



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA

TITULACIÓN DE INGENIERO EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

Subproductos de Cítricos como fuente de Fibra Dietaria

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR: Maldonado Martínez, Diego Israel

DIRECTOR: Hualpa Salinas, Diana Inés, Ing.

LOJA – ECUADOR

2014

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniera.

Diana Inés Hualpa Salinas

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación: “*Subproductos de cítricos como fuente de fibra dietaria*”, realizado por Diego Israel Maldonado Martínez ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Julio de 2014

f.....

Ing. Diana Inés Hualpa Salinas

C.I: 1102806062

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Maldonado Martínez Diego Israel declaro ser autor del presente trabajo de fin de titulación: “Subproductos de cítricos como fuente de fibra dietaria”, de la Titulación de Industrias Agropecuarias, siendo la Ing. Diana Inés Hualpa Salinas directora 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.

Autor: Diego Israel Maldonado Martínez

Cédula: 1104718869

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a **Dios** quien supo darme sabiduría salud y fortaleza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

Con todo cariño y amor a mi **madre**, por sacar adelante a todos su hijos, saber apoyarnos en todo momento, preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ti.

A mi **familia** y **hermanos** quienes por su amor, apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida estudiantil.

A mis **maestros** quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

Israel Maldonado

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo agradezco a Dios por brindarme la sabiduría e inteligencia para poder sacar esta tesis adelante, porque me ayudaste a cumplir este sueño.

A la UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A la Ing. Diana Hualpa por su presencia incondicional, sus apreciados y relevantes aportes durante el desarrollo del presente trabajo.

A la Mg. Ruth Martínez, por su asesoría y dirección en el desarrollo del mismo.

Al Mg. Geovanny Figueroa por su participación y empuje en el inicio y parte de las tareas de investigación.

A mi madre María Genoveva Martínez por haberme apoyado en todo momento, si no fuese por el esfuerzo realizado por ella, mis estudios de tercer nivel no hubiese sido posible. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

También agradezco a mamita Celia Armijos, tía Piedad Martínez porque a pesar de no estar presente físicamente, se han preocupado de mi bienestar, apoyo incondicional y esfuerzo realizado por ellos.

A Jessica Castillo por su compañía, ayuda y aliento a lo largo de mi carrera.

Israel Maldonado

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
1.1 Mandarina	5
1.2 Subproductos de cítricos.....	5
1.3 Importancia del lavado en subproductos cítricos	6
1.4 Fibra dietaria	6
1.5 Fibra Insoluble.....	7
1.6 Fibra Soluble	7
1.7 Beneficio de la fibra dietaria en la salud	7
OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo general	10
2.2 Objetivo específico.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Materia prima	12
3.2 Análisis químico	12
3.2.1 Análisis de Fibra.....	12
3.2.1.1 <i>Cuantificación de fibra dietaria total</i>	12
3.2.1.3 <i>Cenizas</i>	14
3.2.1.4 <i>Proteína</i>	14
3.2.2 Humedad.....	16
3.3 Análisis Estadístico	16
RESULTADOS Y DISCUSION	17
4.1 Fibra dietaria total	18
4.2 Fibra dietaria insoluble	20
4.3 Fibra dietaria soluble.....	21
4.4 Relación fibra soluble e insoluble.....	22
CONCLUSIONES	23
RECOMENDACIONES	25
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Contenido de fibra dietaria total (FDT), fibra dietaria insoluble (FDI) y fibra dietaria soluble (FDS) presentes en subproductos de mandarina lavada g/100g.....	pág. 18
--	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Partes de la mandarina.....	5
Figura 2. Contenido FDT en subproductos de mandarina lavada comparado con cereales.....	19
Figura 3. Contenido FDI en subproductos de mandarina lavada comparado con cereales.....	21
Figura 4. Contenido FDS en subproductos de mandarina lavada comparado con cereales.....	22

ÍNDICE DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A: Diagrama, determinación de FDT y FDI.....	37
ANEXO B: Datos Experimentales.....	38
Cuadro 1. Datos experimentales de FDT, FDI y FDS: corrida 1.....	38
Cuadro 2. Datos experimentales de FDT, FDI y FDS: corrida 2.....	40
Cuadro 3. Datos experimentales de FDT, FDI y FDS: corrida 3.....	42
ANEXO C: Resultados de humedad.....	44
ANEXO D: Datos finales de FDT, FDI y FDS de los subproductos de mandarina lavada en base húmeda.....	45
ANEXO E: Datos finales de FDT, FDS y FDI de los subproductos de mandarina lavada en base seca.....	46
ANEXO F: Ejemplo de cálculo de FDT, FDI y FDS del flavedo corrida 1.....	47
ANEXO G: Análisis estadístico de la fibra dietaria total correspondiente al albedo, flavedo y pulpa de mandarina lavada.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS

FDT:	Fibra dietaria total
FDI:	Fibra dietaria insoluble
FDS:	Fibra dietaria soluble
FDI/FDS:	Relación fibra dietaria insoluble/fibra dietaria soluble
BS:	Base seca
BH:	Base húmeda
m:	Muestra
W:	Peso
WA:	Peso de la muestra de ceniza
WP:	Peso de la muestra proteína
Wm:	Peso de la muestra
Wc:	Peso del crisol vacío
Wcv:	Peso cápsula vacía
Wmi:	Peso muestra incinerada
Wmf:	Peso de la muestra final
Wf:	Peso final
Wp:	Peso del papel filtro
Wms:	Peso muestra seca
HCl:	Ácido clorhídrico
EtOH:	Etanol
NaOH:	Hidróxido de sodio
NR:	Normalidad real
mL:	Mililitros
µL:	Microlitros
R1:	Peso de residuo ceniza
R2:	Peso del residuo de proteína
A:	Peso de ceniza de R1
B:	Peso del blanco
P:	Peso de proteína de R2
R:	Residuo
N:	Normalidad
V:	Volumen
BR1:	Blanco residuo 1
BR2:	Blanco residuo 2
CV:	Coefficiente de variación
Desvest:	Desviación estándar
ANOVA:	Análisis de varianza

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue cuantificar la fibra dietaria total (FDT), insoluble (FDI) y soluble (FDS) en subproductos de mandarina lavada variedad King (*Citrus reticulata*), empleando el método enzimático–gravimétrico AOAC 991.43 con el uso del kit de enzimas Megazyme. El subproducto con mayor contenido de fibra dietaria total presentó el albedo con un valor de 71,11 g/100g BS, en lo que respecta a fibra dietaria insoluble el albedo tuvo el mayor contenido con un valor de 69,69 g/100g BS mientras que la pulpa presentó un alto contenido de fibra dietaria soluble con 6,97 g/100g BS. El albedo presentó una relación de FDI/FDS mayor a las demás fracciones siendo este valor de 49,95 mientras que la pulpa obtuvo un valor menor de 8,32. Todos los subproductos son fuentes medias de fibra dietaria total con un alto contenido de fibra dietaria insoluble.

Palabras claves: fibra dietaria total, fibra dietaria insoluble, fibra dietaria soluble flavedo, albedo, pulpa, subproductos.

ABSTRACT

The main objective of the present research work was to quantify the total dietary fiber (TDF), insoluble dietary fiber (IDF) and soluble dietary fiber (SDF) in by-products of washed tangerine King variety (*Citrus reticulata*), using the AOAC 991.43 enzymatic-gravimetric method with the help of the Megazyme enzyme kit. The byproduct with highest dietary fiber was the albedo, with a value of 71.11 g/100g DB, with respect to the insoluble dietary fiber content, the highest value was registered in the albedo, with a value of 69.69 g/100g DB meanwhile pulp presented a high content of soluble dietary fiber, with a value of 6.97 g/100g DB. The IDF/SDF ratio occurred in the albedo was higher compared to the other analyzed fractions, being this value 49.95, meanwhile pulp showed a value less than 8.32. All byproducts are medium sources of total dietary fiber, with a high content of insoluble dietary fiber.

Keywords: total dietary fiber, insoluble dietary fiber, soluble dietary fiber, flavedo, albedo, pulp, byproducts

INTRODUCCIÓN

El consumo de fibra dietaria se ha reducido de manera significativa en la sociedad y está por debajo del nivel recomendado. La razón principal ha sido el cambio en el estilo de vida, que ha promovido una reducción significativa del consumo de frutas, verduras y legumbres (Viuda-Martos et al. 2010).

El consumo de fibra dietaria suficiente al día puede reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, cáncer de colon y obesidad (Chau y Huang 2004), una forma de aumentar la cantidad de fibra en la dieta sin cambiar de hábitos alimenticios, es de consumir alimentos enriquecidos a partir de fuentes naturales de fibra ya que los consumidores tienden a rechazar aditivos sintéticos. La búsqueda de fuentes adecuadas para enriquecer alimentos bajos en fibra se vuelve más necesaria (Betancur-Ancona et al. 2013).

Las industrias procesadoras de frutos cítricos generan alrededor de 800.000 toneladas anuales de desecho tanto sólido como líquido (Betancur –Ancora et al. 2013) generando una contaminación al medio ambiente (Gutiérrez et al. 2009); entre los desechos sólidos, el 50% de subproductos lo conforman las siguientes partes: albedo, flavedo, pulpa y semillas (Viuda-Martos et al. 2011a, Betancur-Ancona et al. 2013). Gutiérrez et al. (2009) mencionan que se puede obtener fibra dietaria a partir de los subproductos de frutas, por otro lado Schieber et al. (2001) y Viuda-Martos et al. (2012) aluden que estas fibras son de mejor calidad nutricional en comparación con las proveniente de cereales, debido a que las frutas cítricas tienen propiedades antioxidantes y compuestos bioactivos como flavonoides y vitamina C.

Estudios de Gutiérrez et al. (2009) y Fernández-López et al. (2004b) dicen que estos subproductos pueden ser utilizados en la industria alimentaria debido a sus valiosas propiedades tecnológicas, nutricionales y sensoriales (Betancur-Ancona et al. 2013) para desarrollar alimentos funcionales con beneficios para la salud (Viuda-Martos et al. 2010).

El Departamento de Ciencias Agropecuarias y de Alimentos, la sección Ciencias de los Alimentos de la UTPL ha priorizado como línea de investigación los componentes funcionales como una alternativa en la utilización de subproductos de mandarina lavada como fuente de fibra dietaria, evaluando su contenido y comparando con otras fuentes de fibra para ser incorporados en matrices alimentarias.

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Mandarina

La mandarina (*Citrus reticulata*) es un fruto cítrico mediano (5-8 cm de diámetro), achatada por los polos, su cáscara es de color naranja y de grosor medio (Ladaniya 2008), fácil de pelar y crece en condiciones subtropicales (Viuda-Martos et al. 2009, Rodríguez et al. 2012). A nivel mundial se producen 28 millones de toneladas de mandarina (FAO 2010) y en el Ecuador se produce 73.345 toneladas métricas al año (INEC 2012).

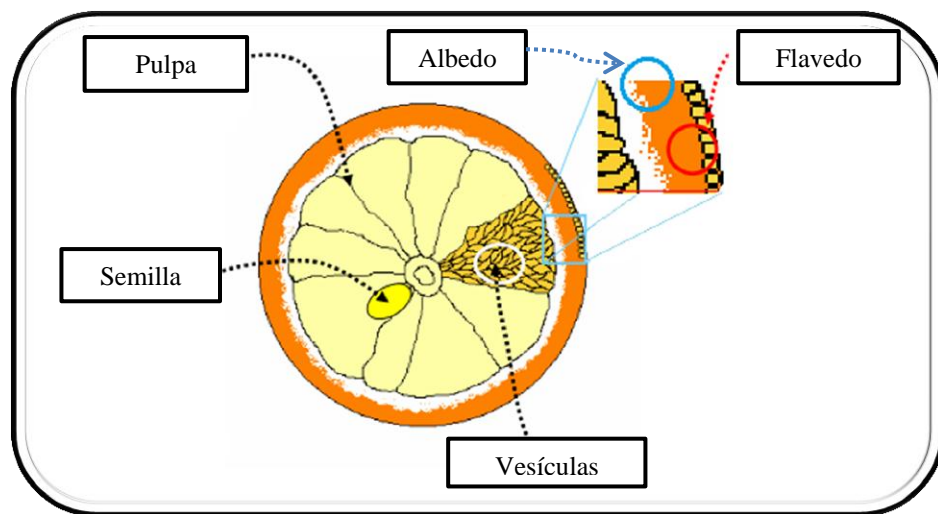


Figura 1. Partes de la mandarina
Fuente: (Ladaniya 2008)

1.2 Subproductos de cítricos

Subproducto se define como un producto secundario que queda después de un procesamiento, para ser reciclados y utilizados previo a un tratamiento (Rustad et al. 2011). Estos subproductos están compuestos por agua, azúcares solubles, fibra, ácidos orgánicos, aminoácidos, proteínas, minerales, aceites, lípidos, flavonoides y vitaminas. Todos estos componentes se encuentran en diferentes proporciones dependiendo la fracción de la fruta (albedo, flavedo, pulpa y semillas) (Fernández-López et al. 2004b).

La fibra derivada de los subproductos cítricos puede desempeñar una serie de funciones, como mejorar la textura y aumentar el volumen del producto, como sustitutos de grasa, para añadir color, mejorar el rendimiento de la cocción y fijación de agua y textura especialmente en productos curados (Viuda-Martos et al. 2010, Yangilar 2013).

Fuentes-Alventosa et al. (2009) establecen tres diferentes grupos de subproducto en función a su contenido de fibra dietaria total; bajo contenido de FDT (30 – 50 g/100g), tales como: banano, palmito, pomelo, café; fuentes con un contenido medio (50 – 70 g/100g) entre ellos están: mango, guayaba, coco, cacao, limón, naranja y mandarina; y por último, fuentes alto contenido de fibra dietaria total (70 – 90 g/100g) como son: mango, maracuyá, piña.

La fibra dietaria obtenida a partir del procesamiento de los subproductos de mandarina podría tener un potencial uso en la industria alimentaria y farmacéutica usándose como un componente funcional favoreciendo a la prevención de enfermedades (El-Otmani et al. 2011, Martí et al. 2011), esto debido a que presenta una buena fuente de fibra dietaria (Lario et al. 2004) y compuestos bioactivos que presenta este fruto (Barrera et al. 2012).

1.3 Importancia del lavado en subproductos cítricos

El objetivo del lavado se realiza con la finalidad de eliminar compuestos no deseados asociados a la fibra dietaria y la eliminación de microorganismos potencialmente patógenos (Fernández-López et al. 2004b). Según Figuerola et al. (2005) y Viuda-Martos et al. (2011b) en el lavado se eliminan compuestos hidrosolubles como: azúcares, ácidos orgánicos, aromas, algunos pigmentos y la pérdida de pectinas y pentosanos presentes en la fibra dietaria soluble, por lo tanto, con el lavado se consigue obtener una fibra más pura, que no interfiera en las propiedades organolépticas del producto (Viuda-Martos 2013). El agua residual procedente del lavado de los subproductos cítricos puede ser adecuada para aplicaciones en la industria alimentaria, utilizándolo como aditivo en la elaboración de productos cárnicos, reduciendo el nivel de nitrito residual (Viuda-Martos et al. 2011b).

1.4 Fibra dietaria

Según la Asociación Americana de la Química de los Cereales, (AACC 2001) define a la fibra dietaria como “la parte comestible de las plantas o carbohidratos no digeribles, resistentes a la hidrólisis y absorción en el intestino delgado humano, con una completa o parcial fermentación en el intestino grueso; está constituido por polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales asociadas.”

La fibra dietaria total se puede dividir en dos fracciones, una de las cuales es soluble en agua a 100 °C y pH 6-7, y otro que es insoluble. Ambas tienen diversos efectos beneficiosos en la salud humana (Fernández-López et al. 2004a).

1.5 Fibra Insoluble

La fibra insoluble (FI) es aquella parcialmente fermentable en el intestino por las bacterias colónicas y no forman dispersión en el agua (Olagnero et al. 2007, Elleuch et al. 2011). Está compuesta de celulosa, hemicelulosas (Arabinosilanos y Arabinogalactanos) y ligninas (Mato-Chamoro y Chambilla-Mamani 2010). Tiene la capacidad de aumentar la masa fecal y disminuir el tránsito intestinal (Betancur-Ancona et al. 2013, Yangilar 2013). La fibra dietaria de este tipo se encuentra mayoritariamente en cereales, leguminosas y en frutas (Dhingra et al. 2012).

1.6 Fibra Soluble

La fibra soluble (FS) contiene mayoritariamente, polisacáridos no-celulósicos tales como la pectina, gomas, algunas hemicelulosas (Arabinosilanos y Arabinogalactanos) y mucilagos (Mato-Chamoro y Chambilla-Mamani 2010). La fibra soluble se caracteriza por su capacidad de formar una dispersión en agua; la cual conlleva a la formación de geles viscosos en el tracto gastrointestinal, mejora la tolerancia a la glucosa en pacientes con diabetes, tiene propiedades anti-inflamatorias y anticancerígenas, muestra un efecto positivo en el estreñimiento, diarrea e intestino irritable, genera más saciedad (Bosaeus 2004). En los alimentos cumple una función importante a través de mejorar la viscosidad, capacidad de emulsificación, poca influencia en las características sensoriales (Betancur-Ancona et al. 2013).

1.7 Beneficio de la fibra dietaria en la salud

Buttriss y Stokes (2008) indican que la ingesta diaria de fibra dietaria debe ser de 25 a 30 gramos por día, para prevenir ciertos tipos de enfermedades (Sun-Waterhouse et al. 2013), tales como, la reducción del cáncer disminuyendo el número de bacterias patógenas del colon (Rumney y Rowland (1995) citado por (Betancur-Ancona et al. 2013), ejerce un efecto amortiguador que vincula el exceso de ácido en el estómago aumentando el volumen fecal y estimula la evacuación intestinal; además proporciona un entorno favorable para el crecimiento de la flora intestinal (Vergara-Valencia et al. 2007), previene enfermedades cardiovasculares (Ramulu y Udayasekhara Rao 2003, Wang et al. 2007), prevención de diabetes disminuyendo la glucosa en la sangre (Hong et al. 2012), mejora la saciedad, disuelve sales minerales insolubles tales como

el calcio, magnesio, y hierro mediante la reducción del pH del colon, aumenta el contenido de agua en el colon, por lo tanto aumenta la solubilidad de algunos minerales (Betancur-Ancona et al. 2013).

OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

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

2.2 Objetivo específico

Determinar el contenido de fibra dietaria total y sus fracciones en subproductos de mandarina lavada.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materia prima

Se trabajó con subproductos (flavedo, albedo y pulpa) de mandarina (*Citrus reticulata*) de la variedad King cultivada en nuestro país.

Los subproductos fueron previamente lavados con agua caliente a 45°C por 5 minutos y deshidratados en una estufa marca Memmert a 60°C por 24 horas, llegando a una humedad de 6,09 g/100g para flavedo, 6,22 g/100g para albedo y de 6,29 g/100g para pulpa con un tamaño de partícula ≤ 500 μm .

3.2 Análisis químico

3.2.1 Análisis de Fibra.

En el Anexo A se muestra el diagrama para la cuantificación de fibra dietaria total y fibra dietaria insoluble.

La Fibra dietaria total y fibra dietaria insoluble se determinó mediante el método enzimático-gravimétrico usando el kit de enzimas (Megazyme 2005) con modificación en el proceso de filtrado (utilizando papel filtro en lugar de celite); este método se basa en digerir las proteínas e hidrato de carbono con enzimas; α -amilasa incubando a 100°C para producir gelatinización, hidrólisis y la despolimerización del almidón; proteasa para solubilizar y despolimerizar las proteínas; la adición de amiloglucosidasa con la finalidad de hidrolizar los fragmentos de almidón a glucosa, gelatinizar e hidrolizar el almidón. Se trata con etanol para precipitar la fibra soluble y para la remoción de proteína y glucosa. Se descuentan los pesos de proteína y ceniza del residuo de la muestra. Este procedimiento está basado en el método (AOAC 991.43, AACC 32-07.01, AACC 32-05) (Prosky et al. 1988).

3.2.1.1 Cuantificación de fibra dietaria total.

a. Blancos

Se trabajó con blancos para medir las contribuciones de los reactivos a los residuos, junto con las muestras.

b. Muestras

- Pesar por duplicado con precisión 1 ± 0.005 g de muestra en vasos de 600 mL.
- Colocar a cada vaso 50 mL de solución tampón del buffer fosfato pH 6.0 (se corrige a un pH a 6.0 ± 0.1 en caso que sea necesario con hidróxido de sodio o

ácido clorhídrico). Mezclar completamente para que actué las enzimas de mejor manera.

- Cubrir los vasos con papel aluminio durante todo el proceso.

c. Incubación de enzimas

- Adicionar 50 μ L solución de α -amilasa termoestable e incubar en baño maría a 95-100 $^{\circ}$ C por 35 minutos con agitación continua. Colocar los vasos cuando la temperatura del baño de agua llegue a 95-100 $^{\circ}$ C.
- Usar 10 mL de agua destilada para remover la muestra adherida a las paredes del vaso.
- Retirar todos los vasos con las muestras del baño y enfriar hasta 60 $^{\circ}$ C.
- Añadir 100 μ L de solución de proteasa a cada muestra e incubar a 60 \pm 1 $^{\circ}$ C en baño de agua agitando continuamente por 30 min.
- Añadir 5 mL de solución de HCl al 0,561 N en la muestra mientras se agita. El pH debe estar entre 4.1 – 4.8; caso contrario corregir con soluciones de HCl o NaOH al 5%.
- Añadir 200 μ L de solución amiloglucosidasa e incubar en baño de agua a 60 $^{\circ}$ C agitando durante 30 minutos.

d. Precipitación de la fibra dietaria con EtOH

- A cada muestra en función del contenido, añadir cuatro volúmenes de EtOH que es aproximadamente 225 mL al 95% precalentado a 60 $^{\circ}$ C. La relación entre el volumen de EtOH al volumen de la muestra debería ser de 4:1.
- Permitir que se forme el precipitado a temperatura ambiente durante 60 minutos.
- Filtrar y lavar dos veces con alícuotas de 15 mL de EtOH al 78%, 95% y acetona.
- Colocar el residuo en un crisol previamente pesado y secar en la estufa marca Memmert durante 12 horas a 103 $^{\circ}$ C.
- Enfriar el crisol en el desecador durante aproximadamente 1 hora.

e. Determinación de proteína y cenizas

- En uno de los residuos se analiza la proteína, y el segundo residuo se analiza las cenizas.

3.2.1.2 **Cuantificación de fibra dietaria insoluble.**

- Seguir el mismo procedimiento detallado para fibra dietaria total, hasta la adición de la enzima amiloglucosidasa.

a. **Filtración**

- Filtrar y lavar los residuos que quedan en el papel filtro dos veces con 10 mL de agua destilada, previamente calentada a 70 °C.
- Lavar el residuo dos veces con 15 mL de EtOH a 95% y 15 mL de acetona.
- Filtrar y desechar el filtrado.
- Colocar los residuos en un crisol previamente pesado y secar en la estufa marca Memmert durante 12 horas a 103 °C.
- Enfriar el crisol en el desecador durante aproximadamente 1 hora

b. **Determinación de proteína y cenizas**

- En uno de los residuos se analiza la proteína, y el segundo residuo se analiza las cenizas.

3.2.1.3 **Cenizas.**

Se determinó por el método oficial AOAC 940.26 (AOAC 2005), donde se calcinó e incineró la muestra durante cuatro horas a 550 – 600°C en una mufla marca Thermo Scientific.

Los resultados (véase en Anexo F) se expresaron como porcentaje y se obtuvieron con la siguiente fórmula:

$$\text{g Ceniza} = \frac{(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{incinerada}}) - W_{\text{crisol}}}{(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{residuo seco}}) - W_{\text{papel filtro}} - W_{\text{crisol}}}$$

3.2.1.4 **Proteína.**

Se determinó mediante el método oficial AOAC 920.152 (AOAC 2005). El análisis fue realizado en un equipo Kjeldhal marca Buchi DigestSystem, este método analiza el contenido de Nitrógeno que luego es corregido a proteína mediante el factor numérico 6,25. Los resultados (véase Anexo F) fueron expresados como porcentaje; para realizar el cálculo de proteína se usó la siguiente fórmula:

$$P = \frac{((VHCl \times NR \times 14 \times 6,25))}{1000}$$

Siendo:

- VHCl: Volumen de ácido clorhídrico
- NR: Normalidad real

El cálculo para determinar (véase en Anexo F) el contenido de fibra dietaria total e insoluble se lo realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ FD} = \frac{\left[\frac{R1-R2}{2} - P - A - B \right]}{\frac{m1 + m2}{2}} \times 100$$

Siendo:

- **m1**= peso de muestra 1
- **m2**= peso de muestra 2
- **R1**= peso de residuo de m1
- **R2**= peso de residuo de m2
- **A**= peso de cenizas de R1
- **P**= peso de proteínas de R2
- **B**= Blanco

$$B = \frac{BR1+BR2}{2} - BP - BA$$

Siendo:

- **BR**= Residuos en blanco
- **BA**= Cenizas en blanco de BR2
- **BP**= Proteínas blanco BR1

3.2.1.5 **Cuantificación de fibra dietaria soluble.**

Para determinar el contenido de fibra soluble en las muestras, se realizó una diferencia entre el contenido de fibra total y el contenido de fibra insoluble así como lo mencionan (Yapo y Koffi 2008, Martínez et al. 2012, Peerajit et al. 2012) en sus estudios. (Ver ANEXO F)

$$FDS = FDT - FDI$$

3.2.2 **Humedad.**

Se determinó mediante el método AOAC 920.151 (AOAC 2005) para muestra líquida como sólida, a este análisis se lo llevó cabo en una estufa de vacío con la finalidad de evitar la caramelización de los azúcares de la misma, se seca a 70°C con una presión ≤ 100 mm Hg (13,3 kPa) (Horwitz y Latimer 2005). (Ver ANEXO C)

Los resultados serán calculados como:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(W_m - W_f)}{W_m} \times 100$$

Siendo:

- W_m : Peso muestra inicial
- W_f : Peso muestra final

3.3 **Análisis Estadístico**

Los resultados se expresaron como media \pm desviación estándar de tres repeticiones. Se usó un ANOVA unidireccional con la prueba de rangos múltiples de Tukey con un nivel de significancia $p \leq 0.05$. Los resultados se analizaron con el programa estadístico Minitab versión 16. (Ver ANEXO G)

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Fibra dietaria total

El contenido de FDT de los subproductos lavados de mandarina se encuentra en un rango de 63,82 en pulpa a 71,11 g/100g en albedo, entre las diferentes fracciones se observa una diferencia significativa ($p < 0.05$). Este alto contenido de FDT en el subproducto de albedo de mandarina lavada se puede deber a la presencia de celulosa, lignina, hemicelulosa (Méndez-García et al. 2013) y pectina (Prabasari et al. 2011); ya que este subproducto está formado por capas esponjosas de células parenquimatosas (Fernández-Ginés et al. 2004).

Tabla 1: Contenido de fibra dietaria total (FDT), y sus fracciones presentes en subproductos de mandarina lavada expresados en base seca (BS).

MUESTRA	FDT (g/100g)	FDI (g/100g)	FDS (g/100g)	Relación FDI/FDS
Albedo	71,11±0,20 ^a	69,69±0,37 ^a	1,42±0,25 ^b	49,95±8,28
Flavedo	67,31±0,31 ^b	64,01±0,91 ^b	3,31±0,69 ^b	19,96±4,38
Pulpa	63,82±1,06 ^c	56,86±1,26 ^c	6,97±1,12 ^a	8,32±1,52

Letras diferentes en la misma columna, indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

El contenido de FDT presente en el albedo (71,11 g/100g) fue superior al albedo de mandarina sin lavar variedad king (66,90 g/100g) (Morocho 2014) y harina de mandarina variedad clementina (52,89 g/100g) (Rincon et al. 2005). Al comparar con otras fuentes cítricas se encontró que este valor es similar a la cáscara de limón mexicano (70,4 g/100g) (Ubando-Rivera et al. 2005), superior a las cáscaras de toronja variedad ruby (62,6 g/100g), toronja variedad marsh (44,2 g/100g) (Figuerola et al. 2005, Rincon et al. 2005), subproductos de naranja variedad valencia (63,6 g/100g) (Moraes Crizel et al. 2013) cáscara de limón fino (68,3 g/100g) (López-Vargas et al. 2014) y limón variedad eureka (60,1 g/100g) (Figuerola et al. 2005) y menor a la pulpa de limón (81,71 g/100g) (Marín et al. 2007).

Comparando con otras fuentes de fibras de frutas se observó que tuvieron valores próximos a los subproductos de guayaba (69.1 g/100g) (Martínez et al. 2012), superior a las cáscaras de mango (44,72 g/100g) (Ajila et al. 2007), banano (43,2 g/100g) (Mohapatra et al. 2010), pulpa de manzana (61,9 g/100g) (Sudha et al. 2007), subproducto de granada (50,3 g/100g) (Viuda-Martos et al. 2012), harinas de piña (13,65 g/100g), guanábana (49,34 g/100g) (Ramírez y Pacheco de Delahaye 2009) y

subproducto de cacao (53,11 g/100 g) (Trinidad et al. 2006), menor a los subproductos reportados por Martínez et al. (2012) y Figuerola et al. (2005) como maracuyá (81,5 g/100g), piña (75,8 g/100g) y cáscaras de manzana variedad royal (78,2 g/100g) y variedad liberty (89,8 g/100g) y albedo de maracuyá (71,79 g/100g) (López-Vargas et al. 2014).

Los resultados de FDT comparados con alimentos como salvados de cereales fueron mayores al salvado de avena, arroz y trigo y menores al salvado de maíz como se visualiza en la Figura 2. Fernández-López et al. (2004b) menciona que los cereales son los productos con mayor contenido de fibra dietaria, pero Viuda-Martos et al. (2012) atribuye que la fibra dietaria provenientes de frutas son de mejor calidad nutricional considerándose como una buena opción para ser incorporados en matrices alimentarias..

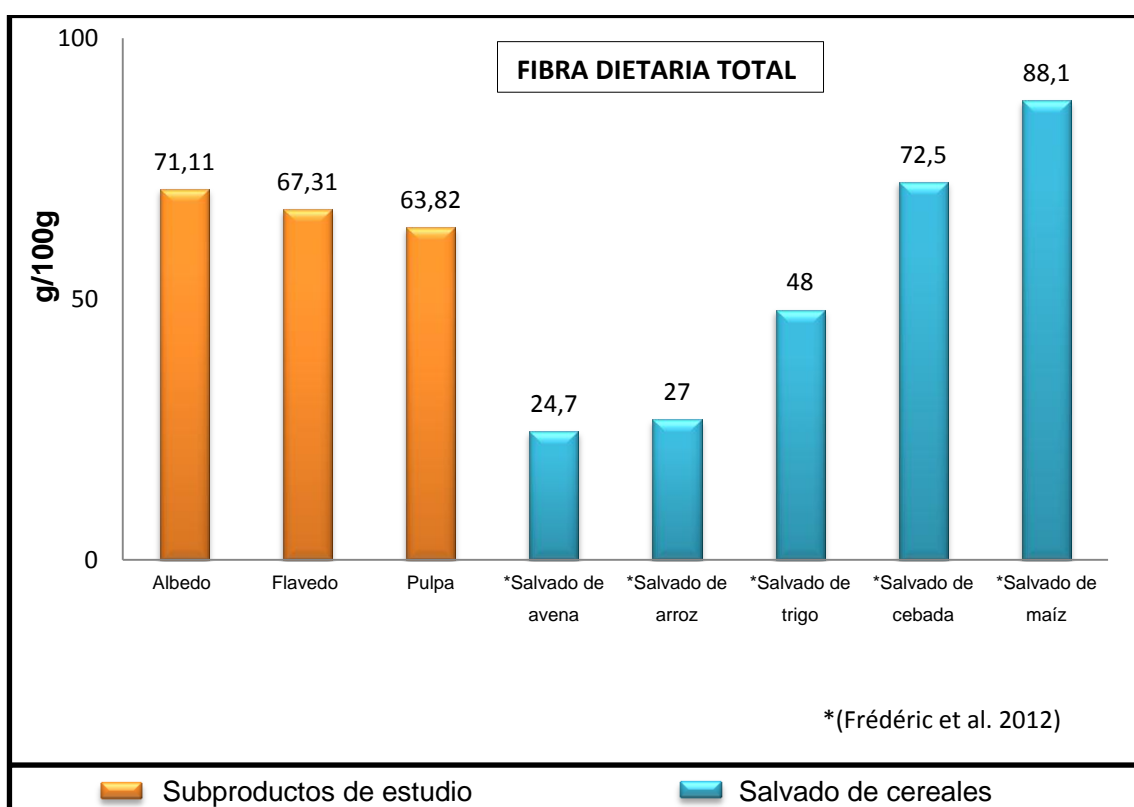


Figura 2. Contenido FDT en subproductos de mandarina lavada comparado con cereales.
Fuente: El autor

El contenido de fibra dietaria total en las fracciones de mandarina lavada obtenida en este estudio se encuentran dentro del grupo de subproductos con un contenido medio de FDT (50 – 70 g/100g) según lo descrito por Fuentes-Alventosa et al. (2009).

4.2 Fibra dietaria insoluble

Los subproductos presentaron un contenido de FDI entre 56,86 g/100g en pulpa a 69,69 g/100g en albedo, además se observó que hubo diferencias significativa ($p < 0.05$) entre las fracciones. El albedo presentó un contenido de 69,69 g/100g, valor superior al flavedo con 64,01 g/100g y la pulpa con 56,86 g/100g. Estos valores demuestran que los subproductos de mandarina son principalmente fuente de FDI.

El contenido de FDI presente en el albedo (69,69 g/100g) fue superior al albedo de mandarina sin lavar variedad king (63,80 g/100g) (Morocho 2014) y a la harina de mandarina (51,66 g/100g) (Rincon et al. 2005). Al comparar con otras fuentes cítricas este valor es mayor a los resultados reportados por Figuerola et al. (2005) en toronja variedad marsh (37,8 g/100g), toronja variedad ruby (56,0 g/100g), naranja variedad valenciana (54,0 g/100g), limón variedad eureka y fino (50,9 g/100g) (62,0 g/100g) respectivamente, en cáscaras de naranja variedad valencia (48,2 g/100g) (Moraes Crizel et al. 2013) y pulpa de limón variedad satsuma (64,56 g/100g) (Marín et al. 2007).

Relacionando los subproductos con otras frutas fue superior a harina de piña (11,57 g/100g) (Ramírez y Pacheco de Delahaye 2009), cáscara de banano (34,4 g/100g) (Happi Emaga et al. 2007), mango (41,5 g/100g) (Martínez et al. 2012), harina de guanábana (40,43 g/100g) (Ramírez y Pacheco de Delahaye 2009) subproducto de maracuyá (46 g/100g) (Martínez et al. 2012), pulpa de maracuyá (48,25 g/100g) (López-Vargas et al. 2013), piña (49,20 g/100g) (Flórez et al. 2009), guayaba (54,65 g/100g) (Ramírez y Pacheco de Delahaye 2009) y albedo de maracuyá (52,34 g/100g) (López-Vargas et al. 2013); similar a los resultados reportados por Figuerola et al. (2005) en cáscaras de manzana variedad royal (63,9 g/100g) y manzana variedad Granny smith (56,5 g/100g).

Los subproductos de mandarina lavada fueron mayores al salvado de avena, arroz y trigo; similares al salvado de cebada y menores al salvado de maíz (Figura 3).

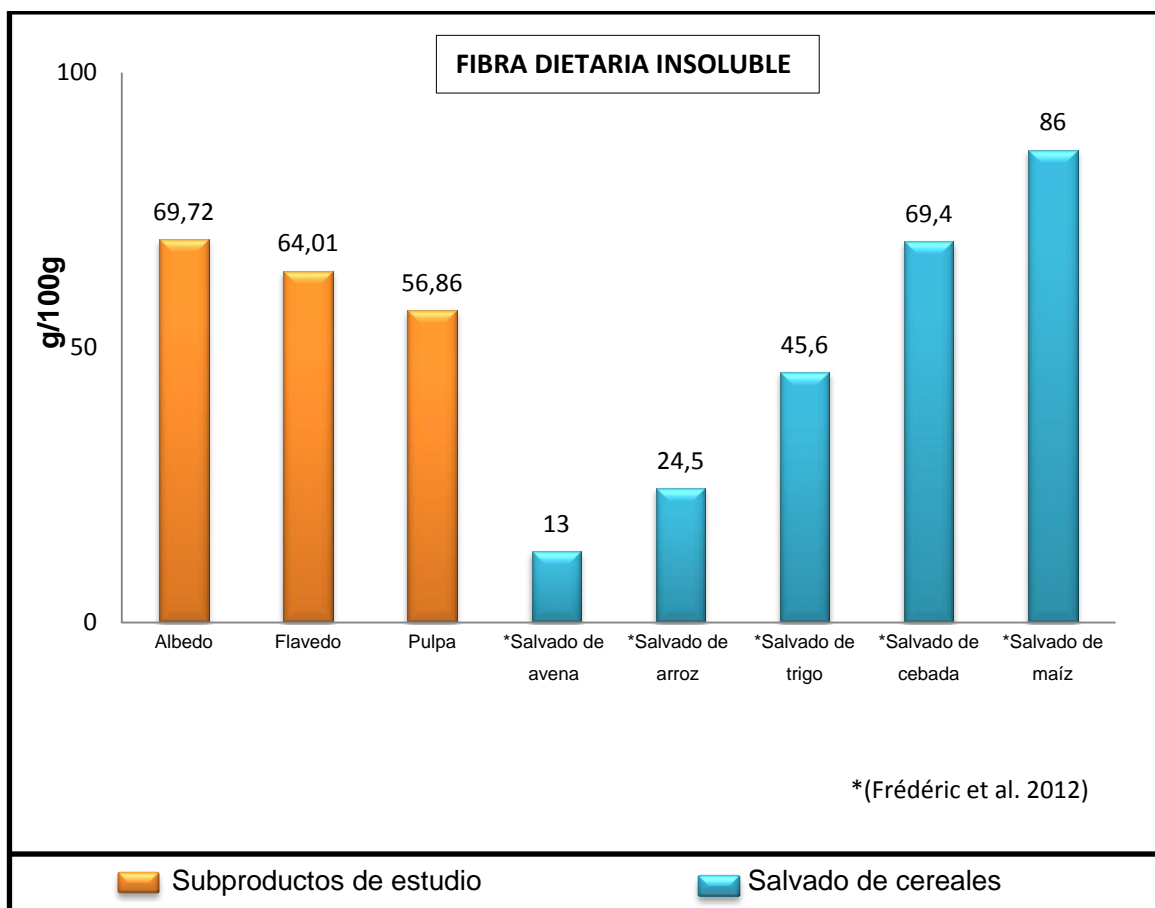


Figura 3. Contenido FDI en subproductos de mandarina lavada comparado con cereales.
Fuente: El autor

4.3 Fibra dietaria soluble

En el contenido de FDS se observó que hubo diferencias significativa ($p < 0.05$) entre las fracciones analizadas, excepto entre albedo y flavedo. El contenido FDS de subproductos de mandarina lavada se encuentran en un rango de 1,42 g/100g en albedo a 6,97 g/100g en pulpa, este alto valor confirma lo mencionado por Russo et al. (2014), quien dice, que el mayor contenido de FDS se encontrará presente en la pulpa de los frutos.

La fibra dietaria soluble en la pulpa (6,97 g/100g) fue mayor a la pulpa de mandarina sin lavar (5,80 g/100g) (Morocho 2014) y harina de mandarina (1,23 g/100g) (Rincon et al. 2005), e inferior a los subproductos de mandarina (16,9 g/100g) (Flórez et al. 2009). Al comparar con otras fuentes cítricas este contenido es similar a las cáscaras de limón variedad fino (6,25g/100g), superior a la toronja variedad ruby (4,57g/100g) (Figueroa et al. 2005) y a la toronja (1,61 g/100g) (Rincon et al. 2005), y menor a las cáscaras de naranja (15,6 g/100g) (Moraes Crizel et al. 2013).

Comparando con salvados de cereales, los subproductos de mandarina lavada son similares a salvados de maíz, arroz, trigo y cebada, pero menores a los salvados de avena como se puede observar en la Figura 4.

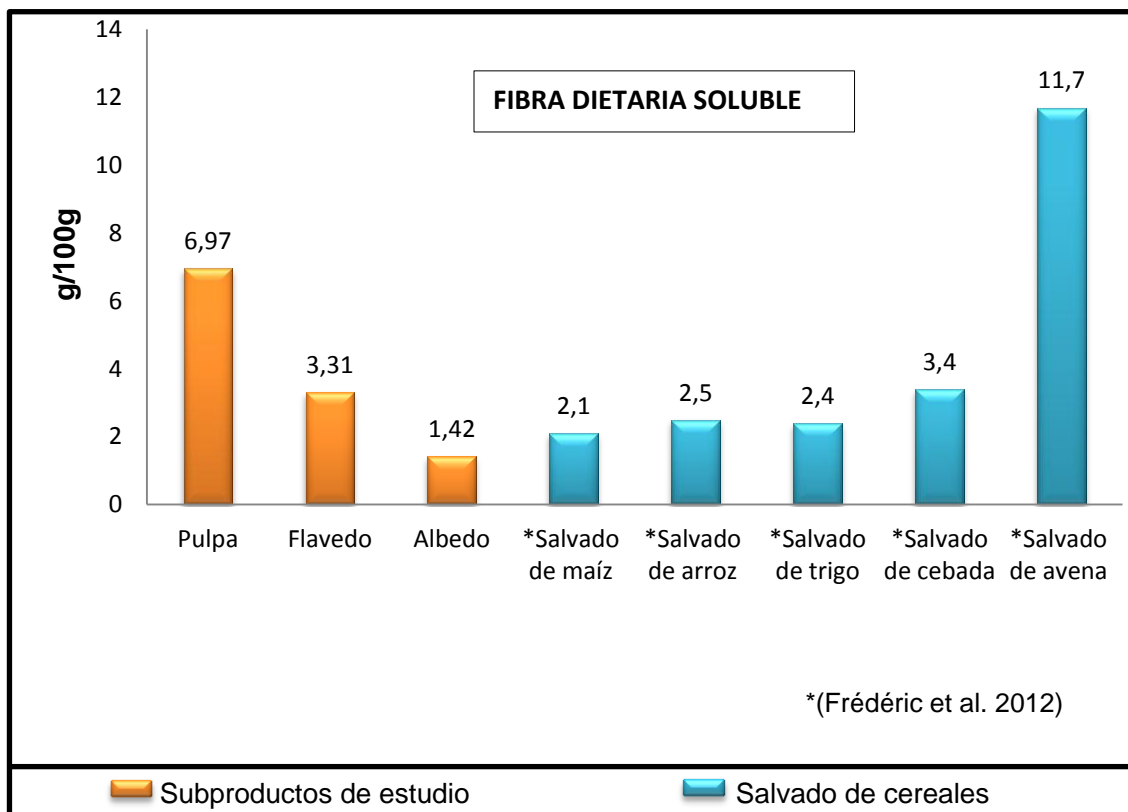


Figura 4. Contenido FDS en subproductos de mandarina lavada comparado con cereales
Fuente: El autor

Contrastando con otras frutas es superior a los subproductos de piña (0,6 g/100g) (Martínez et al. 2012), harinas de piña (2,08 g/100g) (Ramírez y Pacheco de Delahaye 2009), cáscaras de piña (6,7 g/100g) (Flórez et al. 2006), cáscaras de banano (5,1 g/100g) (Happi Emaga et al. 2007), cáscaras de manzana variedad granny smith (4,14 g/100g), pulpa de maracuyá (5,26 g/100g) (López-Vargas et al. 2013), pero menor a la manzana variedad liberty (8,20 g/100g) (Figuerola et al. 2005) y guayaba (11,1 g/100g) (Martínez et al. 2012).

4.4 Relación fibra soluble e insoluble

La relación entre la FDI/ FDS de los subproductos de mandarina lavada estuvo en un rango de 8,58 g/100g a 49,1 g/100g. El alto contenido de fibra dietaria insoluble presente en los subproductos de mandarina lavada indica que pueden ser usados en la formulación de alimentos (Chau y Huang 2004).

CONCLUSIONES

- El subproducto de albedo presentó el valor más alto en FDT con un contenido de 71,11 g/100g y FDI con 69,69 g/100g.
- El valor más alto de FDS lo presentó la pulpa con un contenido de 6,97 g/100g BS.
- La relación FDI/FDS de los subproductos de mandarina lavada estuvo en un rango de 8,32 g/100g BS en pulpa a 49,95 BS g/100g correspondiente al albedo.
- Los subproductos de mandarina lavada son fuente media para ser incorporados como ingredientes funcionales en matrices alimentarias.

RECOMENDACIONES

- Debido a que el método para determinar fibra dietaria es enzimático-gravimétrico, se debe verificar el correcto funcionamiento de la balanza para que no influya en el peso.
- Se debe verificar la temperatura en el baño maría para que las enzimas actúen adecuadamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC (American Association of Cereal Chemists). 2001. The Definition of Dietary Fiber. (en línea). 46: 112-126. Consultado 28 abr. 2014. Disponible en:<http://www.Aaccnet.org/initiatives/definitions/Documentos/DietaryFiber/DFDef.pdf>.
- Ajila, CM; Bhat, SG; Prasada Rao, UJS. 2007. Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. *Food Chemistry* 102(4): 1006-1011.
- AOAC 2005. Association of Official Analytical Chemist. Washinton, USA, 18th ed. Official Methods of Analysis.
- Barrera, S; Núñez, V; Ligarreto, G. 2012. Morpho-agronomic and molecular characterization of the 'Arrayana 'mandarin in the piedmont of the Meta department (Colombia). *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 13(1): 5-12.
- Betancur-Ancona, D; Chel-Guerrero, L; Segura-Campos, R. 2013. Dietary Fiber: Sources, Properties and their Relationship to Health. Nova Science Publishers Inc. Mexico, Nova Biomedical. 230.
- Bosaeus, I. 2004. Fibre effects on intestinal functions (diarrhoea, constipation and irritable bowel syndrome). *Clinical Nutrition Supplements* 1(2): 33-38.
- Buttriss, J; Stokes, C. 2008. Dietary fibre and health: an overview. *Nutrition Bulletin* 33(3): 186-200.
- Chau, CF; Huang, YL. 2004. Characterization of passion fruit seed fibres—a potential fibre source. *Food Chemistry* 85(2): 189-194.
- Dhingra, D; Michael, M; Rajput, H; Patil, RT. 2012. Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology* 49(3): 255-266.
- El-Otmani, M; Ait-Oubahou, A; Zacarías, L. 2011. Citrus spp.: orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon and lime, Woodhead Publishing. 437-516e.

- 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.
- Encalada, R. 2014. Subproductos de Palmito (*chamaerops humilis*) como un recurso alternativo de fibra dietaria. Tesis. Ing Industrias Agropecuarias, Universidad Técnica Particular de Loja. 95 p.
- FAO. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations Roma, Italia. Consultado. Disponible en www.faostat.org.
- Fernández-Ginés, JM; Fernández-López, J; Sayas-Barberá, E; Sendra, E; Pérez-Álvarez, JA. 2004. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *Meat Science* 67(1): 7-13.
- Fernández-López, J; Fernández-Ginés, J; Aleson-Carbonell, L; Sendra, E; Sayas-Barberá, E; Pérez-Alvarez, J. 2004a. Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science & Technology* 15(3-4): 176-185.
- Fernández-López, J; Fernández-Ginés, JM; Aleson-Carbonell, L; Sendra, E; Sayas-Barberá, E; Pérez-Alvarez, JA. 2004b. Application of functional citrus by-products to meat products. *Trends in Food Science & Technology* 15(3-4): 176-185.
- Figuerola, F; Hurtado, MaL; Estévez, AM; 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; Roman M, O; Martínez, OL; Gutiérrez E, L; Medina, GB. 2009. Optimization of a solid prepare of dietary fiber from different remainders of fruits. *Vitae* 13(1).
- 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.

- Fuentes-Alventosa, JM; Rodríguez-Gutiérrez, G; Jaramillo-Carmona, S; Espejo-Calvo, J; Rodríguez-Arcos, R; Fernández-Bolaños, J; Guillén-Bejarano, R; Jiménez-Araujo, A. 2009. Effect of extraction method on chemical composition and functional characteristics of high dietary fibre powders obtained from asparagus by-products. *Food chemistry* 113(2): 665-671.
- Gutiérrez, EL; Medina, GB; Roman, MO; Florez, OA; Martínez, OL. 2009. Obtención y cuantificación de fibra dietaria a partir de residuos de algunas frutas comunes en Colombia. *Vitae* 9(1).
- Happi Emaga, T; Andrianaivo, RH; Wathelet, B; Tchango, JT; Paquot, M. 2007. Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. *Food chemistry* 103(2): 590-600.
- Hong, Y; Zi-jun, W; Jian, X; Ying-jie, D; Fang, M. 2012. Development of the dietary fiber functional food and studies on its toxicological and physiologic properties. *Food and Chemical Toxicology* 50(9): 3367-3374.
- Horwitz, W; Latimer, GW. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Gaithersburg.
- INEC. 2012. Visualizador de Estadísticas Agropecuarias del Ecuador ESPAC. INEC, (en línea). Consultado 23 de abril. Disponible en http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=75.
- Ladaniya, MS. 2008. 5 - Fruit morphology, anatomy, and physiology. *Ladaniya Milind S*. San Diego, Academic Press. 103-124.
- 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.
- 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-Vargas, JH; Fernández-López, J; Pérez-Álvarez, JÁ; Viuda-Martos, M. 2014. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Meat Science* 97(2): 270-276.
- 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.
- Mato-Chamoro, A; Chambilla-Mamani, E. 2010. Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria *Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1(1): 1-17.
- Megazyme 2005. Total dietary fiber assay procedure. Megazyme International Ireland KTDFR 05/12.
- Méndez-García, S; Martínez-Flores, H; Morales-Sánchez, E. 2013. Effect of extrusion parameters on some properties of dietary fiber from lemon (*Citrus aurantifolia* Swingle) residues. *African Journal of Biotechnology* 10(73): 16589-16593.
- Mohapatra, D; Mishra, S; Sutar, N. 2010. Banana and its by-product utilization: an overview. *J Sci Ind Res* 69(5): 323-329.

- Moraes Crizel, T; Jablonski, A; de Oliveira Rios, A; Rech, R; Flôres, SH. 2013. Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT-Food Science and Technology* 53(1): 9-14.
- Morocho, D. 2014. Subproductos de cítricos como fuentes de fibra dietaria. Tesis. Ing Industrias Agropecuarias, Universidad Técnica Particular de Loja. 60p.
- Olagnero, G; Abad, A; Bendersky, S; Genevois, C; Granzella, L; Montonati, M. 2007. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Dietá* 25(121): 20-33.
- Peerajit, P; Chiewchan, N; Devahastin, S. 2012. Effects of pretreatment methods on health-related functional properties of high dietary fibre powder from lime residues. *Food Chemistry* 132(4): 1891-1898.
- Prabasari, I; Pettolino, F; Liao, M-L; Bacic, A. 2011. Pectic polysaccharides from mature orange (*Citrus sinensis*) fruit albedo cell walls: Sequential extraction and chemical characterization. *Carbohydrate Polymers* 84(1): 484-494.
- Prosky, L; Asp, NG; Schweizer, TF; DeVries, JW; Furda, I. 1988. Determination of insoluble, soluble, and total dietary fiber in foods and food products: interlaboratory study. *Journal - Association of Official Analytical Chemists* 71(5): 1017-1023.
- Ramírez, A; Pacheco de Delahaye, E. 2009. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia* 34: 293-298.
- Ramulu, P; Udayasekhara Rao, P. 2003. Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 16(6): 677-685.
- Rincon, A; Vasquez, A; Padilla, F. 2005. Chemical composition and bioactive compounds of flour of orange (*Citrus sinensis*), tangerine (*Citrus reticulata*) and grapefruit (*Citrus paradisi*) peels cultivated in Venezuela. *Archivos latinoamericanos de nutricion* 55(3): 305-310.

- Rodríguez, JOO; Monroy, J; Barrera, S; Núñez, V; Ligarreto, GA. 2012. Caracterización morfo-agronómica y molecular de mandarina 'Arrayana 'en el piedemonte del Meta (Colombia). Revista CORPOICA. Ciencia y Tecnología Agropecuaria 13.
- Rumney, C; Rowland, I. 1995. Non-digestible oligosaccharides potential anticancer agents? Nutrition Bulletin 20(3): 194-203.
- Russo, M; Bonaccorsi, I; Torre, G; Sarò, M; Dugo, P; Mondello, L. 2014. Underestimated sources of flavonoids, limonoids and dietary fibre: Availability in lemon's by-products. Journal of Functional Foods 9(0): 18-26.
- Rustad, T; Storrø, I; Slizyte, R. 2011. Possibilities for the utilisation of marine by-products. International Journal of Food Science & Technology 46(10): 2001-2014.
- Schieber, A; Stintzing, FC; Carle, R. 2001. By-products of plant food processing as a source of functional compounds recent developments. Trends in Food Science & Technology 12(11): 401-413.
- Sudha, ML; Baskaran, V; Leelavathi, K. 2007. Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. Food Chemistry 104(2): 686-692.
- Sun-Waterhouse, D; Luberriaga, C; Jin, D; Wibisono, R; Wadhwa, S; Waterhouse, G. 2013. Juices, Fibres and Skin Waste Extracts from White, Pink or Red-Fleshed Apple Genotypes as Potential Food Ingredients. Food and Bioprocess Technology 6(2): 377-390.
- Trinidad, TP; Mallillin, AC; Valdez, DH; Loyola, AS; Askali-Mercado, FC; Castillo, JC; Encabo, RR; Masa, DB; Maglaya, AS; Chua, MT. 2006. Dietary fiber from coconut flour: A functional food. Innovative Food Science & Emerging Technologies 7(4): 309-317.

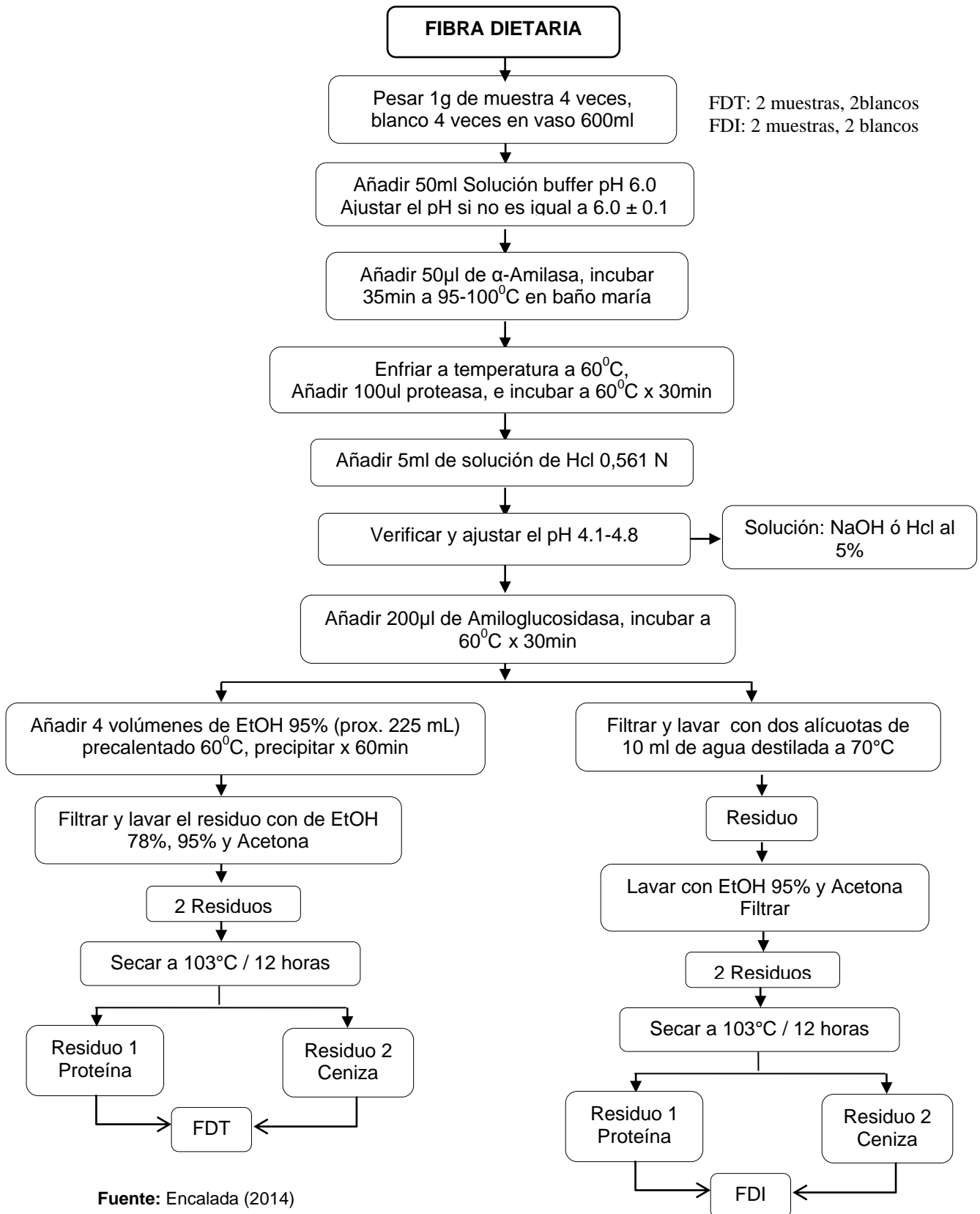
- Ubando-Rivera, J; Navarro-Ocana, A; Valdivia-López, M. 2005. Mexican lime peel: comparative study on contents of dietary fibre and associated antioxidant activity. *Food Chemistry* 89(1): 57-61.
- Vergara-Valencia, N; Granados-Pérez, E; Agama-Acevedo, E; Tovar, J; Ruales, J; Bello-Pérez, LA. 2007. Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *LWT-Food Science and Technology* 40(4): 722-729.
- Viuda-Martos, M 2013. Lavado en subproductos citricos. mviuda@umh.es. España.
- Viuda-Martos, M; Fernandez-Lopez, J; Sayas-Barbera, E; Sendra, E; Perez-Alvarez, J. 2011a. Physicochemical characterization of the orange juice waste water of a citrus by-product. *Journal of Food Processing and Preservation* 35(2): 264-271.
- Viuda-Martos, M; Fernandez-Lopez, J; Sayas-Barbera, E; Sendra, E; Perez-Alvarez, JA. 2011b. Physicochemical characterization of the orange juice waste water of a citrus by-product. *Journal of Food Processing and Preservation* 35(2): 264-271.
- Viuda-Martos, M; Ruiz-Navajas, Y; Fernández-López, J; Pérez-Álvarez, JA. 2009. Chemical composition of mandarin (*C. reticulata* L.), grapefruit (*C. paradisi* L.), lemon (*C. limon* L.) and orange (*C. sinensis* L.) essential oils. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 12(2): 236-243.
- Viuda-Martos, M; Ruiz-Navajas, Y; Fernández-López, J; Pérez-Álvarez, JA. 2010. Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. *Food Control* 21(4): 436-443.
- Viuda-Martos, M; Ruiz-Navajas, Y; Martin-Sánchez, A; Sánchez-Zapata, E; Fernández-López, J; Sendra, E; Sayas-Barberá, E; Navarro, C; Pérez-Álvarez, J. 2012. Chemical, physico-chemical and functional properties of pomegranate (*Punica granatum* L.) bagasses powder co-product. *Journal of Food Engineering* 110(2): 220-224.

- Viuda-Martos, M; López-Marcos, M; Fernández-López, J; Sendra, E; López-Vargas, J; Pérez-Álvarez, J. 2010. Role of fiber in cardiovascular diseases: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9(2): 240-258.
- Wang, Y-C; Chuang, Y-C; Ku, Y-H. 2007. Quantitation of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan. *Food Chemistry* 102(4): 1163-1171.
- Yangilar, F. 2013. The Application of Dietary Fibre in Food Industry: Structural Features, Effects on Health and Definition, Obtaining and Analysis of Dietary Fibre: A Review. *Journal of Food and Nutrition Research* 1(3): 13-23.
- Yapo, BM; Koffi, KL. 2008. Dietary fiber components in yellow passion fruit rind a potential fiber source. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(14): 5880-5883.

ANEXOS

ANEXO A

Diagrama, determinación de fibra dietaria total, soluble e insoluble



Fuente: Encalada (2014)

ANEXO B:
DATOS EXPERIMENTALES

Cuadro 1. Datos experimentales de FDT, FDI y FDS: corrida 1.

Identificación Muestra		Wm (g)	Wp (g)	Wc (g)	RESIDUOS SECOS		CENIZAS		PROTEÍNA		
					(Wp+ Wc +R) (g)	W (muestra residuo) (R1/R2)	Wmi	WA (g)	V(Hcl) mL	N(Hcl)	WP (g)
Pulpa 3	FDT C	1,0045	1,0028	34,0124	35,6978	0,68257	34,0507	0,0382			
	FDT P	1,0034	1,0212	23,5325	25,2179	0,66422			4,55	0,113	0,0450
Albedo 3	FDT C	1,0029	1,0285	36,0098	37,7590	0,7207	36,0543	0,0445		0,113	
	FDT P	1,0065	1,0370	51,7842	53,5653	0,7441			2,75	0,113	0,0272
Pulpa 2	FDT C	1,0078	1,0082	33,9068	35,6124	0,69738	33,9451	0,0382		0,113	
	FDT P	1,0057	1,0242	53,6772	55,3706	0,66923			4,55	0,113	0,0450
BLANCOS	FDT C		1,0248	34,8371	35,8842	0,0224	34,8524	0,0154		0,113	
	FDT P		1,0272	53,5974	54,6200	-0,0046			0,5	0,113	0,0049
Pulpa 3	FDI C	1,0057	1,0192	41,1677	42,7847	0,59782	41,1960	0,0283		0,113	
	FDI P	1,0059	1,0245	51,2911	52,9076	0,59205			3,5	0,113	0,0346
Albedo 3	FDI C	1,0039	1,0192	34,0638	35,7688	0,68579	34,0879	0,0242		0,113	
	FDI P	1,0069	1,0151	50,7270	52,4271	0,685			1,75	0,113	0,0173
Pulpa 2	FDI C	1,0058	1,0269	33,5856	35,1945	0,5820	33,6112	0,0256		0,113	
	FDI P	1,0025	1,0007	22,9662	24,5555	0,5886			4,05	0,113	0,0400
BLANCOS	FDI C		1,0167	38,6651	39,6779	-0,00392	38,6652	0,0001		0,113	
	FDI P		1,0229	50,1516	51,1536	-0,0209			0,35	0,113	0,0035

C: Ceniza; P: Proteína

Continuación del cuadro 1.

MUESTRA		R1 (Cenizas)	R2 (Proteína)	P	A	B	WmC	WmP	FDT	FDS
Fibra Dietaria Total	Pulpa 3	0,6826	0,6642	0,0450	0,0382		1,0045	1,0034	59,9214	5,4330
	Albedo 3	0,7207	0,7441	0,0272	0,0445		1,0029	1,0065	66,8954	1,2249
	Pulpa 2	0,6974	0,6692	0,0450	0,0382		1,0078	1,0057	60,7381	7,5144
	Blanco	0,0224	-0,0046	0,00494	0,0154	-0,0114			FDI	
Fibra Dietaria Insoluble	Pulpa 3	0,5978	0,5921	0,0346	0,0283		1,0057	1,0057	54,4884	
	Albedo 3	0,6858	0,6850	0,0173	0,0242		1,0059	1,0039	65,6705	
	Pulpa 2	0,5820	0,5886	0,0400	0,0256		1,0069	1,0058	53,2237	
	Blanco	-0,0039	-0,0209	0,00346	0,0001	-0,0160				

Cuadro 2. Datos experimentales de FDT, FDI y FDS: corrida 2.

Identificación Muestra		Wm (g)	Wp (g)	Wc (g)	RESIDUOS SECOS		CENIZAS		PROTEÍNA		
					(Wp+ Wc +R) (g)	W (muestra residuo) (R1/R2)	Wmi	WA (g)	V(Hcl) mL	N(Hcl)	WP (g)
Pulpa 1	FDT C	1,0031	1,0142	34,8322	36,5144	0,66807	34,8740	0,0418			
	FDT P	1,0014	1,0069	23,5327	25,1864	0,64684			4,65	0,113	0,0460
Flavado 3	FDT C	1,0033	1,0385	38,6608	40,4065	0,7072	38,7175	0,0567		0,113	
	FDT P	1,0063	1,0167	51,7903	53,5518	0,74481			5,65	0,113	0,0559
Albedo 1	FDT C	1,0069	1,0186	36,0037	37,7194	0,69709	36,0434	0,0397		0,113	
	FDT P	1,0017	1,0058	53,6879	55,4315	0,7378			2,85	0,113	0,0282
BLANCOS	FDT C		1,0105	41,1670	42,1659	-0,0116	41,1674	0,0004		0,113	
	FDT P		1,0258	51,2955	52,3050	-0,01625			0,5	0,113	0,0049
Pulpa 1	FDI C	1,0059	1,0113	33,5774	35,1603	0,57159	33,6023	0,0249		0,113	
	FDI P	1,0027	1,0393	50,7335	52,3515	0,57869			4,3	0,113	0,0425
Flavado 3	FDI C	1,0045	1,0174	34,0615	35,7192	0,64032	34,0819	0,0204		0,113	
	FDI P	1,0007	1,0118	47,6807	49,3827	0,69024			6,05	0,113	0,0598
Albedo 1	FDI C	1,0030	1,0318	34,0615	35,7712	0,6780	34,0852	0,0237		0,113	
	FDI P	1,0025	1,0174	53,6031	55,3075	0,687			2	0,113	0,0198
BLANCOS	FDI C		1,0287	33,9033	34,9160	-0,01599	33,9052	0,0019		0,113	
	FDI P		1,0248	50,1536	51,1690	-0,0094			0,2	0,113	0,0020

C: Ceniza; P: Proteína

Continuación del cuadro 2.

MUESTRA		R1 (Cenizas)	R2 (Proteína)	P	A	B	WmC	WmP	FDT	FDS
Fibra Dietaria Total	Pulpa 1	0,6681	0,6468	0,0460	0,0418		1,0031	1,0014	58,7635	6,6409
	Flavedo 3	0,7072	0,7448	0,0559	0,0567		1,0033	1,0063	62,9747	3,0326
	Albedo 1	0,6971	0,7378	0,0282	0,0397		1,0069	1,0017	66,6050	1,1733
	Blanco	-0,0116	-0,0162	0,00494	0,0004	-0,0193			FDI	
Fibra Dietaria Insoluble	Pulpa 1	0,5716	0,5787	0,0425	0,0249		1,0059	1,0059	52,1226	
	Flavedo 3	0,6403	0,6902	0,0598	0,0204		1,0027	1,0045	59,9420	
	Albedo 1	0,6780	0,6870	0,0198	0,0237		1,0007	1,0030	65,4317	
	Blanco	-0,0160	-0,0094	0,00198	0,0019	-0,0166				

Cuadro 3 Datos experimentales de FDT, FDI y FDS: corrida 3.

Identificación Muestra		Wm (g)	Wp (g)	Wc (g)	RESIDUOS SECOS		CENIZAS		PROTEÍNA		
					(Wp+ Wc +R) (g)	W (muestra residuo) (R1/R2)	Wmi	WA (g)	V(Hcl) mL	N(Hcl)	WP (g)
Flavado 1	FDT C	1,0011	1,05214	15,0631	16,8091	0,69386	15,0933	0,0302			
	FDT P	1,0023	1,0492	50,16367	51,8651	0,65223			6	0,113	0,0593
Flavado 2	FDT C	1,005	1,03299	21,80326	23,5316	0,6953	21,86237	0,0591		0,113	
	FDT P	1,0041	1,00681	51,79628	53,5193	0,71621			5,8	0,113	0,0573
Albedo 2	FDT C	1,0021	1,0168	15,66192	17,3986	0,71988	15,70107	0,0391		0,113	
	FDT P	1,0018	1,01149	47,1356	48,7996	0,65251			2,95	0,113	0,0292
BLANCOS	FDT C		1,03594	14,89184	15,8569	-0,07088	14,89206	0,0002		0,113	
	FDT P		1,03056	46,11326	47,1262	-0,01762			0,45	0,113	0,0044
Flavado 1	FDI C	1,0035	1,02057	14,98012	16,6733	0,6726	15,01054	0,0304		0,113	
	FDI P	1,0053	1,00481	49,8741	51,5289	0,6500			5,9	0,113	0,0583
Flavado 2	FDI C	1,0056	1,02649	20,39443	22,0776	0,6567	20,4412	0,0468		0,113	
	FDI P	1,0059	1,02222	50,94123	52,6904	0,7270			5,5	0,113	0,0544
Albedo 2	FDI C	1,0066	1,0399	15,4507	17,0943	0,6037	15,50827	0,0576		0,113	
	FDI P	1,0051	1,03806	51,0034	52,8534	0,8119			2	0,113	0,0198
BLANCOS	FDI C		1,00079	15,1812	16,0992	-0,0828	15,1521	-0,0291		0,113	
	FDI P		1,01861	51,31521	52,3163	-0,0175			0,2	0,113	0,0020

C: Ceniza; P: Proteína

Continuación del cuadro 3.

MUESTRA		R1 (Cenizas)	R2 (Proteína)	P	A	B	WmC	WmP	FDT	FDS
Fibra Dietaria Total	Flavado 1	0,6939	0,6522	0,0593	0,0302		1,0011	1,0023	63,1366	3,7867
	Flavado 2	0,6953	0,7162	0,0573	0,0591		1,0050	1,0041	63,5351	2,4981
	Albedo 2	0,7199	0,6525	0,0292	0,0391		1,0021	1,0018	66,5499	1,6050
	Blanco	-0,0709	-0,0176	0,00445	0,0002	-0,0489			FDI	
Fibra Dietaria Insoluble	Flavado 1	0,6726	0,6500	0,0583	0,0304		1,0035	1,0035	59,3499	
	Flavado 2	0,6567	0,7270	0,0544	0,0468		1,0053	1,0056	61,0370	
	Albedo 2	0,6037	0,8119	0,0198	0,0576		1,0059	1,0066	64,9448	
	Blanco	-0,0828	-0,0175	0,00198	-0,0291	-0,0230				

ANEXO C

Resultados de humedad

Fracción	Wcv (g)	Wm (g)	Wcv + Wm (g)	Wms 1 (g)	Wms 2 (g)	Wms 3 (g)	Wf (g)	g/100g Humedad	Promedio
Albedo	50,7317	2,0137	52,7454	52,6279	52,6211	52,6183	1,8866	6,3118	6,22 ± 0,12
	50,1524	2,059	52,2114	52,0877	52,0857	52,085	1,9326	6,1389	
Flavedo	50,1216	2,0038	52,1254	52,0135	52,0074	52,004	1,8824	6,0585	6,09 ± 0,04
	53,6018	2,0571	55,6589	55,5422	55,5338	55,533	1,9312	6,1192	
Pulpa	51,7885	2,02445	53,81295	53,6926	53,6844	53,6835	1,8950	6,3943	6,29 ± 0,14
	53,6866	2,0149	55,7015	55,583	55,5742	55,5768	1,8902	6,1889	
W: peso; Wmi: peso muestra inicial; Wcv: peso cápsula vacía; Wms: peso muestra seca; Wf: peso final									
Los resultados estan expresados en gramos de dos repeticiones con su desviación estándar									

- **Ejemplo del cálculo de humedad del subproducto albedo más restos de flavedo.**

$$\text{Humedad} = \frac{(Wm - Wmf)}{Wm} \times 100$$

$$\text{Humedad} = \frac{(2,0137 \text{ g} - 1,8866 \text{ g})}{2,0137 \text{ g}} \times 100$$

$$\text{Humedad} = 6,3118 \text{ g/100g}$$

ANEXO D

Datos finales de FDT, FDI y FDS de los subproductos de mandarina lavada en base húmeda

muestra	FDT	Promedio	Desvest	CV	FDI	Promedio	Desvest	CV	FDS	Promedio	Desvest	CV
Albedo	m1	66,6050	66,6834	0,1856	0,2784	65,3490	0,3699	0,5660	1,1733	1,3344	0,2358	17,6719
	m2	66,5499							1,6051			
	m3	66,8954							1,2249			
Flavedo	m1	63,1366	63,2155	0,2884	0,4562	60,1096	0,8560	1,4240	3,7867	3,1058	0,6474	20,8448
	m2	63,5351							2,4981			
	m3	62,9747							3,0327			
Pulpa	m1	58,7635	59,8077	0,9922	1,6590	53,2782	1,1838	2,2220	6,6409	6,5294	1,0452	16,0070
	m2	60,7381							7,5144			
	m3	59,9214							5,4330			

ANEXO E

Datos finales de FDT, FDS y FDI de los subproductos de mandarina lavada en base seca

FIBRA DIETARIA TOTAL SOLUBLE E INSOLUBLE EN BASE SECA													
Muestra	FDT	Promedio	Humedad promedio	FDT	FDI	Promedio	Humedad promedio	FDI	FDS	Promedio	Humedad promedio	FDS	
Albedo	m1	66,8954	66,6834	6,2253	$71,11 \pm 0,20$	65,3490	6,2253	$69,69 \pm 0,37$	1,2249	1,3344	6,2253	$1,42 \pm 0,25$	
	m2	66,6050							65,4317				1,1733
	m3	66,5499							64,9448				1,6051
Flavedo	m1	62,9747	63,2155	6,0889	$67,31 \pm 0,31$	60,1096	6,0889	$64,01 \pm 0,91$	3,0327	3,1058	6,0889	$3,31 \pm 0,69$	
	m2	63,1366							59,9420				3,7867
	m3	63,5351							61,0370				2,4981
Pulpa	m1	59,9214	59,8077	6,2916	$63,82 \pm 1,06$	53,2782	6,2916	$56,86 \pm 1,26$	5,4330	6,5294	6,2916	$6,97 \pm 1,12$	
	m2	60,7381							54,4884				7,5144
	m3	58,7635							53,2237				6,6409
FDT: fibra dietaria total; FDI: fibra dietaria insoluble; FDS: fibra dietaria soluble; m: muestras													

ANEXO F

Ejemplo de cálculo de FDT, FDI y FDS del flavedo corrida 1.

Fibra dietaria total

- Residuo de ceniza (**R1**)

$$R1=(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{residuo seco}}) - W_{\text{papel filtro}} - W_{\text{crisol}}$$

$$R1=(15,0631 \text{ g} + 1,0521 \text{ g} + 0,69386 \text{ g}) - 1,0521 \text{ g} - 15,0631 \text{ g})$$

$$R1=0,6939 \text{ g}$$

- Gramos de ceniza (**A**)

$$\text{Residuo incinerado} =(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{incinerada}}) - W_{\text{crisol}}$$

$$\text{Residuo incinerado} =(15,0933 \text{ g}) - (15,0631 \text{ g})$$

$$\text{Residuo incinerado}=0,0302 \text{ g}$$

$$\text{Ceniza}=\frac{\text{Residuo incinerado}}{R1}$$

$$\text{Ceniza}=\frac{0,0302 \text{ g}}{0,6939 \text{ g}}$$

$$\text{Ceniza}=0,0435 \text{ g}$$

Valor de A

0,0435 g	—————>	1 g de residuo
X	—————>	0,6939 g de residuo

Gramos de ceniza **A = 0,030 g**

- Residuos de proteína (**R2**)

$$R2=(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{residuo seco}}) - W_{\text{papel filtro}} - W_{\text{crisol}}$$

$$R2=(50,16367 \text{ g} + 1,0492 \text{ g} + 0,65223 \text{ g}) - 1,0492 \text{ g} - 50,16367 \text{ g})$$

$$R2=0,65223 \text{ g}$$

- Gramos de proteína (**P**)

$$P = \frac{((VHCl \times NR \times 14 \times 6,25))}{1000}$$

$$P = \frac{((6 \times 0,113 \times 14 \times 6,25))}{1000}$$

$$\text{Proteína} = 0,0593 \text{ g}$$

- Residuo de ceniza del blanco (**BR1**)

$$BR1 = (W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{residuo seco}}) - W_{\text{papel filtro}} - W_{\text{crisol}}$$

$$BR1 = (14,8918 \text{ g} + 1,0359 \text{ g} + (-0,07088 \text{ g})) - 1,0359 \text{ g} - 14,8918 \text{ g})$$

$$BR1 = -0,0709 \text{ g}$$

- Gramos de ceniza en el blanco (**BA**)

$$\text{Residuo incinerado} = (W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{incinerada}}) - W_{\text{crisol}}$$

$$\text{Residuo incinerado} = (14,8920 \text{ g}) - (14,8918 \text{ g})$$

$$\text{Residuo incinerado} = 0,0002 \text{ g}$$

$$\text{Ceniza blanco} = \frac{\text{Residuo incinerado}}{R1}$$

$$\text{Ceniza blanco} = \frac{0,0002 \text{ g}}{0,0709 \text{ g}}$$

$$\text{Ceniza blanco} = 0,0028 \text{ g}$$

Valor de BA

0,0028 g		1 g de residuo
X		0,0709 g de residuo

Gramos de ceniza del blanco **BA = 0,0002 g**

- Residuo de proteína del blanco (**BR2**)

$$BR2 = (W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{residuo seco}}) - W_{\text{papel filtro}} - W_{\text{crisol}}$$

$$BR2 = (46,11326 \text{ g} + 1,03056 \text{ g} + (-0,01762 \text{ g})) - 1,03056 \text{ g} - 46,11326 \text{ g})$$

$$BR2 = -0,0176 \text{ g}$$

- Gramos de proteína del blanco (**BP**)

$$BP = \frac{((V \text{ HCl} \times NR \times 14 \times 6,25))}{1000}$$

$$BP = \frac{((0,45 \times 0,113 \times 14 \times 6,25))}{1000}$$

Proteína del Blanco=0,00445 g

- Blanco (**B**)

$$B = \frac{BR1 + BR2}{2} - BP - BA$$

$$B = \frac{0,0709 \text{ g} + (0,0176 \text{ g})}{2} - 0,00445 \text{ g} - 0,0002 \text{ g}$$

$$B = -0,0489 \text{ g}$$

- Fibra dietaria total (**FDT**)

$$FDT = \frac{\frac{R1+R2}{2} - P - A - B}{\frac{m1+m2}{2}} * 100$$

$$FDT = \frac{\frac{0,6939 \text{ g} + 0,65223 \text{ g}}{2} - 0,0593 \text{ g} - 0,030 \text{ g} - (-0,04981 \text{ g})}{\frac{1,0011 \text{ g} + 1,0023 \text{ g}}{2}} \times 100$$

$$FDT = 63,1366 \text{ g}/100 \text{ g}$$

- Cálculo de la fibra dietaria total en base seca.

$$FDT \text{ (BS)} = \frac{FDT \text{ en base húmeda} \times 100}{100 - \text{humedad final de la muestra}}$$

$$FDT \text{ (BS)} = \frac{63,2165 \text{ g} \times 100}{100 - 6,0889 \text{ g}}$$

$$FDT \text{ (BS) del flavedo} = 67,31 \text{ g}/100 \text{ g}$$

Fibra dietaria insoluble

- Residuo de ceniza (**R1**)

$$R1=(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{residuo seco}}) - W_{\text{papel filtro}} - W_{\text{crisol}}$$

$$R1=(14,98012 \text{ g} + 1,02057 \text{ g} + 0,6726 \text{ g}) - 1,02057 \text{ g} - 14,98012 \text{ g})$$

$$R1=0,6729 \text{ g}$$

- Gramos de ceniza (**A**)

$$\text{Residuo incinerado}=(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{incinerada}}) - W_{\text{crisol}}$$

$$\text{Residuo incinerado}=(15,01054 \text{ g}) - (14,98012 \text{ g})$$

$$\text{Residuo incinerado}=0,0304 \text{ g}$$

$$\text{Ceniza}=\frac{\text{Residuo incinerado}}{R1}$$

$$\text{Ceniza}=\frac{0,0304 \text{ g}}{0,6729 \text{ g}}$$

$$\text{Ceniza}=0,04517 \text{ g}$$

Valor de A

0,04517 g	—————>	1 g de residuo
X	—————>	0,4517 g de residuo

Gramos de ceniza **A = 0,0304 g**

- Residuos de proteína (**R2**)

$$R2=(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{residuo seco}}) - W_{\text{papel filtro}} - W_{\text{crisol}}$$

$$R2=(49,8741 \text{ g} + 1,00481 \text{ g} + 0,6500 \text{ g}) - 1,00481 \text{ g} - 49,8741 \text{ g})$$

$$R2=0,6500 \text{ g}$$

- Gramos de proteína (**P**)

$$P=\frac{((V_{\text{HCl}} \times NR \times 14 \times 6,25))}{1000}$$

$$P=\frac{((5,9 \times 0,113 \times 14 \times 6,25))}{1000}=0,0583 \text{ g}$$

- Residuo de ceniza del blanco (**BR1**)

$$\mathbf{BR1}=(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{residuo seco}}) - W_{\text{papel filtro}} - W_{\text{crisol}})$$

$$\mathbf{BR1}=(51,31521 \text{ g} + 1,0186 \text{ g} + (-0,0175 \text{ g})) - 1,0186 \text{ g} - 51,31521 \text{ g))}$$

$$\mathbf{BR1=-0,0828 \text{ g}}$$

- Gramos de ceniza en el blanco (**BA**)

$$\mathbf{Residuo incinerado} =(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{incinerada}}) - W_{\text{crisol}})$$

$$\mathbf{Residuo incinerado} =(15,1521 \text{ g}) - (15,1812 \text{ g})$$

$$\mathbf{Residuo incinerado=-0,0291 \text{ g}}$$

$$\mathbf{Ceniza blanco} = \frac{\text{Residuo incinerado}}{R1}$$

$$\mathbf{Ceniza blanco} = \frac{-0,02912 \text{ g}}{-0,0828 \text{ g}}$$

$$\mathbf{Ceniza blanco=0,3516 \text{ g}}$$

Valor de BA

0,3516 g	—————>	1 g de residuo
X	—————>	-0,0828 g de residuo

Gramos de ceniza del blanco **BA = - 0,0291 g**

- Residuo de proteína del blanco (**BR2**)

$$\mathbf{BR2}=(W_{\text{crisol}} + W_{\text{papel filtro}} + W_{\text{residuo seco}}) - W_{\text{papel filtro}} - W_{\text{crisol}})$$

$$\mathbf{BR2}=(51,3152 \text{ g} + 1,0186 \text{ g} + (-0,0175 \text{ g})) - 1,0186 \text{ g} - 51,3152 \text{ g))}$$

$$\mathbf{BR2=-0,0175 \text{ g}}$$

- Gramos de proteína del blanco (**BP**)

$$\mathbf{BP} = \frac{((V \text{ HCl} \times NR \times 14 \times 6,25))}{1000}$$

$$\mathbf{BP} = \frac{((0,2 \times 0,113 \times 14 \times 6,25))}{1000}$$

$$\mathbf{Proteína del Blanco=0,0020 \text{ g}}$$

- Blanco (B)

$$B = \frac{BR1+BR2}{2} - BP - BA$$

$$B = \frac{-0,0828g + (-0,0175g)}{2} - 0,0020g - (-0,0291g)$$

$$B = -0,02302g$$

- Fibra dietaria insoluble (FDI)

$$FDI = \frac{\frac{R1+R2}{2} - P - A - B}{\frac{m1+m2}{2}} * 100$$

$$FDI = \frac{\frac{0,6729g + 0,6500g}{2} - 0,0593g - 0,0304g - (-0,02302g)}{\frac{1,0035g + 1,0053g}{2}} * 100$$

$$FDI = 59,3499g/100g$$

- Cálculo de la fibra dietaria insoluble en base seca.

$$FDI (BS) = \frac{FDI \text{ en base húmeda} \times 100}{100 - \text{humedad final de la muestra}}$$

$$FDI (BS) = \frac{59,3499g \times 100}{100 - 6,0889g}$$

$$FDI (BS) \text{ del flavedo} = 64,0069g/100g$$

Fibra dietaria soluble

FIBRA DIETARIA TOTAL = FIBRA DIETARIA INSOLUBLE + FIBRA DIETARIA SOLUBLE

$$FDS = FDT - FDI$$

$$\text{Fibra dietaria soluble} = 63,2155g - 60,1096g$$

$$\text{Fibra dietaria soluble en flavedo} = 3,1058g$$

- Cálculo de la fibra dietaria soluble en base seca.

$$\mathbf{FDS (BS)} = \frac{\text{FDS en base húmeda} \times 100}{100 - \text{humedad final de la muestra}}$$

$$\mathbf{FDS (BS)} = \frac{3,1058 \text{ g} \times 100}{100 - 6,0889 \text{ g}}$$

FDS (BS) del flavedo=3,307 g/100g

ANEXO G

Análisis estadístico de la fibra dietaria total correspondiente al albedo, flavedo y pulpa de mandarina lavada.

ANOVA unidireccional: FDT vs. MUESTRA

Fuente	GL	SC	CM	F	P
MUESTRA	2	79,700	39,850	95,29	0,000
Error	6	2,509	0,418		
Total	8	82,209			

S = 0,6467 R-cuad. = 96,95% R-cuad.(ajustado) = 95,93%

				ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada			
Nivel	N	Media	Desv.Est.	-----+-----+-----+-----+-----			
F	3	67,314	0,307	(---*---)			
A	3	71,110	0,198	(---*---)			
P	3	63,823	1,059	(---*---)			
				-----+-----+-----+-----+-----			
				65,0	67,5	70,0	72,5

Desv.Est. agrupada = 0,647

Agrupar información utilizando el método de Tukey

MUESTRA	N	Media	Agrupación
A	3	71,1103	A
F	3	67,3141	B
P	3	63,8232	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: FDI vs. MUESTRA

Fuente	GL	SC	CM	F	P
MUESTRA	2	249,285	124,643	145,71	0,000
Error	6	5,133	0,855		
Total	8	254,418			

S = 0,9249 R-cuad. = 97,98% R-cuad.(ajustado) = 97,31%

				ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada			
Nivel	N	Media	Desv.Est.	-+-----+-----+-----+-----+-----			
F	3	64,007	0,911	(---*---)			
A	3	69,720	0,374	(---*---)			
P	3	56,855	1,263	(---*---)			
				-+-----+-----+-----+-----+-----			
				56,0	60,0	64,0	68,0

Desv.Est. agrupada = 0,925

Agrupar información utilizando el método de Tukey

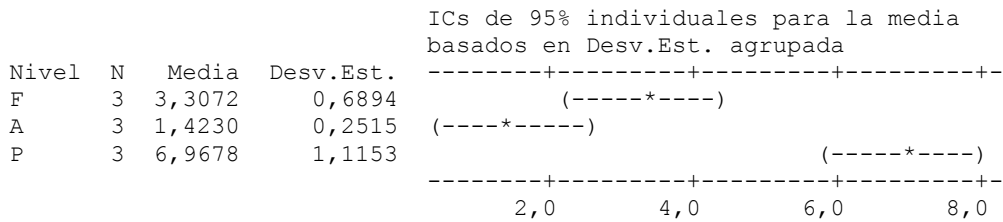
MUESTRA	N	Media	Agrupación
A	3	69,720	A
F	3	64,007	B
P	3	56,855	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA unidireccional: FDS vs. MUESTRA

Fuente	GL	SC	CM	F	P
MUESTRA	2	47,695	23,848	40,14	0,000
Error	6	3,565	0,594		
Total	8	51,260			

S = 0,7708 R-cuad. = 93,05% R-cuad.(ajustado) = 90,73%



Desv.Est. agrupada = 0,7708

Agrupar información utilizando el método de Tukey

MUESTRA	N	Media	Agrupación
P	3	6,9678	A
F	3	3,3072	B
A	3	1,4230	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.