó en el incremento de peso experimentado por la muestra y expresado en gramos de aceite absorbidos/gramos de muestra seca (muestra inicial).

3.4.2 Análisis de la astringencia del caqui

La astringencia se evaluó mediante un método, cuyo fundamento consiste en que los taninos en su forma soluble reaccionan con el cloruro férrico, formando un complejo iónico tanino-Fe que son de color azul-negro. Dependiendo el color que se haya desarrollado en la reacción, se puede estimar el grado de astringencia de los caquis. Para llevar a cabo este análisis, se impregnó un papel en una disolución de cloruro férrico al 5% (Figura 6). Posteriormente se analizaron dos caquis, uno procedente de los que habían sido introducidos en la cámara para reducir la astringencia y otro de los que no se habían sometido a este tratamiento.



Figura 6. *Papel impregnado con disolución de cloruro férrico con el que se realizaron las comprobaciones del tratamiento postcosecha*

Los caquis se partieron por la mitad y se pusieron en contacto con el papel que previamente había sido impregnado con la solución de cloruro férrico al 5%. La aparición de un color azul o negro es prueba positiva de la presencia de taninos en la muestra (Figura 7).



Figura 7. La pigmentación azul indica la presencia de taninos solubles en el fruto, por lo que la eliminación de la astringencia no se ha realizado correctamente

Si se ha realizado correctamente la desastringentación de los frutos, no aparece la coloración azul anteriormente mencionada (Figura 8). En el caso de que aparezca, es debido a que no ha transcurrido el tiempo necesario para que se insolubilicen los taninos.



Figura 8. La ausencia de coloración azulada indica la eliminación correcta de los taninos solubles

3.4.3 Actividad del agua (a_w)

Se ha demostrado que la actividad de agua es un factor clave para el crecimiento microbiano, producción de toxinas y resistencia al calor de los microorganismos. En general, el límite inferior de actividad de agua para el crecimiento microbiano es de 0,9 para la mayoría de las bacterias, siendo un inferior en levaduras y hongos. Además del efecto sobre los microorganismos, la a_w juega un papel importante en la estabilidad química y en la calidad de los alimentos. Las cinéticas de reacciones de oxidación de lípidos, pardeamiento no enzimático, degradación de vitaminas y pigmentos y cambios enzimáticos son altamente dependientes del contenido de humedad y a_w de los sistemas alimenticios (Martínez et al., 1998) (Figura 9).

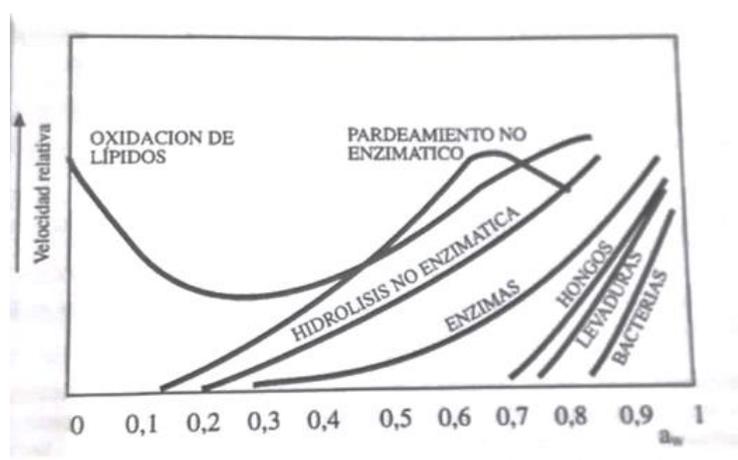


Figura 9. Velocidad relativa de diversas reacciones de deterioro en función de la actividad de agua. FUENTE: Libro Termodinámica y cinética de sistemas alimento entorno

La a_w fue determinada con un higrómetro de punto de rocío AquaLab (Decagon Devices, Inc., model 4TE, Pullman, Washington, USA) de una precisión de $\pm 0,003$ previamente calibrado con una muestra de carbón activo durante alrededor de 5 minutos con la finalidad de eliminar la humedad residual del interior del higrómetro. Para medir este parámetro se desmenuzó una galleta de cada formulación, un total de 5 galletas, y se introdujeron en capsulas portamuestras. Después, se realizó la medida de la actividad de agua un total de 3 veces para cada una de las formulaciones. En la Figura 10 se muestra el higrómetro de punto de rocío con el que se ha realizado esta medida.



Figura 10. Higrómetro de punto de rocío con el que se realizaron las determinaciones de la actividad de agua de las galletas

3.4.4 Altura y diámetro

A todas las galletas de cada formulación se les midió la altura (mm) y diámetro (mm) antes y después del horneado. Antes del horneado, se utilizó un rodillo que tiene unos topes incorporados y permite que cuando se extienda la masa tenga siempre el mismo grosor. Una vez se extendió la masa, se procedió a cortar cada una de las galletas, utilizando un cortapastas, por lo que se midió el diámetro del cilindro utilizado.

Después del horneado se volvió a realizar esta medida, con el fin de observar como afectaba el horneado a las galletas y para saber si la incorporación de la fibra afectaba a las condiciones de horneado, ya que una de las propiedades de la fibra es la capacidad de absorción y retención de agua. Esta propiedad se opondría a la evaporación del agua durante la cocción de las galletas en comparación con las galletas control, por ello es importante ver la variación del tamaño de las galletas.

3.4.5 Propiedades mecánicas

Para la realización de la textura en las galletas, se utilizó un analizador de textura *ANAME*, *Texture Analyser TA-XT2*, realizando un estudio de punción y otro de corte. Para ello, se utilizó una sonda de 2 mm de diámetro en el estudio de punción (P/2 Sonda cilíndrica 2mm \emptyset de acero inoxidable) y una sonda de corte (A/BS Cuchilla de corte según método AIB) en el otro caso. En

punción, se realizó la penetración completa de la galleta a una velocidad de 0,5 mm/s en solo una compresión. En corte, se fragmentó completamente la galleta. Cada uno de estos ensayos se realizó por triplicado.

3.4.6 Propiedades ópticas

El espacio de color CIE $L^*a^*b^*$, es un sistema cartesiano formado por 3 ejes: un eje vertical (L^*) que representa la medida de luminosidad de un color, variando desde el 0 para un negro hasta el 100 para un blanco, a^* es uno de los ejes horizontales y representa la medida del contenido de rojo o de verde de un color. Si un color tiene rojo, a^* será positivo, si por el contrario tiene verde, será negativo. El otro eje horizontal es b^* , indica los colores amarillo y azul según tenga valor positivo o negativo. El iluminante utilizado fue el D65 y el observador 10° .

Se realizó la medida del color de la cara superior de todas las galletas de cada formulación. Para ello, se utilizó un espectrocolorímetro (Konica Minolta, Inc., modelo CM – 3600d, Tokio, Japón). Se midió la reflectancia con la energía UV excluida. Se obtuvieron valores de las coordenadas $L^*a^*b^*$ que posteriormente se analizaron y se compararon.

3.4.7 Análisis sensorial

Se estudió la aceptación de cinco formulaciones diferentes, entre ellas una control y las otras cada una con diferentes los tipos de fibra.

El análisis sensorial fue realizado en una sala de catas, según recoge la norma UNE-EN ISO 8589:2010, en el instituto universitario de ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IUIAD). El panel de catadores estuvo formado por 20 jueces no formados, con edades comprendidas entre 18 y 65 años. Las muestras fueron presentadas simultáneamente y codificadas con números de tres dígitos y aleatorios. Fueron evaluados los siguientes atributos: color interno, color externo, aspecto, sabor, textura, aroma, y tacto, según una escala hedónica de 5 puntos. Según el test Just About Right (JAR) se evaluaron el color externo, el color interno y la dureza. También fue evaluada la intención de compra de cada una de las formulaciones por parte de los catadores.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos de todas las pruebas experimentales citadas anteriormente se realizó con el programa Statgraphics Centurión versión XVI.I (2013). Se analizaron mediante el Análisis de Varianza (ANOVA simple en todas las pruebas, y en algunos casos ANOVA multifactorial) para evaluar el efecto de la incorporación de fibra procedente de diferentes partes del caqui (Piel o pulpa) y sometido a tratamiento postcosecha o no (no astringente o astringente)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA

Capacidad de hinchamiento, retención de agua y de aceite de la fibra

En la figura 11 se presentan los resultados de capacidad de hinchamiento (SC) y de la capacidad de retención de agua (WHC) de las fibras de caqui consideradas en este estudio en función de la solubilidad de los taninos o de la parte del fruto utilizada (piel o pulpa). Respecto a la capacidad de hinchamiento, no se observaron diferencias significativas en ningún caso. Sin embargo, la pulpa presentó mayor capacidad de retención de agua que la piel y la presencia de taninos solubles también dio lugar a valores significativamente mayores de WHC. Este comportamiento podría estar relacionado con el mayor carácter lipófilo de la piel del fruto que impediría que la fibra absorbiera la misma cantidad de agua que la pulpa. Por otra parte, la insolubilización de los taninos podría suponer una barrera a la retención de agua.

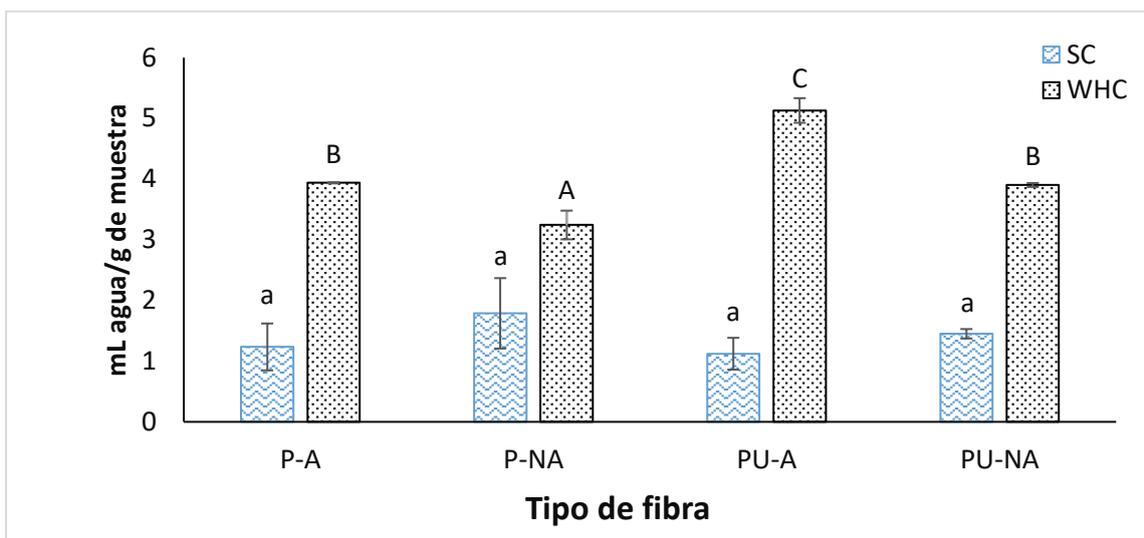


Figura 11. Capacidad de hinchamiento (SC mL: agua/g de muestra) y capacidad de retención de agua (WHC: agua/g de muestra) de la fibra de caqui en función de la parte del fruto considerada (piel: P o pulpa: PU) y según sea o no astringentes (A: astringentes y NA: no astringentes)

En la siguiente figura, se muestra la capacidad de retención de aceite, en la que se puede ver que la fibra de piel con taninos insolubles absorbió más cantidad de aceite por cada gramo de muestra en coherencia con su menor capacidad de retención de agua. Esto puede deberse a que los taninos insolubles serían más afines a la grasa que los taninos solubles. No obstante, en la fibra de pulpa no se observaron diferencias significativas en la retención de aceite debidas a presencia o no de astringencia en el fruto.

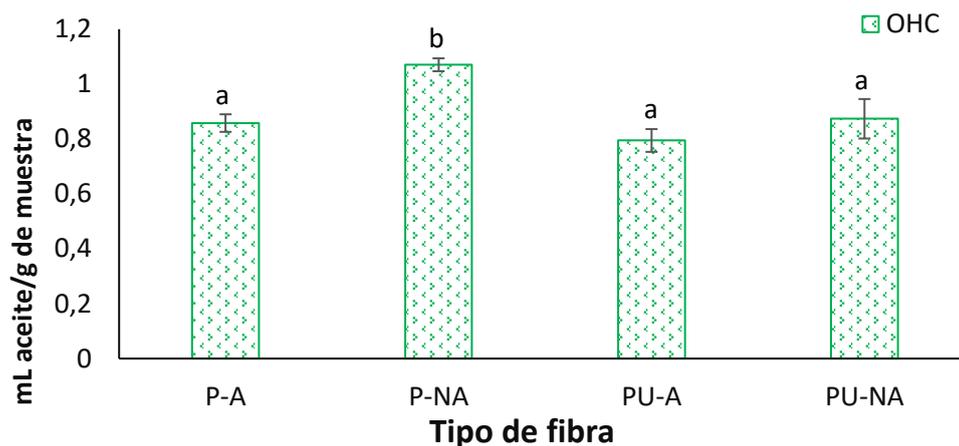


Figura 12. Capacidad de absorción de aceite (OHC: mL de aceite/g de fibra) de la fibra de caqui en función de la parte considerada del fruto (P: piel o PU: pulpa) y según se haya realizado o no un tratamiento postcosecha de eliminación de la astringencia (A: astringente; NA: no astringente)

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS GALLETAS CON FIBRA DE CAQUI

4.2.1 Variación de altura y diámetro de las galletas después del horneado

En la Figura 13, se presentan los resultados de la variación de altura de las galletas en la etapa de horneado con respecto a la formulación utilizada, en la que puede verse que la incorporación de la fibra de caqui en la galleta supuso una altura significativamente inferior a la registrada en la galleta control, que aumentó un 140%. Con respecto a la parte del fruto del que se obtuvo la fibra, no se observaron diferencias significativas en este parámetro, que fue en la mayoría de los casos de aproximadamente un 110%, excepto en la formulación con fibra procedente de la piel con taninos solubles (P-A) que alcanzó una subida de altura del 123%. Este fenómeno puede deberse a la dilución que sufre el gluten, procedente de la harina de trigo, en presencia de fibra en la masa de las galletas limitando la capacidad de la misma para expandirse (Ajila et al., 2008).

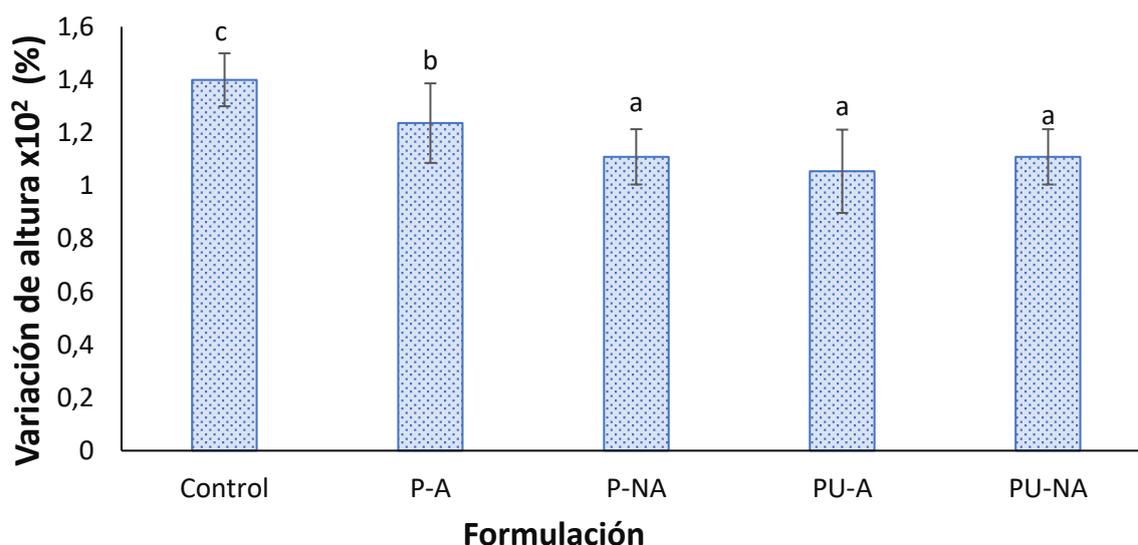


Figura 13. Variación de la altura de las galletas en función de la fibra introducida en la formulación, teniendo en cuenta las galletas control que no tienen fibra en su formulación

La variación de diámetro durante el horneado se muestra en la Figura 14. Los resultados pusieron de manifiesto que la incorporación de fibra, en cualquiera de sus formatos, no modificó significativamente este parámetro, perdiendo en todas las galletas entre un 10 y un 12% del diámetro inicial.

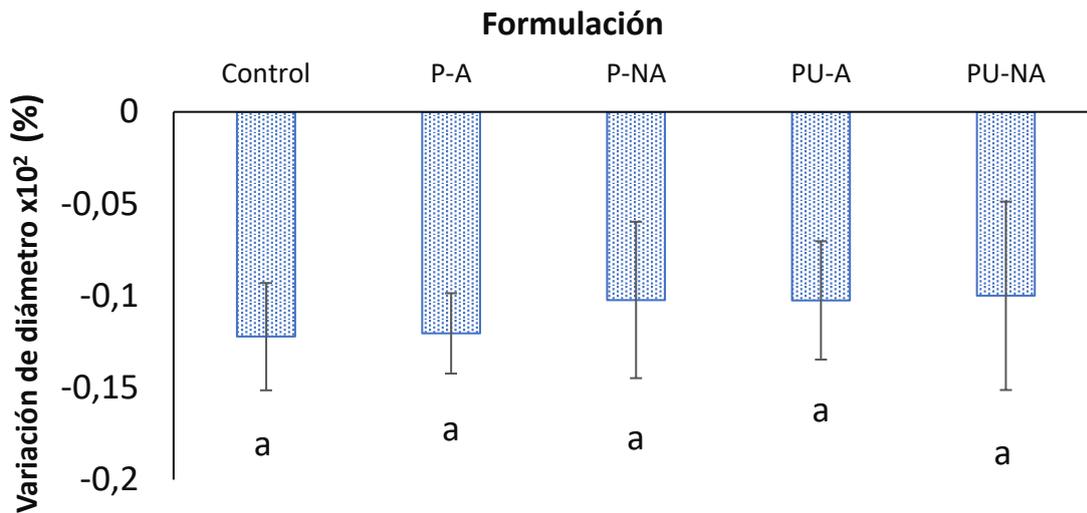


Figura 14. Variación del diámetro de las galletas en función de la formulación estudiada, teniendo en cuenta la parte del caqui de la que ha sido extraída y si se ha realizado un tratamiento post-cosecha o no

4.2.2 Actividad de agua

En la Figura 15 se presentan los resultados de actividad de agua de las galletas estudiadas. El rango de este parámetro se mantuvo en todos los casos entre 0,3 y 0,36, excepto para cuando la fibra procedía de la piel del caqui astrigente, en que los valores de actividad de agua fueron de $0,469 \pm 0,002$. En este sentido, no se atribuye un efecto importante de la fibra sobre el agua disponible en la galleta.

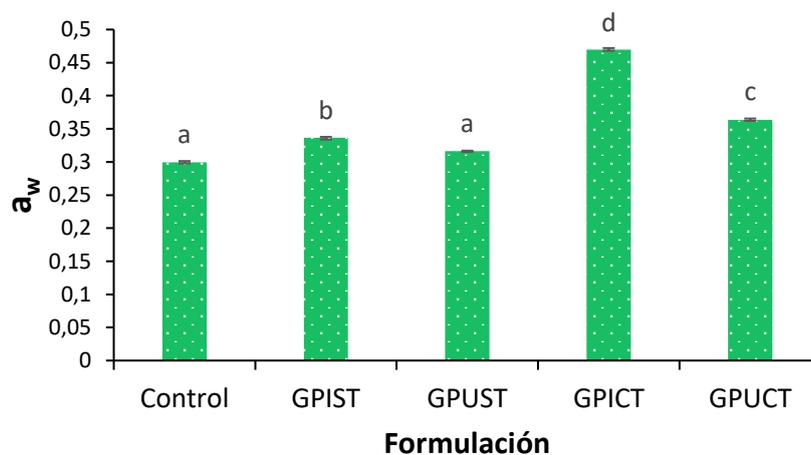


Figura 15. Actividad de agua de las galletas con diferentes tipos de fibra de caqui, comparándolas con las galletas control.

4.2.3 Propiedades ópticas

El efecto de la incorporación de la fibra de caqui en el color de las galletas es un factor importante que determina la aceptabilidad de los consumidores de este producto. En este sentido, en la Figura 16 se presentan los resultados de luminosidad (L^*) y en la Figura 17 la ubicación en el plano cromático de las coordenadas a^* y b^* de las galletas estudiadas.

En todos los casos la adición de la fibra en las galletas redujo significativamente la L^* , oscureciéndolas. Este comportamiento también fue observado por Sudha *et al.* (2007) en galletas con fibras de diferentes cereales (salvado de arroz, de cebada, trigo y avena), excepto cuando para salvado de cebada, como consecuencia probablemente del pardeamiento no enzimático cuando la harina de trigo es reemplazada por fibra con una composición diferente de azúcar (Raimundo *et al.*, 2014).

Con lo que respecta la ubicación de a^* y b^* (Figura 17), las galletas con fibra presentaron mayor coordenada a^* , especialmente en la formulación en la que la fibra procede de la piel del caqui no astringente (P-NA), en la que además la coordenada b^* fue significativamente mayor. No obstante, el tono fue de esta formulación fue muy similar al de la galleta control, aunque su pureza fue mayor, dando lugar a una coloración anaranjada más intensa.

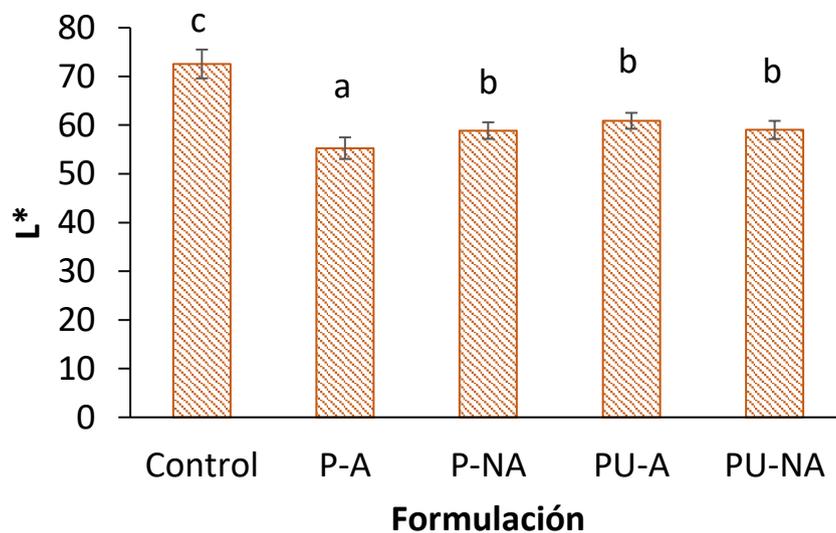


Figura 16. Luminosidad (L^*) de las galletas, en función del tipo de fibra empleada.

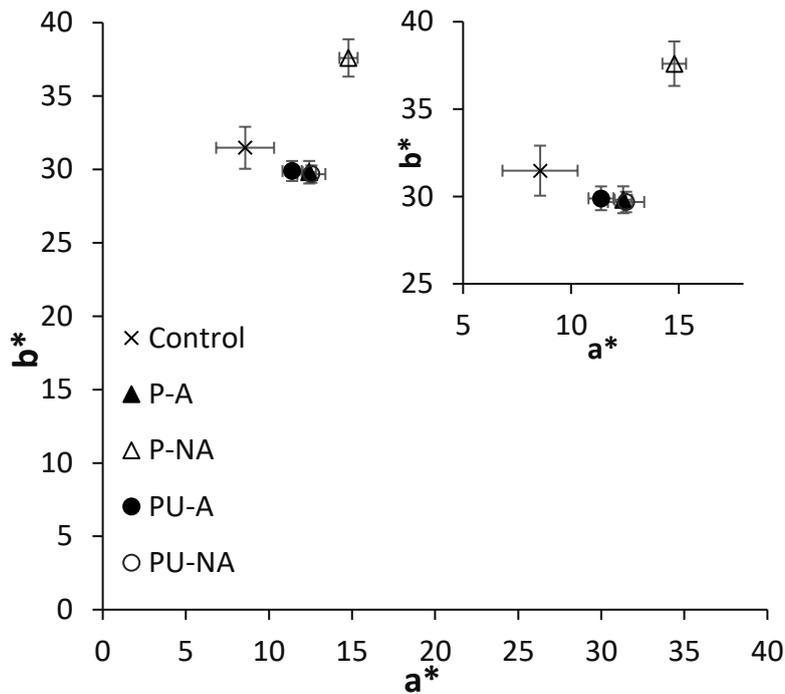


Figura 17. Comportamiento de las coordenadas a^*b^* según la formulación de la masa

4.2.4 Propiedades mecánicas

En las Figuras 18 y 19 se presentan los resultados de fuerza máxima y de distancia a la que se produce la misma de los ensayos de corte y punción, respectivamente.

Los resultados indicaron que tanto en el ensayo de corte como en el de punción, la incorporación de fibra supuso un aumento en la fuerza máxima de ruptura de la galleta, respecto a la formulación control. Además, este comportamiento fue aún más significativo cuando la fibra era de piel de caqui no astringente (P-NA) en el corte. Por otra parte, en general en ambos casos las galletas con fibra rompieron más tarde (mayor distancia a la que se produce la fuerza máxima) que las galletas control. Varios trabajos previos corroboran el endurecimiento de la textura de productos de bollería por la adición de fibra (Sudha et al., 2007; Ajila et al., 2008). Este hecho podría deberse a que la mayor retención de agua que provoca la fibra afectaría a la estructura del gluten, haciéndola más extensiva, produciendo galletas más duras (Ajila et al., 2008).

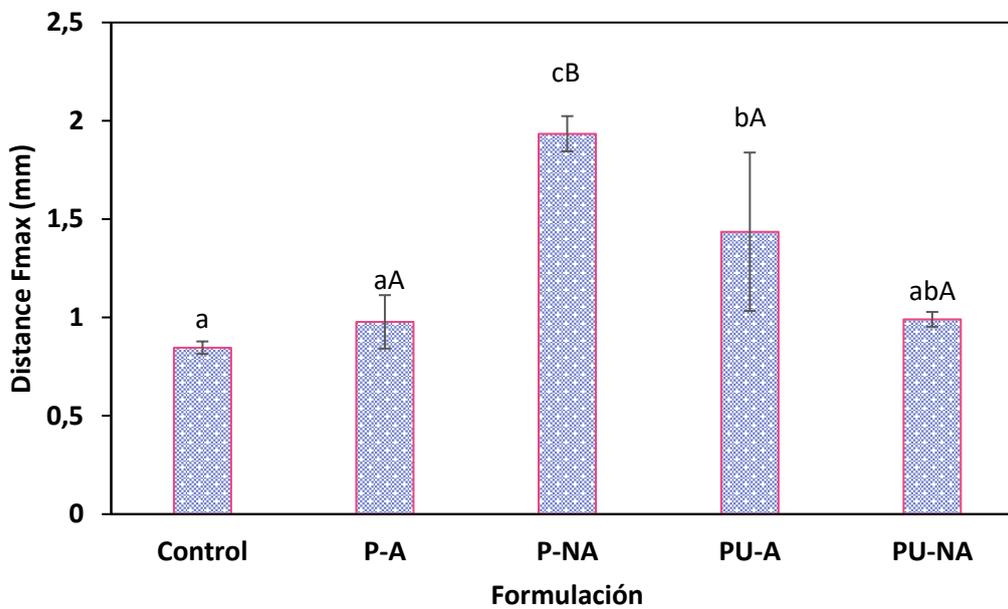
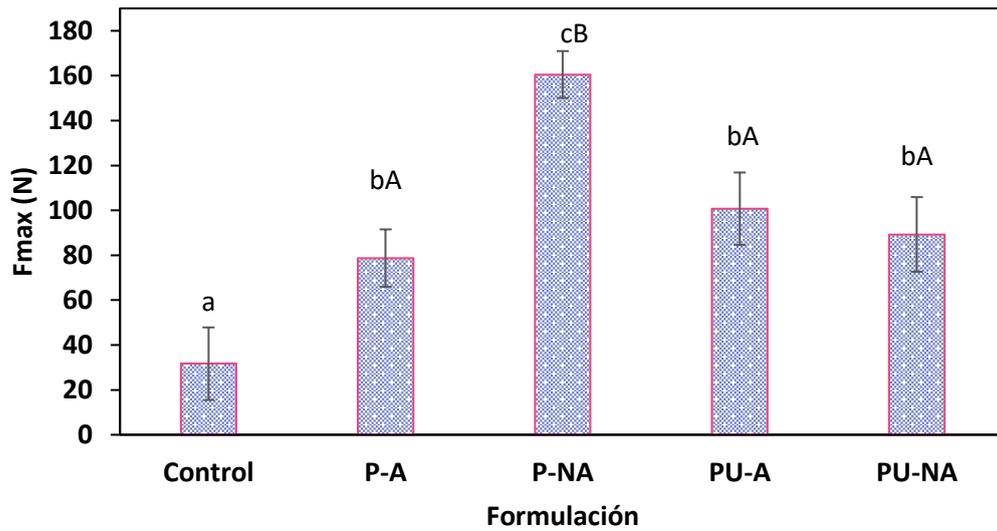


Figura 18. Representación del ensayo de corte, en el que se muestra la fuerza máxima (N) y la distancia a la que se produce esa fuerza máxima (mm). Las letras minúsculas hacen referencia a los grupos homogéneos del ANOVA unifactorial considerando como factor únicamente la formulación (incluido el control). Letras mayúsculas se refieren a los grupos homogéneos del ANOVA multifactorial considerando tanto la parte del fruto (piel o pulpa) como la presencia de taninos solubles o insolubles (A-NA)

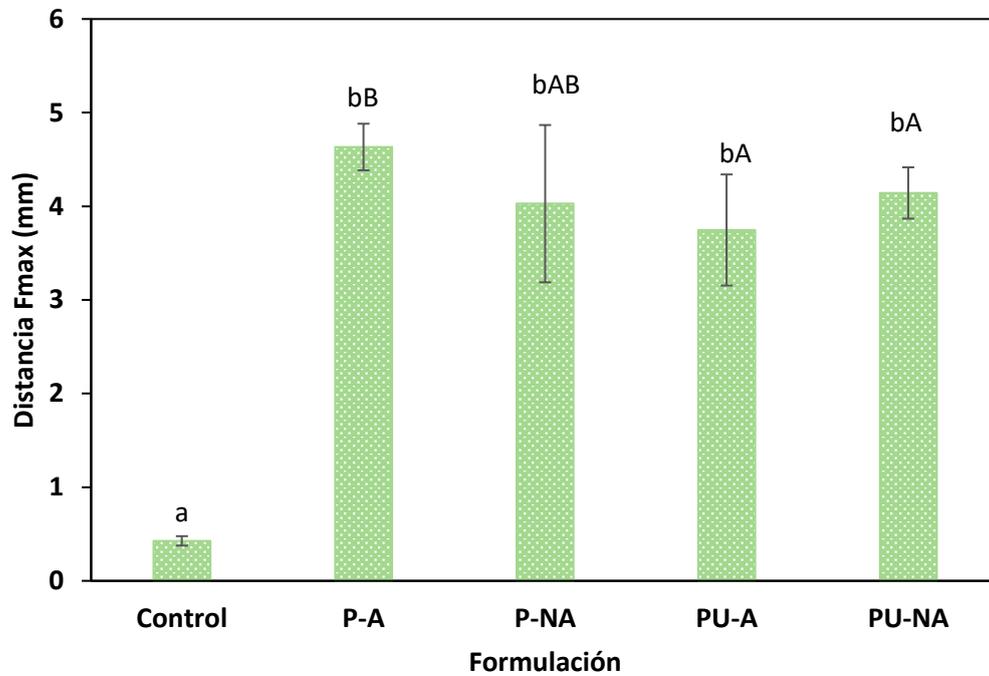
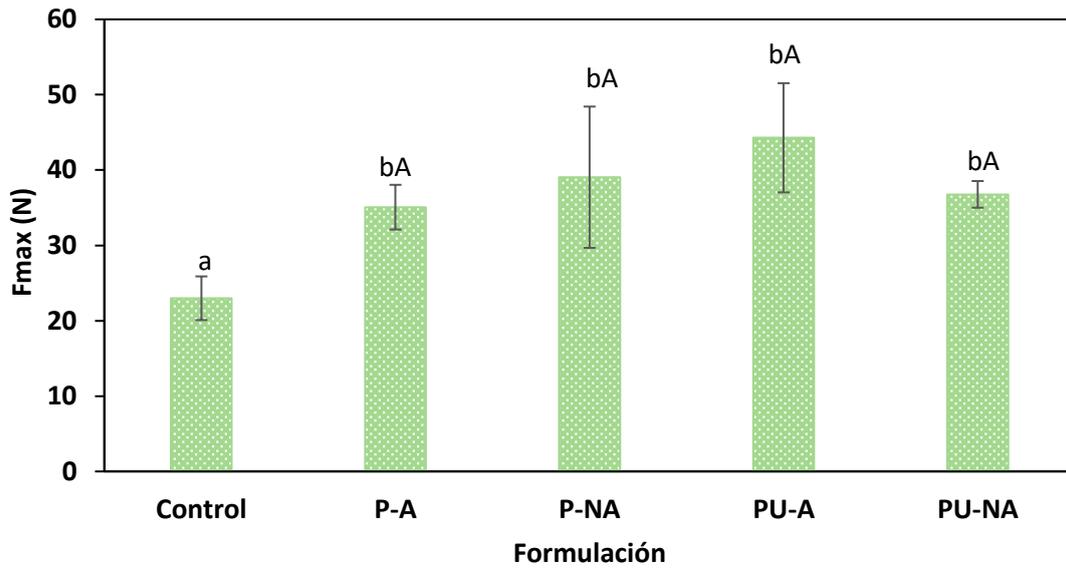


Figura 19. Representación del ensayo de punción, en el que se muestra la fuerza máxima (N) y la distancia a la que se produce esa fuerza máxima (mm). Las letras minúsculas hacen referencia a los grupos homogéneos del ANOVA unifactorial, considerando como factor únicamente la formulación (incluido el control). Las letras mayúsculas se refieren a los grupos homogéneos del ANOVA multifactorial considerando tanto la parte del fruto de donde se ha extraído la fibra (Piel o pulpa) como la presencia de taninos solubles o insolubles (A -NA)

4.2.5 Evaluación sensorial.

En la Figura 20 se presentan los resultados del análisis sensorial en base a una escala hedónica y en la Figura 21 los resultados del análisis *Just About Right*, para determinar si los evaluadores preferirían mayor o menor intensidad del atributo evaluado. Por otra parte, en la Figura 22 se presenta los resultados de la aceptación de estas galletas.

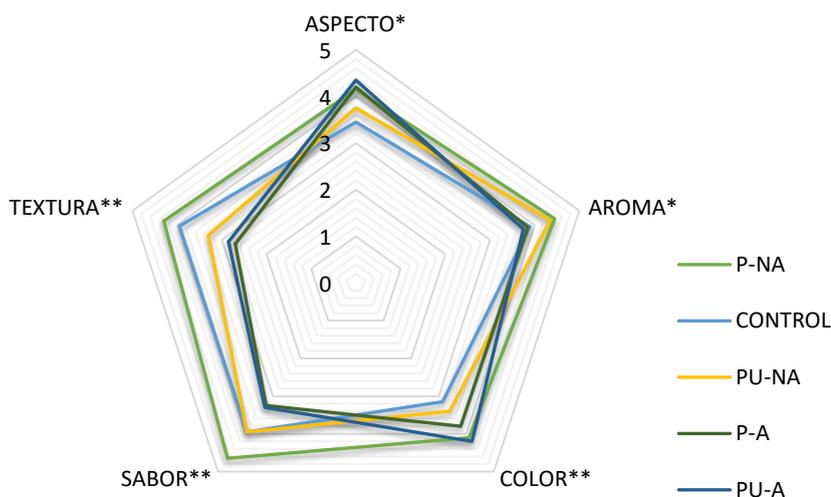


Figura 20. Resultados del análisis sensorial con la escala hedónica de galletas elaboradas con distintas fibras. Según los datos obtenidos tras el análisis de datos del ANOVA, *Nivel de significancia del 95% y ** Nivel de significancia del 99%

El hecho de incorporar fibra en las galletas afectó significativamente a todos los parámetros sensoriales analizado, siendo la galleta con la formulación con fibra procedente de la piel no astringente (P-NA) la mejor evaluada. Es importante destacar que los atributos que a los catadores les parecieron más importantes fueron la textura, el sabor y el color, aunque todos fueron significativos. Con respecto a la textura, las galletas formuladas con fibra astringente fueron las peor evaluadas. En cuanto al sabor, las que recibieron una menor puntuación fueron nuevamente las formulaciones que contenían taninos solubles. En el caso del atributo color, la peor valorada fue la galleta control, debido a que como se comentó en los resultados de color instrumental (Figuras 16 y 17) fue la formulación que más luminosidad tuvo y la que presentó unas coordenadas a^* b^* menores. En este sentido, parece ser que el panel de catadores valoró positivamente el

oscurecimiento de las galletas, como se puede ratificar en la Figura 21. Así, entre el 65 y el 95% del panel de catadores, dejaría el color de las galletas con fibra como estaba, mientras que el 75% preferirían más oscuras las galletas control.

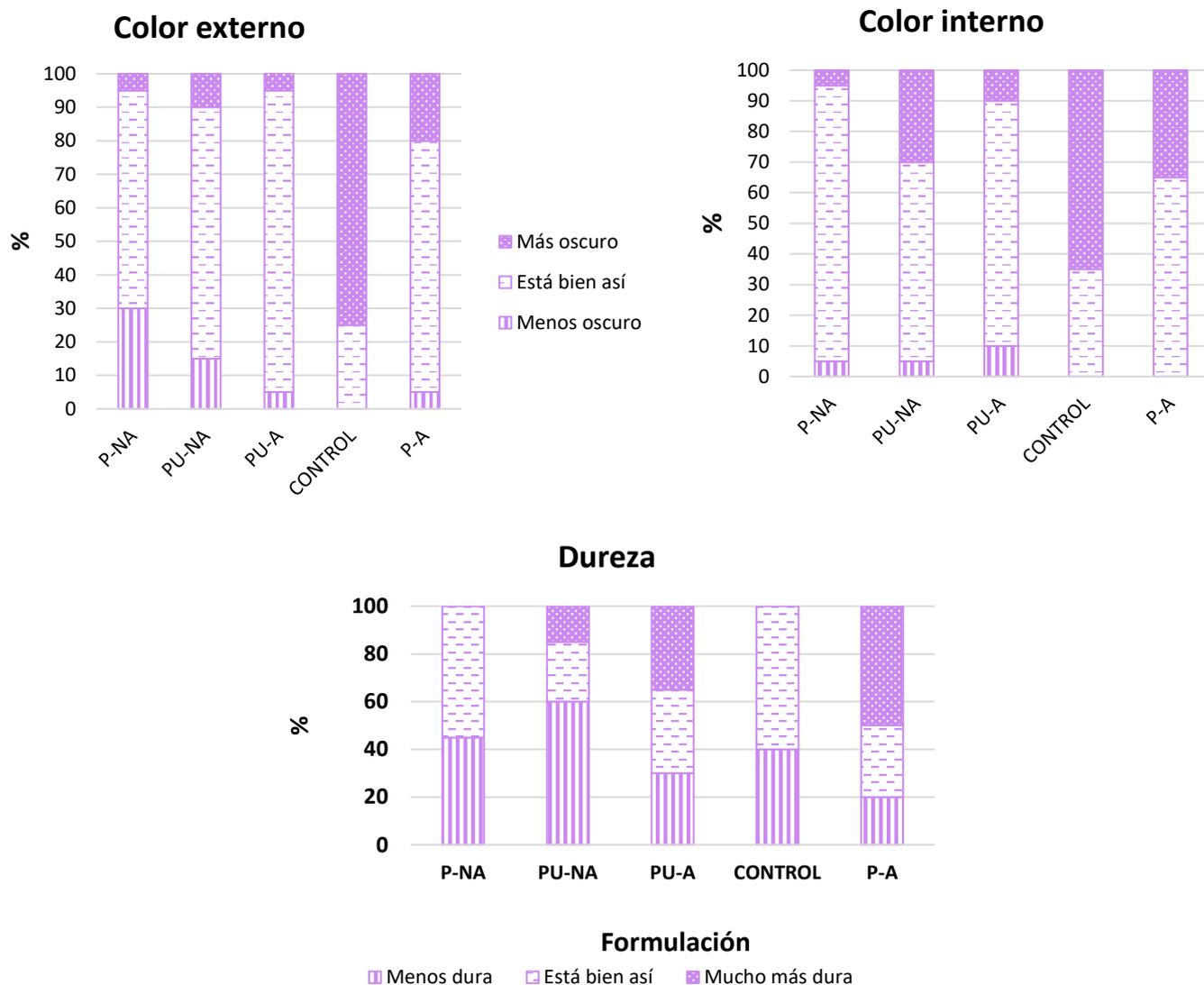


Figura 21. Resultados del análisis sensorial con la escala Just About Right de los atributos 'color externo', 'color interno' y 'dureza' de galletas elaboradas con fibra de diferentes partes del caqui (piel o pulpa) y con taninos solubles (A) o insolubles (NA)

Con respecto al atributo de la dureza, la galleta control fue la mejor valorada, dado que un 60% de los catadores dejarían este parámetro tal y como estaba. La formulación que incorporaba fibra procedente de la piel de caqui con taninos insolubles (P-A), fue la que los catadores eligieron después de la galleta control. Las galletas peor calificadas, en cuanto a la dureza del producto, fueron la correspondientes a la formulación con fibra de piel astringente (P-A) y la formulación que

incorporaba fibra procedente de la pulpa astringente (PU-A), prefiriendo una galleta más dura en los dos casos. Esto puede deberse a que la fibra del fruto astringente tenga una mayor capacidad de endurecer el producto.

En el análisis sensorial, fue evaluada también la intención de compra de cada una de las formulaciones estudiadas. Los resultados indicaron que las galletas con mayor aceptación general fueron las que en su formulación incorporaban fibra procedente de la piel de caqui con taninos insolubles (P-NA) seguidas de las galletas control. Por otro lado, las galletas que fueron peor puntuadas tenían fibra de la piel con taninos solubles (P-A), con un porcentaje del 25% de 'seguro que no lo compraría'.

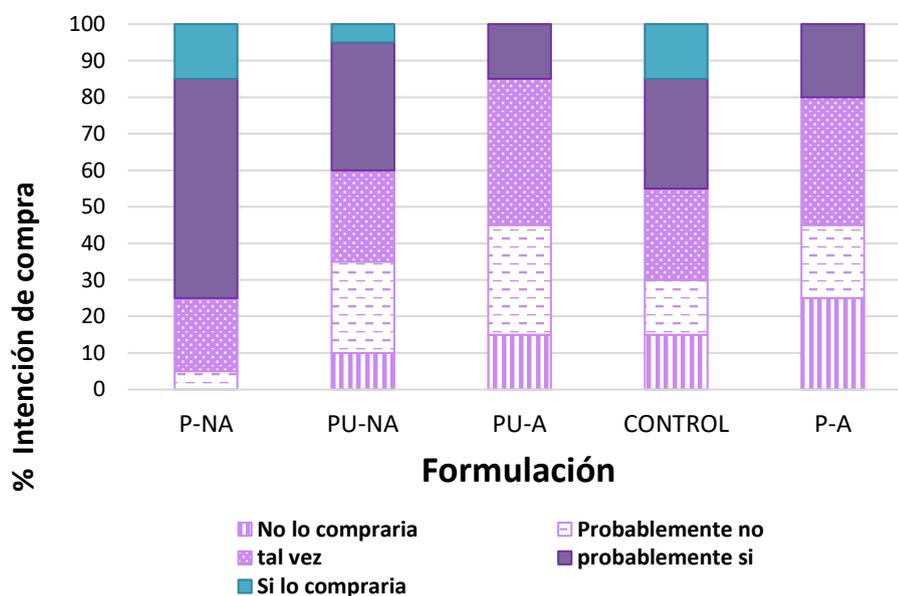


Figura 22. Intención de compra de las galletas según la evaluación sensorial de los catadores.

5. CONCLUSIONES

- La capacidad de hinchamiento de la fibra no se vio afectada por la parte del fruto del que procedía ni por la presencia o no de astringencia en el caqui. Sin embargo, la fibra procedente de la piel del fruto sin astringencia retuvo menos agua, pero más aceite.

- Las propiedades morfogeométricas de las galletas en la etapa de horneado mostraron una reducción significativa de la altura cuando se incorporó la fibra de caqui sin cambios significativos en el diámetro, respecto a las galletas sin fibra. Esta reducción se asocia a la dilución del gluten por la adición de fibra, que hace que la estructura no pueda expandirse al mismo nivel que en una masa convencional de harina de trigo.
- En general, la fibra de caqui no modificó la actividad de agua de las galletas que se mantuvo por debajo de 0,5 mostrando una alta estabilidad del producto. No obstante, debería considerarse un buen material de barrera para impedir el aumento de este parámetro, como es habitual en este tipo de productos durante el almacenamiento.
- Las galletas con fibra presentaron menor luminosidad y mayor coordenada a^* , lo que supuso un oscurecimiento respecto a las galletas control. Además, en las galletas que tenían fibra de piel de caqui no astringentes, la coordenada b^* aumentó, dando lugar a un color más anaranjado.
- La incorporación de fibra supuso un aumento de la dureza de las galletas tanto desde el punto de vista de corte como de punción. Además, la rotura se produjo más tarde que en las galletas sin fibra, lo que evidenció una menor crujencia.
- Las galletas con fibra de piel de caqui no astringente fueron las mejor puntuadas sensorialmente. Además, el color más oscuro de todas las galletas con fibra fue bien acogido.

6. BIBLIOGRAFÍA

- IVIA, 2018. Caqui en la Comunidad Valenciana. Recurso online: <http://gipcaqui.ivia.es/citricultura-valenciana>. Fecha de consulta: 18 de junio de 2018.
- Ainia.es. (2018) *Tendencias en alimentación y bebidas para 2018*. [online] Available at: <http://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/tendencias-alimentos-bebidas-2018/> [Accessed 19 Jun. 2018]
- Ajila, C. M., Leelavathi, K., & Prasada Rao, U. J. S. (2008). Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 319-326. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2007.10.001>
- Codex Alimentarius. *Directrices sobre etiquetado nutricional*. CAC/GL-1985.
- Del Bubba, M., Giordani, E., Pippucci, L., Cincinelli, A., Checchini, L., & Galvan, P. (2009). Changes in tannins, ascorbic acid and sugar content in astringent persimmons during on-tree growth and ripening and in response to different postharvest treatments. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(7-8), 668-677. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.02.015>
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutricion Hospitalaria*, 21(SUPPL. 2), 61-72. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Martínez-Las Heras, R., Landines, E. F., Heredia, A., Castelló, M. L., & Andrés, A. (2017). Influence of drying process and particle size of persimmon fibre on its physicochemical, antioxidant, hydration and emulsifying properties. *Journal of Food Science and Technology*, 54(9), 2902-2912. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2728-z>
- Pereira, M. A., Reilly, E. O., Augustsson, K., Fraser, G. E., Goldbourt, U., Heitmann, B. L., ... Virtamo, J. (2011). Dietary Fiber and Risk of Coronary Heart Disease, 164.
- Raymundo, A., Fradinho, P., & Nunes, M. C. (2014). Effect of Psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 3(2), 96-105. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2014.03.001>
- Sudha, M. L., Vetrmani, R., & Leelavathi, K. (2007). Influence of fibre from different cereals on the rheological characteristics of wheat flour dough and on biscuit quality. *Food Chemistry*, 100(4), 1365-1370. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.013>
- World Health Organization. (2018) *Obesidad y sobrepeso* [online] Available at: <http://new.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> [accessed 7 May 2018]

7.ANEXOS

7.1 CUESTIONARIO EVALUACIÓN SENSORIAL

CATA DE GALLETAS

Antes de comenzar el análisis sensorial de las Galletas, indique los siguientes datos:

Hombre Mujer

Edad:

Entre

18-30

Entre 31-45

Entre 46-60

Mayor de 60

Marque con una cruz la frecuencia con que consume galletas:

Varias veces por semana

Una vez a la semana

Una vez al mes

Ocasionalmente

Usted dispone de 5 Galletas diferentes. Debe responder el cuestionario adjunto para cada una de ellas, siguiendo las instrucciones facilitadas.

Muestra nº

Antes de probar la galleta, valore las siguientes características:

1. ¿Cuánto te agrada el **ASPECTO** de este producto?

1 2 3 4 5

Me disgusta mucho

Indiferente

Me gusta mucho

2. ¿Cuánto te agrada el **COLOR EXTERNO** de este producto?

1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Indiferente Me gusta mucho

3. En cuanto al **COLOR EXTERNO**, en tu opinión el producto **debería ser:**

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

4. ¿Cuánto te agrada el **COLOR INTERNO** de este producto?

1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Indiferente Me gusta mucho

5. En cuanto al **COLOR INTERNO**, en tu opinión el producto **debería ser:**

Menos oscuro	<input type="text"/>
Está bien así	<input type="text"/>
Más oscuro	<input type="text"/>

6. ¿Cuánto te agrada el **AROMA** de este producto?

1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Indiferente Me gusta mucho

7. ¿Cómo de **CRUJIENTE** encuentras este producto?

1 2 3 4 5
Me disgusta mucho Indiferente Me gusta mucho

Después de probar la galleta, valore las siguientes características:

8. ¿Cuánto te agrada el TACTO de este producto?

<input type="text"/>				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho		Indiferente		Me gusta mucho

9. ¿Cuánto te agrada la TEXTURA de este producto?

<input type="text"/>				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho		Indiferente		Me gusta mucho

10. En cuanto a la DUREZA, en tu opinión el producto **debería ser:**

Menos dura	
Está bien así	
Mucho más dura	

11. ¿Cuánto te agrada lo CRUJIENTE que es el producto?

<input type="text"/>				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho		Indiferente		Me gusta mucho

12. ¿Cuánto te agrada el SABOR de este producto?

<input type="text"/>				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho		Indiferente		Me gusta mucho

13. ¿Cuánto te agrada el RETROGUSTO EN BOCA de este producto?

<input type="text"/>				
1	2	3	4	5
Me disgusta mucho		Indiferente		Me gusta mucho

14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la PROBABILIDAD DE COMPRA de este producto si el precio fuera adecuado?

Definitivamente no lo	
Probablemente no lo	
Tal vez sí, tal vez no lo	
Probablemente lo compraría	
Definitivamente lo compraría	



INFLUENCE OF PERSIMMON FIBER ADDITION ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF BISCUITS

Hurtado, T., Rubio-Arreaez, S. Castelló, M.L., Ortolá, M.D.

Universitat Politècnica de València. Institute of Food Engineering for Development.
Camino de Vera, s/n., 46022. Valencia, Spain.



INTRODUCTION

- ✓ Increased the demand of foods with high levels of **fiber**
- ✓ Due to the overproduction of persimmon cv. "Rojo Brillante" since tannins are insolubilize when fruit is unripen, it is necessary to take **advantage of the surplus tannins of this fruit**



DEVELOPMENT OF BISCUITS RICH IN PERSIMMON FIBER from peel or pulp and before or after removing astringency

MATERIALS AND METHODS

BISCUITS FORMULATION

Without fiber:

54 % flour
15 % sugar
14% butter
1% baking power
16% water

With fiber:

5% persimmon fiber
37 % flour
15 % sugar
14% butter
1% baking power
18% water

Formulations' notation:

- Control: no persimmon fibre
- P-A: fiber from astringent persimmon peel
- P-NA: fiber from non astringent persimmon pulp
- PU-A: fiber from astringent persimmon peel
- PU-NA: fiber from non astringent persimmon pulp

BAKING CONDITIONS

Temperature= 180°C
t= 20 min
RH % = 0%
Ventilation: Level 1

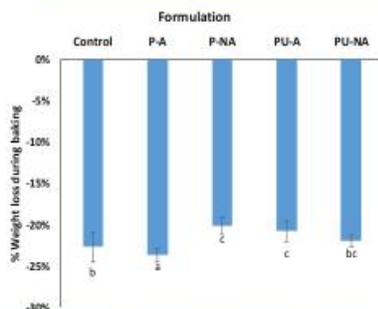


ANALYSIS

- ✓ Mass loss during baking
- ✓ Optical properties: Colorimeter Minolta
- ✓ Mechanical properties: TA.XT.plus Texture Analyser (Stable Microsystems, Godalming, UK).
Cutting trial

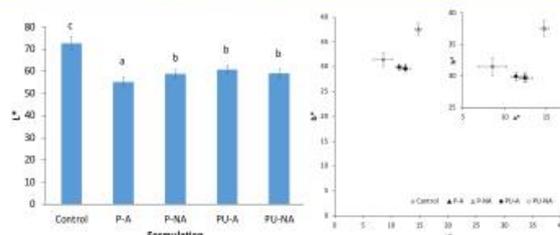


RESULTS AND DISCUSSION

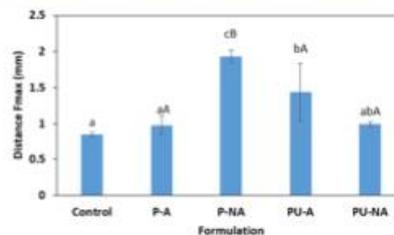
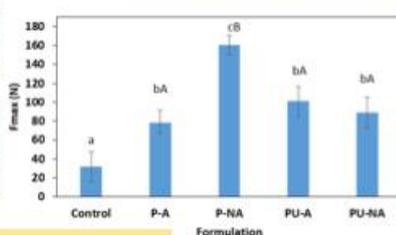


Fiber addition slightly reduces weight loss during baking, probably due to the high water holding capacity of fiber

Biscuits with fiber are harder and in some cases break later than control biscuits, especially when fiber comes from peel in persimmons without astringency



Fiber decreases luminosity of biscuits. Besides, they become more darken red because the coordinate a* is significantly greater



CONCLUSIONS

Extraction of persimmon fiber may offer new ways to enrich the amount of fiber in different bakery products, such as biscuits or cakes without changing too much their physicochemical properties.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the financial funding of project AICO/2017/043 given by the Generalitat Valenciana



7th International
Dietary Fibre Conference 2018
"Fibre Diversity in Food, Fermentation and Health"

Book of Abstracts



P-6.6 FIBRE CELLULAR STRUCTURES ARE PRESERVED DURING FRUIT PROCESSING, MASTICATION AND SIMULATED ENZYME DIGESTION	132
P-6.7 EFFECT OF FENUGREEK EXTRACT ON THE GLYCEMIC INDEX OF WHEAT PRODUCTS: NOODLES AND BISCUITS	133
P-6.8 EFFECTS OF FIBER RICH FLOURS (CHENOPODIUM QUINOA WILLD) AS PARTIAL FAT REPLACERS ON SHELF-LIFE OF LOW-FAT COOKED MEAT PRODUCT	134
P-6.9 PERSIMMON FLOURS AS SOURCE OF DIETARY FIBER AND POLYPHENOLS: APPLICATION TO MEAT PRODUCTS.....	135
P-6.10 TECHNOFUNCTIONAL PROPERTIES OF BIOPROCESSED WHEAT BRAN PROTEINS	136
P-6.11 THIRD GENERATION SNACK PRODUCTS ENRICHED WITH DEFATTED HEMP CAKE	137
P-6.12 FIBRE AND RESISTANT STARCH CONTENT IN GLUTEN-FREE RENDERED FOODSTUFFS	138
P-6.13 EFFECTS OF VARIOUS SOLUBLE AND INSOLUBLE DIETARY FIBRES ON VOLUME AND TEXTURAL PROPERTIES OF BURGER BUNS – AN ENABLE STUDY	139
P-6.14 IN VIVO EVALUATION OF BONE MINERALISATION AND PREBIOTIC ACTIVITY OF BREADS FORTIFIED WITH CALCIUM AND INULIN.....	140
P-6.15 INVESTIGATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF RYE ARABINOXYLAN IN GLUTEN-FREE MODEL SYSTEMS	141
P-6.16 THE EFFECT OF THE VARIOUS HIGH-FIBER PREPARATIONS ADDITION ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF KETCHUP.....	142
P-6.17 CHARACTERIZATION OF TWO STRUCTURALLY DISTINCT RESISTANT STARCH TYPE IV IN A MUFFIN BATTER AND A PRETZEL BUN DOUGH APPLICATION.	143
P-6.18 TRITICALE (TRITICOSECALE WHITM.) BREAKFAST FLAKES AS SOURCE OF FIBRES	145
P-6.19 DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL FERMENTED CEREAL-BASED FOOD PRODUCT PROTOTYPES USING AFRICAN NATIVE WHOLE GRAINS	146
P-6.20 EFFECTS OF PROCESSING METHODS FOR BROWN RICE STAPLE FOODS ON THE GLUCOSE AND LIPID METABOLISM OF RATS FED HIGH-FAT-SUCROSE DIETS.....	147
P-6.21 INFLUENCE OF PERSIMMON FIBER ADDITION ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF BISCUITS.....	148
Session 7 - Health Benefits of Specific Fibres	149
P-7.1 FIBRE SOURCE AFFECTS INTAKE OF HIGHLY DIGESTIBLE DIET IN PIGS – POTENTIAL EFFECTS OF HYDRATION CAPACITY AND FERMENTATION IN CONTROLLING DIGESTA PASSAGE RATE....	150
P-7.2 STRUCTURAL CHARACTERIZATION AND MACROPHAGE ACTIVATION OF WATER-SOLUBLE POLYSACCHARIDE FROM BROWN RICE	152
P-7.3 COMBINED DIETARY SUPPLEMENTATION OF LONG CHAIN INULIN AND LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS W37 IN NEONATE PIGLETS SUPPORTS ORAL VACCINATION EFFICACY AGAINST SALMONELLA TYPHIMURIUM.....	153
P-7.4 MAKING GUT HEALTH MEASURABLE	154
P-7.5 PLASMA GLP-1 CONCENTRATIONS ARE AFFECTED BY FERMENTABILITY OF DIETARY FIBERS AND INTERRUPTION OF DIETARY FIBER INTAKE	155

P-6.21 INFLUENCE OF PERSIMMON FIBER ADDITION ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF BISCUITS

María Luisa CASTELLÓ, Susana RUBIO-ARRAEZ, María Dolores ORTOLÁ, Triana HURTADO

Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain

Email: mcasgo@upvnet.upv.es

The evident link between a diet rich in fiber with a reduction of the incidence of difference diseases has increased the demand of foods with high levels of this component. Besides, the recent overproduction of persimmon fruits cv. "Rojo Brillante" in the Mediterranean area due to the development of new techniques to insolubilize tannins responsible for the astringency of unripened fruit, needs new ways of consumption to make more profitable this crop. For that, in this study, part of the wheat flour of biscuits was replaced by persimmon fiber obtained from peel or from pulp of persimmon fruit submitted or not to a deastringency treatment. The level of replacement was 5 % in order to achieve the nutritional claim "source of fiber" (≥ 3 g fiber/100 g biscuit). Mass loss during baking, optical and mechanical properties of biscuits rich in persimmon fiber were analyzed. Most of the persimmon fibers slightly darkened biscuits, but not significant differences were found in terms of mass loss in baking stage. However, texture of control biscuits was much crispier than when fiber was included.

Keywords:

Persimmon, fiber, color, texture, biscuits