

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Extracción, cuantificación, caracterización fisicoquímica y funcional de
fibra dietaria obtenida a partir de residuos de maracuyá (*Passiflora
edulis f. flavicarpa* Deg)**

Juan Carlos Núñez Sarmiento

Lucía Ramírez, DSc., Directora de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito

para la obtención del título de Ingeniero en Alimentos

Quito, marzo de 2014

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Extracción, cuantificación, caracterización fisicoquímica y funcional de fibra dietaria obtenida a partir de residuos de maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg)

Juan Carlos Núñez Sarmiento

Lucía Ramírez Cárdenas, DSc.
Directora de Tesis

Javier Garrido, MSc.
Coordinador de Ing. en Alimentos

Mike Koziol, DPhil.
Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, Ph.D.
Decana de la Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, marzo de 2014

©DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Juan Carlos Núñez Sarmiento

C. I.: 1718824541

Fecha: Quito, marzo de 2014

Dedicatoria

A mis padres, Daysi y Carlos; ya que gracias a ellos he logrado culminar un capítulo de mi vida. Su apoyo, paciencia, dedicación, consejos y fe en mí, más aún cuando me sentía perdido y cansado, han hecho posible que se cristalice este proyecto. A mi hermana, Daysi Paola, “pai” por acompañarme en el laboratorio cuando debía permanecer hasta la madrugada, por la buena disposición, complicidad y energía brindadas cuando más lo necesitaba. El desarrollo del presente proyecto es por y para ustedes, que son lo más preciado que tengo.

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a Dios por guiar mis pasos, decisiones y bendiciones recibidas. A mis padres y hermana por acompañarme a lo largo de todo el proceso. A mi tutora, Lucía Ramírez, por su paciencia, conocimientos y dedicación durante el transcurso del proyecto; a Javier Garrido y Carolina por la confianza y apoyo en el laboratorio, a mis profesores: Lucía, Javier, Mike, Francisco, Mario y Stalin por darme las herramientas necesarias para crecer como profesional y sobre todo como persona. A Manuelito, Jorgito y “doña” Luisa por la buena disposición a ayudarme cuando era necesario.

A mis amigos que estuvieron pendientes del desarrollo de mi tesis.

Resumen

El presente estudio tuvo por objetivo la extracción, cuantificación y caracterización fisicoquímica y funcional de fibra dietaria de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) proveniente de los residuos sólidos resultantes de la industrialización de la fruta. Se realizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), con arreglo factorial 2^2 , correspondiente a la combinación de 2 factores (Temperatura: 60 °C-70 °C y tiempo de secado: 12h00min - 12h45min). El tratamiento a_1b_2 (60 °C- 12h45min), presentó el mejor resultado en la caracterización fisicoquímica y funcional. Fibra dietaria total (FDT) de 65.40 ± 3.77 g/100g, fibra dietaria soluble (FDS) de 37.84 ± 3.80 g/100g, fibra dietaria insoluble (FDI) de 27.55 ± 2.96 g/100g, humedad de 5.91 ± 0.34 g/100g, pH de 4.43 ± 0.04 , poder de hinchamiento (PH) 18.29 ± 0.04 , índice de solubilidad en agua (ISA) $17.51 \pm 0.61\%$, capacidad de retención de agua (CRA) 13.91 ± 0.15 g agua retenida/g fibra, índice de absorción de agua (IAA) 14.91 ± 0.15 g fibra hidratada/g fibra y capacidad de retención de aceite (CRa) 2.77 ± 0.06 g aceite/g fibra. Se observó la utilidad que los residuos sólidos de maracuyá tendrían para la extracción de fibra dietaria, logrando obtener un compuesto bioactivo con propiedades fisicoquímicas y funcionales, potencialmente, beneficiosas para el consumidor.

Palabras clave: maracuyá, fibra dietaria, propiedades funcionales, caracterización.

Abstract

The dietary fiber extracted from the peels of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) was quantified and its physicochemical and functional properties characterized. A completely randomized 2² factorial design was performed, corresponding to a combination of two temperatures (60 °C and 70 °C) and two drying times (12h00min and 12h45min). Drying at 60 °C for 12h45min provided the best results as regards physicochemical and functional characteristics: total dietary fiber (TDF) 65.40 ± 3.77 g/100g, soluble dietary fiber (SDF) 37.84 ± 3.80 g/100g, insoluble dietary fiber (IDF) 27.55 ± 2.96 g/100g, moisture content 5.91 ± 0.34 g/100g, pH 4.43 ± 0.04 , swelling 18.29 ± 0.04 , solubility $17.51 \pm 0.61\%$, water binding capacity (WBC) 13.91 ± 0.15 g water retained/g fiber, water holding capacity (WHC) 14.91 ± 0.15 g hydrated fiber/g fiber and oil binding capacity (OBC) 2.77 ± 0.06 g oil/g fiber. The extracted dietary fiber is shown to possess physicochemical and functional properties potentially beneficial for the consumer.

Key words: passion fruit, dietary fiber, functional properties, characterization.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract.....	8
1 Introducción.....	14
2 Materiales y métodos.....	17
2.1 Materia prima.....	17
2.2 Métodos	18
2.2.1 Procesamiento de la fruta	18
2.2.2 Caracterización fisicoquímica de la fruta	18
2.2.3 Obtención de la fibra de maracuyá	19
2.2.4 Caracterización fisicoquímica de la fibra de maracuyá.....	19
2.2.5 Caracterización funcional de la fibra de maracuyá	20
2.3 Diseño experimental	20
2.3.1 Análisis estadístico	22
2.3.2 Tabla de ponderación.....	22
3 Resultados y discusión	23
3.1 Caracterización fisicoquímica de la fruta	23
3.2 Caracterización fisicoquímica de la fibra de maracuyá	25
3.3 Caracterización funcional de la fibra de maracuyá.....	28
3.4 Tabla de ponderación.....	33
4 Conclusiones.....	33

5	Recomendaciones	34
6	Bibliografía.....	35
7	Anexos	42
7.1	Diagrama de flujo del procesamiento de la fruta	42
7.2	Caracterización física de la fruta.....	43
7.3	Caracterización química de la fruta	44
7.4	Caracterización fisicoquímica de la fibra de maracuyá	45
7.4.1	Fibra dietaria total.....	45
7.4.2	Fibra dietaria soluble	46
7.4.3	Fibra dietaria insoluble	47
7.4.4	Humedad.....	48
7.4.5	pH	49
7.5	Caracterización funcional de la fibra de maracuyá.....	50
7.5.1	Poder de hinchamiento	50
7.5.2	Índice de solubilidad en agua	52
7.5.3	Capacidad de retención de agua	53
7.5.4	Índice de absorción de agua.....	55
7.5.5	Capacidad de retención de aceite	56

Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones para una fibra obtenida a partir de frutas	22
Tabla 2. Ponderación de las variables de respuesta	23
Tabla 3. Caracterización fisicoquímica de la fruta	24
Tabla 4. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de FDT (g/100g), FDS (g/100g), FDI (g/100g), humedad (g/100g) y pH de los tratamientos	26
Tabla 5. Humedad de los tratamientos	28
Tabla 6. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de PH, ISA (%), CRA (g agua retenida/g fibra), CRa (g aceite/g fibra) e IAA (g fibra hidratada/g fibra) de los tratamientos	29
Tabla 7. Poder de hinchamiento (PH), índice de solubilidad en agua (ISA), capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (CRa) e índice de absorción de agua (IAA) de los tratamientos.....	30
Tabla 8. Ponderación de las variables.....	33

Índice de figuras

Figura 1. Rendimiento de la fruta.....	24
Figura 2. Diagrama de flujo procesamiento de maracuyá.....	42

Índice de anexos

Tabla A.1. Caracterización física de la fruta	43
Tabla A.2. Caracterización química de la fruta	44

Tabla A.3. Fibra dietaria total (g/100g) de los tratamientos.....	45
Tabla A.4. Análisis de varianza (ANOVA) de FDT (g/100g) de los tratamientos	45
Tabla A.5. Fibra dietaria soluble (g/100g) de los tratamientos	46
Tabla A.6. Análisis de varianza (ANOVA) de FDS (g/100g) de los tratamientos.....	46
Tabla A.7. Fibra dietaria insoluble (g/100g) de los tratamientos	47
Tabla A.8. Análisis de varianza (ANOVA) de FDI (g/100g) de los tratamientos	47
Tabla A.9. Humedad (g/100g) de los tratamientos.....	48
Tabla A.10. Análisis de varianza (ANOVA) de humedad (g/100g) de los tratamientos ...	48
Tabla A.11. Humedad de los tratamientos.....	49
Tabla A.12. pH de los tratamientos	49
Tabla A.13. Análisis de varianza (ANOVA) de pH de los tratamientos.....	50
Tabla A.14. Poder de hinchamiento de los tratamientos	50
Tabla A.15. Análisis de varianza (ANOVA) de PH de los tratamientos.....	51
Tabla A.16. Poder de hinchamiento de los tratamientos	51
Tabla A.17. Índice de solubilidad en agua (%) de los tratamientos	52
Tabla A.18. Análisis de varianza (ANOVA) de ISA (%) de los tratamientos	52
Tabla A.19. ISA de los tratamientos.....	53
Tabla A.20. Capacidad de retención de agua (g agua retenida/ g fibra) de los tratamientos	53
Tabla A.21. Análisis de varianza (ANOVA) de CRA (g agua retenida/ g fibra) de los tratamientos	54
Tabla A.22. Capacidad de retención de agua de los tratamientos	54
Tabla A.23. Índice de absorción de agua (g fibra hidratada/ g fibra) de los tratamientos..	55
Tabla A.24. Análisis de varianza (ANOVA) de IAA (g fibra hidratada/ g fibra) de los tratamientos	55

Tabla A.25. Índice de absorción de agua de los tratamientos	56
Tabla A.26. Capacidad de retención de aceite (g aceite/ g fibra) de los tratamientos.....	56
Tabla A.27. Análisis de varianza (ANOVA) de CRa (g aceite/ g fibra) de los tratamientos	57
Tabla A.28. CRa de los tratamientos	57

Índice de abreviaturas

FDM	Fibra dietaria de maracuyá
FDT	Fibra dietaria total
FDS	Fibra dietaria soluble
FDI	Fibra dietaria insoluble
PH	Poder de hinchamiento
ISA	Índice de solubilidad en agua
CRA	Capacidad de retención de agua
IAA	Índice de absorción de agua
CRa	Capacidad de retención de aceite
IM	Índice de madurez

1 Introducción

La tendencia actual del consumidor, según Abarca (2010), se basa en la búsqueda de alimentos que no sean simplemente agradables sino que también sean beneficiosos para la salud. La fibra dietaria¹ entra en el grupo de compuestos bioactivos catalogados como funcionales, a los cuales se les atribuye efectos positivos en funciones biológicas específicas; ya que mejoran el estado de salud, reduciendo el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles (Cañas *et al.*, 2011).

La estructura química y propiedades fisicoquímicas de las paredes celulares de las plantas son criterios determinantes para establecer el efecto nutricional de la fibra dietaria. Dentro de las principales propiedades fisicoquímicas se consideran el intercambio catiónico, la hidratación y la absorción de compuestos orgánicos. Desempeñando en conjunto un papel importante en el proceso de digestión, disponibilidad de nutrientes, viscosidad y formulación de alimentos (Schweizer, 1992).

La relación entre las fracciones soluble e insoluble (FDS:FDI) incide sobre los efectos en el organismo como: la motilidad gastrointestinal, tiempo de tránsito, absorción de nutrientes, laxación, metabolismo del colesterol y actividad bacteriana (Baena & García, 2010). Dependiendo del tipo de fibra, se producen diferentes resultados fisiológicos durante su paso a través de las porciones del intestino.

¹ La American Association of Cereal Chemists (asociación americana de los químicos de los cereales) adoptó en el año 2001, la siguiente definición: “La fibra dietaria es la parte comestible de las plantas o los hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y la absorción en el intestino delgado humano, con una fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietaria incluye los polisacáridos, los oligosacáridos, la lignina y las sustancias vegetales asociadas. La fibra dietaria promueve los efectos fisiológicos beneficiosos tales como la laxación, o la atenuación del colesterol sanguíneo o la disminución de la glucosa en la sangre, o todo ello” (AACC, 2001).

Las fibras solubles, compuestas por pectinas, gomas, mucílagos y algunas hemicelulosas (Baena & García, 2012) forman un gel o una red viscosa de manera que liga el agua, aumentando la viscosidad, que se asocia al enlentecimiento del vaciado gástrico, retrasando la absorción de glucosa, lípidos y esteroides (Leoro, 2007).

La fibra insoluble, compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina, forma una red de baja viscosidad, que aumenta el volumen de las heces, reduciendo el tiempo de tránsito intestinal (Leoro, 2007; Baena & García, 2012). Su ingesta ayuda a la prevención de hemorroides, enfermedades cardiovasculares, cáncer, constipación y otras enfermedades intestinales (Lima, 2007).

Las propiedades funcionales de la fibra dietaria dependen de factores como la porosidad, tamaño de partícula, fuerza iónica y pH (Abarca, 2010). Para poder medir las propiedades de hidratación de una fibra, se analizan cuatro parámetros: poder de hinchamiento (PH), índice de solubilidad en agua (ISA), capacidad de retención de agua (CRA) e índice de absorción de agua (IAA). A pesar que el poder de hinchamiento y el índice de solubilidad son procesos estrechamente relacionados, “el primer evento en la solubilización de polímeros es el hinchamiento” (Schweizer, 1992).

Los términos capacidad de retención de agua e índice de absorción de agua son utilizados indistintamente; sin embargo, la capacidad de retención de agua se obtiene después de la aplicación de una fuerza externa como la centrifugación y el índice de absorción de agua sin haber aplicado estrés; ambas propiedades están asociadas al tamaño de partícula, porosidad de la muestra y temperatura (Schweizer, 1992).

Tradicionalmente, las fibras de mayor utilización en la industria de alimentos han sido las de cereales (Gartzia *et al.*, 2008); sin embargo, Cayo & Matos (2009) y Abarca (2010)

señalan que la fibra de frutas y vegetales posee un mejor equilibrio entre las fracciones soluble e insoluble, mayor capacidad de retención de agua y aceite; en contraste con la encontrada en cereales que presenta mayor proporción de fibra insoluble. Larrauri (1999) citado por Leoro (2007) establece que la “fibra ideal” debe ejercer efectos fisiológicos positivos, ser concentrada para que una menor cantidad ejerza mayor beneficio fisiológico, poseer un equilibrio entre fracciones, ser sensorialmente aceptable y ser compatible con los procesos tecnológicos.

El cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg) en Ecuador se centra en la zona litoral, principalmente en las provincias de Los Ríos con 18553 ha, Manabí con 4310 ha y Esmeraldas con 1247 ha, con una producción de 247973 toneladas y una productividad media de 8.6 t/ha (Valarezo *et al.*, 2009).

Entre los años 2008 y 2009 en la Estación Experimental Portoviejo se realizó un proceso de selección de una población de maracuyá introducida desde la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA). Los criterios de selección se basaron en: la productividad de la planta, tamaño, peso y calidad fisicoquímica e industrial de los frutos. Es así que, a través del Programa de Fruticultura de la Estación Experimental Portoviejo, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) desarrolló la variedad “Maracuyá mejorada INIAP-2009”, cuya productividad es mayor a la de las variedades tradicionales cultivadas en el país (Valarezo *et al.*, 2009).

Actualmente, la gestión y eliminación de residuos provenientes del procesamiento de frutas y vegetales constituye un gran problema para la industria de alimentos. En Ecuador el procesamiento de frutas se centra, únicamente, en el uso de la pulpa dejando de lado el aprovechamiento de los residuos resultantes, que en la mayoría de casos son desechados como basura y en algunos casos son utilizados como abono. La utilización de residuos

sólidos de frutas es una buena alternativa para la obtención de concentrados con elevados niveles de fibra dietaria, mayor de 50% (Gutiérrez *et al.*, 2002).

La cáscara de maracuyá se compone de tres estructuras anatómicas: exocarpio (parte amarilla externa), mesocarpio o albedo (parte blanca intermedia) y endocarpio (parte membranosa interna donde se adhieren las semillas). La cáscara integral o pericarpio abarca estas tres estructuras (Canteri, 2010), está constituida principalmente por carbohidratos como la fibra dietaria y minerales (Pereira, 2012). El extracto seco proveniente de la cáscara ejerce un efecto positivo en el control de la tasa de glucosa en la diabetes mellitus tipo II. Esto se debe a factores como el elevado contenido de fibra dietaria soluble en agua que permite que exista una reducción de la absorción de glucosa; su incorporación en la dieta de pacientes diabéticos, tratados con insulina o no, mejora su tolerancia a la glucosa (Lima, 2007).

El presente estudio tuvo por objetivo aprovechar los residuos sólidos, cáscaras, resultantes del proceso de industrialización de maracuyá para la extracción de fibra dietaria. Además de la cuantificación y caracterización fisicoquímica y funcional, evaluándose el efecto que la combinación de temperatura y tiempo de secado ejerció sobre las propiedades tecnológicas de la fibra dietaria. Finalmente, encontrar una fuente alternativa para la obtención de fibra dietaria como los residuos provenientes de la industrialización de fruta.

2 Materiales y métodos

2.1 Materia prima

Doscientos cincuenta maracuyás “variedad INIAP-2009” fueron comprados en la provincia de Manabí.

2.2 Métodos

2.2.1 Procesamiento de la fruta

Se seleccionaron las frutas de acuerdo a los criterios de comercialización de la EMBRAPA, con textura lisa, sin daños, ni manchas y de tamaño uniforme (Matsuura & Folegatti, 2002). Luego fueron lavadas con agua potable a presión para remover partículas orgánicas adheridas a la cáscara, después sumergidas en una solución de 20 ppm de hipoclorito de sodio por 10 min y lavadas con agua potable para eliminar remanentes de hipoclorito de sodio.

La remoción del exocarpio y extracción de la pulpa fueron realizadas de manera manual. El albedo limpio fue troceado en tiras de 1 cm de ancho y lavado en agua potable en circulación por 15 min para eliminar remanentes de pulpa que pudieran alterar las características finales de la fibra en la etapa de secado.

El albedo limpio fue empacado en porciones de 500 g en fundas de polietileno de baja densidad (PEBD) al vacío y almacenado en la cámara fría (-18 °C). El proceso se resume en la Figura 2 presentada en la sección Anexos.

2.2.2 Caracterización fisicoquímica de la fruta

Veinte frutas fueron tomadas aleatoriamente conforme lo establecido por la norma de muestreo de frutas y hortalizas (INEN, 2012). Fueron determinados: la longitud y diámetro ecuatorial (INEN, 2009) utilizando un calibrador Radioshack (modelo: 6400192), peso (INEN, 2009) en una balanza Mettler Toledo (AB204-S), rendimiento, acidez titulable expresada como ácido cítrico siguiendo el método AOAC 942.15 (AOAC, 2012), pH (INEN, 1985) con un potenciómetro Mettler Toledo (AR50), sólidos solubles por refractometría

siguiendo el método AOAC 932.12(AOAC, 2012) con un refractómetro Fisher Scientific (ABBE-3L) e índice de madurez (INEN, 2009).

2.2.3 Obtención de la fibra de maracuyá

El albedo fue descongelado por 26 horas a 4 °C y sometido a secado según los tiempos y temperaturas establecidos en el diseño experimental en una estufa Precision (Economy Oven 45EG). El albedo fue distribuido de manera uniforme en bandejas de malla plástica, formando una cama de 1.5 cm de alto y mezclado cada 4 horas para evitar la formación de la costra superficial. Una vez seco fue molido, tamizado (Tamiz Tyler N°60, tamaño de partícula 250 µm), llevado a envases herméticos de vidrio, previamente higienizados, y almacenado en un sitio oscuro a 21±1 °C.

2.2.4 Caracterización fisicoquímica de la fibra de maracuyá

Se basó en el método enzimático-gravimétrico según los métodos oficiales AOAC 991.43, AOAC 985.29 (AOAC, 2012) y AACC 32-07.01. Utilizando Megazyme TDF Test Kit, que emplea una serie de tratamientos enzimáticos con α -amilasa, proteasa y amilogucosidasa para la determinación de fibra dietaria total (FDT) y fibra dietaria insoluble (FDI), siendo el residuo de la hidrólisis enzimática filtrado para obtener la FDI por medio de lavados con agua destilada, etanol 95% y acetona, determinándose cenizas siguiendo el método AOAC 923.03 (AOAC, 2012) y proteína por el método Kjeldahl AOAC 960.52A (AOAC, 2012). Por otro lado, en la determinación de fibra dietaria total, una precipitación con etanol 95% fue necesaria, seguida de una filtración y lavados con etanol 78%, etanol 95% y acetona, determinándose también cenizas y proteína. El contenido de fibra dietaria soluble (FDS) se obtuvo por diferencia entre FDT y FDI. El análisis de humedad fue realizado siguiendo el método AOAC 925.09 (AOAC, 2012) en una estufa Precision (Economy Oven 45EG) y la determinación de pH (INEN, 1980) utilizando un potenciómetro Mettler Toledo (AR50).

2.2.5 Caracterización funcional de la fibra de maracuyá

El poder de hinchamiento (PH), índice de solubilidad en agua (ISA) e índice de absorción de agua (IAA) fueron determinados de acuerdo al método de Ruales, *et al.* (2000) con modificaciones. Fueron pesados 0.25 g de fibra en un tubo de centrifuga cónico graduado (Falcón) de 25 mL, 7.5 mL de agua destilada a 30 °C se añadieron a cada tubo (previamente tarado) agitándose por 5 min en un Vortex Barnstead International (M37615) y centrifugándose en una Centrifuga Thermo IEC (Centra-GP8) a 2000 gravedades (3000 rpm) durante 30 min. El sobrenadante fue decantado en una caja petri (previamente tarada) y se secó por 5 horas a 105 °C. El peso de la fibra hidratada y de los solubles fue determinado en una balanza Mettler Toledo (AB204-S).

Para determinar la capacidad de retención de agua (CRA) y capacidad de retención de aceite (CRa) se utilizó el método propuesto por Chau *et al.* (1997), con modificaciones. Para CRA, se utilizó el peso de la fibra hidratada. Para CRa, 5 mL de aceite de girasol se añadieron a 0.5 g de fibra pesados en un tubo de centrifuga cónico graduado (Falcón) de 25 mL, agitándose por 5 min en un Vortex Barnstead International (M37615) y centrifugándose en una Centrifuga Thermo IEC (Centra-GP8) a 2000 gravedades durante 30 min. El peso de la fibra hidratada fue determinado en una balanza Mettler Toledo (AB204-S). Las fórmulas se presentan al final de los resultados de cada variable (Anexos).

2.3 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con arreglo factorial 2^2 , correspondiente a la combinación de 2 factores: Factor A: Temperatura de secado y Factor B: tiempo. Cada factor con 2 niveles: 12h00min - 12h45min y 60 °C - 70 °C. Se realizaron 3 repeticiones obteniéndose 12 unidades experimentales.

Los niveles de cada factor se establecieron en base a referencias, Oliveira (2012) recomendó utilizar temperaturas de secado inferiores a 70 °C para preservar la calidad sensorial de la fibra, por otro lado Figuerola *et al.* (2005) reportaron que temperaturas de secado por debajo de 65 °C evitan cambios en las propiedades funcionales de la fibra. Además se comprobó el efecto de los datos referenciales a través de pruebas preliminares; a partir de las cuales se derivaron las combinaciones:

- Tratamiento 1: (a₁b₁) 60 °C – 12h00min
- Tratamiento 2: (a₁b₂) 60 °C – 12h45min
- Tratamiento 3: (a₂b₁) 70 °C – 12h00min
- Tratamiento 4: (a₂b₂) 70 °C – 12h45min

Las especificaciones de las variables de respuesta, propuestas en la caracterización fisicoquímica y funcional de fibra dietaria, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones para una fibra obtenida a partir de frutas

Variable	Especificación	Referencia
FDT (%)	≥ 60	Figuerola <i>et al.</i> , 2005
FDS:FDI	1:0.89	Matsuura, 2005
pH	≤ 4.5	Uchoa <i>et al.</i> , 2008
PH	> 20	Robertson <i>et al.</i> , 2000 citados por Santana, 2005
ISA (%)	Mayor porcentaje	
CRA (g agua/g fibra)	≥ 10	Leterme <i>et al.</i> , 1998 citados por Sánchez, 2005
IAA (g fibra hidratada/ g fibra)	16.2	Matsuura, 2005
CRa (g aceite/ g fibra)	≥ 2.5	Matsuura, 2005
Humedad (%)	9 máx.	Larrauri, 1999 citado por Santana, 2005

2.3.1 Análisis estadístico

Los datos fueron analizados utilizando MINITAB 16 STATISTICAL SOFTWARE mediante un análisis de varianza (ANOVA) y una prueba de separación de medias (prueba de Tukey con una probabilidad de error del 0.05 ($p \leq 0.05$)).

2.3.2 Tabla de ponderación

La presente investigación buscó caracterizar fisicoquímica y funcionalmente la fibra dietaria de maracuyá (FDM), razón por la cual la fibra dietaria total (FDT) fue considerada como la variable más importante (valoración 10), seguida de la fibra dietaria soluble (FDS) (valoración 9); ya que según Lima (2007) ésta fracción ejerce mayores efectos metabólicos

en el organismo, influyendo sobre el poder de hinchamiento (PH), solubilidad y capacidad de retención de agua (CRA) (García, 2003). La fracción insoluble (FDI) (valoración 8) que ejerce efectos sobre la capacidad de retención de aceite (CRa) (García, 2003). La asignación de los demás valores en la escala consideró el comportamiento de la fibra dietaria según cada fracción (Tabla 2), siendo 2 y 1 para las variables “pH” y “humedad” ya que su impacto en la FDM incide sobre su inocuidad.

Tabla 2. Ponderación de las variables de respuesta

Variable	FDT	FDS	FDI	PH	ISA	CRA	IAA	CRa	pH	Humedad
Valoración	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3 Resultados y discusión

3.1 Caracterización fisicoquímica de la fruta

La Figura 1 muestra el rendimiento de los 57.67 kilogramos de fruta empleados en el estudio. Cerca de la mitad de la fruta fue albedo, la pulpa representó el 29%; es decir que 71% del peso de la fruta es considerado como residuo y desechado al final de la industrialización del maracuyá.

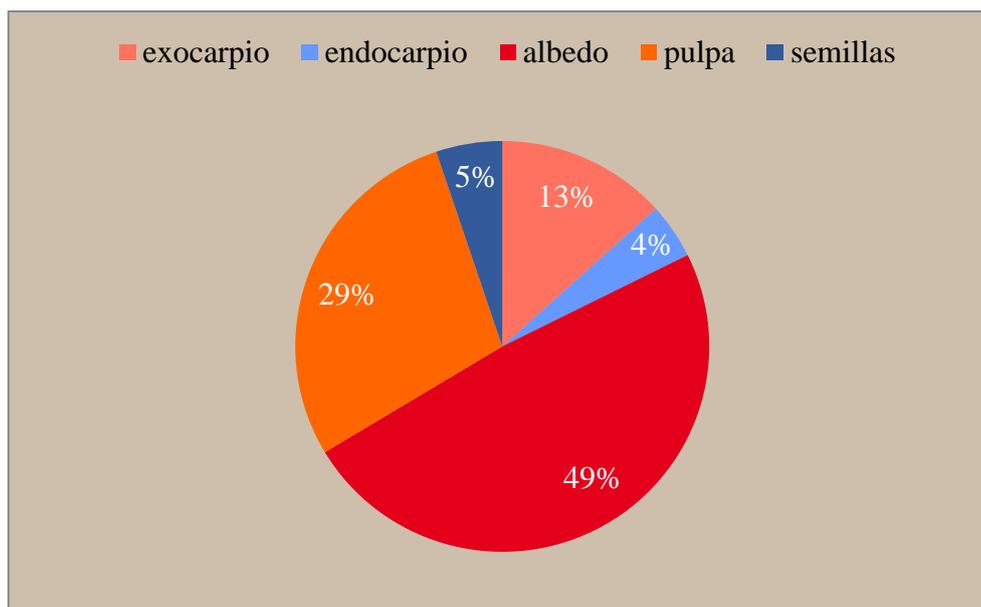


Figura 1. Rendimiento de la fruta

Los valores obtenidos en el rendimiento de la fruta se acercaron a los reportados por Oliveira & Resende (2012), con una composición promedio de 33% de pulpa y 67% de residuos; en tanto que Canteri *et al.* (2010) obtuvieron un rendimiento del 15% de exocarpio, 6% endocarpio y 27% de albedo, la diferencia puede ser atribuida a la variedad utilizada y a la profundidad del corte durante el pelado. La caracterización fisicoquímica de la fruta es presentada en la Tabla 3.

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica de la fruta

	Media
Peso (g)	239.60
Longitud (mm)	94.10
Diámetro ecuatorial (mm)	84.73
pH	2.68 ± 0.06
Acidez* (g/100g)	4.33 ± 0.67
°Brix	12.31 ± 1.11
Índice de madurez**	2.84 ± 0.46

Medias obtenidas de 20 determinaciones; *Acidez expresada como ácido cítrico; ** (IM) Fórmula (Ver Anexos)

Las dimensiones de la fruta fueron similares a lo descrito por Valarezo *et al.* (2009) para los frutos de la variedad “Maracuyá mejorada INIAP 2009” con una longitud y diámetro ecuatorial medio de 9 cm y 8 cm respectivamente.

En base al diámetro de la fruta, Matsuura & Folegatti (2002) la clasifican como categoría 4 (≥ 75 a < 85 mm) según los patrones manejados por la EMBRAPA. La fruta se encontró en un estado de madurez 5 (IM: 2.83 ± 0.11) (Torres *et al.*, 2013), el cálculo del índice de madurez (IM) sirvió para reconocer el estado de la fruta; ya que los diferentes constituyentes de fibra dietaria dependen de la madurez del tejido vegetal (Badui, 2006) (véase Tabla A.2).

La pulpa de maracuyá obtenida se ajustó a los parámetros establecidos por el organismo regulatorio brasileño (ANVISA), que considera que los sólidos solubles deben ser mínimo 11 °Brix, la acidez total expresada como ácido cítrico mínimo 2.5 g/100g y el pH 2.7-3.8 (ANVISA, 2000). Matsuura (2005) trabajó con una fruta cuyas características fueron pH 2.85, 13.6 °Brix y 3.77 g/100 g de acidez expresada como ácido cítrico.

3.2 Caracterización fisicoquímica de la fibra de maracuyá

Se obtuvo un polvo que se ajustó al perfil sensorial propuesto por Martínez *et al.* (2003) y a la ficha técnica (Peruvian Nature, s.f.) con un ligero olor a maracuyá, suave olor a melaza, coloración beige, aroma dulce y aspecto homogéneo.

En la Tabla 4 se presenta el resumen del análisis de varianza de la caracterización fisicoquímica de los tratamientos.

Tabla 4. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de FDT (g/100g), FDS (g/100g), FDI (g/100g), humedad (g/100g) y pH de los tratamientos

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios				
		FDT	FDS	FDI	pH	Humedad
Tratamientos	3	8.0356 ^{N.S.}	10.0160 ^{N.S.}	8.6237 ^{N.S.}	0.0067 ^{N.S.}	1.5104*
Temperatura (T)	1	10.8129 ^{N.S.}	10.5269 ^{N.S.}	0.0019 ^{N.S.}	0.0056 ^{N.S.}	4.0252*
Tiempo (t)	1	4.9626 ^{N.S.}	15.9794 ^{N.S.}	3.1320 ^{N.S.}	0.0048 ^{N.S.}	0.5043 ^{N.S.}
Interacción Txt	1	8.3312 ^{N.S.}	3.5418 ^{N.S.}	22.7372*	0.0096 ^{N.S.}	0.0016 ^{N.S.}
Error experimental	8	7.4235	7.8611	3.9146	0.0032	0.0991

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

No existió diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 4) de 4 variables (FDT, FDS, FDI y pH). La temperatura, el tiempo de secado y la interacción de los dos factores no tuvieron incidencia sobre las variables FDT, FDS y pH. En tanto que, sí existió diferencia significativa en la humedad y solo la temperatura influyó sobre su contenido. El contenido de FDI de los tratamientos se vio afectado únicamente por la interacción de los dos factores en estudio.

Los coeficientes de variación fueron 4.22%, 6.72%, 5.70% y 1.30% para FDT, FDI, humedad y pH, respectivamente. Indicando que el estudio se hizo bajo condiciones controladas en el laboratorio (máximo 10%) (Zady, 2009; Dicoovski, 2010); sin embargo el CV de 7.96% para FDS se atribuyó al cálculo teórico (diferencia matemática entre FDT y FDI).

Las relaciones FDS:FDI de la fibra dietaria de maracuyá fueron 1:0.9, 1:0.7, 1:0.8 y 1:0.9 para los 4 tratamientos, respectivamente. Sánchez (2005) y Abarca (2010) resaltaron la

importancia de la relación FDS:FDI considerando como balanceada una relación de 1:2 a 1:2.3 y como excelente 1:1; Matsuura (2005) en su estudio manejó una relación de 1:0.89, asemejándose a las obtenidas en el presente estudio.

La FDM presentó valores en un rango entre 62.21-65.78 g/100g para FDT, 33.66-37.87 g/100g para FDS y 27.55-31.33 g/100g para FDI. Valores de FDT similares a los reportados por Matsuura (2005) (FDT: 67.5%, FDS: 31.7%, FDI: 35.8%) y Canteri (2010) (FDT: $66.0 \pm 0.5\%$). Por otro lado, Figuerola *et al.* (2005) consideraron como fuente rica de fibra dietaria a los alimentos naturales con contenido de FDT superior al 60%.

García (2003) resaltó el balance entre las fracciones de FDS y FDI de la avena (FDS: 14% y FDI: 13.8%); es decir, la FDM podría ser utilizada como fuente de fibra dietaria en la preparación de productos alimenticios debido a su composición equilibrada. Los 4 tratamientos cumplieron con la especificación.

La fracción soluble de la FDM actuaría como espesante en productos como helados, salsas y aderezos (García, 2003; Lima, 2007). Influyendo sobre el enlentecimiento de la evacuación gástrica, generando una sensación de saciedad, importante para el control de la obesidad. En tanto que la fracción insoluble serviría para productos de panificación (García, 2003), en el tratamiento de constipación, hemorroides y cáncer (Lima, 2007).

El pH de la fibra dietaria de maracuyá estuvo entre 4.35 - 4.45, que se asemejó a 4.6 indicado por Matsuura (2005) y 4.21 ± 0.01 reportado por Souza & Narain (2009). Uchoa *et al.* (2008) establecieron un valor límite máximo de pH de 4.5 para garantizar la inocuidad del alimento; es decir el pH obtenido conjuntamente con la baja humedad de la FDM protegería a la fibra del deterioro durante su almacenamiento.

Las humedades de los tratamientos (Tabla 5) fueron inferiores al 9%, que según Larrauri (1999) citado por Santana (2005), es el valor máximo recomendado de humedad para una fibra a fin de garantizar la calidad (Oliveira & Resende, 2012).

Tabla 5. Humedad de los tratamientos

Tratamientos	Humedad* (g/100g)
1 (a ₁ b ₁)	6.29 ± 0.38 a
2 (a ₁ b ₂)	5.91 ± 0.34 ab
3 (a ₂ b ₁)	5.16 ± 0.10 bc
4 (a ₂ b ₂)	4.73 ± 0.35 c

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre

sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

Además, el contenido de humedad fue semejante a lo establecido para dos fibras comerciales de naranja 6.78%, 6.38% (Citri-fi (a), s.f.; Citri-fi (b), s.f.) y maracuyá (10%) (Peruvian Nature, s.f.).

3.3 Caracterización funcional de la fibra de maracuyá

Las propiedades funcionales reflejan la composición y cantidad de fibra dietaria (fracción soluble e insoluble); además factores como: pH, tamaño de partícula, fuente de origen, condiciones de procesamiento, porosidad y metodología de análisis son determinantes en la evaluación de estas propiedades (Santana, 2005; Abarca, 2010).

En la Tabla 6, se presenta el resumen del análisis de varianza (ANOVA) de la caracterización funcional de la fibra de maracuyá.

Tabla 6. Resumen del análisis de varianza (ANOVA) de PH, ISA (%), CRA (g agua retenida/g fibra), CRa (g aceite/g fibra) e IAA (g fibra hidratada/g fibra) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	Cuadrados medios				
		PH	ISA	CRA	IAA	CRa
Tratamientos	3	3.5354*	23.3044*	5.8620*	2.9869*	0.1800*
Temperatura (T)	1	7.0390*	66.0491*	12.4379*	7.5795*	0.2980*
Tiempo (t)	1	1.6655 ^{N.S.}	1.8702 ^{N.S.}	2.4791 ^{N.S.}	0.6368 ^{N.S.}	0.1489*
Interacción Txt	1	1.9019*	1.9940 ^{N.S.}	2.6780 ^{N.S.}	0.7445 ^{N.S.}	0.0932 ^{N.S.}
Error experimental	8	0.3490	2.3639	0.6660	0.1735	0.0189

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

Existió diferencia significativa entre los tratamientos de las 5 variables analizadas en la caracterización funcional de la fibra dietaria de maracuyá (Tabla 6). Las variables ISA, CRA e IAA sí fueron influenciadas por la temperatura de secado empleada, independientemente del tiempo aplicado en el estudio y la interacción (Txt). La temperatura fue el único factor que afectó el PH de los tratamientos, al igual que la interacción de los dos factores en estudio. Por otro lado, tanto la temperatura como el tiempo tuvieron incidencia sobre la CRa de los tratamientos, pero no su interacción.

En la Tabla 7 se presenta las medias de la caracterización funcional.

Tabla 7. Poder de hinchamiento (PH), índice de solubilidad en agua (ISA), capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (CRa) e índice de absorción de agua (IAA) de los tratamientos

Tratamientos		PH*	ISA*	CRA*	IAA*	CRa*					
			(%)	(g agua retenida/g fibra)	(g fibra hidratada/g fibra)	(g aceite/g fibra)					
1	(a ₁ b ₁)	19.83 ± 1.08	a	15.90 ± 1.95	b	15.76 ± 1.41	a	15.87 ± 0.16	a	3.17 ± 0.01	a
2	(a ₁ b ₂)	18.29 ± 0.04	ab	17.51 ± 0.61	ab	13.91 ± 0.15	ab	14.91 ± 0.15	a	2.77 ± 0.06	b
3	(a ₂ b ₁)	17.50 ± 0.42	b	21.41 ± 1.75	a	12.78 ± 0.66	b	13.78 ± 0.66	b	3.31 ± 0.23	a
4	(a ₂ b ₂)	17.56 ± 0.24	b	21.38 ± 1.48	a	12.82 ± 0.46	b	13.82 ± 0.46	b	3.26 ± 0.13	a

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

Los coeficientes de variación obtenidos fueron 3.23%, 5.91%, 2.85% y 4.40% para PH, CRA, IAA y CRa respectivamente, reflejando que el estudio se hizo bajo condiciones controladas en laboratorio. A pesar que el CV de ISA 8.07% fue superior a los demás, se ajustó al 10% para condiciones controladas (Zady, 2009; Dicoovski, 2010).

Para el poder de hinchamiento (PH) no existió diferencia estadística entre las medias de los tratamientos 1 y 2 (secado a 60 °C) y los tratamientos 3 y 4 fueron estadísticamente iguales (Tabla 7). Robertson *et al.* (2000) citados por Santana (2005) mencionaron que valores por encima de 20 son típicos para frutas y vegetales, observándose que ninguno de los tratamientos se ajustó a la especificación, pese a que el tratamiento a₁b₂ presentó el mayor contenido de FDS (37.85 g/100g). La variación que existió entre los valores obtenidos y el valor referencial pudo ser atribuida a la ruptura de la matriz estructural y a la diferencia de metodologías utilizadas (Santana, 2005). Pese a que los resultados no se ajustaron a la especificación la FDM podría ser utilizada en productos de panificación; ya que aumentaría la vida útil proporcionando volumen, humedad y una apariencia fresca (Orihuela & Matos, 2011).

La Tabla 7 muestra que los tratamientos 2, 3 y 4 fueron estadísticamente iguales entre sí y el tratamiento 1 el de menor valor y estadísticamente diferente a los otros. El índice de solubilidad en agua (ISA) de la FDM estuvo entre 15.90 y 21.41%, mientras que Matsuura (2005) obtuvo un ISA del 25.9%. Su aplicación en la tecnología incidiría sobre el mantenimiento de la humedad del producto (Chimborazo, 2011) y su efecto sobre la sensación de saciedad (Abarca, 2010).

El valor mínimo encontrado para la capacidad de retención de agua (CRA) fue 12.78 g agua retenida/g fibra, cumpliendo con la especificación establecida por Leterme *et al.* (1998) citados por Sánchez (2005), quienes consideran que la fibra de frutas posee una CRA ≥ 10 g

agua retenida/g fibra. La CRA puede ser influenciada por la estructura y componentes como la lignina que provocan que la fibra se comporte de manera hidrofóbica (Abarca, 2010); además Bortoluzzi & Marangoni (2006) propusieron que a mayor cantidad de la fracción soluble, mayor capacidad de retención de agua. Fisiológicamente, según Mateu (2004) esta propiedad influye en la capacidad de formar soluciones viscosas, aumentando la masa fecal y la fermentabilidad por bacterias, mejorándose el flujo intestinal y generando el efecto de saciedad (Baena & García, 2012). Por otro lado Vergara (2005) estableció la relación que a mayor retención de agua, mayor solubilidad y capacidad de generar soluciones viscosas en el estómago.

Debido a la elevada CRA obtenida, se recomendaría la utilización de FDM en productos que necesiten conservar frescura y generar viscosidad; ya que conferiría un efecto de frescura y suavidad, sobretodo en productos de panificación (García, 2003). Y en productos cárnicos, evitaría la sinéresis, mejorando la textura (Bortoluzzi & Marangoni, 2006).

El índice de absorción de agua (IAA) de los tratamientos 1 y 2 (Tabla 7) fueron estadísticamente iguales, así como el de los tratamientos 3 y 4, siendo diferentes estadísticamente entre sí. Matsuura (2005) reportó un IAA de 16.2 g fibra hidratada/g fibra, próximo al IAA del tratamiento a_1b_1 (15.87 g fibra hidratada/g fibra); se consideró a los tratamientos 1 y 2 como los mejores.

Estudios han mostrado que la capacidad de retención de aceite (CRa) de fibras de frutas y vegetales es < 2 g aceite/g fibra; encontrando valores ligeramente superiores para cereales (2–4 g aceite/g fibra) (Schweizer, 1992). El valor mínimo obtenido en CRa fue 2.77 g aceite/g fibra siendo superior al reportado por Matsuura (2005) cuya fibra tuvo 2.5 g aceite/g fibra. El contenido de la fracción insoluble incide en una mayor CRa de la fibra debido a que

el gran tamaño de las moléculas facilita la retención de aceite, además la presencia de lignina promueve la retención de aceite (Leoro, 2007; Abarca, 2010).

3.4 Tabla de ponderación

El mejor tratamiento fue a₁b₂ (60 °C-12h 45 min), con 49 puntos (Tabla 8).

Tabla 8. Ponderación de las variables

Tratamiento	Variable de respuesta										
	FDT	FDS	FDI	PH	ISA	CRA	IAA	CRa	pH	Humedad	Total
1 (a ₁ b ₁)	10	9	8	0	0	5	4	3	2	1	42
2 (a ₁ b ₂)	10	9	8	0	6	5	4	3	2	1	48
3 (a ₂ b ₁)	10	9	8	0	6	5	0	3	2	1	44
4 (a ₂ b ₂)	10	9	8	0	6	5	0	3	2	1	44

*Puntuación atiende a los valores de la Tabla 2.

4 Conclusiones

Los residuos resultantes del procesamiento de maracuyá fueron aprovechados, dándole un valor agregado a la fruta, en la extracción de una fibra dietaria balanceada (relación FDS:FDI 1:0.7); obteniéndose el mejor resultado cuando se aplicó un secado a 60 °C por 12h45min.

Evaluated los factores, temperatura y tiempo de secado, se determinó que la temperatura de secado fue el parámetro que influyó significativamente sobre la humedad y las propiedades funcionales de la FDM y el tiempo de secado influyó únicamente sobre la CRA.

Se obtuvo una fibra dietaria de maracuyá con un contenido de FDT de 65.397 g/100g, de la cual, 57.87% fue fracción soluble y 42.13% fracción insoluble; cuyas propiedades funcionales fueron PH de 18.29, ISA del 17.51%, CRA de 13.91 g agua retenida/g fibra,

IAA de 14.91 g fibra hidratada/g fibra y una CRA de 2.77 g aceite/g fibra; razón por la cual la FDM poseería un amplio espectro de aplicación en procesos tecnológicos para ser incorporada en el procesamiento de alimentos.

Se verificó la potencialidad que existe en los residuos de maracuyá para la extracción de fibra dietaria, logrando obtener un compuesto bioactivo con propiedades fisicoquímicas y funcionales, fisiológicamente beneficiosas para el consumidor. Así mismo, con el presente estudio se buscó fomentar el aprovechamiento de los residuos a través del estudio de la fibra dietaria de otras frutas y vegetales.

5 Recomendaciones

Un estudio de factibilidad sería necesario para evaluar la rentabilidad del proceso de extracción de fibra dietaria de maracuyá.

Evaluar el comportamiento de la fibra dietaria de maracuyá en aplicaciones tecnológicas dentro de la industria de los alimentos.

Crear un perfil descriptivo para ser usado como parámetro de control en la producción de fibra, a través del análisis sensorial.

Determinar el peso molecular y cada componente de la fibra dietaria de maracuyá.

6 Bibliografía

Abarca, D. (2010). *Identificación de fibra dietaria en residuos de cacao (Theobroma cacao L.) variedad complejo nacional por trinitario*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja. Loja, Ecuador.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). (2000). Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, Nº 6, 10 de jan. 2000. Seção I, p.54-58. [Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas]. Recuperado en 17 de diciembre de 2013, de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww2.agricultura.rs.gov.br%2Fuploads%2F126989581629.03_enol_in_1_00_mapa.doc&ei=DQexUtjSAoHesATs4ID4AQ&usg=AFQjCNH58YNdVMTt-A_z4W313xx3Ahl0hQ&bvm=bv.58187178,d.cWc.

American Association of Cereal Chemists (AACC). *The Definition of Dietary Fiber*. Recuperado en 16 de enero de 2014, de <http://www.aaccnet.org/initiatives/definitions/Documents/DietaryFiber/DFDef.pdf>.

AOAC International. Official Methods of Analysis. (2012). *Acidity (Tiratable) of fruit products (942.15)*. USA: AOAC International.

AOAC International. Official Methods of Analysis. (2012). *Ash of flour (923.03)*. USA: AOAC International.

- AOAC International. Official Methods of Analysis. (2012). *Microchemical determination of Nitrogen (960.52A)*. USA: AOAC International.
- AOAC International. Official Methods of Analysis. (2012). *Solids (Soluble) in fruits and fruit products (932.12)*. USA: AOAC International.
- AOAC International. Official Methods of Analysis. (2012). *Solids (Total) and loss on drying (moisture) in flour (925.09)*. USA: AOAC International.
- AOAC International. Official Methods of Analysis. (2012). *Total dietary fiber in foods. Enzymatic–gravimetric method (985.29)*. USA: AOAC International.
- AOAC International. Official Methods of Analysis. (2012). *Total, soluble, and insoluble dietary fiber in foods (991.43)*. USA: AOAC International.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. México: Pearson.
- Baena, L. & García, N. (2012). *Obtención y caracterización de fibra dietaría a partir de cascarilla de las semillas tostadas de Theobroma cacao L. de una industria chocolatera colombiana*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia.
- Bortoluzzi, R. & Marangoni, C. (2006). Caracterização da fibra dietética obtida da extração do suco de laranja. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 8(1). 61-66.
- Canteri, M. (2010). *Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa)*. (Tese de doutorado inédito). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Brasil.
- Canteri, M; Scheer, A; Petkowicz, C; Ginies, C; Renard, C. & Wosiak, G. (2010). Physicochemical composition of the yellow passion fruit pericarp fractions and

respective pectic substances. *Journal of Food and Nutrition Research*. 49(3). 113-122.

Cañas, Z; Restrepo, D. & Cortés, M. (2011). Revisión: productos vegetales como fuente de fibra dietaria en la industria de alimentos. *Rev. Fac. Nal. Agr.* 64(1). 6023-6035.

Cayo, E. & Matos, A. (2009). Obtención de fibra insoluble a partir de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*). *Revista de Investigación Universitaria*. 1(1). 25-30.

Chau, Ch; Cheung, P. & Wong, Y. (1997). Functional properties of protein concentrates from three chinese indigenous legume seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(7). 2500–2503.

Chimborazo, M. (2011). *Efecto de escaldado y molienda en las capacidades de absorción y retención de agua en la fibra dietética de naranja (Citrus sinensis)*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Citri-fi (a). (s.f.). *Citri-Fi 100 M40 – Información Técnica*. Quito, Ecuador.

Citri-fi (b). (s.f.). *Citri-Fi 200FG – Información Técnica*. Quito, Ecuador.

Dicovski, L. (2010). Unidad 3. Introducción al Diseño Experimental. Recuperado en 26 de febrero de 2014, de <http://luisdi.files.wordpress.com/2008/08/unidad-3.pdf>.

Figuerola, F; Hurtado, M; Estévez, A; 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.

García, I. (2003). *Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (Mangifera indica L.) y su incorporación en galletas*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Oaxaca, México.

- Gartzia, I; Sánchez, I; Ricondo, Z. & Ayo, J. (2008). Informe Anual 2007. (IA2007039 AGROFIBRA). Sukarrieta: AZTI Tecnalia.
- Gutiérrez, E; Medina, G; Román, M; Florez, O. & Martínez, O. (2002). Obtención y cuantificación de fibra dietaria a partir de residuos de algunas frutas comunes en Colombia. *VITAE, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*. 9(1). 5-14.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1980). *Norma INEN 526. Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ion hidrogeno*. Quito: Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1985). *Norma INEN 389. Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ion hidrógeno pH*. Quito: Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2009). *Norma NTE INEN 1909:09. Frutas frescas. Tomate de árbol. Requisitos*. Quito: Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2012). *Norma NTE INEN 1750: 1994. Hortalizas y frutas frescas. Muestreo*. Quito: Ecuador.
- Leoro, M. (2007). *Desenvolvimento de cereal matinal extrusado orgânico à base de farinha de milho e farelo de maracujá*. (Tese de mestrado inédito). Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, Brasil.
- Lima, C. (2007). *Aplicação das farinhas de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) e maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) no processamento de pães com propriedades funcionais*. (Tese de mestrado inédito). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Brasil.

- Martínez, O; Román, M, Gutiérrez, E; Medina, G. & Flórez, O. (2003). Caracterización sensorial de fibras de algunas frutas comunes en Colombia. *VITAE, Revista de Facultad de Química Farmacéutica*. 10(2). 9-19.
- Mateu, X. (2004). *La fibra en la alimentación. Farmacia Hospitalaria*. España: Edikamed S.L.
- Matsuura, F. & Folegatti, M. (2002). *Maracujá Pós-colheita*. Brasil: EMBRAPA.
- Matsuura, F. (2005). *Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais*. (Tese de doutorado inédito). Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, Brasil.
- Oliveira, E. & Resende, E. (2012). Yield of albedo flour and pectin content in the rind of yellow passion fruit. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 32(3). 492-498.
- Orihuela D.& Matos, A. (2011). Propiedades funcionales de la fibra dietética. *I Congreso Nacional de Investigación. Universidad Peruana Unión*. 1-11.
- Pereira, V. (2012). *Viabilidade de culturas probióticas de Lactobacillus spp. e Bifidobacterium spp. em iogurte adicionado de polpa e farinha do albedo de maracujá (Passiflora edulis)*. (Tese de mestrado inédito). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, Brasil.
- Peruvian Nature S&S SAC. (s.f.). *Ficha Técnica: Fibra de cascara de maracuyá deshidratada pulverizada*. Lima, Perú.
- Ruales, J; Carpio, C; Santacruz, S; Santacruz, P. & Bravo, J. (2000). Obtención y caracterización de carbohidratos para su aplicación en regímenes especiales. *Proyecto de Investigación Precompetitiva XI*. 8. Quito.

- Sánchez, B. (2005). *Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto del níspero (Eriobotrya japonica) y de la cascara de mango obo (Mangifera indica L.)*. (Tesis inédita de pregrado). Universidad Tecnológica de la Mixteca. Oaxaca, México.
- Santana, M. (2005). *Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá*. (Tese de doutorado inédito). Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, Brasil.
- Schweizer, Thomas F. (Ed.). (1992). *Dietary fibre - a component of food nutritional function in health and disease*. Londres: Springer-Verlag.
- Souza, A. & Narain, N. (2009). Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. *Brazilian Journal of Food Technology*. 12(4). 257-266.
- Torres, R; Montes, E; Pérez, O. & Andrade, R. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información Tecnológica*. 24 (3). 51-56.
- Uchoa, A; da Costa, J; Maia, G; Silva, E; Urano, A. & Meira, T. (2008). Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. *Segurança alimentar e nutricional*. 15(2). 58-65.
- Valarezo, A; Cañarte, E; Valarezo, O. & Zambrano, O. (2009). Manejo del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa Deg*) en el litoral ecuatoriano. *Boletín informativo N°365*.

Valarezo, A; Zambrano, O. & Cañarte, E. (2009). Maracuyá mejorada INIAP-2009. *Boletín informativo N°315*.

Vergara, N. (2005). *Obtención de fibra dietética antioxidante a partir de mango y su aplicación en productos de panificación*. (Tesis inédita de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Zaragoza, México.

Zady, M. (2009). Z-4: Mean, standard deviation, and coefficient of variation. Recuperado en 26 de febrero de 2014, de <http://www.westgard.com/lesson34.htm>.

7 Anexos

7.1 Diagrama de flujo del procesamiento de la fruta

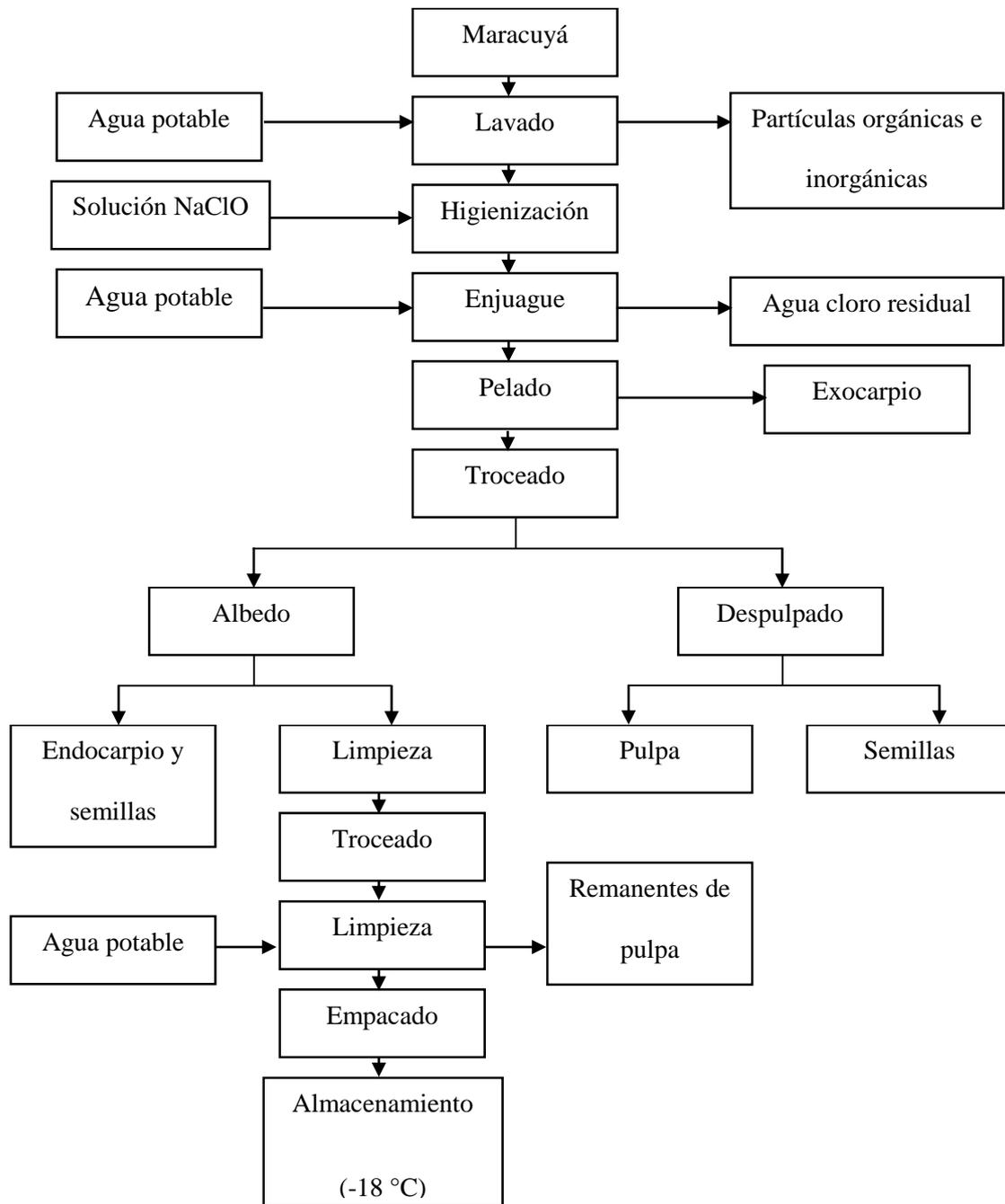


Figura 2. Diagrama de flujo procesamiento de maracuyá

7.2 Caracterización física de la fruta

Tabla A.1. Caracterización física de la fruta

Muestra	Peso (g)	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
1	305.83	89.0	73.0
2	232.18	98.0	87.0
3	229.68	99.0	89.0
4	192.77	79.0	71.0
5	311.21	96.0	91.0
6	229.46	95.0	87.0
7	305.42	111.0	94.5
8	220.80	95.0	88.0
9	265.25	85.0	80.0
10	176.61	96.0	85.0
11	234.43	100.0	81.0
12	270.34	100.0	88.0
13	211.24	87.5	78.0
14	170.28	87.5	92.0
15	276.79	96.0	88.0
16	152.24	100.0	86.5
17	176.09	97.0	82.5
18	292.80	102.0	88.0
19	233.74	88.0	81.0
20	304.75	81.0	84.0

7.3 Caracterización química de la fruta

Tabla A.2. Caracterización química de la fruta

Muestra	pH	Acidez (%)	°Brix	Índice de madurez*
1	2.62	5.08	12.0	2.36
2	2.91	3.00	12.9	4.30
3	2.87	3.96	10.1	2.55
4	2.51	5.25	13.5	2.57
5	2.50	5.02	14.2	2.83
6	2.60	4.84	13.0	2.69
7	2.65	4.75	14.0	2.95
8	2.68	3.67	12.7	3.46
9	2.67	4.38	12.9	2.95
10	2.63	4.21	11.3	2.68
11	2.75	4.13	11.9	2.88
12	2.62	4.39	11.8	2.69
13	2.63	4.41	11.0	2.49
14	2.60	5.43	13.1	2.41
15	2.87	3.48	11.7	3.36
16	2.46	5.05	13.9	2.75
17	2.64	4.17	11.2	2.68
18	2.62	3.58	11.7	3.27
19	2.85	4.41	11.8	2.68
20	2.85	3.47	11.5	3.32
2.68 ± 0.06 4.33 ± 0.67 12.31 ± 1.11 2.84 ± 0.46				

$$* \text{Índice de madurez} = \frac{SST (\text{°Brix})}{\text{Acidez titulable}}$$

7.4 Caracterización fisicoquímica de la fibra de maracuyá

7.4.1 Fibra dietaria total

Tabla A.3. Fibra dietaria total (g/100g) de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a ₁ b ₁	64.26	64.59	68.48	65.78 ± 2.35
2 a ₁ b ₂	63.40	63.04	69.75	65.40 ± 3.77
3 a ₂ b ₁	64.94	59.86	61.83	62.21 ± 2.56
4 a ₂ b ₂	64.22	63.99	67.29	65.17 ± 1.84

Tabla A.4. Análisis de varianza (ANOVA) de FDT (g/100g) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	83.4951	-	-	-
Tratamientos	3	24.1067	8.0356	1.08 ^{N.S.}	4.07
Temperatura	1	10.8129	10.8129	1.46 ^{N.S.}	5.32
Tiempo	1	4.9626	4.9626	0.67 ^{N.S.}	5.32
Interacción	1	8.3312	8.3312	1.12 ^{N.S.}	5.32
Error Experimental	8	59.3883	7.4235	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

7.4.2 Fibra dietaria soluble

Tabla A.5. Fibra dietaria soluble (g/100g) de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a1b1	32.93	33.54	36.88	34.45 ± 2.13
2 a1b2	33.64	38.85	41.05	37.84 ± 3.80
3 a2b1	36.93	32.09	31.97	33.66 ± 2.83
4 a2b2	32.48	36.42	35.76	34.89 ± 2.11

Tabla A.6. Análisis de varianza (ANOVA) de FDS (g/100g) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	92.9367	-	-	-
Tratamientos	3	30.0481	10.0160	1.27 ^{N.S.}	4.07
Temperatura	1	10.5269	10.5269	1.34 ^{N.S.}	5.32
Tiempo	1	15.9794	15.9794	2.03 ^{N.S.}	5.32
Interacción	1	3.5418	3.5418	0.45 ^{N.S.}	5.32
Error Experimental	8	62.8886	7.8611	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

7.4.3 Fibra dietaria insoluble

Tabla A.7. Fibra dietaria insoluble (g/100g) de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a1b1	31.33	31.05	31.60	31.33 ± 0.27
2 a1b2	29.76	24.19	28.70	27.55 ± 2.96
3 a2b1	28.01	27.77	29.87	28.55 ± 1.15
4 a2b2	31.74	27.57	31.53	30.28 ± 2.35

Tabla A.8. Análisis de varianza (ANOVA) de FDI (g/100g) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	57.1878	-	-	-
Tratamientos	3	25.8710	8.6237	2.20 ^{N.S.}	4.07
Temperatura	1	0.0019	0.0019	0.00 ^{N.S.}	5.32
Tiempo	1	3.1320	3.1320	0.80 ^{N.S.}	5.32
Interacción	1	22.7372	22.7372	5.81 [*]	5.32
Error Experimental	8	31.3168	3.9146	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

7.4.4 Humedad

Tabla A.9. Humedad (g/100g) de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a1b1	6.73	6.00	6.16	6.29 ± 0.38
2 a1b2	6.12	6.10	5.51	5.91 ± 0.34
3 a2b1	5.27	5.07	5.14	5.16 ± 0.10
4 a2b2	5.06	4.75	4.37	4.73 ± 0.35

Tabla A.10. Análisis de varianza (ANOVA) de humedad (g/100g) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	5.3237	-	-	-
Tratamientos	3	4,5311	1.5104	15.24*	4.07
Temperatura	1	4.0252	4.0252	40.63*	5.32
Tiempo	1	0.5043	0.5043	5.09 ^{N.S.}	5.32
Interacción	1	0.0016	0.0016	0.02 ^{N.S.}	5.32
Error Experimental	8	0.7926	0.0991	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

Tabla A.11. Humedad de los tratamientos

Tratamientos		Humedad* (g/100g)	
1	(a ₁ b ₁)	6.29	a
2	(a ₁ b ₂)	5.91	ab
3	(a ₂ b ₁)	5.16	bc
4	(a ₂ b ₂)	4.73	c

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre

sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

7.4.5 pH

Tabla A.12. pH de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a1b1	4.45	4.46	4.43	4.45 ± 0.02
2 a1b2	4.48	4.40	4.41	4.43 ± 0.04
3 a2b1	4.26	4.35	4.43	4.35 ± 0.09
4 a2b2	4.49	4.46	4.38	4.44 ± 0.06

Tabla A.13. Análisis de varianza (ANOVA) de pH de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	0.0453	-	-	-
Tratamientos	3	0.0201	0.0067	2.12 ^{N.S.}	4.07
Temperatura	1	0.0056	0.0056	1.79 ^{N.S.}	5.32
Tiempo	1	0.0048	0.0048	1.52 ^{N.S.}	5.32
Interacción	1	0.0096	0.0096	3.06 ^{N.S.}	5.32
Error Experimental	8	0.0252	0.0032	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

7.5 Caracterización funcional de la fibra de maracuyá

7.5.1 Poder de hinchamiento

Tabla A.14. Poder de hinchamiento de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a1b1	21.06	19.06	19.38	19.83 ± 1.08
2 a1b2	18.25	18.30	18.32	18.29 ± 0.04
3 a2b1	17.88	17.05	17.58	17.50 ± 0.42
4 a2b2	17.73	17.28	17.66	17.56 ± 0.24

Tabla A.15. Análisis de varianza (ANOVA) de PH de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	13.3986	-	-	-
Tratamientos	3	10.6063	3.5354	10.13*	4.07
Temperatura	1	7.0390	7.0390	20.17*	5.32
Tiempo	1	1.6655	1.6655	4.77 ^{N.S.}	5.32
Interacción	1	1.9019	1.9019	5.45*	5.32
Error Experimental	8	2.7922	0.3490	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

Tabla A.16. Poder de hinchamiento de los tratamientos

Tratamientos	PH*
1 (a ₁ b ₁)	19.83 a
2 (a ₁ b ₂)	18.29 ab
4 (a ₂ b ₂)	17.56 b
3 (a ₂ b ₁)	17.50 b

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren

entre sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

$$PH = \frac{\text{peso de la fibra hidratada (g)}}{\text{peso de la muestra (g)} - \text{peso solubles (g)}}$$

7.5.2 Índice de solubilidad en agua

Tabla A.17. Índice de solubilidad en agua (%) de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a1b1	13.67	16.74	17.30	15.90 ± 1.95
2 a1b2	17.46	18.14	16.92	17.51 ± 0.61
3 a2b1	20.17	23.42	20.64	21.41 ± 1.75
4 a2b2	20.12	23.01	21.02	21.38 ± 1.48

Tabla A.18. Análisis de varianza (ANOVA) de ISA (%) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	88.8249	-	-	-
Tratamientos	3	69.9133	23.3044	9.86*	4.07
Temperatura	1	66.0491	66.0491	27.94*	5.32
Tiempo	1	1.8702	1.8702	0.79 ^{N.S.}	5.32
Interacción	1	1.9940	1.9940	0.84 ^{N.S.}	5.32
Error Experimental	8	18.9116	2.3639	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

Tabla A.19. ISA de los tratamientos

Tratamientos	ISA* (%)
3 (a ₂ b ₁)	21.41 a
4 (a ₂ b ₂)	21.38 a
2 (a ₁ b ₂)	17.51 ab
1 (a ₁ b ₁)	15.90 b

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre

sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

$$ISA = \frac{\text{peso solubles (g)}}{\text{peso de la muestra (g)}} \times 100$$

7.5.3 Capacidad de retención de agua

Tabla A.20. Capacidad de retención de agua (g agua retenida/ g fibra) de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a1b1	17.39	14.87	15.03	15.76 ± 1.41
2 a1b2	14.07	13.89	13.77	13.91 ± 0.15
3 a2b1	13.33	12.05	12.95	12.78 ± 0.66
4 a2b2	13.21	12.30	12.94	12.82 ± 0.46

Tabla A.21. Análisis de varianza (ANOVA) de CRA (g agua retenida/ g fibra) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	22.9136	-	-	-
Tratamientos	3	17.5860	5.8620	8.80*	4.07
Temperatura	1	12.4379	12.4379	18.68*	5.32
Tiempo	1	2.4701	2.4791	3.71 ^{N.S.}	5.32
Interacción	1	2.6780	2.6780	4.02 ^{N.S.}	5.32
Error Experimental	8	5.3277	0.6660	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

Tabla A.22. Capacidad de retención de agua de los tratamientos

Tratamientos	CRA* (g agua retenida/ g fibra)
1 (a ₁ b ₁)	15.76 a
2 (a ₁ b ₂)	13.91 ab
4 (a ₂ b ₂)	12.82 b
3 (a ₂ b ₁)	12.78 b

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre

sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

$$CRA = \frac{\text{peso de la fibra hidratada (g)} - \text{peso de la muestra (g)}}{\text{peso de la muestra (g)}}$$

7.5.4 Índice de absorción de agua

Tabla A.23. Índice de absorción de agua (g fibra hidratada/ g fibra) de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a1b1	15.71	15.87	16.03	15.87 ± 0.16
2 a1b2	15.07	14.89	14.77	14.91 ± 0.15
3 a2b1	14.33	13.05	13.95	13.78 ± 0.66
4 a2b2	14.21	13.30	13.94	13.82 ± 0.46

Tabla A.24. Análisis de varianza (ANOVA) de IAA (g fibra hidratada/ g fibra) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	10.3489	-	-	-
Tratamientos	3	8.9608	2.9869	17.21*	4.07
Temperatura	1	7.5795	7.5795	43.68*	5.32
Tiempo	1	0.6368	0.6368	3.67 ^{N.S.}	5.32
Interacción	1	0.7445	0.7445	4.29 ^{N.S.}	5.32
Error Experimental	8	1.3882	0.1735	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

Tabla A.25. Índice de absorción de agua de los tratamientos

Tratamientos	IAA* (g fibra hidratada/ g fibra)
1 (a ₁ b ₁)	15.87 a
2 (a ₁ b ₂)	14.91 a
4 (a ₂ b ₂)	13.82 b
3 (a ₂ b ₁)	13.78 b

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre

sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

$$IAA = \frac{\text{peso de la fibra hidratada (g)}}{\text{peso de la muestra (g)}}$$

7.5.5 Capacidad de retención de aceite

Tabla A.26. Capacidad de retención de aceite (g aceite/ g fibra) de los tratamientos

Tratamiento	Repetición I	Repetición II	Repetición III	Media
1 a1b1	3.18	3.16	3.16	3.17 ± 0.01
2 a1b2	2.79	2.70	2.81	2.77 ± 0.06
3 a2b1	3.18	3.16	3.58	3.31 ± 0.23
4 a2b2	3.20	3.17	3.41	3.26 ± 0.13

Tabla A.27. Análisis de varianza (ANOVA) de CRa (g aceite/ g fibra) de los tratamientos

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	F crítica (0.05)
Total	11	0.6914	-	-	-
Tratamientos	3	0.5401	0.1800	9.52*	4.07
Temperatura	1	0.2980	0.2980	15.76*	5.32
Tiempo	1	0.1489	0.1489	7.87*	5.32
Interacción	1	0.0932	0.0932	4.93 ^{N.S.}	5.32
Error Experimental	8	0.1513	0.0189	-	-

* Significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

^{N.S.} No significativo al 5% de probabilidad por la Prueba F.

Tabla A.28. CRa de los tratamientos

Tratamientos	CRa* (g aceite/ g fibra)
3 (a ₂ b ₁)	3.31 a
4 (a ₂ b ₂)	3.26 a
1 (a ₁ b ₁)	3.17 a
2 (a ₁ b ₂)	2.77 b

*Medias seguidas por las mismas letras no difieren entre

sí al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey

$$CRa = \frac{\text{peso de la fibra hidratada (g)} - \text{peso muestra (g)}}{\text{peso de la muestra (g)}}$$