



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TITULACIÓN DE INGENIERO EN ALIMENTOS

Propiedades tecno-funcionales de subproductos de mandarina var. King

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR: Pérez Cuenca, Elizabeth Lourdes

DIRECTOR: Figueroa Hurtado, Jorge Geovanny, Mg. Sc

LOJA – ECUADOR

2014

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

Magister Sc.

Figuroa Hurtado Jorge Geovanny

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación “Determinación de la propiedades tecno-funcionales en subproductos de mandarina var. King”, realizado por Elizabeth Lourdes Pérez Cuenca ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, julio de 2014

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, Pérez Cuenca Elizabeth Lourdes declaro ser autora del presente trabajo de fin de titulación: Determinación de propiedades tecno-funcionales en subproductos de mandarina var. King, de la Titulación de Ingeniería en Alimentos, siendo el Mg. Sc. Jorge Geovanny Figueroa Hurtado director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.....

Pérez Cuenca Elizabeth Lourdes

1900482975

DEDICATORIA

A mi madre Ela Cuenca el ser más imprescindible, incondicional y fundamental en todo lo que he obtenido, a mi padre José Pérez y a mi hermano Álvaro por su apoyo y fortaleza durante el desarrollo de mi trabajo

A mi abuelita querida Albertina por su amor y comprensión, a mis tíos Milton, Hilario, Patricio, Oliver, tías Marilú, Iralda, Edita primas Eliana, Anahí, Carmelita, Mayra y primos Diego, Iván, Ricardo y César que con sus palabras de aliento y apoyo estuvieron cuando más los necesite

Gracias a todos ustedes estoy donde estoy, lo único que puedo decir es... nunca les fallaré.

AGRADECIMIENTO

A Dios primeramente puesto que me ha brindado sabiduría, amor y paciencia, me ha ayudado en los momentos más difíciles brindándome valor para salir adelante.

A mi director de proyecto Mg.Sc Geovanny Figueroa Hurtado, quien supo guiarme con su sabiduría, conocimiento y experiencia para la elaboración de este proyecto. Por la paciencia en los errores durante el desarrollo del mismo.

A mis maestros que en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida tanto profesional como personal.

A mis amigos y amigas, que estuvieron presentes durante toda mi vida colegial como universitaria, su amistad ha sido esencial en mi vida.

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE DE CONTENIDOS	vi
GLOSARIO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
I. REVISIÓN DE LITERATURA	6
1.1 Subproductos de mandarina	7
1.2 Fibra dietaria (FD)	7
1.3 Propiedades tecno-funcionales de la fibra dietaria	8
1.3.1 Capacidad de retención de agua (CRA)	8
1.3.2 Capacidad de retención de grasa (CRG)	9
1.3.3 Capacidad de hinchamiento (CH)	9
1.3.4 Factores que afectan a las propiedades tecno-funcionales	10
II. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivo específico	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Materia prima	14
3.2. Evaluación de propiedades tecno-funcionales	14
3.2.1. Capacidad de retención de agua (CRA)	14
3.2.2 Capacidad de retención de grasa (CRG)	15
3.2.3 Capacidad de hinchamiento (CH)	16
3.3 Análisis estadístico	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1 Propiedades tecno-funcionales de subproductos de mandarina	19
4.1.2 Capacidad de retención de agua (CRA)	19
4.1.3 Capacidad de retención de grasa (CRG)	21
4.1.4 Capacidad de hinchamiento (CH)	21
CONCLUSIONES	23

RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS	29

INDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Figura 1: Partes de un cítrico	7
Figura 2: Esquema del proceso de determinación de capacidad de retención de agua	15
Figura 3: Esquema del proceso de determinación de capacidad de retención de grasa	16
Figura 4: Esquema del proceso de determinación de capacidad de hinchamiento	17
Figura 5. Relación entre capacidad de retención de agua y fibra dietaria soluble de subproductos de mandarina	20

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Fibra dietaria de los subproductos de mandarina	8
Tabla 2. Humedad de los subproductos de mandarina	14
Tabla 3. Propiedades tecno-funcionales de subproductos de mandarina	19
Tabla 4. Capacidad de retención de agua en subproductos de mandarina	29
Tabla 5. Capacidad de retención de aceite en subproductos de mandarina	30
Tabla 6. Capacidad de hinchamiento en subproductos de mandarina	31

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. DATOS EXPERIMENTALES	29
ANEXO B. CÁLCULO DE LAS PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES	32
ANEXO C. ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN SUBPRODUCTOS DE MANDARINA	34

GLOSARIO

CRA	Capacidad de retención de agua
CRG	Capacidad de retención de aceite
CH	Capacidad de hinchamiento
L	Lavado
SL	Sin lavar
BS	Base seca
FDI	Fibra dietaria insoluble
FDI/FDS	Relación fibra dietaria insoluble/fibra dietaria soluble
FDS	Fibra dietaria soluble
FDT	Fibra dietaria total

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar las propiedades tecno-funcionales en las fracciones lavadas y sin lavar de los subproductos de mandarina var. King (flavedo, albedo y pulpa agotada). La capacidad de retención de agua (CRA) y capacidad de hinchamiento (CH) se realizó mediante el método de Robertson, y la capacidad de retención de aceite (CRG) con la metodología de Fenemia con algunas modificaciones. Los subproductos de mandarina en CRA presentaron resultados comprendidos entre 5,25 – 7,60 g agua/g BS, para CRG de 1,09 – 2,76 g aceite/g BS, y CH sus valores estuvieron entre 6,36 – 9,50 mL agua/g BS. La CH mostró valores superiores en los subproductos lavados. Los subproductos de mandarina mostraron una baja CRA, el flavedo lavado es el subproducto que obtuvo una mejor CRG, mientras que el proceso de lavado aumento la CH, pero no tuvo efecto sobre la CRA y CRG.

Palabras Claves: Subproductos de mandarina, flavedo, albedo, pulpa, propiedades tecno-funcionales.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze technological properties from tangerine var. King by-products (flavedo, albedo and pulp). The water holding capacity (WHC), and swelling capacity (SWC) was performed through the method of Robertson, and oil holding capacity (OHC) using the method of Fenemia with some modifications. The WHC oscillated from 5,25 to 7,60 g water/g DM, the OHC fluctuated from 1,09 to 2,76 g oil/g BS, and SW capacity values were in the range 6,36 – 9,50 mL/g BS. The swelling capacity (SW) was showed higher values in the washed by-products. Tangerine by products showing lower values in WHC, washing flavedo is the better byproduct in CRG, while the wash process increased the SW, but had not effect on WHC and OHC.

Key words: Tangerine by products, flavedo, albedo, pulp, techno-functional properties.

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria ha puesto un especial interés en el aprovechamiento de subproductos que se obtienen de la transformación industrial tanto en frutas, cereales y vegetales debido a sus bajos costos, disponibilidad (Grigelmo-Miguel y Martín-Belloso 1999) y riqueza de compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Martínez et al. 2012). Estudios demuestran que los subproductos obtenidos en la extracción de jugo de mandarina, son viables para el uso en la alimentación (Martí et al. 2011). Estos subproductos contienen fibra, la cual está asociada a compuestos bioactivos como flavonoides, vitamina C y antioxidantes, siendo de mejor calidad que otras fibras. La utilización de estos subproductos como ingredientes alimentarios, puede promover efectos benéficos en la salud de los consumidores, como la disminución en los niveles de colesterol, reducir la hipertensión y prevenir cáncer de colon (Fernández-Ginés et al. 2003, Lario et al. 2004, Kang et al. 2006, Viuda-Martos et al. 2012). La fibra dietaria (FD) también es importante por sus propiedades tecno-funcionales como capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de grasa (CRG) y capacidad de hinchamiento (CH) (Ayala-Zavala et al. 2011, Borchani et al. 2012).

Las propiedades tecno-funcionales están relacionadas con la cantidad de FDS y FDI (Garau et al. 2007, Koubala et al. 2013), el tamaño de partícula y temperatura utilizada en el secado (Elleuch et al. 2011, Dhingra et al. 2012). Una alta CRA podría ser útil para evitar la sinéresis y mejorar la viscosidad de productos como salsas, yogurth, postres, etc (Grigelmo-Miguel et al. 1999, Raghavendra et al. 2006). La CH alta favorece la apariencia de fresca y estabilidad de los productos de panificación (Sánchez-Guzman 2005) y por último la CRG puede prevenir la pérdida de grasa durante la cocción (Tosh y Yada 2010).

Por tal motivo el presente estudio tiene como objetivo determinar las propiedades tecno-funcionales en subproductos de mandarina, que permitan valorizar estos subproductos como ingredientes alimentarios con propiedades tecno-funcionales.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Subproductos de mandarina

Carbó.(1995) define al subproducto “como el componente o producto secundario de otro considerado como principal”. La cantidad de subproductos que se generan en la industrialización de cítricos es alrededor de $1,5 * 10^7$ toneladas al año, se considera que el 50% de la fruta entera no se aprovecha (Marín et al. 2005). Las partes que no se utilizan de la fruta están conformadas principalmente por cáscaras (albedo y flavedo), semillas y pulpa, siendo la pulpa usada para la obtención de pectinas y alimento para animales.

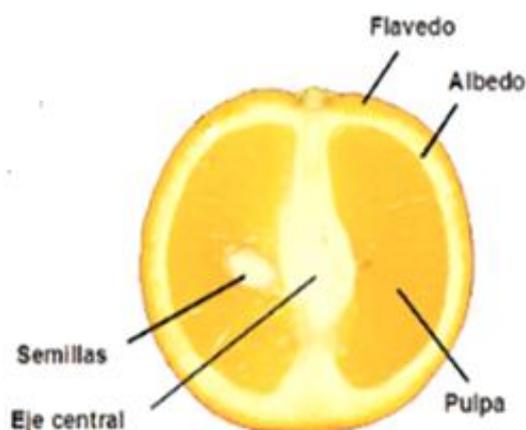


Figura 1: Partes de un cítrico

Fuente: Tadeo F et al.(2003)

Las fibras de los subproductos cítricos tienen mejor calidad que otras fibras, debido a la presencia de compuestos bioactivos asociados como flavonoides, polifenoles y carotenos (Fernández-Ginés et al. 2003). También estas fibras poseen propiedades beneficiosas como capacidad de retención de agua e hinchamiento (Raghavendra et al. 2004). Es por eso que la industria alimentaria está en constante búsqueda de nuevos ingredientes a partir de subproductos (Guerrero et al. 2008), debido a que la reutilización de estos conllevan a la reducción de los costos del tratamiento de eliminación, proporcionando una solución para el problema medio ambiental (Lario et al. 2004).

1.2 Fibra dietaria (FD)

La American Association of Cereal Chemists AACC.(2001) define a la FD como “la parte comestible de las plantas y carbohidratos análogos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano, con la fermentación parcial o total en el intestino grueso. La fibra dietaria incluye a los polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales

asociadas. La fibra dietaria promueve efectos fisiológicos beneficiosos incluyendo laxación y/o atenuación del colesterol en la sangre, y/ o atenuación de glucosa en la sangre”.

La fibra dietaria se clasifica en soluble e insoluble, por su solubilidad en agua; la fibra dietaria insoluble (FDI) compuesta de celulosa, hemicelulosa, lignina es menos fermentable en comparación con la fibra dietaria soluble (FDS) compuesta por pectinas, gomas y mucílagos (Dhingra et al. 2012).

La FD de los cereales se utilizan con más frecuencia, sin embargo la FD de las frutas presentan una mejor relación entre FD soluble e insoluble (Larrauri 1999, Garau et al. 2007). Convirtiéndose así la fibra dietaria importante no solo por su valor nutricional, sino también por sus propiedades tecnológicas y funcionales (Marín et al. 2005).

Maldonado (2014) y Morocho (2014) realizaron la cuantificación de fibra dietaria total, soluble e insoluble en los subproductos de mandarina que se analizan en el presente estudio, a continuación en la Tabla 1 se muestran estos resultados.

Tabla 1. Fibra dietaria de los subproductos de mandarina

SUBPRODUCTO	FDT		FDS		FDI	
	Sin lavar	Lavado	Sin lavar	Lavado	Sin lavar	Lavado
Flavado	46,68 ± 2,23 ^b	67,31 ± 0,31 ^b	1,24 ± 0,08 ^b	3,31 ± 0,69 ^b	45,44 ± 2,25 ^b	64,01 ± 0,91 ^b
Albedo	66,9 ± 2,19 ^a	71,11 ± 0,20 ^a	3,10 ± 0,63 ^b	1,42 ± 0,25 ^b	63,80 ± 1,64 ^a	69,72 ± 0,37 ^a
Pulpa agotada	49,18 ± 1,00 ^b	63,82 ± 1,06 ^b	5,80 ± 1,46 ^a	6,97 ± 1,12 ^a	43,38 ± 2,34 ^b	56,06 ± 1,26 ^c

Fuente: (Maldonado 2014, Morocho 2014)

1.3 Propiedades tecno-funcionales de la fibra dietaria

Ramírez y Pacheco (2009) consideran a las propiedades tecno-funcionales como “ciertas características fisicoquímicas de algunos componentes del alimento que influyen de modo específico sobre su apariencia y comportamiento”. Entre las propiedades más importantes son las de hidratación (capacidad de retención de agua e hinchamiento) y la capacidad de retener aceite (Elleuch et al. 2011).

1.3.1 Capacidad de retención de agua (CRA)

Es la capacidad que tiene la fibra de retener agua en su matriz, cuando se somete a una fuerza centrífuga externa. Componiéndose de la suma de agua ligada y agua físicamente atrapada, siendo esta última la que más contribuye a esta capacidad (Lan et al. 2012). Se expresa como g de agua/g BS (Robertson et al. 2000).

Ghanem et al. (2012) menciona que la cáscara de mandarina posee una baja CRA con 2,81 g agua/g BS, ya que se considera una alta CRA cuando 1 g de materia retiene de 10 a 12 g de agua (Leterme et al. 1998).

Las FD con una alta CRA, tiene aplicaciones potenciales en productos que requieren hidratación, mantener su frescura, tales como alimentos horneados o productos cárnicos cocidos, o se puede utilizar como ingredientes tecno-funcionales para evitar la sinéresis, modificar la viscosidad y la textura de algunos alimentos formulados (Elleuch et al. 2011, López-Vargas et al. 2013), siendo relacionada con la cantidad de FDS (Tosh y Yada 2010).

1.3.2 Capacidad de retención de grasa (CRG)

Es la máxima cantidad de aceite que puede ser retenido por gramo de material seco, en presencia de un exceso de aceite bajo una fuerza externa centrífuga (Matos Chamorro y Chambilla Mamani 2010). Sus resultados se expresan como g aceite/g muestra seca (Femenia et al. 1997b).

Esta propiedad tiene relación con la proporción de FDI, especialmente la lignina (López et al. 1996, Fernández-López et al. 2009) y se ve afectada por el área superficial de las partículas de la fibra y la hidrofobicidad de la misma (Matos Chamorro y Chambilla Mamani 2010, López Vargas et al. 2013), mostrándose mayor capacidad de retener aceite aquellas con elevado contenido de FDI y en las partículas con gran superficie (Matos Chamorro y Chambilla Mamani 2010).

Una alta CRG permiten la estabilización de productos alimenticios altos en grasa, imparte jugosidad, mejora la textura (Matos Chamorro y Chambilla Mamani 2010, Elleuch et al. 2011), en productos de carne cocida ayuda a la retención de grasa que normalmente se pierde al momento de su cocción, siendo beneficioso ya que se retiene su sabor (Ghanem et al. 2012). Mientras que una baja retención proporciona a los productos fritos una sensación no grasosa (Matos Chamorro y Chambilla Mamani 2010). Estudios realizados por Ghanem et al. (2012) indican que la cáscara de mandarina tiene una CRG de 5,11 g aceite/g BS.

1.3.3 Capacidad de hinchamiento (CH)

Borchani et al. (2012) definen a la CH como “la relación entre el volumen ocupado de la muestra cuando ha sido sumergida bajo un exceso de agua después del equilibrio y el peso inicial”. Se expresa en mL ocupados por la muestra/g muestra seca (Robertson et al. 2000).

Una alta CH está relacionada al contenido de FDS y FDI como la pectina y los componentes de celulosa presentes en la fibra. Se sabe que las características estructurales y

composición química de la fibra desempeñan un papel importante en la cinética de absorción de agua (Martínez et al. 2012, López-Vargas et al. 2013). Resultados obtenidos por Flórez et al. (2006) en subproductos de mandarina mostraron una CH de 2,7 mL agua/g BS.

1.3.4 Factores que afectan a las propiedades tecno-funcionales

Las propiedades tecno-funcionales dependen de la relación entre FDI/FDS (López-Vargas et al. 2013), tamaño de partícula, condición de extracción, temperatura y la fuente vegetal (Figuerola et al. 2005).

En la molienda al disminuir el tamaño de partícula, afecta la cinética de captar agua lo que provoca que las fibras se hidraten más rápido, pero en otros casos se provoca un daño en la matriz de la fibra, debido a que colapsan los poros durante la molienda afectando las propiedades de hidratación (Raghavendra et al. 2006, Dhingra et al. 2012).

Por otro lado el proceso de secado puede provocar modificaciones en la pared celular de los polisacáridos provocando alteraciones fisicoquímicas y tecno-funcionales en la fibra (Auffret et al. 1994, Garau et al. 2007)

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Valorar el potencial de los subproductos de cítricos como recursos de componentes funcionales.

2.2 Objetivo específico

Evaluar las propiedades tecno-funcionales de los subproductos de mandarina.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materia prima

Se trabajó con flavedo, albedo y pulpa agotada, lavados y sin lavar de subproductos de mandarina variedad King. Sometidos a un tratamiento previo de lavado con agua, que luego fueron deshidratados a 60 °C, hasta llegar a una humedad inferior 10 % (Tabla):

Tabla 2. Humedad de los subproductos de mandarina

SUBPRODUCTO	HUMEDAD (%)	
	Sin lavar	Lavado
Flavedo	6,59 ± 0,33	6,09 ± 0,04
Albedo	6,13 ± 0,08	6,3 ± 0,12
Pulpa agotada	6,86 ± 0,02	6,29 ± 0,15

Fuente: (Maldonado 2014, Morocho 2014)

Las muestras fueron molidas y separadas con ayuda de un juego de tamices marca Humboldt. Se trabajó con la fracción $\leq 500 \mu\text{m}$.

3.2. Evaluación de propiedades tecno-funcionales

3.2.1. Capacidad de retención de agua (CRA)

Para determinar la capacidad de retención de agua se usó la metodología de Robertson et al. (2000) con modificaciones en la velocidad de centrifugación a 2800 rpm, y separando la muestra con el agua mediante un embudo.

En la figura 2. se presenta el diagrama de flujo para determinar CRA. Los resultados de CRA se expresaron como g de agua retenidos/g de subproducto seco (g agua/g BS). El cálculo de CRA se realizó (Anexo B) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CRA} = \frac{\text{Peso del residuo húmedo} - \text{Peso del residuo seco}}{\text{Peso de residuo seco}}$$

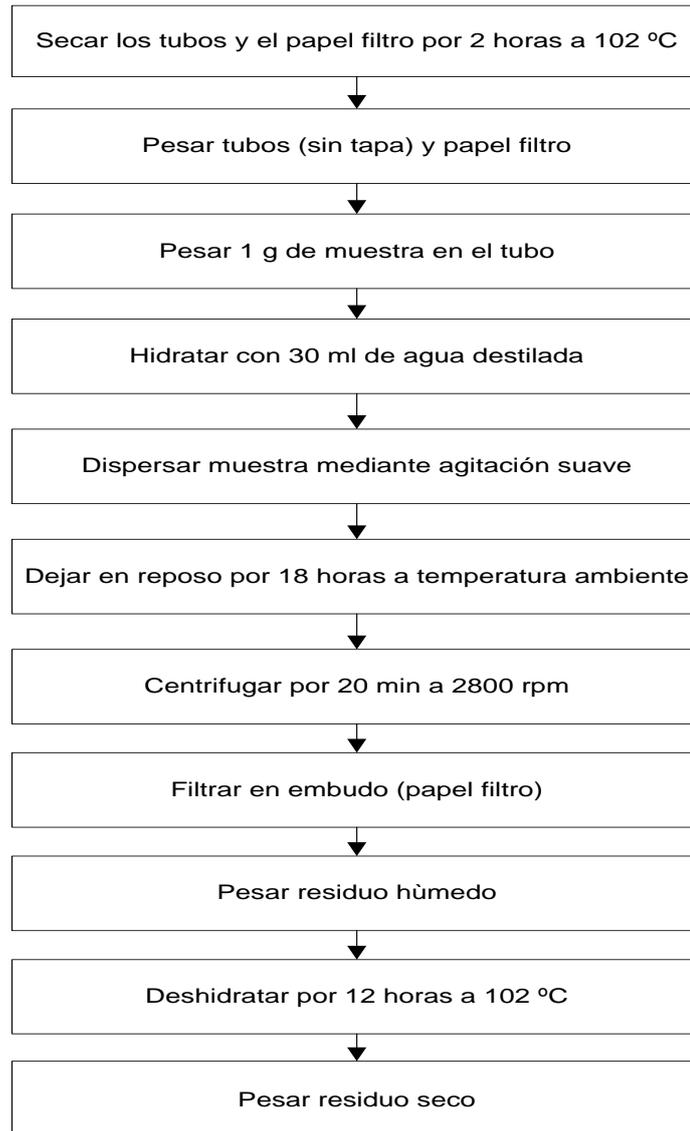


Figura 2: Esquema del proceso de determinación de capacidad de retención de agua

3.2.2 Capacidad de retención de grasa (CRG)

Se realizó según la metodología de Fenemia et al. (1997) con modificaciones respecto al uso del aceite de oliva, velocidad de centrifuga (2800 rpm), tiempo de centrifugación (20 minutos) y filtrado para la separación del aceite.

En la figura 3, se muestra el diagrama para la determinación de CRG. Los resultados de CRG se expresaron como g de aceite retenidos/g de subproducto seco (g aceite/g BS). El cálculo de CRG se realizó (Anexo B) mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CRG} = \frac{\text{Peso del residuo con aceite} - \text{Peso de la muestra}}{\text{Peso de la muestra}}$$

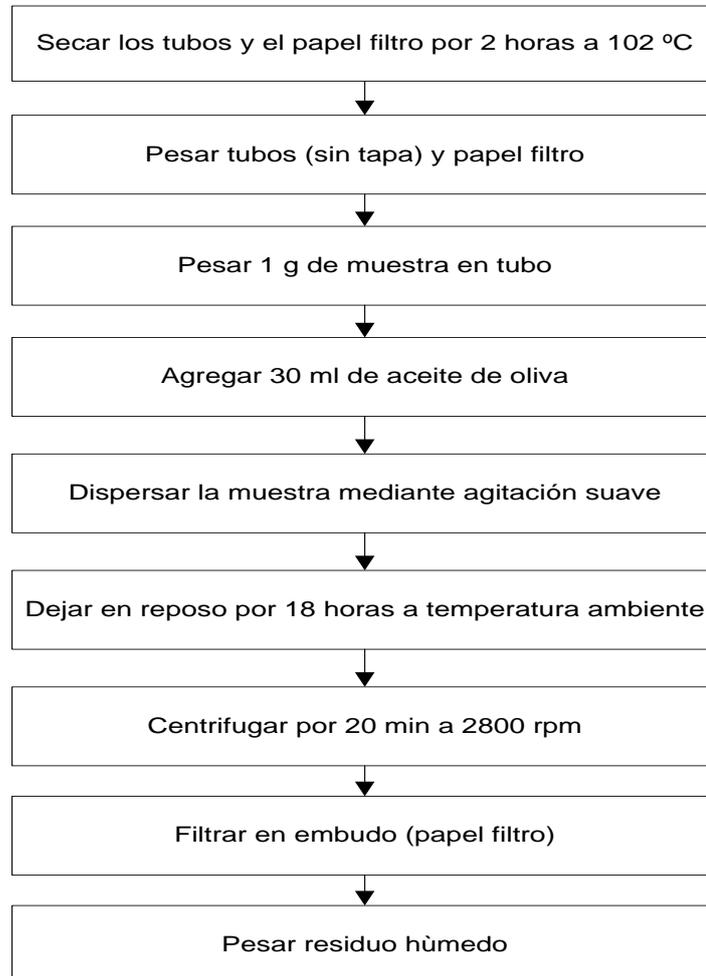


Figura 3: Esquema del proceso de determinación de capacidad de retención de grasa

3.2.3 Capacidad de hinchamiento (CH)

Se realizó con el método propuesto por Robertson et al. (2000), que se basa en someter a la muestra en un exceso de agua (Garau et al. 2007).

En la figura 4, se muestra el diagrama para la determinación de CH. Los resultados de CH se expresaron como mL de agua ocupados por la muestra hidratada/g de subproducto seco. (mL/g BS). El cálculo de CH se realizó (Anexo B) mediante la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{\text{Volumen ocupado por la muestra hidratada}}{\text{Peso seco de la muestra}}$$

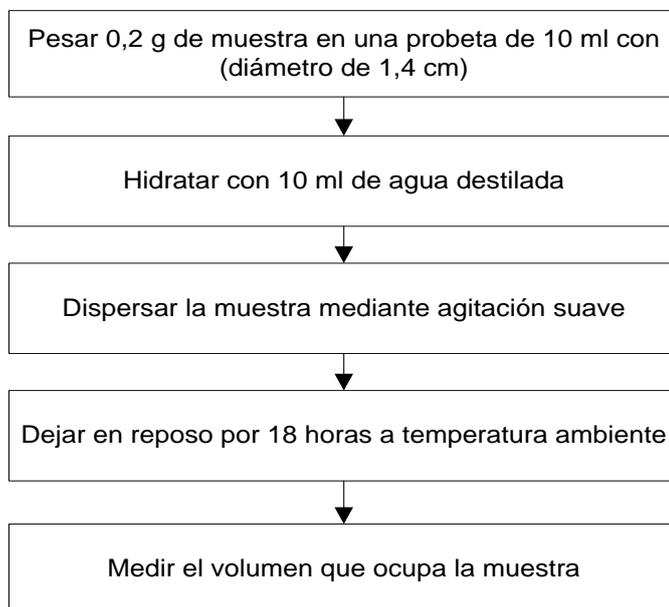


Figura 4: Esquema del proceso de determinación de capacidad de hinchamiento

3.3 Análisis estadístico

Con la finalidad de establecer que subproducto posee las mejores propiedades tecnofuncionales los resultados de CRA, CRG y CH, se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de rangos múltiples de Tukey, con un nivel de significancia de $p \leq 0,05$. para establecer diferencias estadísticas, los cálculos se efectuaron mediante el programa de Minitab® Statistical Software, versión 16 (Minitab Inc., State College, PA, USA). Todos los resultados fueron expresados como la media \pm desviación estándar de tres repeticiones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Propiedades tecno-funcionales de subproductos de mandarina

En la **Tabla 3** se presentan los resultados de capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (CRG) y capacidad de hinchamiento (CH) de subproductos de mandarina.

Tabla 3. Propiedades tecno-funcionales de subproductos de mandarina.

SUBPRODUCTO	CRA (g agua/g BS)	CRG (g aceite/g BS)	CH (mL agua/g BS)
Flavedo (SL)	6,16 ± 0,19 ^{bc}	2,44 ± 0,18 ^{ab}	7,46 ± 0,41 ^c
Flavedo (L)	5,25 ± 0,22 ^c	2,76 ± 0,04 ^a	8,39 ± 0,32 ^{bc}
Albedo (SL)	6,93 ± 0,57 ^{ab}	2,17 ± 0,03 ^{bc}	8,15 ± 0,34 ^{bc}
Albedo (L)	7,60 ± 0,41 ^a	1,96 ± 0,11 ^{cd}	9,50 ± 0,48 ^a
Pulpa agotada (SL)	5,73 ± 0,52 ^{bc}	1,77 ± 0,21 ^d	6,33 ± 0,51 ^d
Pulpa agotada (L)	6,23 ± 0,56 ^{bc}	1,09 ± 0,09 ^e	8,66 ± 0,31 ^{ab}

Cada valor es la media con la desviación estándar de tres replicas experimentales.

Las medias que no comparten una letra en una misma columna son significativamente diferentes.

BS: base seca. SL: Sin lavar. L: Lavada.

4.1.2 Capacidad de retención de agua (CRA)

La CRA de las diferentes fracciones estuvo comprendida entre 5,25 – 7,60 g agua/g BS siendo el albedo lavado quien presentó la mayor CRA. Estos resultados no cumplen con el criterio de Leterme et al. (1998) de poseer una CRA de 10 a 12 g agua/g BS para ser considerada como una buena CRA.

Alfredo et al. (2009), Matos Chamorro y Chambilla Mamani (2010) y Tosh y Yada (2010) indican que la CRA depende de la cantidad de FDS. Maldonado (2014) y Morocho (2014) estudiaron el contenido de FDS en los mismos subproductos analizados en esta investigación, estos resultados se muestran en la figura 5, donde se puede observar que no existe relación entre el contenido de FDS con la CRA. Esto se puede explicar en base al estudio de Marín et al. (2007), quienes indicaron que esta dependencia aplica cuando el contenido de FDS es aproximadamente mayor a 7 g/100 g BS. Martínez et al. (2012)

reportaron este mismo comportamiento en subproductos de mango, maracuyá, piña y guayaba.

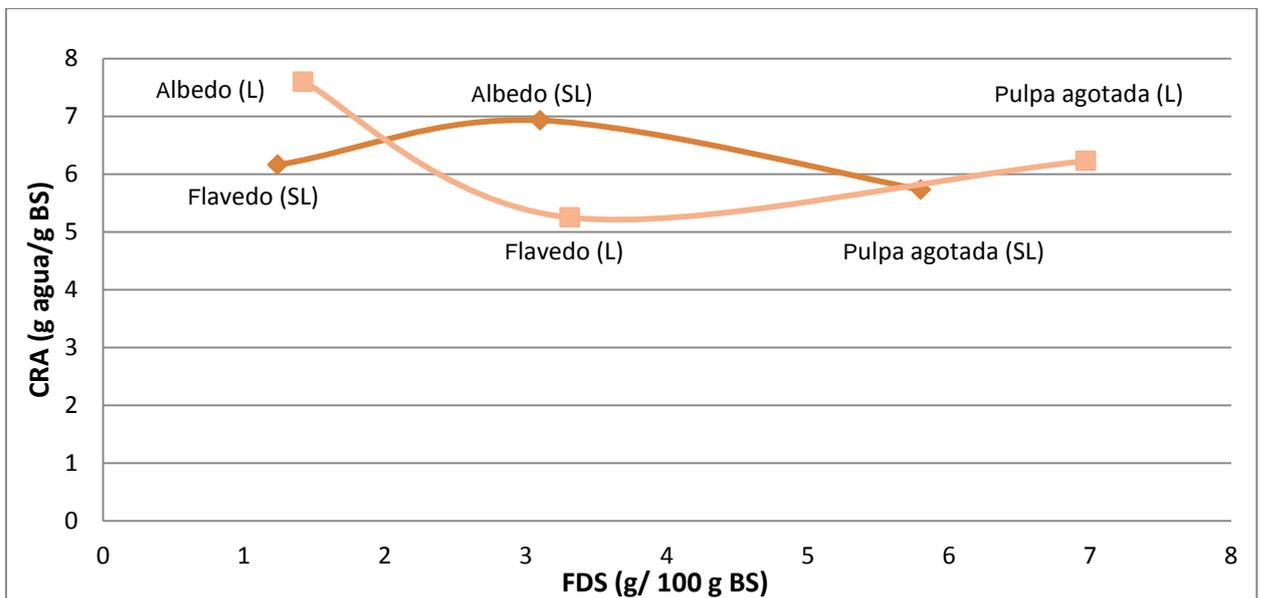


Figura 5. Relación entre capacidad de retención de agua y fibra dietaria soluble de subproductos de mandarina

Fuente: Maldonado (2014) y Morocho (2014)

El lavado de los subproductos incrementó la CRA del albedo y pulpa agotada, este comportamiento lo reportaron previamente Lario et al. (2004), quienes consideraron que el aumento en esta propiedad se debe a la remoción de azúcares ocasionado por el lavado.

Todos los subproductos estudiados presentan mayores resultados si se compara a los reportados en subproductos de limón 1,85 g agua/g BS, subproductos de naranja 1,65 g agua/g BS, subproductos de toronja 2,09-2,26 g agua/g BS (Figuerola et al. 2005), subproductos de tamarindo 1,9 g agua/g BS (Tril et al. 2014), salvado de avena 3,00 g agua/g BS, salvado de trigo 3.8 g agua/g BS (Grigelmo-Miguel y Martín-Belloso 1999), salvado de arroz 4,89 g agua/g BS (Abdul-Hamid, citado por (Elleuch et al. 2011) y subproductos de guayaba 4,00 g agua/g BS (Espinoza 2013).

Pero fueron menores que pulpa de naranja 14 g agua/g BS (Garau et al. 2007), albedo de maracuyá 13,00 g agua/g BS (López-Vargas et al. 2013), subproductos de durazno 12,1 g agua/g BS (Grigelmo-Miguel et al. 1999), subproductos de piña 14,6 g agua/g BS, maracuyá 13,5 g agua/g BS (Martínez et al. 2012), algas 17,4 g agua/g BS (Elleuch et al. 2011) y subproductos de mango 10,47 g agua/g BS (Espinoza 2013). Siendo similares al flavedo los subproductos de lima con 5,15 g agua/g BS (Koubala et al. 2013)

4.1.3 Capacidad de retención de grasa (CRG)

El flavedo lavado (2,76 g aceite/g BS) y flavedo sin lavar (2,44 g aceite/g BS) son los subproductos que presentaron mayor CRG. Dicha propiedad se ve afectada por la cantidad de FDI (Fernández-López et al. 2009). Al analizar los resultados de FDI alcanzados por Maldonado (2014) y Morocho (2014) con los de CRG, se observa que existe una correlación directa para el flavedo (lavado y sin lavar), pero para el albedo y pulpa agotada la correlación es inversa. Esto se puede asociar que el flavedo en su composición es rico en lignina uno de los constituyentes principales que influyen en la CRG (López et al. 1996, Marín et al. 2007).

Estos subproductos mostraron valores superiores de CRG a los encontrados por Floréz et al. (2006a) en subproductos de naranja 0,8 g aceite/g BS, subproductos de manzana 0,60 g aceite/g BS y subproductos de piña 0,9 g aceite/g BS, mientras que son inferiores al comparar con subproductos de limón lavado 6,58 g aceite/g BS, subproductos de limón sin lavar 6,60g aceite/g BS (Lario et al. 2004) y salvado de arroz 4,54 g aceite/g BS (Abdul-Hamid, citado por Elleuch et al. 2011), siendo valores similares a los expresados por Figuerola et al. (2005) en subproductos de naranja 1,81 g aceite/g BS, subproductos de limón 1,48 g aceite/g BS y en subproductos de uva 1,20 g aceite/g BS.

4.1.4 Capacidad de hinchamiento (CH)

La CH de los subproductos estuvo comprendida entre 6,33 – 9,50 mL agua/g BS siendo el albedo lavado el que presentó un valor superior de CH. Esta propiedad se ve influenciada por el contenido de FDT, principalmente por la presencia de celulosa y pectina (Martínez et al. 2012, López-Vargas et al. 2013). Al relacionar la CH con los resultados de FDT (ver **Tabla 1**). Se observó que la pulpa agotada (lavada y sin lavar) cumple esta relación. Pero en albedo se apreció que a pesar de tener igual concentración de FDT, el subproducto lavado tuvo mayor CH comparado con el sin lavar. En cambio en el flavedo la concentración de FDT no tuvo efecto sobre la CH.

Se evidenció que para el albedo y pulpa agotada el lavado presentó efecto sobre la CH, incrementando esta propiedad por consecuencia de la remoción de azúcares. Pero en flavedo no existió dicho efecto.

Estos subproductos en CH, presentaron resultados elevados en comparación con los subproductos de limón 3,85 ml agua/g BS (Flórez et al. 2006) y subproductos de guayaba 2,36 mL agua/g BS (Espinoza 2013). Siendo inferior en comparación con salvado de trigo con 9,8 ml agua/g BS (Auffret et al. 1994). Y similares a subproductos de naranja 6,11 ml

agua/g BS, subproductos de toronja 6,69 mL agua/g BS, subproductos de limón 9,19 ml agua/g BS, subproductos de uva 8,02 ml agua/g BS y subproductos de manzana 8,27 ml agua/g BS (Figuerola et al. 2005).

CONCLUSIONES

- Los subproductos de mandarina mostraron una baja CRA entre 5,25 a 7,60 g agua/g BS. El albedo lavado es el subproducto que presentó la mayor CRA con 7,60 g agua/g BS.
- La CRG en los subproductos de mandarina, estuvo comprendida entre 1,09 a 2,76 g aceite/g BS. El flavedo lavado es el subproducto que obtuvo una mejor CRG con 2.76 g aceite/g BS.
- Los subproductos analizados presentaron una CH entre 6,33 a 9,50 mL agua/g BS. Las fracciones lavadas de albedo y pulpa agotada presentaron mayor CH, mientras que no existió diferencia en flavedo lavado y sin lavar
- El proceso de lavado de los subproductos aumentó la CH, pero no tuvo efecto sobre la CRA y CRG.

RECOMENDACIONES

- En lo que respecta a las probetas que se utilizan para determinar CH, verificar si todas tienen el mismo diámetro porque puede la superficie de contacto aumentar lo cual va a provocar que se hidrate más la muestra.
- Para el filtrado establecer un tiempo en esta operación, para que pueda ser uniforme en todas las muestras y lograr la eliminación homogénea del agua

BIBLIOGRAFÍA

- AACC (American Association of Cereal Chemists) 2001. The Definition of Dietary Fiber (en línea). 46 : 112-126 Consultado 21 abr. 2014. Disponible en <http://www.aaccnet.org/initiatives/definitions/Documents/DietaryFiber/DFDef.pdf>.
- Alfredo, V-O; Gabriel, R-R; Luis, C-G; David, B-A. 2009. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Science and Technology* 42(1): 168-173.
- Auffret, A; Ralet, MC; Guillon, F; Barry, JL; Thibault, JF. 1994. Effect of Grinding and Experimental Conditions on the Measurement of Hydration Properties of Dietary Fibres. *LWT - Food Science and Technology* 27(2): 166-172.
- Ayala-Zavala, J; Vega-Vega, V; Rosas-Domínguez, C; Palafox-Carlos, H; Villa-Rodríguez, J; Siddiqui, MW; Dávila-Aviña, J; González-Aguilar, G. 2011. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International* 44(7): 1866-1874.
- Borchani, C; Besbes, S; Masmoudi, M; Bouaziz, M; Blecker, C; Attia, H. 2012. Influence of Oven-Drying Temperature on Physicochemical and Functional Properties of Date Fibre Concentrates. *Food and Bioprocess Technology* 5(5): 1541-1551.
- Carbó, CB. 1995. Alimentos y racionamiento. Zootecnia. Bases de Producción Animal Libros Mundi-Prensa: 368
- Dhingra, D; Michael, M; Rajput, H; Patil, R. 2012. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of food science and technology* 49(3): 255-266.
- Elleuch, M; Bedigian, D; Roiseux, O; Besbes, S; Blecker, C; Attia, H. 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry* 124(2): 411-421.
- Espinoza, G. 2013. Propiedades tecno-funcionales de la fibra dietaria de los subproductos de mango y guayaba. Tesis Ing Industrias Agropecuarias. Loja, Universidad Técnica Particular de Loja. 106 p
- Femenia, A; Lefebvre, AC; Thebaudin, JY; Robertson, J; Bourgeois, CM. 1997a. Physical and sensory properties of model foods supplemented with cauliflower fiber. *Journal of Food Science* 62(4): 635-639.
- Femenia, A; Lefebvre, AC; Thebaudin, JY; Robertson, JA; Bourgeois, CM. 1997. Physical and Sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science* 62(4): 635-639.

- Fernández-Ginés, JM; Fernández-López, J; Sayas-Barberá, E; Sendra, E; Pérez-Alvarez, JA. 2003. Effect of Storage Conditions on Quality Characteristics of Bologna Sausages Made with Citrus Fiber. *Journal of Food Science* 68(2): 710-714.
- Fernández-López, J; Sendra-Nadal, E; Navarro, C; Sayas, E; Viuda-Martos, M; Alvarez, JAP. 2009. Storage stability of a high dietary fibre powder from orange by-products. *International journal of food science & technology* 44(4): 748-756.
- Figuerola, F; Hurtado, MaL; Estévez, AMa; Chiffelle, I; Asenjo, F. 2005. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *Food Chemistry* 91(3): 395-401.
- Flórez, O; Román, O; Gutiérrez, L; Medina, G. 2006. Optimización de un preparado sólido de fibra dietaria a partir de diferentes residuos de frutas. *Vitae (Medellín)* 13(1): 10-15.
- Garau, MC; Simal, S; Rosselló, C; Femenia, A. 2007. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. *Canoneta*) by-products. *Food Chemistry* 104(3): 1014-1024.
- Ghanem, N; Mihoubi, D; Kechaou, N; Mihoubi, NB. 2012. Microwave dehydration of three citrus peel cultivars: Effect on water and oil retention capacities, color, shrinkage and total phenols content. *Industrial Crops and Products* 40(0): 167-177.
- Griguelmo-Miguel, N; Gorinstein, S; Martín-Belloso, O. 1999. Characterisation of peach dietary fibre concentrate as a food ingredient. *Food chemistry* 65(2): 175-181.
- Griguelmo-Miguel, N; Martín-Belloso, O. 1999. Comparison of Dietary Fibre from By-products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. *LWT - Food Science and Technology* 32(8): 503-508.
- Kang, HJ; Chawla, SP; Jo, C; Kwon, JH; Byun, MW. 2006. Studies on the development of functional powder from citrus peel. *Bioresource Technology* 97(4): 614-620.
- Koubala, B; Kansci, G; Garnier, C; Thibault, J-F; Ralet, M-C. 2013. Physicochemical Properties of Dietary Fibres Prepared from *Ambarella* (*Spondias cytherea*) and *Mango* (*Mangifera indica*) Peels. *Food and Bioprocess Technology* 6(2): 591-597.
- Lan, G; Chen, H; Chen, S; Tian, J. 2012. Chemical composition and physicochemical properties of dietary fiber from *Polygonatum odoratum* as affected by different processing methods. *Food Research International* 49(1): 406-410.
- Lario, Y; Sendra, E; Garcia-Pérez, J; Fuentes, C; Sayas-Barberá, E; Fernández-López, J; Perez-Alvarez, J. 2004. Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 5(1): 113-117.
- Larrauri, JA. 1999. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. *Trends in Food Science & Technology* 10(1): 3-8.

- Leterme, P; Froidmont, E; Rossi, F; Théwis, A. 1998. The high water-holding capacity of pea inner fibers affects the ileal flow of endogenous amino acids in pigs. *Journal of Agricultural and food chemistry* 46(5): 1927-1934.
- López-Vargas, JH; Fernández-López, J; Pérez-Álvarez, JA; Viuda-Martos, M. 2013. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Food Research International* 51(2): 756-763.
- López, G; Ros, G; Rincón, F; Periago, M; Martínez, M; Ortuno, J. 1996. Relationship between physical and hydration properties of soluble and insoluble fiber of artichoke. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44(9): 2773-2778.
- Maldonado, D 2014. Subproductos de cítricos como fuente de fibra dietaria FD. Loja - Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja.
- Marín, FR; Soler-Rivas, C; Benavente-García, O; Castillo, J; Pérez-Alvarez, JA. 2007. By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibres. *Food Chemistry* 100(2): 736-741.
- Martí, N; Saura, D; Fuentes', E; Lizama, V; García, E; Mico-Ballester, MJ; Lorente, J. 2011. Fiber from tangerine juice industry. *Industrial Crops and Products* 33(1): 94-98.
- Martínez, R; Torres, P; Meneses, MA; Figueroa, JG; Pérez-Álvarez, JA; Viuda-Martos, M. 2012. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. *Food Chemistry* 135(3): 1520-1526.
- Matos-Chamorro, A; Chambilla-Mamani, E. 2010. Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. *Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1(1): 4-17.
- Morocho, D 2014. Subproductos de cítricos como fuente de fibra dietaria. Loja- Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja.
- Raghavendra, S; Ramachandra Swamy, S; Rastogi, N; Raghavarao, K; Kumar, S; Tharanathan, R. 2006. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering* 72(3): 281-286.
- Raghavendra, S; Rastogi, N; Raghavarao, K; Tharanathan, R. 2004. Dietary fiber from coconut residue: effects of different treatments and particle size on the hydration properties. *European Food Research and Technology* 218(6): 563-567.
- Ramírez, A; Pacheco, E. 2009. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de Piña, Guayaba y Guanabana. *Interciencia* 4.
- Robertson, JA; de Monredon, FD; Dysseleer, P; Guillon, F; Amado, R; Thibault, J-F. 2000. Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. *LWT-Food Science and Technology* 33(2): 72-79.

- Sánchez-Guzman, B. 2005. Caracterización Fisicoquímica y Funcional de la Fibra Dietética del Fruto del Níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la Cáscara de Mango Obo (*Mangifera indica* L). Instituto de Agroindustrias. Oaxaca, Universidad Tecnológica de la Mixteca. Ingeniero en Alimentos. Oaxaca, Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- Tadeo F; Moya J; Iglesias D; Talon M; E, P. 2003. Morfología del fruto. Valenciana Generalitat. Valencia, Cancillería de Agricultura, Pesca y Alimentación. 99.
- Tosh, SM; Yada, S. 2010. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications. *Food Research International* 43(2): 450-460.
- Tril, U; Fernández-López, J; Álvarez, JÁP; Viuda-Martos, M. 2014. Chemical, physicochemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of rich-fibre powder extract obtained from tamarind (*Tamarindus indica* L.). *Industrial Crops and Products* 55(0): 155-162.
- Viuda-Martos, M; Ruiz-Navajas, Y; Martín-Sánchez, A; Sánchez-Zapata, E; Fernández-López, J; Sendra, E; Sayas-Barberá, E; Navarro, C; Pérez-Álvarez, JA. 2012. Chemical, physico-chemical and functional properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) bagasses powder co-product. *Journal of Food Engineering* 110(2): 220-224.

ANEXOS

ANEXO A. DATOS EXPERIMENTALES

Tabla 4. Capacidad de retención de agua en subproductos de mandarina.

Subproducto	Peso muestra g	Peso tubo g	Peso papel filtro g	Peso cápsula g	Peso tubo + Residuo húmedo + cápsula + papel filtro g	Peso residuo húmedo g	Peso tubo + residuo seco + cápsula + papel filtro g	Peso residuo seco g	CRA g agua/g muestra	HUMEDAD g / 100 g	CRA g agua/g muestra seca
Flavado sin lavar	1,0333	9,756	1,0182	115,5187	131,1945	4,9016	127,0103	0,7174	5,83	6,59	6,24
	1,014	9,7826	1,0027	111,769	127,3617	4,8074	123,253	0,6987	5,88		6,3
	1,0183	9,9152	1,0073	122,0134	137,5432	4,6073	133,638	0,7021	5,56		5,95
Flavado lavado	1,0344	9,8575	0,9895	68,8365	84,8045	5,121	80,5472	0,8637	4,93	6,09	5,25
	1,0016	9,8441	0,9991	74,6243	90,6604	5,1929	86,3131	0,8456	5,14		5,47
	1,0027	9,7208	0,9824	122,0105	137,8445	5,1308	133,6106	0,8969	4,72		5,03
Albedo sin lavar	1,0263	9,7453	0,9698	80,9761	98,3818	6,6906	92,5154	0,8242	7,12	6,13	7,58
	1,0084	9,9363	1,0008	74,6259	92,0393	6,4763	86,4566	0,8936	6,25		6,66
	1,0327	9,6216	1,0171	74,6246	91,134	5,8707	86,0858	0,8225	6,14		6,54
Albedo lavado	1,0932	9,6936	0,981	84,8522	102,631	7,1042	96,441	0,9142	6,77	6,23	7,22
	1,0243	9,9776	0,9962	31,0105	49,3653	7,381	42,8493	0,865	7,53		8,03
	1,0463	9,8661	0,9959	115,5185	133,3872	7,007	127,2486	0,8681	7,07		7,54
Pulpa agotada sin lavar	1,0893	9,7911	0,978	27,8796	43,3299	4,6812	39,4446	0,7959	4,88	6,86	5,24
	1,0589	9,7904	0,9948	111,7681	127,3017	4,7484	123,3069	0,7536	5,3		5,69
	1,0311	9,7273	0,9907	77,0164	142,6985	4,9641	138,4601	0,7257	5,84		6,27
Pulpa agotada lavada	1,0229	9,7327	1,0037	115,1551	132,332	6,4405	126,7582	0,8667	6,43	6,29	6,86
	1,0121	9,7232	1,0201	115,1986	131,1954	5,2535	126,7346	0,7927	5,63		6
	1,0041	9,7012	0,9982	86,5073	102,5127	5,306	98,0301	0,8234	5,44		5,81

Tabla 5. Capacidad de retención de aceite en subproductos de mandarina.

Subproducto	Peso muestra	Peso tubo	Peso papel filtro	Peso tubo + residuo con aceite	Peso tubo + residuo aceite + papel filtro	Peso residuo con aceite	CRG	HUMEDAD	CRG
	g	g	g	g	g	g	g aceite/g muestra	g / 100 g	g aceite/g muestra seca
Flavedo sin lavar	1,0269	9,6722	0,8656	0	13,9301	3,3923	2,3	6,59	2,47
	1,0251	9,6752	0,8666	0	13,7208	3,179	2,1		2,25
	1,0056	9,7367	0,9975	0	14,1943	3,4601	2,44		2,61
Flavedo lavado	1,0311	9,785	0,9949	0	14,4502	3,6703	2,56	6,09	2,73
	1,057	9,6748	0,9917	0	14,5008	3,8343	2,63		2,8
	1,0199	9,8031	0,8775	0	14,3364	3,6558	2,58		2,75
Albedo sin lavar	1,0618	9,7576	1,017	0	13,9682	3,1936	2,01	6,13	2,14
	1,0065	9,6538	1,0025	0	13,7283	3,072	2,05		2,19
	1,0092	9,7205	1,0148	0	13,8239	3,0886	2,06		2,19
Albedo lavado	1,0479	9,671	1,0228	0	13,6293	2,9355	1,8	6,23	1,92
	1,0193	9,6868	0,9995	0	13,5001	2,8138	1,76		1,88
	1,0099	9,7077	1,0008	0	13,6862	2,9777	1,95		2,08
Pulpa agotada sin lavar	1,0331	9,9004	1,0158	0	13,8874	2,9712	1,88	6,86	2,01
	1,0041	9,669	0,9966	0	13,1986	2,533	1,52		1,63
	1,0196	9,6954	1,0144	0	13,3078	2,598	1,55		1,66
Pulpa agotada lavada	1,028	9,7221	0	11,7336	0	2,0115	0,96	6,29	1,02
	1,0124	9,6494	0	11,6792	0	2,0298	1		1,07
	1,0642	9,659	0	11,9085	0	2,2495	1,11		1,19

Tabla 6. Capacidad de hinchamiento en subproductos de mandarina.

Subproducto	Peso muestra	Volumen de la muestra hidratada	CH	HUMEDAD	CH
	g	mL	mL agua / g muestra	g / 100 g	mL agua / g muestra seca
Flavedo sin lavar	0,2076	1,53	7,37	6,59	7,89
	0,207	1,37	6,62		7,08
	0,2091	1,45	6,93		7,42
Flavedo lavado	0,2008	1,64	8,17	6,09	8,7
	0,2053	1,62	7,89		8,4
	0,2022	1,53	7,57		8,06
Albedo sin lavar	0,2101	1,63	7,76	6,13	8,27
	0,2059	1,5	7,28		7,76
	0,2001	1,58	7,9		8,41
Albedo lavado	0,2086	1,85	8,87	6,23	9,46
	0,2015	1,89	9,38		10
	0,2156	1,83	8,49		9,05
Pulpa agotada sin lavar	0,2015	1,24	6,15	6,86	6,61
	0,2102	1,3	6,19		6,65
	0,2188	1,17	5,35		5,74
Pulpa agotada lavada	0,208	1,62	7,79	6,29	8,31
	0,2042	1,68	8,23		8,78
	0,2005	1,67	8,33		8,89

ANEXO B. CÁLCULO DE LAS PROPIEDADES TECNO-FUNCIONALES

Cálculo de la CRA para el subproducto de albedo lavado.

$$\mathbf{CRA} = \frac{(\text{Peso del residuo húmedo} - \text{Peso del residuo seco})}{(\text{Peso de residuo seco})}$$

$$\mathbf{CRA} = \frac{7,1042 \text{ g} - 0,9142 \text{ g}}{0,9142 \text{ g}}$$

$$\mathbf{CRA} = 6,77 \text{ g agua/ g muestra}$$

Transformación a base seca:

$$\mathbf{CRA}_{(BS)} = \frac{\mathbf{CRA}_{(BH)} * 100}{100 - H_m}$$

$$\mathbf{CRA}_{(BS)} = \frac{(6,77 \text{ g} * 100)}{(100 - 6,23)}$$

$$\mathbf{CRA}_{(BS)} = 7,22 \text{ g agua /g BS}$$

Cálculo de la CRG para el subproducto de albedo lavado.

$$\mathbf{CRG} = \frac{\text{Peso del residuo con aceite} - \text{Peso de la muestra}}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$\mathbf{CRG} = \frac{2,9355 \text{ g} - 1,0479 \text{ g}}{1,0479 \text{ g}}$$

$$\mathbf{CRG} = 1,81 \text{g aceite/ g muestra}$$

Transformación a base seca:

$$\mathbf{CRG}_{(BS)} = \frac{\mathbf{CRG}_{(BH)} * 100}{100 - H_m}$$

$$\mathbf{CRG}_{(BS)} = \frac{(1,81 \text{ g} * 100)}{(100 - 6,23)}$$

$$\mathbf{CRG_{(BS)}=1,93 \text{ g aceite /g BS}}$$

Cálculo de CH para el subproducto de albedo lavado.

$$\mathbf{CH = \frac{\text{Volumen ocupado por la muestra hidratada}}{\text{Peso seco de la muestra}}}$$

$$\mathbf{CH = \frac{1,63 \text{ ml}}{0,21 \text{ g}}}$$

$$\mathbf{CH = 7,76 \text{ mL agua/g muestra}}$$

Transformación a base seca:

$$\mathbf{CH_{(BS)} = \frac{CH_{(BH)} * 100}{100 - H_m}}$$

$$\mathbf{CH_{(BS)} = \frac{(7,76 \text{ ml} * 100)}{(100 - 6,23)}}$$

$$\mathbf{CH_{(BS)} = 8,27 \text{ mL agua/g BS}}$$

ANEXO C. ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN SUBPRODUCTOS DE MANDARINA

Capacidad de retención de agua

ANOVA unidireccional: CRA vs. SUBPRODUCTO

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUBPRODUCTO	6	AL. ASL. FL. FSL. PL. PSL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUBPRODUCTO	5	10,562	2,1125	10,99	0,000
Error	12	2,307	0,1922		
Total	17	12,869			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,438419	82,08%	74,61%	59,67%

Medias

SUBPRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AL	3	7,597	0,408	(7,045. 8,148)
ASL	3	6,927	0,569	(6,375. 7,478)
FL	3	5,250	0,220	(4,698. 5,802)
FSL	3	6,163	0,187	(5,612. 6,715)
PL	3	6,223	0,559	(5,672. 6,775)
PSL	3	5,733	0,516	(5,182. 6,285)

Desv.Est. agrupada = 0,438419

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

SUBPRODUCTO	N	Media	Agrupación
AL	3	7,597	A
ASL	3	6,927	A B
PL	3	6,223	B C
FSL	3	6,163	B C
PSL	3	5,733	B C
FL	3	5,250	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Capacidad de retención de aceite

ANOVA unidireccional: CRG vs. SUBPRODUCTO

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUBPRODUCTO	6	AL. ASL. FL. FSL. PL. PSL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUBPRODUCTO	5	5,0275	1,00550	61,23	0,000
Error	12	0,1971	0,01642		
Total	17	5,2246			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,128149	96,23%	94,66%	91,51%

Medias

SUBPRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AL	3	1,9600	0,1058	(1,7988. 2,1212)
ASL	3	2,1733	0,0289	(2,0121. 2,3345)
FL	3	2,7600	0,0361	(2,5988. 2,9212)
FSL	3	2,443	0,181	(2,282. 2,605)
PL	3	1,0933	0,0874	(0,9321. 1,2545)
PSL	3	1,767	0,211	(1,605. 1,928)

Desv.Est. agrupada = 0,128149

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

SUBPRODUCTO	N	Media	Agrupación
FL	3	2,7600	A
FSL	3	2,443	A B
ASL	3	2,1733	B C
AL	3	1,9600	C D
PSL	3	1,767	D
PL	3	1,0933	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Capacidad de hinchamiento

ANOVA unidireccional: CH vs. SUBPRODUCTO

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
SUBPRODUCTO	6	AL. ASL. FL. FSL. PL. PSL

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
SUBPRODUCTO	5	17,676	3,5351	21,84	0,000
Error	12	1,943	0,1619		
Total	17	19,618			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,402361	90,10%	85,97%	77,72%

Medias

SUBPRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
AL	3	9,503	0,476	(8,997. 10,009)
ASL	3	8,147	0,342	(7,641. 8,653)
FL	3	8,387	0,320	(7,881. 8,893)
FSL	3	7,463	0,407	(6,957. 7,969)
PL	3	8,660	0,308	(8,154. 9,166)
PSL	3	6,333	0,514	(5,827. 6,839)

Desv.Est. agrupada = 0,402361

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

SUBPRODUCTO	N	Media	Agrupación
AL	3	9,503	A
PL	3	8,660	A B
FL	3	8,387	B C
ASL	3	8,147	B C
FSL	3	7,463	C
PSL	3	6,333	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.