



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS

**IDENTIFICACIÓN DE FIBRA DIETARIA EN LA PULPA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.
var. Typica)**

Tesis previa a la obtención
del título de Ingeniero en
Industrias Agropecuarias.

AUTOR:

Galo Mauricio Vargas Aguilar.

DIRECTORA:

Ing. Ruth Martínez Espinosa

LOJA – ECUADOR

2009

CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS

YO:

Galo Mauricio Vargas Aguilar

Declaro conocer y aceptar la disposición del artículo 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: **“Forman parte del patrimonio 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”**.

Galo Mauricio Vargas Aguilar

CERTIFICACIÓN

Ing. Ruth Martínez Espinosa

**DOCENTE DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

Directora del trabajo de tesis:

“Identificación de fibra dietaria en la pulpa de café (*Coffea arabica* L. var. *Typica*)”

CERTIFICA:

Haber revisado minuciosamente el presente trabajo, por lo tanto queda autorizada su presentación y defensa ante los tribunales respectivos.

Ing. Ruth Martínez Espinosa

Loja, Noviembre del 2009

AUTORÍA

Las ideas, criterios y análisis emitidos en el presente trabajo, son de responsabilidad del autor.

Galo Vargas Aguilar

1104264039

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios que me ha dado la inspiración y fuerza para su culminación, a mi madre María Salomé Aguilar que ha sido el pilar durante todos mis estudios y que depositó su confianza en mí, a mis hermanas Mariela Jacqueline e Iliana Elizabeth y a mi sobrina Alejandra Salomé, quienes me han dado su apoyo incondicional en la presente etapa de mi vida ayudándome a alcanzar mi más anhelado propósito.

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a la Ing. Ruth Martínez Espinosa, quien como Directora de la Carrera de Ingeniería en Industrias Agropecuarias y Directora de Tesis, aportó con sus conocimientos, guía y consejos, sin los cuales el desarrollo y presentación del presente trabajo hubiera sido muy difícil, además de ello mi gran admiración por ser una persona muy sabia.

Agradezco a la Ing. Paulina Torres e Ing. Felipe Reyes y demás docentes por sus enseñanzas y experiencias que fueron transmitidas durante mi formación como profesional, los mismos que me fueron y serán de gran utilidad.

CONTENIDO

	Páginas
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	
1. Introducción	2.
CAPITULO 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1. Fibra dietaria: Definición, clasificación, composición y determinación.	6.
2.2. Propiedades funcionales de la fibra dietaria	10.
CAPITULO 3: OBJETIVOS	
3.1. Objetivo general	13.
3.2. Objetivos específicos	13.
CAPITULO 4: MATERIALES Y MÉTODOS	
4.1. Materia prima	15.
4.2. Muestreo	15.
4.3. Obtención de pulpa de café	15.
4.4. Métodos analíticos	16.
4.4.1. Humedad	16.
4.4.2. Grasa	17.
4.4.3. Proteína	17.
4.4.4. Cenizas	17.
4.4.5. Fibra cruda	17.

4.4.6.	Extracto libre de nitrógeno	17.
4.4.7.	Fibra dietaria total, soluble e insoluble.	18.
4.4.7.1.	Contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble	18.
4.4.8.	Propiedades funcionales	19.
4.4.8.1.	Capacidad de retención de agua	19.
4.4.8.2.	Capacidad de hinchamiento	19.
4.4.8.3.	Solubilidad	20.
4.4.8.4.	Capacidad de adsorción de grasa	20.
4.5.	Análisis estadístico	20.
CAPITULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
5.1.	Caracterización de la pulpa de café	22.
5.2	Contenido de fibra dietaria	23.
5.3.	Propiedades funcionales	26.
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
6.1.	Conclusiones	29.
6.2.	Recomendaciones	29.
CAPITULO 7: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		31.
CAPITULO 8: ANEXOS		36.

INDICE DE CUADROS

	Páginas
Cuadro 1. Características de la pulpa fresca de café	22.
Cuadro 2. Composición química de la pulpa de café deshidratada	23.
Cuadro 3. Contenido de fibra dietaria de la pulpa de café deshidratada	24.
Cuadro 4. Propiedades funcionales de la fibra de pulpa de café deshidratada	26.

INDICE DE TABLAS

		Páginas
Tabla 1.	Composición química de la pulpa de café deshidratada	36.
Tabla 2.	Contenido de fibra dietaria de la pulpa de café deshidratada del sitio Palanda	36.
Tabla 3.	Contenido de fibra dietaria de la pulpa de café deshidratada del sitio Vilcabamba	37.
Tabla 4.	Contenido de fibra dietaria de la pulpa de café deshidratada del sitio El Panguí	37.
Tabla 5.	Fibra dietaria total de los sitios: Palanda y Vilcabamba	38.
Tabla 6.	Fibra dietaria total del sitio El Panguí	39.
Tabla 7.	Fibra dietaria soluble de los sitios: Palanda y Vilcabamba	40.
Tabla 8.	Fibra dietaria soluble del sitio El Panguí	41.
Tabla 9.	Fibra dietaria insoluble de los sitios: Palanda y Vilcabamba	42.
Tabla 10.	Fibra dietaria insoluble del sitio El Panguí	43.
Tabla 11.	Capacidad de retención de agua y solubilidad	44.
Tabla 12.	Capacidad de hinchamiento	45.
Tabla 13.	Capacidad de adsorción de grasa	46.

INDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Procedimiento analítico para determinar fibra dietaria total.	47.
Figura 2. Procedimiento de análisis químico de fibra dietaria total.	48.
Figura 3. Procedimiento para la determinación de la capacidad de retención de agua y solubilidad.	49.
Figura 4. Procedimiento para determinar capacidad de hinchamiento.	49.
Figura 5. Proceso para determinar capacidad de adsorción de grasa.	50.

RESUMEN

En esta investigación se cuantificó y caracterizó la fibra dietaria en la pulpa deshidratada de café "*Coffea arabica* L." de los sitios: Vilcabamba en la provincia de Loja, Palanda y El Palgui en la provincia de Zamora Chinchipe. En el café en cerezo fresco se determinó: Color, humedad, sólidos solubles y acidez titulable, y en la pulpa deshidratada a 60°C y con un tamaño de partícula comprendido entre 220 y 640µm, la composición proximal (humedad, grasa, proteína, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno y cenizas), el contenido de fibra dietaria y su composición en fracción soluble e insoluble mediante el método Enzimático-Gravimétrico basado en los métodos AOAC 991.43 y AACC 32-07; las propiedades de hidratación (capacidad de retención de agua y capacidad de hinchamiento), solubilidad y capacidad de adsorción de grasa, analizadas según el método descrito por Femenia, Lefebvre et al. (1997). El contenido de fibra dietaria total de los deshidratados varía entre 24.3 y 25.2 g/100 g MS con una relación FDI/FDS de 5.40:1 a 5.48:1, siendo la pulpa de café buena fuente de fibra dietaria insoluble, representando el 85% de la fibra dietaria total. La capacidad de retención de agua varía entre 5.7 a 5.8 g/g, la capacidad de adsorción de grasa de 0.6 a 0.7 g/g, considerándose ambas propiedades como bajas; mientras que la solubilidad reporta valores de 20.4 a 20.8 mL/g y la capacidad de hinchamiento de 2.8 a 3.0 mL/g.

Palabras claves: fibra dietaria total, fibra dietaria soluble, fibra dietaria insoluble, propiedades de hidratación, pulpa de café.

ABSTRACT

In this research was quantified and characterised the dietary fibre in dry coffee pulp "*Coffea arabica* L." in Vilcabamba Loja province, Palanda and El Pangui in Zamora Chinchipe province. In fresh coffee grains colour, moisture, soluble solids and titrable acidity, and dry pulp at 60°C and with particle size between 220 y 640µm, was analysed in order to determinate its proximal composition (moisture, fat, protein, raw fibre, nitrogen free extract and ashes), dietary fibre content and its composition were analysed using Enzymatic – Gravimetric method based at AOAC 991.43 and AACC 32-07 methods, Hydration properties (water retention capacity, swelling), solubility and fat adsorption capacity were analysed according with the method described by Femenia, Lefebvre et al. (1997). Total dietary fibre content in dehydrates varies from 24.3 and 25.2 g/100 g DM, with IDF/SDF ratio of 5.40:1 to 5.48:1, being coffee pulp a good resource of insoluble dietary fibre, representing 85% of total dietary fibre. Water retention capacity varies between 5.7 to 5.8 g/g, fat adsorption capacity from 0.6 to 0.7 g/g, considering both properties as low; whilst solubility reports values between 20.4 to 20.8 mL/g, and swelling between 2.8 to 3.0 mL/g.

Key words: Total dietary fibre, soluble dietary fibre, Insoluble dietary fibre, hydration properties, coffee pulp.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La pulpa de café constituye el primer residuo sólido del beneficio húmedo del grano de café y representa entre el 40 y el 43.2% del peso húmedo del grano en cerezo (Restrepo 2000; Gualtieri. A, Villalta. R et al. 2007; Castillo Ramos, Leila et al. 2008). La cantidad de este residuo va en aumento si se considera la expansión de la industria cafetalera, en el 2008 el consumo de café en el mundo creció en un 2% (Smith and Theodore 2009). La disposición de los residuos de la actividad cafetalera constituye un problema y representa un riesgo de contaminación ambiental para los países productores (Moya Portugués, Durán et al. 1990; Gualtieri. A, Villalta. R et al. 2007). En Ecuador en el 2008 se produjeron 39000 t de café verde en grano (Anecafé 2008), generando aproximadamente 58000 t de residuos, de las cuales 40000 t corresponden a pulpa.

La pulpa es usada como abono orgánico, complemento de alimentos para animales, como sustrato para la reproducción biológica, obtención de proteína unicelular y biogás (Moya Portugués, Durán et al. 1990; Restrepo 2000; Gualtieri. A, Villalta. R et al. 2007). En Ecuador se realizan algunos esfuerzos orientados a la utilización de los residuos del café: El Ministerio de Inclusión Económica Social (MIES) apoya un proyecto piloto en la provincia de Manabí para usar los desechos líquidos y sólidos en riego y abono (Moreira 2009), la Universidad Central del Ecuador con financiamiento de la Comunidad Europea desarrolla el estudio “Producción y Calidad Nutricional del Ensilaje de la Pulpa de Café” (Pico 2009); los productores asociados a Fapecafes utilizan para abono apenas un 30% de la pulpa producida (Jiménez 2009).

Se realizan a nivel mundial muchas investigaciones para el aprovechamiento de la pulpa de café, científicos mexicanos en el proyecto Biopulca (Bio-pulpa de café) buscan conservar la pulpa a nivel industrial y encontrarle aplicaciones rentables en el ámbito de sustrato para cultivos, obtención de abonos por lombrices y forraje para

ganado (Tecnología 2002), sin embargo, se conoce muy poco sobre investigaciones para aprovechar la pulpa como componente de la alimentación humana.

Los datos reportados de nutrientes en base seca de la pulpa de café, como: Fibra cruda entre 10.63 y 21%, hidratos de carbono solubles 8,6%, carbohidratos totales entre 44.4 y 74,42%, extracto libre de nitrógeno 61,64%, sustancias pépticas totales 6,5% (Ferrer, Páez et al. 1995; Restrepo 2000; Gualtieri. A, Villalta. R et al. 2007; Braham and Bressani 2008), nos permiten inferir que podría ser una buena fuente de fibra dietaria para consumo humano.

La fibra dietaria adquirió importancia en el ámbito de la nutrición y salud pública en la segunda mitad del siglo XX, ha sido un estímulo para una gran cantidad de investigaciones: Epidemiológicas, fisiológicas, analíticas y técnicas. Ha catalizado el planteamiento de objetivos para una alimentación saludable tanto a nivel de gobiernos como de industria alimentaria (Cummings and Stephen 2007).

La fibra dietaria se encuentra solo en productos vegetales (Guzmán 2008) y principalmente se compone de complejos carbohidratos de las paredes celulares (celulosa, hemicelulosa, pectinas) y lignina, así como polisacáridos intracelulares como las gomas y mucílagos que no son hidrolizados por las enzimas digestivas de los humanos (Raghavendra, Ramachandra Swamy et al. 2006). La fibra dietaria tiene un papel importante en la prevención de ciertos tipos de enfermedades como: El cáncer de colon, arterioesclerosis, enfermedades coronarias, constipación, hemorroides y diverticulosis, así como también ayuda a controlar la diabetes mellitus y la obesidad (Pak D. 2000; Raghavendra, Ramachandra Swamy et al. 2006).

Esto ha motivado el incremento del consumo de productos de origen vegetal como frutas y verduras, así como recomendar a la industria de alimentos para que enriquezca sus productos con fibra alimentaria o con algunos componentes de ella (García Ochoa, Infante et al. 2008; Guzmán C 2008). Actualmente, los recursos más

usados como fuentes de fibra dietaria en tecnología de alimentos son los cereales. Las fibras procedentes de legumbres y de frutas aunque menos estudiadas son consideradas en general como de mejor calidad nutricional y tecnológica (Perez-Hidalgo, Guerra-Hernández et al. 1997; Gartzia 2008). Los suplementos de fibra usados en alimentos provienen principalmente del procesamiento de afrecho de trigo, orujo de manzana, pulpa de remolacha azucarera o de productos texturizados como la carragenina (Femenia, Lefebvre et al. 1997). Existe una clara tendencia en estudiar materias primas no utilizadas en alimentación humana tipo residuos y/o subproductos agroalimentarios como fuentes nuevas para la obtención de fibras dietarias (Perez-Hidalgo, Guerra -Hernández et al. 1997; Gartzia 2008).

El objetivo del presente trabajo fue valorar el contenido de fibra dietaria total y el de las fracciones soluble e insoluble, así como las propiedades de hidratación (capacidad de retención de agua y capacidad de hinchamiento), solubilidad y capacidad de adsorción de grasa a un solo tamaño de partícula. Los contenidos y las propiedades físico - químicas del deshidratado de pulpa de café fueron evaluadas y comparadas con otras fuentes de fibra dietaria.

CAPÍTULO 2: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Fibra dietaria: Definición, clasificación, composición y determinación

El término fibra o fibra dietaria, tiene diferentes significados en el ámbito de la nutrición. No es una referencia precisa a un componente químico o componentes de la dieta, pero es esencialmente un concepto fisiológico que parte de la definición original de Trowel en 1972: “La proporción de los alimentos que se deriva de las paredes celulares de las plantas que es muy mal digerida por los seres humanos” (Cummings and Stephen 2007). Citamos algunas de las definiciones actualmente propuestas.

“La fibra dietética está formada por las partes comestibles de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado del ser humano y que sufren una total o parcial fermentación en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales asociadas. La fibra dietética promueve efectos fisiológicos beneficiosos que incluyen efectos laxantes y/o disminución del colesterol en la sangre y/o disminución de la glucosa en la sangre”. (American Association of Cereal Chemist (AACC) USA, 2001).

“La fibra dietética debería definirse para incluir todos los carbohidratos no digeribles (NDC), lignina y otros componentes no digeribles pero cuantitativamente menores que están asociados con los polisacáridos de la fibra dietaria y que pueden influir en sus propiedades fisiológicas que se podrían incluir como beneficiosas” European Food Standards Agency Draft Paper on Carbohydrates an Dietary Fibre (Guzmán C 2008; Redondo Márquez, Torné et al. 2008).

La fibra dietaria presente en los alimentos está formada por una mezcla de sustancias de estructura química diferente. Los típicos componentes de la fibra dietaria incluyen: a) componentes estructurales de las paredes celulares de los vegetales compuestos por polisacáridos (celulosa, hemicelulosa, sustancias pécticas) y lignina (polímero de

fenil propano), b) no estructurales que son polisacáridos naturales o usados como aditivos de alimentos (variedad de gomas y mucílagos, polisacáridos de algas y celulosa modificada) (Morón, Zacarías et al. 1997; Pak D. 2000; Guzmán C 2008).

En base a la actualización científica conjunta FAO/OMS en el 2008 y al postulado que indica que los componentes alimentarios deben ser definidos principalmente en función de su composición química; la fibra dietaria fue definida como “todos los polisacáridos intrínsecos a la pared celular vegetal” (Guzmán C 2008).

Además, existe una gran variedad de componentes no convencionales asociados a la fibra dietaria como: Compuestos fenólicos (taninos), ceras, glicoproteínas (extensina), minerales, ácido fítico, compuestos de Maillard, almidón resistente, quitina y quitosanos y formas confeccionadas por el hombre (polidextrosa, lactulosa entre otros) (Morón, Zacarías et al. 1997).

También se puede clasificar a la fibra de acuerdo a su grado de solubilidad en agua, esta clasificación es de interés desde el punto de vista biológico. Con este criterio se la puede dividir en fibra dietaria insoluble (FDI) y fibra dietaria soluble (FDS); la fracción insoluble está constituida principalmente por: Celulosa, hemicelulosas insolubles y lignina, presentes principalmente en el trigo, en la mayoría de productos de grano y hortalizas, con el agua forman mezclas bajas en viscosidad. La porción soluble está compuesta por polisacáridos no celulósicos como la pectina, gomas y mucílagos, presentes principalmente en frutas, avena, cebada y legumbres, forman mezclas de consistencia viscosa cuyo grado depende de la fuente vegetal de procedencia (Morón, Zacarías et al. 1997; Pak D. 2000; Dreher 2001; Guzmán C 2008; Redondo Márquez, Albert Torné et al. 2008).

La fibra dietética cumple diversas funciones y actividades a su paso por el tracto digestivo. Muchas de estas dependen de sus propiedades físico – químicas. La

heterogeneidad de sus componentes es la principal razón para la diversidad de sus efectos fisiológicos (Dreher 2001; Oakenfull 2001; Oakenfull 2001).

La fibra insoluble acorta el tiempo de tránsito intestinal, aumenta el peso de las heces y disminuye su consistencia. La fracción soluble de la fibra retrasa el vaciado gástrico, reduce la velocidad de absorción de la glucosa y reduce los niveles de colesterol sérico, es muy fermentable en el colon produciendo ácidos grasos de cadena corta (acético, propiónico, butírico), esto trae como consecuencia la acidificación del medio intestinal lo que protege de la flora patógena invasiva e induce a un mejoramiento del sistema inmune (Dreher 2001; Guzmán 2008).

Alrededor del 75% de la fibra dietética presente en los alimentos se encuentra en la fracción insoluble (Dreher 2001). La mayoría de la fibra dietética consumida proviene de las frutas, verduras, legumbres, frutos secos y granos enteros. Debido a su gran contenido de agua, las frutas y verduras proporcionan menos fibra dietética por gramo de producto consumido que los granos enteros. Las fuentes con mayor concentración de fibra dietética son los granos enteros y salvado de cereales (Dreher 2001).

La estructura química y las propiedades físico – químicas de la fibra son importantes para los efectos nutricionales y funcionales. Por lo tanto, no solo se debe considerar la cantidad sino también el tipo de fibra (Femenia, Lefebvre et al. 1997). La ingesta diaria debería proveer una relación de FDI/FDS igual a 3 : 1; y con respecto a la ingesta deseable para un adulto debería ser de 20 – 35 g/día (Pak D. 2000; Guzmán C 2008; Redondo Márquez, Albert Torné et al. 2008).

Existen diferentes criterios para la valoración de un buen balance FDI/FDS de las fuentes naturales de fibra dietaria. Para que una fuente de fibra sea considerada con un buen balance FDI/FDS sus contenidos deben ser como mínimo 70/30 (Sánchez Guzmán 2005), generalmente se acepta que un recurso de fibra es adecuado para su uso como ingrediente en alimentos cuando la relación FDI/FDS sea cercana a 2 : 1

(Figuerola, Hurtado et al. 2008), mientras que, se considera fibras con excelente balance aquellas que guardan una proporción 50/50 (Sánchez Guzmán 2005).

El contenido y composición química de la fibra dietaria varía en los diferentes alimentos, depende de una serie de factores, como: Especie, madurez, parte de la planta de que se trate, incluso un mismo alimento puede diferir en su contenido de fibra, de acuerdo a su grado de madurez, refinación, tratamiento tecnológico (Pak D. 2000; Dreher 2001; Guzmán 2008)

Las proporciones de las diferentes fracciones de fibra dietaria encontradas en las plantas dependen de su grado de madurez. En las paredes de las células típicas de las plantas adultas o maduras, el porcentaje de lignina, celulosa y cenizas tiende a ser mayor, mientras que el porcentaje de los no polisacáridos, ceras y proteínas tiende a ser más bajo. La madurez del café se reconoce en la coloración que presenta el fruto, tornándose desde su estado inmaduro a su madurez óptima, de coloración que va de verde a amarillo y finalmente rojo oscuro (Braham and Bressani 1989; Ross 2005).

La expresión analítica de la fibra dietaria total incluye tanto la parte soluble como la insoluble en agua, es decir, sustancias sean fibrosas o no; mientras que la fibra cruda es el residuo que se obtiene luego de tratar los vegetales con bases y álcalis (Redondo Márquez, Albert Torné et al. 2008). Los valores de fibra cruda no tienen relación con el verdadero valor de la fibra dietética presente en los alimentos humanos; sin embargo, la fibra dietética generalmente suele ser de 3 a 5 veces mayor que la fibra cruda, pero no se puede hacer un factor de corrección porque dicha relación varía, dependiendo de los componentes químicos (Pak D. 2000).

Los métodos gravimétricos para el análisis de fibra dietaria pueden ser divididos en dos grupos. El primero, método detergente ácido (ADF) y neutro (NDF), que determinan la fracción insoluble y sus componentes individuales. El segundo grupo usa enzimas amilolíticas y/o proteolíticas para la determinación de la fracción soluble e insoluble

(Perez-Hidalgo, Guerra -Hernández et al. 1997). Los métodos enzimáticos gravimétricos cuantifican la fibra dietaria total incluido el almidón retrogrado RS3, empleando digestión enzimática secuencial (α -amilasa, proteasa y amiloglucosidasa) a temperaturas y pH óptimos, una vez medido el residuo gravimétricamente y posterior corrección en su contenido de residuos de cenizas y proteínas (Guzmán 2008).

2.2. Propiedades funcionales de la fibra dietaria

La importancia del conocimiento de estas propiedades radica en que podemos predecir sus efectos en el organismo. Las propiedades de hidratación de la fibra se refieren a la capacidad de retener agua dentro de su matriz, las fibras con fuertes propiedades de hidratación pueden incrementar la absorción de nutrientes en el intestino, como también pueden aumentar la viscosidad de los alimentos ingeridos, trayendo con esto un sinnúmero de beneficios a la salud (Figuerola, Hurtado et al. 2008; Guzmán C 2008; Redondo Márquez, Albert Torné et al. 2008). Es conocido que las características estructurales y la composición química de la fibra juega un papel muy importante en la cinética de la captación de agua (Frazzoli 2007; Figuerola, Hurtado et al. 2008), el agua puede ser atrapada por las estructuras capilares de las fibras como resultado de la tensión superficial, también podría interactuar con los componentes moleculares a través de la unión del hidrogeno (Figuerola, Hurtado et al. 2008).

Las propiedades de hidratación de la fibra dietaria son factores determinantes del contenido de agua en las heces y del aumento del peso de las mismas (Raghavendra, Ramachandra Swamy et al. 2006; Redondo Márquez, Torné et al. 2008). La máxima cantidad de agua que la fibra puede retener es dependiente de la fuente de fibra, del método de medición y preparación, así como de las características estructurales y físico químicas. Las propiedades de hidratación de la fibra dietaria determinan su nivel óptimo de incorporación en alimentos en función de mantener una textura deseable en los mismos. Usualmente, las propiedades de hidratación son descritas en medida de dos parámetros diferentes: Capacidad de retención de agua y capacidad de

hinchamiento (Dreher 2001; Raghavendra, Ramachandra Swamy et al. 2006). La formación de geles, se produce debido a la presencia de diversos polisacáridos hidrofílicos que a su vez poseen numerosos grupos hidroxilos libres, que tienen la capacidad de retener agua (Dreher 2001).

La capacidad de adsorción de grasa está relacionada directamente con el tamaño, área superficial de partícula, composición química de la fibra, propiedades superficiales, la densidad y las características hidrofobias de las partículas de la fibra. Esta mide de forma directa la capacidad de retención de aceite de una fibra (Femenia, Lefebvre et al. 1997).

CAPÍTULO 3: OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Generar conocimientos sobre recursos potenciales de fibra dietaria.

3.2. Objetivos específicos

1. Cuantificar y caracterizar la fibra dietaria en el residuo del café (pulpa) de la especie *Coffea arabica* var. *Typica*, de tres sitios diferentes.
2. Determinar las propiedades funcionales de la fibra dietaria en el residuo de café (pulpa) de la especie *Coffea arabica* var. *Typica*, de tres sitios diferentes.

CAPÍTULO 4: MATERIALES Y METODOS

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materia prima

Se usó como materia prima la pulpa resultante del beneficio húmedo del café "*Coffea arabica* var. *Typica*"; se escogió esta especie por ser la predominante en la provincia de Loja (Anecafé 2008). Para la obtención de la pulpa se trabajó con café en cerezo procedente de productores identificados de tres sitios diferentes: El Pangui (814 msn) y Palanda (1300 msn) en la provincia de Zamora Chinchipe y Vilcabamba (1500 msn) en la provincia de Loja. El café en cerezo recolectado tuvo una acidez titulable entre 0,6 y 0,9 mL de NaOH, 10.4 a 10.8% de sólidos solubles medidos en el refractómetro modelo REF 103, color N34-A "Orange Red Groups" respecto a la carta colorimétrica "The Royal Horticultural Society" y tamaño de grano de 0.7 – 0,9 cm de diámetro.

4.2. Muestreo

Se realizó en el centro de beneficio del lugar de donde procede la muestra (Palanda, Vilcabamba y El Pangui); se tomaron cinco muestras de café en cerezo, con un tamaño de muestra de 3 kg, en función del tamaño de los lotes que variaron entre 50 y 500 kg (NTON-17002-02 2002). Para completar los 3 kg de muestra se dividió esta cantidad para el número de sacos existentes, así se determinó el peso de café a tomar de cada saco. En las muestras se verificó la indicación de que el contenido de granos verdes no supere el 5% (Procafé 2008).

4.3. Obtención de la pulpa de café

El café en cerezo se sometió al proceso de despulpado (Enrique 1997; Procafé 2008), esta actividad se realizó en cada centro de beneficio. Consistió en la separación mecánica de la pulpa del resto del grano de café, para esto se usó en los tres sitios una despulpadora mecánica marca FIMAR N^o 2 – ½ de fabricación colombiana, cada muestra se despulpó por separado.

La pulpa fresca (83.99 – 86.48% de humedad) fue transportada a la ciudad de Loja en recipientes plásticos independientes; para luego proceder con su deshidratación, que se realizó mediante convección forzada en estufa, marca Cole Parmer 1, de fabricación estadounidense, a una temperatura de $60 \pm 1^\circ\text{C}$ (Barazarte, Sangronis et al. 2008; Figuerola, Hurtado et al. 2008; Procafé 2008), durante 48 horas, tiempo establecido en pruebas preliminares como necesario para que la pulpa alcance un contenido de humedad constante inferior al 10% aconsejado para asegurar la vida útil y evitar reacciones de deterioro enzimático y no enzimático que pueden afectar en la calidad del concentrado (Figuerola, Hurtado et al. 2008).

La pulpa deshidratada se sometió a la acción de un molino de laboratorio Soulder Colorado, Part No 3010-019 de fabricación estadounidense, luego se separó de cada muestra la fracción de partículas de tamaño comprendido entre 220 y 640 μm (Villaroel, Acebedo et al. 2003; Sáenz, Estévez et al. 2007), esto con ayuda de un equipo de tamizar RETSCH A-200 de fabricación estadounidense. Luego las muestras fueron almacenadas en fundas plásticas con cierre hermético “Ziploc”, esto para evitar cualquier efecto del medio ambiente en la calidad del residuo fibroso.

4.4. Métodos analíticos (Horwitz and W. Latimer 2005)

Se determinó el contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble. Además, se realizó la determinación del contenido de humedad, grasa, proteína, cenizas, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno en una muestra, que fue tomada luego de mezclar por sitio todas las muestras de la pulpa de café deshidratada.

4.4.1. Humedad (AOAC 934.06)

El contenido de agua fue cuantificado mediante deshidratación a 70°C , durante periodos de cinco horas hasta peso constante, esto en estufa a vacío por convección forzada. La determinación se realizó en pulpa fresca y deshidratada.

4.4.2. Grasa (AOAC 954.02)

Fue analizado gravimétricamente mediante extracción con éter usando el aparato Soxhlet.

4.4.3. Proteína (AOAC 920.152)

Se cuantificó en las muestras mediante su digestión en medio ácido y destilación de éstas con ayuda del aparato Kjeldahl, posteriormente se realizó la titulación del destilado con una base estandarizada; con este método se determina el contenido de Nitrógeno y para convertir éste a proteína se corrigió con el factor numérico constante de 6.25.

4.4.4. Cenizas (AOAC 942.05)

Se realizó gravimétricamente por incineración de las muestras durante tres horas a 525°C en una mufla.

4.4.5. Fibra cruda (AOAC 962.09)

Se cuantificó mediante gravimetría, empleando dos hidrólisis, primero una ácida y posterior a ésta una básica, luego se determinó las cenizas de la muestra y por diferencia entre este peso y el del filtrado previamente seco se obtuvo el porcentaje de fibra cruda.

4.4.6. Extracto libre de nitrógeno

Se lo determinó matemáticamente por la siguiente expresión:

$$ELN = 100\% - (\% \text{ humedad} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ fibra cruda})$$

4.4.7. Fibra dietaria total, soluble e insoluble (Método Basado en AOAC 991.43 y AACC 32-07)

El método enzimático gravimétrico cuantifica el contenido de fibra dietaria basándose en la diferencia entre los pesos de la proteína y la ceniza del residuo de la muestra que ha sido tratada con etanol.

4.4.7.1. Contenido en fibra dietaria total, soluble e insoluble

El contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble se lo determinó mediante el método Enzimático – Gravimétrico (ver figura 1) (Horwitz and W. Latimer 2005). La fibra es medida por duplicado en muestras previamente deshidratadas y con un contenido de grasa menor al 10%. Las muestras fueron sometidas a digestión a 98°C con α -amilasa para producir la gelatinización, hidrólisis y la despolimerización del almidón; se incubó a 60°C con proteasa y amyloglucosidasa para producir la solubilización y despolimerización de las proteínas y para hidrolizar los fragmentos de almidón a glucosa. Posteriormente las muestras fueron tratadas con cuatro volúmenes de etanol para facilitar la precipitación de la fibra dietaria soluble y para la remoción de la proteína y glucosa despolimerizada proveniente del almidón. Este residuo fue filtrado y lavado con etanol (78 y 95%) y acetona, se sometió a un proceso de secado a 103°C y luego de ello se lo pesó.

Para la determinación de la fibra dietaria insoluble (ver figura 2), luego de la acción de las enzimas (α -amilasa, proteasa y amyloglucosidasa) se filtra la solución, el residuo es lavado con dos alícuotas de 10 mL de agua caliente, etanol al 95% y acetona, el residuo se seca a 103°C en una estufa durante toda la noche y se enfría.

En el procedimiento para la determinación de fibra dietaria soluble la solución que contiene una mezcla de las enzimas empleadas para los procesos anteriormente descritos, fue filtrada, al líquido resultante de la filtración se le agregó etanol al 95% a 60°C para ayudar a la precipitación de la fibra dietaria soluble, esta solución se filtró y se lavó con etanol (78 y 95%) y acetona. Finalmente el residuo se secó, enfrió y pesó.

En los tres procedimientos anteriores un duplicado se analizó para proteína y el otro fue incinerado a 525°C para la determinación de cenizas. El valor numérico de la fibra dietaria (total, soluble e insoluble), corresponde al resultado de la diferencia entre el peso del residuo filtrado seco y los porcentajes de la proteína y ceniza determinados independientemente aplicando las técnicas habituales.

El cálculo para determinar el contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble se lo realizó aplicando la siguiente fórmula:

$$\%FD = \frac{\text{Peso del residuo} - \text{proteína} - \text{cenizas} - \text{blanco}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

4.4.8. Propiedades funcionales (Femenia, Lefebvre et al. 1997)

Las propiedades funcionales, incluyen las propiedades de hidratación (capacidad de retención de agua CRA, capacidad de hinchamiento CH), solubilidad y capacidad de adsorción de grasa CAG; las propiedades de hidratación fueron medidas usando muestras hidratadas en solución fosfato-buffer (pH 6.3), con lo que se busca simular las condiciones existentes en los productos alimenticios.

4.4.8.1. Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA) fue medida como el agua retenida por la fracción insoluble de la fibra. Se pesó 2.5 g de muestra que fue suspendida en la solución buffer (50 mL) por 24h a temperatura ambiente, luego se centrifugó (1500 rpm X 20 min). Los sólidos precipitados fueron pesados conjuntamente con los obtenidos de la filtración del líquido sobrenadante (P_1) y secados a 102°C durante toda la noche. Posteriormente se enfrió y pesó (P_2) (ver figura 3). La CRA está dada por la siguiente relación: $P_1 - P_2 / (P_2 - K)$, donde $K = a(P_1 - P_2)$ y $a = 28 \cdot 10^{-3}$ g sal (fosfato)/mL.

4.4.8.2. Capacidad de hinchamiento (CH)

Para ésta determinación se usaron probetas graduadas de 25 mL. Se registró el volumen inicial (V_i) de la muestra (0.5 – 1.0g) y se agregaron 10 mL de la solución

buffer, la muestra se dejó en reposo por 16h y posteriormente se midió el volumen final (V_2) (ver figura 4). La CH se expresa como mL/g de muestra seca.

$$CH = \frac{(V_2 - V_1)}{W}$$

Donde w = peso de la muestra

4.4.8.3. Solubilidad (S)

Fue medida en conjunto con la capacidad de retención de agua, está dada por el porcentaje perdido del peso seco de la muestra original (W), después de la recuperación del material insoluble (W_o) usado para la determinación de CRA.

$$S = \frac{(W - W_o) \times 100}{W}$$

4.4.8.4. Capacidad de adsorción de grasa (CAG)

La muestra ($W = 5$ g) fue mezclada con aceite de girasol (30 mL) cuyos ingredientes son aceite puro de girasol, antioxidante HBQL y ácido cítrico. Se dejó en reposo toda la noche a temperatura ambiente, luego se centrifugó (1500 rpm X 20 min), se eliminó el sobrenadante y se pesó (W_o) (ver figura 5); la CAG es expresada como g aceite/g muestra.

$$CAG = \frac{(W_o - W)}{W}$$

4.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos están expresados como media y desviación típica de cinco repeticiones.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Caracterización de la pulpa de café

Los datos de los sólidos solubles totales, acidez titulable y color, en conjunto son un indicador del grado de madurez del café. Los sólidos solubles totales fueron de 10.4 a 10.8%; la acidez titulable de 6 a 9 mL de NaOH/100 g de muestra y el color en todos los casos fue N34-A "Orange Red Groups", típicos para el café en cerezo de 210 días después de la floración catalogado en estado de madurez "Pintón" y que produce una bebida con calidad sensorial buena en taza: Intensidad del aroma de café molido, aroma de la bebida, acidez, amargo e impresión global buena (Marín López, Arcila Pulgarín et al. 2003).

El rango de los datos obtenidos de sólidos solubles totales y acidez titulable (ver cuadro 1) no ha afectado la coloración presentada por los frutos de café en cerezo, siendo el N34-A "Orange Red Groups" igual para los frutos procedentes de los tres diferentes sitios.

Cuadro 1.

Características de la pulpa fresca de café

Lugar	Humedad (%)	Sólidos solubles totales (%)	Acidez titulable mL NaOH 0.1 N/100 g	Color *
Palanda	86.5	10.4	8.0	N34-A "Orange Red Groups"
Vilcabamba	83.9	10.7	9.0	N34-A "Orange Red Groups"
El Pangui	85.0	10.8	6.0	N34-A "Orange Red Groups"

* The Royal Horticultural Society
n = 1

Los contenidos de fibra cruda y extracto libre de nitrógeno de la pulpa de café deshidratada (ver cuadro 2) provenientes de tres sitios diferentes, son comparables en el rango de 21.4 a 23.1% y de 56.5 a 56.6%, respectivamente. La fibra cruda se ve influenciada por la fuente y el grado de madurez de la planta (Pak D. 2000; Dreher

2001; Guzmán C 2008), que en este caso se trató de la misma especie, variedad y grado de madurez. Estos datos fueron comparados con los de otras pulpas provenientes de diferentes países, siendo comparables en el valor de la fibra cruda de las pulpas obtenidas de la especie *arabica* y mezcla de ésta con otras. El aporte de extracto libre de nitrógeno de las pulpas analizadas en el presente trabajo es inferior al reportado en las otras investigaciones a excepción de la realizada en América Central.

Cuadro 2.

Composición química (g/100g BS) de la pulpa de café deshidratada

Lugar	Proteína	Cenizas	Grasa	Fibra cruda	ELN	Referencias
Palanda	11.7	6.9	2.9	21.9	56.6	Nuestro trabajo
Vilcabamba	10.4	6.8	2.5	23.1	56.6	
El Pangui	10.8	6.7	2.4	21.4	56.5	
América Central *	12.8	9.5	2.8	24.0	50.8	(Braham and Bressani 1989)
Distrito de Chikkamagalur (región de Karnataka) India **	10.1	1.5	0.48	21.4	66.5	(Narasimha, Antonette et al. 2003)
Monagas, Venezuela ***	3.9	9.1	3.9	22.9	60.3	(Noriega Salazar, Ramón et al. 2008)
Planta en Jalapa (Vera Cruz, México) ****	14.3	8.4	3.1	15.6	58.5	(Yann, Luís et al. 2003)

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno

BS: Base seca

* Especie *Arabica* y *Bourbon*; ** Especie *Arabica* y *Robusta*; *** Especie *Arabica* var. *Typica*; **** Especie no identificada

5.2. Contenido de fibra dietaria

Los deshidratados de pulpa de café de los tres sitios estudiados presentan un contenido de fibra dietaria total (ver cuadro 3) entre 24.35 y 25.21%. El estado de madurez “Pintón”, con que fue cosechado el café de los tres sitios podría ser la razón de la diferencia inferior a un punto porcentual entre los valores de fibra dietaria total de los tres sitios y entre los datos de cada fracción de la fibra dietaria. Este criterio se respalda en la aseveración de que el contenido de fibra dietaria total y la relación FDI/FDS se ve influenciada por el grado de madurez, especie y parte de la planta de

que se trate (Pak D. 2000; Marín López, Arcila Pulgarín et al. 2003; Guzmán C 2008; Redondo Márquez, Albert Torné et al. 2008).

Cuadro 3.

Contenido de fibra dietaria (g/100g) de la pulpa de café deshidratada

Lugar	Fibra dietaria			Relación FDI/FDS
	Total	Soluble	Insoluble	
Palanda	24.35 ± 0,16 ^a	3.78 ± 0,09 ^a	20.54 ± 0,22 ^a	5,45 : 1
Vilcabamba	25.21 ± 0.21 ^a	3.93 ± 0.06 ^a	21.24 ± 0.18 ^a	5,40 : 1
El Pangui	24.68 ± 0.06 ^a	3.81 ± 0.03 ^a	20.89 ± 0.05 ^a	5,48 : 1

FDS: Fibra dietaria soluble

FDI: Fibra dietaria insoluble

^a Promedio ± desviación estándar ($\bar{x} \pm s$)

n = 5

Haciendo una comparación del aporte de fibra dietaria total entre la pulpa de café deshidratada y algunas verduras: Acelga, pimentón, zanahoria y zapallo (Guzmán C 2008), el contenido presente en éstas, en base seca, es superior; sin embargo la importancia del aporte en fibra dietaria de un alimento va a depender de su contenido de agua (Guzmán C 2008), por consiguiente, las verduras frescas por su alto contenido de agua (>82%) van a contribuir con una cantidad proporcional menor por porción ingerida que la pulpa de café deshidratada.

El contenido de fibra dietaria total de la pulpa de café deshidratada del presente trabajo es inferior en un rango de 41 a 72% a los valores reportados en residuos deshidratados de frutas tales como: Coco (63.2%), limón (60.1, 68.3%), mango (71.5%), manzana (60.7 – 89.8%), naranja (64.3%), piña (85.2%) y toronja (44.2, 62.6%) (Larrauri, Rupèrez et al. 1996; Fernández, Falco et al. 2006; Flórez, Román et al. 2006; Raghavendra, Ramachandra Swamy et al. 2006; Figuerola, Hurtado et al. 2008). Esto se explica, ya que, la parte comestible de las frutas tiene un alto contenido de fibra dietaria total, que la convierte en un buen recurso de este nutriente. (Figuerola, Hurtado et al. 2008; Guzmán C 2008; Redondo Márquez, Albert Torné et al. 2008), si a esto le sumamos el hecho de que los deshidratados de las frutas mencionadas se prepararon

además de la pulpa, con piel y semillas que aportan entre 64 y 86% de fibra dietaria total, como en el caso de la maracuyá (Chau and Huang 2003), mientras que en este trabajo se analizó únicamente una de las partes no comestible del fruto (pulpa).

La pulpa de café deshidratada tiene una relación FDI/FDS en el rango de 5.40 : 1 a 5.48 : 1, que podría ser atribuida al hecho de que la pulpa analizada incluye la piel del fruto que en términos generales son ricas en porción insoluble (Jaime, Mollá et al. 2002), al estado de madurez “Pintón” del fruto, ya que, el porcentaje de celulosa y de lignina aumenta con la maduración, lo contrario ocurre con la hemicelulosa y la pectina (Redondo Márquez, Albert Torné et al. 2008), y a la ubicación exterior del tejido utilizado, considerando que la relación FDI/FDS es menor en los tejidos internos (endocarpo, mesocarpo) respecto a los externos (epicarpo) (Jaime, Mollá et al. 2002).

En la pulpa de café deshidratada, el 85% de la fibra dietaria total corresponde a la fracción insoluble, que es la forma más común de encontrar la fibra dietaria en los alimentos naturales, en éstos, alrededor del 75% de la fibra dietaria está presente en modalidad de fracción insoluble (Dreher 2001; Ramírez and Pacheco de Delahaye 2009), incrementándose ésta a medida que los tejidos se van acercando al exterior del fruto (Jaime, Mollá et al. 2002). La pulpa de café es uno de los recursos que presentan alta proporción de fibra insoluble, similar contenido se reporta en investigaciones para deshidratados de corteza de limón var. *Eureka* (85%), corteza de naranja var. *Valencia* (84%); inferior en residuos sin cáscara parcialmente agotados de piña (88 - 97%) (Fernández, Falco et al. 2006; Flórez, Román et al. 2006), pulpa de manzana var. *Liberty* (91%) (Figueroa, Hurtado et al. 2008); y superior al de corteza de mango (61%) (Larrauri, Rupèrez et al. 1996) y pulpa de manzana var. *Granny Smith* (82%) (Figueroa, Hurtado et al. 2008). Comparando los resultados de este trabajo con los de las investigaciones antes mencionadas, en todos los casos el aporte de fibra dietaria insoluble es considerable, haciendo que la relación FDI/FDS difiera de los criterios de 1 : 1; 2 : 1 y 2.3 : 1 mencionados para calificar a los recursos de fibra dietaria como excelente en el primer caso y adecuado en los siguientes (Sánchez Guzmán 2005; Figueroa, Hurtado et al. 2008). Únicamente el deshidratado de corteza de mango

(Larrauri, Rupèrez et al. 1996) tiene una relación (1.5 : 1) cercana al criterio de excelente.

La relación FDI/FDS de la pulpa de café del presente trabajo es comparable a la de otros recursos naturales estudiados como: Limón var. *Eureka* (5.5 : 1) y de naranja var. *Valencia* (5.3 : 1) (Figuerola, Hurtado et al. 2008), mientras que los residuos de pulpa de manzana var. *Liberty* (9.9 : 1), pulpa de manzana var. *Granny Smith* (12.9 : 1) (Figuerola, Hurtado et al. 2008) y piña sin cáscara parcialmente agotados (36 : 1) (Fernández, Falco et al. 2006) presentan una relación más alta.

5.3. Propiedades funcionales

Los residuos de pulpa de café deshidratados de los tres sitios mostraron resultados cercanos entre sí en lo referente a capacidad de retención de agua (5.7 - 5.8 g/g), solubilidad (20.4 - 20.8 mL/g), capacidad de hinchamiento (2.8 - 3.0 mL/g); y capacidad de adsorción de grasa (0.6 - 0.7 g/g), que podría deberse a que todas las muestras fueron sometidas a iguales condiciones de tratamiento de secado, tamaño de partícula e hidratación de las muestras en solución buffer estándar (pH 6.3), condiciones que influyen en las propiedades funcionales de la fibra (Femenia, Lefebvre et al. 1997).

Cuadro 4.

Propiedades funcionales de la fibra de pulpa de café deshidratada

Lugar	pH 6,3 *			Capacidad de adsorción de grasa (g/g)
	Capacidad de retención de agua (g/g)	Solubilidad (mL/g)	Capacidad de hinchamiento (mL/g)	
Palanda	5.7 ± 0.35 ^a	20.8 ± 0.75 ^a	3.0 ± 0.10 ^a	0.6 ± 0.02 ^a
Vilcabamba	5.8 ± 0.46 ^a	20.4 ± 0.61 ^a	2.8 ± 0.57 ^a	0.7 ± 0.02 ^a
El Panguí	5.8 ± 0.77 ^a	20.4 ± 0.68 ^a	3.0 ± 0.39 ^a	0.7 ± 0.04 ^a

* Valor del pH de la solución Buffer

^a Promedio ± desviación estándar ($\bar{x} \pm s$)

n = 5

Las propiedades de hidratación (capacidad de retención de agua e hinchamiento) fueron comparadas con los trabajos realizados por Femenia, Lefebvre (1997) y

Figuerola, Hurtado (2008), considerando que en los tres estudios las muestras fueron sometidas a iguales condiciones de hidratación en solución fosfato buffer (pH 6.3), lo que garantiza condiciones similares respecto a la fuerza iónica que en el caso de la solución buffer es mayor a la del agua normal o destilada, factor que influye en las propiedades funcionales de la fibra dietaria (Femenia, Lefebvre et al. 1997; Figuerola, Hurtado et al. 2008).

La capacidad de retención de agua (CRA) de la pulpa de café deshidratada es baja en función del criterio de que, una fibra tiene alta CRA cuando su valor oscila entre 10 y 12 g/g (Sánchez Guzmán 2005). Comparando ésta capacidad con la de otros residuos se puede decir, que es superior a la de la naranja (1.65 g/g), toronja (2.09, 2.26 g/g), limón (1.74, 1.85 g/g) y manzana (1.62 - 1.87 g/g) (Figuerola, Hurtado et al. 2008); similar a los deshidratados del flósculo de la coliflor tratado a 75°C (5.7 g/g) (Femenia, Lefebvre et al. 1997), e inferior al valor del flósculo de coliflor tratado a 40°C (12.8 g/g) y de los deshidratados de tallo y mezcla de tallo-flósculo de coliflor tratados a 40 y 75°C (Femenia, Lefebvre et al. 1997). Mientras que la capacidad de hinchamiento de los deshidratados de pulpa de café es inferior al de todos los deshidratados de flósculo, tallo y mezcla de tallo-flósculo de coliflor (4.2 a 17.5 g/g) tratados a 40 y 75°C (Femenia, Lefebvre et al. 1997) y los de toronja, limón, naranja y manzana (6.11 a 9.19 mL/g) (Figuerola, Hurtado et al. 2008). Las diferencias pueden ser atribuidas al distinto tamaño de partícula de los residuos estudiados y a otros factores como la porosidad y tipo de estructura de las fibras que son intrínsecos a cada producto (Villaroel, Acebedo et al. 2003).

La capacidad de adsorción de grasa depende de las propiedades superficiales, densidad, espesor y naturaleza hidrofobia de las partículas de la fibra (Femenia, Lefebvre et al. 1997; Figuerola, Hurtado et al. 2008). La capacidad de adsorción de grasa de los deshidratados de la pulpa de café que varía de 0.6 a 0.7g/g es inferior a los valores reportados para las frutas y vegetales (<2 g/g) y cereales (2 – 4 g/g) (Femenia, Lefebvre et al. 1997).

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El contenido de fibra dietaria, sus fracciones, la relación FDI/FDS y las propiedades funcionales no fueron influenciadas por el lugar de cultivo del café.
- El resultado de fibra dietaria de la pulpa de café deshidratada hace que se considere como un buen recurso de ésta, principalmente como fuente de fibra dietaria insoluble por su alta proporción (85%), comparable con la de los deshidratados provenientes de residuos de limón, naranja, piña, manzana y mango.
- El balance FDI/FDS, diferente al que indica la bibliografía como adecuado, sugiere el aprovechamiento del deshidratado de la pulpa de café como un ingrediente para la elaboración de concentrados de fibra dietaria.
- El deshidratado de pulpa de café puede ser considerado como un recurso de fibra dietaria con baja capacidad de retención de agua y adsorción de grasa.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda buscar alternativas para mejorar el balance de FDI/FDS, pudiendo ser: Los tratamientos enzimáticos, la mezcla con residuos de otras frutas o leguminosas con alto aporte en fibra dietaria soluble.
- Para alcanzar mejores resultados referentes a las propiedades de hidratación y adsorción de grasa sería conveniente tratar la muestra a diferentes tamaños de partícula, factor extrínseco modificable.
- Es de interés para la industria de los alimentos los recursos de fibras que contienen compuestos asociados que promueven efectos benéficos en la salud, como: Carotenos, tocoferoles, flavonoides, polifenoles, vitaminas y minerales. . Por lo que es recomendable que futuras investigaciones sobre fuentes de fibra

dietaria sean concebidas desde una perspectiva que permita dar resultados que potencien su valor.

**CAPÍTULO 7: REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anecafé (2008). Anecafé, asociación nacional de exportadores de café Anecafé 25 años Manta: 61.
- Barazarte, H., E. Sangronis, et al. (2008). "La cáscara de cacao (Theobromina cacao L.): una posible fuente comercial de pectinas." Archivos Latinoamericanos de Nutrición
- Braham, J. E. and R. Bressani (1989). Coffee Pulp. Composition, Technology and Utilization. Institute of Nutrition of Central America and Panama. Ottawa, International Development Research Centre (IDRC).
- Castillo Ramos, R., C. A. Leila, et al. (2008). Estudio de la Composición Química del Residuo Sólido del beneficio Humedo del Café en Bahía Honda, Pinar del Río. CIGET Pinar del Río. Pinar del Río, Avances. **10 (No 1)**
- Cummings, J. H. and A. M. Stephen (2007). "Carbohydrate terminology and classification.(Joint FAO/WHO Scientific Update on Carbohydrates in Human Nutrition)(Review)." European Journal of Clinical Nutrition **61(S1)**: S5.
- Chau, F. C. and Y. L. Huang (2003). "Characterization of passion fruit seed fibres-a potencial fibre source " Food Chemistry **85**: 194.
- Dreher, M. L. (2001). Dietary Fiber Overview. Handbook of Dietary Fiber. S. Sungsoo Cho and M. L. Dreher. New York, Marcel Dekker, Inc
- Enrique, C. P. (1997). Manual Técnico Cafetalero Llma, asociación de Exportadores.
- Femenia, A., A. C. Lefebvre, et al. (1997). "Physical and Sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber." Journal of Food Science **62 N. 4**: 635-639.
- Fernández, M., A. S. Falco, et al. (2006). "Obtención de Concentrado de fibra de Piña (Ananas Comosus L.)." Ciencia y Tecnología de Alimentos **16**: 6.
- Ferrer, R., G. Páez, et al. (1995). Ensilaje de la Pulpa de Café. Revista de la Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia. Maracaibo, Universidad de Zulia. **12**: 417-428.
- Figuerola, F., M. L. Hurtado, et al. (2008). "Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment." Facultad de Ciencias Agrarias de Chile, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos
- Flórez, O., O. Román, et al. (2006). "Optimización de un Preparado Sólido de Fibra Dietaria a Partir de Diferentes Residuos de Frutas." Revista de la Facultad de Química Farmacéutica **13**: 5.
- Frazzoli, A. (2007). Determination of Hydration Properties of Insoluble Plant Material with Different Methods under Physiological Conditions. Dottoressa in Chimica Industriale. Italia, Università degli studi di Bologna. **Natural Sciences**: 133.
- García Ochoa, O. E., R. B. Infante, et al. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria. Análisis Venezolano de Nutrición Caracas, www.scielo.org.ve. **21(1)**: 25-30.
- Gartzia, I. (2008). Agrofibra: Desarrollo de ingredientes alimentarios a base de fibra dietética procedentes de residuos agroalimentarios. C. AZTI/DAPA. Sukarrieta, Dpto Agricultura, pesca y Alimentación, Eusko Jaurlaritza - Gobierno Vasco.

- Gualtieri, A. M., C. Villalta, R., et al. (2007). Producción de biomasa se *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis* usando residuos de pulpa de *Coffea arabica* L. Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel Caracas.
- Guzmán C, E. (2008). Fibra Dietética. U. d. Chile. Santiago de Chile, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos: 31.
- Horwitz, W. and G. W. Latimer (2005). Official Methods of Analysis. Maryland, AOAC International 7.
- Jaime, L., E. Mollá, et al. (2002). "Structural Carbohydrate Differences and Potential Source of Dietary Fiber of Onion (*Allium cepa* L.) Tissues." J. Agric. Food Chem. **Vol. 50**: 122-128.
- Jiménez, R. (2009). Proyección de Fapecafé. Loja.
- Larrauri, J. A., P. Rupèrez, et al. (1996). "Mango Peels as a New Tropical Fibre: Preparation and Characterization." Ledensm .-Wiss. u.- Technol **29**.
- Marín López, S. M., J. Arcila Pulgarín, et al. (2003). Cambios Físicos y Químicos durante la Maduración del Fruto de Café (*Coffea arabica* L. var. *Colombia*). Cenicafé, Revista de Centro Nacional de investigadores de Café. Caldas, COLCIENCIAS. **54**: 208-225.
- Moreira, G. (2009). Productores de café reutilizan los residuos. El Telégrafo. Guayaquil, El Telégrafo. **1**.
- Morón, C., I. Zacarías, et al. (1997). Análisis de fibra dietética. D. d. Agricultura. Santiago de Chile, FAO.
- Morón, C., I. Zacarías, et al. (1997). "Produccion y Manejo de Datos de Composicion Quimica de Alimentos en Nutricion." Organizacion de las Naciones Unidas para la Aglicultura y la Alimentacion
- Moya Portugués, M., M. Durán, et al. (1990). Obtención de Derivados Celulósicos a Partir de Desechos de Café. Agronomía Costarricense. Heredia: 169-174.
- Narasimha, M., D. S. Antonette, et al. (2003). "An effluent treatment-cum-electricity generation option at coffee estates: is it financially feasible?" International Energy Initiative, Bangalore **1**: 16.
- Noriega Salazar, A., S. A. Ramón, et al. (2008). "Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal." Zootecnia Tropical **26**: 8.
- NTON-17002-02 (2002). Norma Tecnica de Muestreo de Granos Comerciales Republica de Nicaragua, America Central. C. N. d. N. T. y. Calidad. Managua Gobierno Nicaraguense: 17.
- Oakenfull, D. (2001). Physicochemical Properties of Dietary Fiber: Overview. Handbook of dietary Fiber. S. Sungsoo Cho and M. L. Dreher. New York, Marcel Dekker. Inc.
- Pak D., N. (2000). "La fibra dietética en la alimentación humana, importancia en la salud." Anales de la universidad de Chile **VI, serie 11**.
- Perez-Hidalgo, M., E. Guerra -Hernández, et al. (1997). "Determination of insoluble dietary fiber compounds: cellulose, hemicellulose and lignin in legumes." Ars Pharmaceutica **38 (4)**: 357 -364.
- Pico, F. (2009) "La Pulpa de Café de: Residuo a Alimento. ." **1**.
- Procafé (2008). Recolección y Beneficiado Humedo del Café. La libertad, Procafé.

- Raghavendra, S. N., S. R. Ramachandra Swamy, et al. (2006). "Grinding characteristic and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber." Jornal of Food Engineering **72**: 281-286.
- Ramírez, A. and E. Pacheco de Delahaye (2009). "Propiedades Funcionales de Harinas Altas en Fibra Dietética Obtenidas de Piña, Guayaba y Guanábana." Interciencia **34**: 293-298.
- Redondo Márquez, L., R. Albert Torné, et al. (2008). Fibra Terapéutica. Madrid, Laboratorios Madaus S.A.
- Restrepo, J. (2000). Caracterización Física y Química de los Frutos del Café. Corporación educativa para el desarrollo Costarricense.
- Ross, I. (2005). Medicinal Plants of the World New Jersey, Humana Press.
- Sáenz, C., A. M. Estévez, et al. (2007). "Utilización de residuos de la industria de jugos de naranja como fuente de fibra dietética en la elaboración de alimentos." Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Organó Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición **57**: 186 - 191.
- Sánchez Guzmán, B. S. (2005). Caracterización Físicoquímica y Funcional de la Fibra Dietética del Fruto del Níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la Cáscara de Mango Obo (*Mangifera indica* L). Instituto de Agroindustrias. Oaxaca, Universidad Tecnológica de la Mixteca. **Ingeniero en Alimentos: 76**.
- Smith, A. and S. Theodore (2009). ¿Son Los Precios del Café Demasiado Altos? Industria Alimenticia, Para los Procesadores de Alimentos Latinoamericanos Londres.
- Tecnología, P. d. C. y. (2002). Científicos mexicanos buscan industrializar la pulpa de café. Investigación y Desarrollo ID. México DF.
- Villaroel, M., C. Acebedo, et al. (2003). "Propiedades funcionales de la fibra de musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería " Archivos Latinoamericanos de Nutrición **53 No 4**.
- Yann, M., A. J. Luís, et al. (2003). "Dietary Utilisation of Protein and Energy from Fresh and Ensiled Coffee Pulp by the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*." Brazilian Archives of Biology and Technology **46**: 231.

CAPÍTULO 8: ANEXOS

8. ANEXOS.

Tabla 1.

Composición química (%) de la pulpa de café deshidratada

Lugar	Humedad	Proteína	Cenizas	Grasa	Fibra cruda	ELN
Palanda	9.26	10.63	6.26	2.63	20.9	50.3
Vilcabamba	9.49	9.44	6.12	2.68	20.9	51.4
El Pangui	9.41	9.76	6.02	2.61	20.9	51.3

ELN: Extracto Libre de Nitrógeno
n = 1

Tabla 2.

Contenido de fibra dietaria (g/100 g) de la pulpa de café deshidratada del sitio Palanda

Muestra	Humedad	Fibra dietaria en base húmeda			Fibra dietaria en base seca		
		Total	Soluble	Insoluble	Total	Soluble	Insoluble
1	9.33	18.86	3.46	22.33	20.81	3.81	24.62
2	9.09	18.56	3.42	22.02	20.41	3.76	24.22
3	9.49	18.39	3.51	21.95	20.32	3.88	24.25
4	9.04	18.64	3.45	22.11	20.49	3.80	24.31
5	9.33	18.76	3.30	22.07	20.69	3.64	24.34

Tabla 3.

Contenido de fibra dietaria (g/100 g) de la pulpa de café deshidratada del sitio Vilcabamba

Muestra	Humedad	Fibra dietaria en base húmeda			Fibra dietaria en base seca		
		Total	Soluble	Insoluble	Total	Soluble	Insoluble
1	9.50	19.49	3.56	23.09	21.54	3.93	25.51
2	9.67	19.21	3.51	22.76	21.27	3.88	25.19
3	9.79	19.31	3.63	22.96	21.40	4.02	25.45
4	9.24	19.07	3.51	22.59	21.01	3.87	24.89
5	9.26	19.06	3.59	22.68	21.00	3.96	24.99

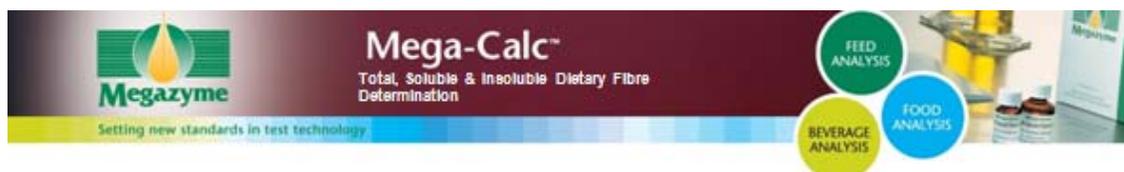
Tabla 4.

Contenido de fibra dietaria (g/100 g) de la pulpa de café deshidratada del sitio El Pangui

Muestra	Humedad	Fibra dietaria en base húmeda			Fibra dietaria en base seca		
		Total	Soluble	Insoluble	Total	Soluble	Insoluble
1	9.10	18.95	3.44	22.40	20.85	3.79	24.64
2	9.57	19.00	3.43	22.44	21.01	3.80	24.81
3	9.27	18.87	3.49	22.36	20.80	3.85	24.65
4	9.43	18.91	3.44	22.35	20.88	3.80	24.68
5	9.68	18.90	3.46	22.36	20.92	3.83	24.75

Tabla 5.

Fibra dietaria total de los sitios: Palanda y Vilcabamba



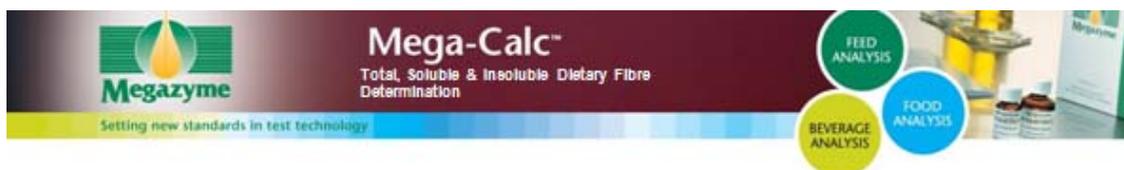
Sample detail: FIBRA DIETARIA TOTAL

[Instructions](#)
[Contact Us](#)

Sample identifier	Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre % w/w	
	m ₁ (g)	m ₂ (g)	R ₁ (sample) or BR ₁ (blank) (g)	R ₂ (sample) or BR ₂ (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)		
1 M1 Palanda	Sample	1,0029	1,0058	0,4405	0,3921	0,0575	0,0829	22,3272
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	
2 M2 Palanda	Sample	1,0085	1,0096	0,4439	0,3841	0,0581	0,0820	22,0229
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	
3 M3 Palanda	Sample	1,0045	1,0044	0,4881	0,3358	0,0579	0,0820	21,9481
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	
4 M4 Palanda	Sample	1,0066	1,0093	0,4377	0,3903	0,0581	0,0814	22,1144
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	
5 M5 Palanda	Sample	1,0017	1,0014	0,4194	0,4064	0,0588	0,0815	22,0662
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	
6 M1 Vilcabamba	Sample	1,0041	1,0057	0,4651	0,3924	0,0604	0,0847	23,0904
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	
7 M2 Vilcabamba	Sample	1,0057	1,0041	0,4574	0,3926	0,0602	0,0845	22,7577
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	
8 M3 Vilcabamba	Sample	1,0051	1,0041	0,4502	0,4039	0,0607	0,0841	22,9612
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	
9 M4 Vilcabamba	Sample	1,0040	1,0052	0,4571	0,3834	0,0587	0,0831	22,5872
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	
10 M5 Vilcabamba	Sample	1,0031	1,0034	0,4585	0,3811	0,0574	0,0833	22,6781
	Blank			0,0822	0,0666	0,0228	0,0000	

Tabla 6.

Fibra dietaria total del sitio El Pangui



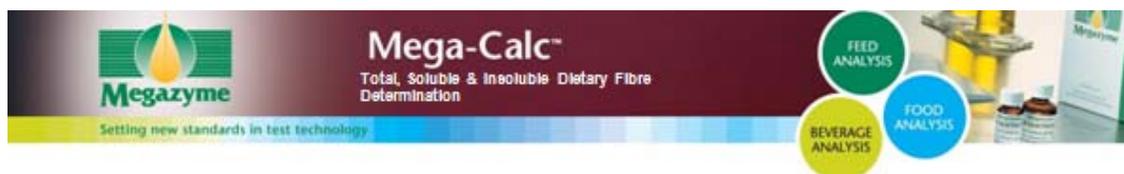
Sample detail: FIBRA DIETARIA TOTAL

[Instructions](#)
[Contact Us](#)

Sample identifier	Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre % w/w	
	m ₁ (g)	m ₂ (g)	R ₁ (sample) or BR ₁ (blank) (g)	R ₂ (sample) or BR ₂ (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)		
1 M1 El Pangui	Sample	1,0021	1,0030	0,4810	0,3893	0,0604	0,1407	22,3965
	Blank			0,0203	0,0445	0,0228	0,0001	
2 M2 El Pangui	Sample	1,0047	1,0027	0,5122	0,4894	0,0741	0,1920	22,4385
	Blank			0,0203	0,0445	0,0228	0,0001	
3 M3 El Pangui	Sample	1,0022	1,0046	0,4647	0,5010	0,0763	0,1727	22,3608
	Blank			0,0203	0,0445	0,0228	0,0001	
4 M4 El Pangui	Sample	1,0033	1,0038	0,4078	0,4914	0,0264	0,1894	22,3532
	Blank			0,0203	0,0445	0,0228	0,0001	
5 M5 El Pangui	Sample	1,0034	1,0036	0,4259	0,4885	0,0261	0,1972	22,3577
	Blank			0,0203	0,0445	0,0228	0,0001	

Tabla 7.

Fibra dietaria soluble de los sitios: Palanda y Vilcabamba



Sample detail: FIBRA DIETARIA SOLUBLE

[Instructions](#)
[Contact Us](#)

Sample identifier	Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre	
	m_1 (g)	m_2 (g)	R_1 (sample) or BR_1 (blank) (g)	R_2 (sample) or BR_2 (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)	% w/w	
1 M1 Palanda	Sample	1,0018	1,0035	0,1346	0,0785	0,0411	0,0218	3,4582
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	
2 M2 Palanda	Sample	1,0022	1,0045	0,1340	0,0786	0,0408	0,0222	3,4158
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	
3 M3 Palanda	Sample	1,0025	1,0015	0,1345	0,0786	0,0408	0,0216	3,5098
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	
4 M4 Palanda	Sample	1,0044	1,0034	0,1342	0,0793	0,0402	0,0229	3,4530
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	
5 M5 Palanda	Sample	1,0009	1,0014	0,1265	0,0786	0,0384	0,0221	3,2989
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	
6 M1 Vilcabamba	Sample	1,0022	1,0045	0,1052	0,0242	0,0108	0,0092	3,5605
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	
7 M2 Vilcabamba	Sample	1,0022	1,0045	0,1052	0,0252	0,0117	0,0093	3,5070
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	
8 M3 Vilcabamba	Sample	1,0038	1,0012	0,1054	0,0254	0,0108	0,0093	3,6259
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	
9 M4 Vilcabamba	Sample	1,0044	1,0034	0,1050	0,0251	0,0117	0,0091	3,5101
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	
10 M5 Vilcabamba	Sample	1,0009	1,0014	0,1047	0,0253	0,0108	0,0093	3,5893
	Blank			0,0248	0,0094	0,0081	0,0000	

Tabla 8.

Fibra dietaria soluble del sitio El Pangui



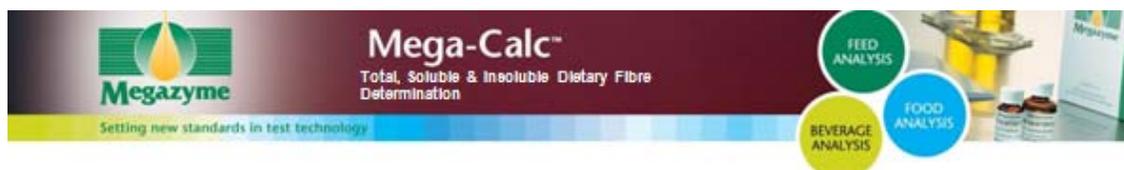
Sample detail: FIBRA DIETARIA SOLUBLE

[Instructions](#)
[Contact Us](#)

Sample identifier	Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre % w/w	
	m ₁ (g)	m ₂ (g)	R ₁ (sample) or BR ₁ (blank) (g)	R ₂ (sample) or BR ₂ (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)		
1 M1 El Pangui Perg	Sample	1,0045	1,0026	0,1363	0,1024	0,0375	0,0390	3,4441
	Blank			0,0180	0,0148	0,0081	0,0000	
2 M2 EL Pangu	Sample	1,0027	1,0027	0,1418	0,1120	0,0415	0,0427	3,4340
	Blank			0,0180	0,0148	0,0081	0,0000	
3 M3 El Pangu	Sample	1,0018	1,0007	0,1311	0,1256	0,0373	0,0478	3,4893
	Blank			0,0180	0,0148	0,0081	0,0000	
4 M4 El Pangu	Sample	1,0015	1,0021	0,2002	0,0726	0,0660	0,0276	3,4385
	Blank			0,0180	0,0148	0,0081	0,0000	
5 M5 El Pangu	Sample	1,0019	1,0039	0,1948	0,0989	0,0662	0,0376	3,4614
	Blank			0,0180	0,0148	0,0081	0,0000	

Tabla 9.

Fibra dietaria insoluble de los sitios: Palanda y Vilcabamba



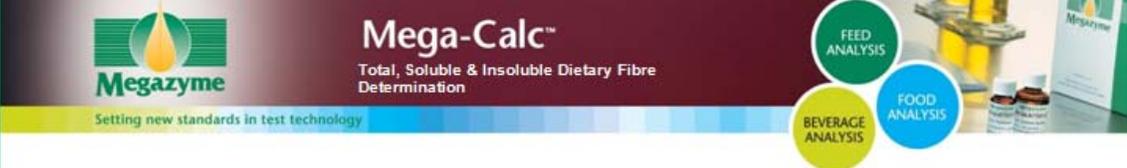
Sample detail: FIBRA DIETARIA INSOLUBLE

[Instructions](#)
[Contact Us](#)

Sample identifier	Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre % w/w	
	m ₁ (g)	m ₂ (g)	R ₁ (sample) or BR ₁ (blank) (g)	R ₂ (sample) or BR ₂ (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)		
1 M1 Palanda	Sample	1,0018	1,0035	0,5448	0,5292	0,0719	0,0592	18,8640
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	
2 M2 Palanda	Sample	1,0022	1,0045	0,5361	0,5325	0,0719	0,0595	18,5558
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	
3 M3 Palanda	Sample	1,0025	1,0015	0,5386	0,5258	0,0721	0,0591	18,3885
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	
4 M4 Palanda	Sample	1,0044	1,0034	0,5369	0,5321	0,0715	0,0592	18,6353
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	
5 M5 Palanda	Sample	1,0009	1,0014	0,5382	0,5326	0,0717	0,0591	18,7611
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	
6 M1 Vilcabamba	Sample	1,0022	1,0045	0,5488	0,5264	0,0691	0,0561	19,4941
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	
7 M2 Vilcabamba	Sample	1,0022	1,0045	0,5483	0,5267	0,0717	0,0563	19,2133
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	
8 M3 Vilcabamba	Sample	1,0038	1,0012	0,5458	0,5276	0,0700	0,0564	19,3066
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	
9 M4 Vilcabamba	Sample	1,0044	1,0034	0,5461	0,5297	0,0717	0,0580	19,0658
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	
10 M5 Vilcabamba	Sample	1,0009	1,0014	0,5453	0,5317	0,0717	0,0592	19,0562
	Blank			0,0387	0,3994	0,0022	0,0001	

Tabla 10.

Fibra dietaria insoluble del sitio El Pangui



Sample details FIBRA DIETARIA INSOLUBLE [Instructions](#)
[Contact Us](#)

Sample identifier	Sample weights	Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre
		m ₁ (g)	m ₂ (g)	R ₁ (sample) or BR ₁ (blank) (g)	R ₂ (sample) or BR ₂ (blank) (g)			
1 M1 El Pangui	Sample	1,0045	1,0026	0,1605	0,6278	0,1092	0,0736	18,9519
	Blank			0,0375	0,0092	0,0022	0,0000	
2 M2 El Pangui	Sample	1,0027	1,0027	0,1163	0,6293	0,0931	0,0680	19,0036
	Blank			0,0375	0,0092	0,0022	0,0000	
3 M3 El Pangui	Sample	1,0018	1,0007	0,1664	0,5373	0,0780	0,0638	18,8709
	Blank			0,0375	0,0092	0,0022	0,0000	
4 M4 El Pangui	Sample	1,0015	1,0021	0,1315	0,5781	0,0786	0,0655	18,9144
	Blank			0,0375	0,0092	0,0022	0,0000	
5 M5 El Pangui	Sample	1,0019	1,0039	0,1810	0,5242	0,0786	0,0633	18,8962
	Blank			0,0375	0,0092	0,0022	0,0000	

Tabla 11.

Capacidad de retención de agua (CRA) y solubilidad (S)

MUESTRA	LUGAR	Tubo vacío (g)	Papel filtro (g)	W (g)	Peso húmedo (g)	P ₁ (g)	Peso seco (g)	P ₂ (g)	K	CRA (g/g)	Solubilidad (%)
1	Palanda	39.487	0.832	2.503	51.572	11.253	42.315	1.996	2.59E-01	5.3303	20.2501
2	Palanda	40.549	0.852	2.509	53.150	11.749	43.356	1.955	2.74E-01	5.8261	22.0592
3	Palanda	39.241	0.844	2.508	51.716	11.631	42.076	1.991	2.70E-01	5.6030	20.6142
4	Palanda	40.405	0.841	2.507	52.927	11.681	43.225	1.979	2.72E-01	5.6808	21.0325
5	Palanda	40.260	0.856	2.508	53.801	12.685	43.116	2.000	2.99E-01	6.2825	20.2552
1	Vilcabamba	42.051	0.828	2.501	55.315	12.437	44.860	1.981	2.93E-01	6.1930	20.7813
2	Vilcabamba	42.136	0.844	2.510	55.649	12.669	44.998	2.018	2.98E-01	6.1915	19.5792
3	Vilcabamba	39.575	0.851	2.502	52.286	11.860	42.399	1.973	2.77E-01	5.8298	21.1574
4	Vilcabamba	41.879	0.832	2.505	53.802	11.091	44.712	2.001	2.55E-01	5.2043	20.1182
5	Vilcabamba	40.312	0.832	2.510	52.445	11.301	43.139	1.995	2.61E-01	5.3646	20.4933
1	El Pangui	39.560	0.853	2.503	53.845	13.433	42.417	2.004	3.20E-01	6.7851	19.9173
2	El Pangui	39.359	0.831	2.504	52.615	12.424	42.155	1.964	2.93E-01	6.2593	21.5537
3	El Pangui	41.890	0.844	2.502	54.543	11.809	44.726	1.993	2.75E-01	5.7125	20.3453
4	El Pangui	40.347	0.850	2.500	51.586	10.389	43.196	1.998	2.35E-01	4.7580	20.0672
5	El Pangui	42.146	0.826	2.505	54.500	11.528	44.976	2.004	2.67E-01	5.4824	19.9984

CRA (g/g)	
Lugar	$\bar{x} \pm s$
Palanda	5.7 ± 0.4
Vilcabamba	5.8 ± 0.5
El Pangui	5.8 ± 0.8

Solubilidad (%)	
Lugar	$\bar{x} \pm s$
Palanda	20.8 ± 0.8
Vilcabamba	20.4 ± 0.6
El Pangui	20.4 ± 0.7

($\bar{x} \pm s$): Promedio ± desviación estándar

Tabla 12.

Capacidad de hinchamiento (CH)

MUESTRA	LUGAR	W (g)	V ₁ (mL)	V ₂ (mL)	CH (mL/g)
1	Palanda	1.001	1.800	4.900	3.097
2	Palanda	1.016	2.000	5.200	3.150
3	Palanda	1.032	1.800	4.900	3.004
4	Palanda	1.007	2.000	4.900	2.881
5	Palanda	1.007	1.700	4.800	3.078
1	Vilcabamba	0.994	2.400	5.500	3.118
2	Vilcabamba	1.024	1.800	5.500	3.615
3	Vilcabamba	1.075	1.800	3.900	1.953
4	Vilcabamba	0.935	2.000	4.400	2.568
5	Vilcabamba	1.070	2.100	4.900	2.616
1	El Panguí	1.000	1.600	5.000	3.399
2	El Panguí	0.945	2.000	4.800	2.963
3	El Panguí	1.005	2.000	4.900	2.885
4	El Panguí	0.973	2.500	4.900	2.467
5	El Panguí	0.950	1.800	5.000	3.370

Lugar	$\bar{x} \pm s$
Palanda	3.0 ± 0.1
Vilcabamba	2.8 ± 0.6
El Panguí	3.0 ± 0.4

($\bar{x} \pm s$): Promedio \pm desviación estándar

Tabla 13.

Capacidad de adsorción de grasa (CAG)

MUESTRA	LUGAR	Tubo vacío (g)	W_1 (g)	Peso con aceite (g)	W_2 (g)	CAG (g/g)
1	Palanda	42.156	5.000	50.186	8.031	0.606
2	Palanda	39.586	5.006	47.613	8.027	0.603
3	Palanda	41.937	5.001	50.152	8.216	0.643
4	Palanda	40.422	5.002	48.547	8.125	0.624
5	Palanda	40.308	5.008	48.555	8.248	0.647
1	Vilcabamba	42.165	5.001	50.537	8.371	0.674
2	Vilcabamba	42.044	5.005	50.234	8.191	0.636
3	Vilcabamba	41.962	5.003	50.371	8.410	0.681
4	Vilcabamba	39.675	5.005	48.135	8.460	0.690
5	Vilcabamba	40.486	5.002	48.782	8.295	0.658
1	El Pangui	40.516	5.006	49.017	8.501	0.698
2	El Pangui	39.384	5.004	47.674	8.290	0.657
3	El Pangui	41.929	5.009	50.452	8.523	0.702
4	El Pangui	41.916	5.001	49.997	8.081	0.616
5	El Pangui	40.206	5.003	48.568	8.362	0.671

Lugar	$\bar{x} \pm s$
Palanda	0.6 ± 0.02
Vilcabamba	0.7 ± 0.02
El Pangui	0.7 ± 0.04

($\bar{x} \pm s$): Promedio \pm desviación estándar

Figura 1.

Procedimiento analítico para determinar fibra dietaria total

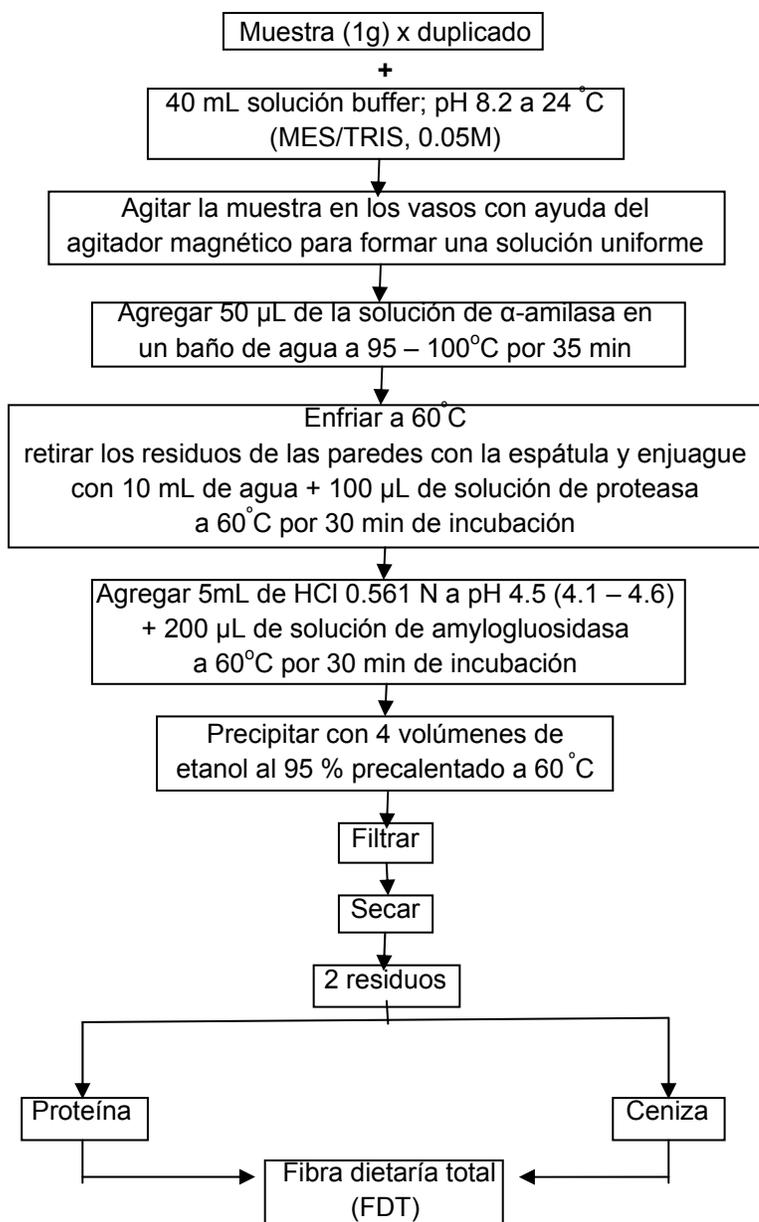


Figura 2.

Procedimiento analítico para determinar fibra dietaría soluble e insoluble

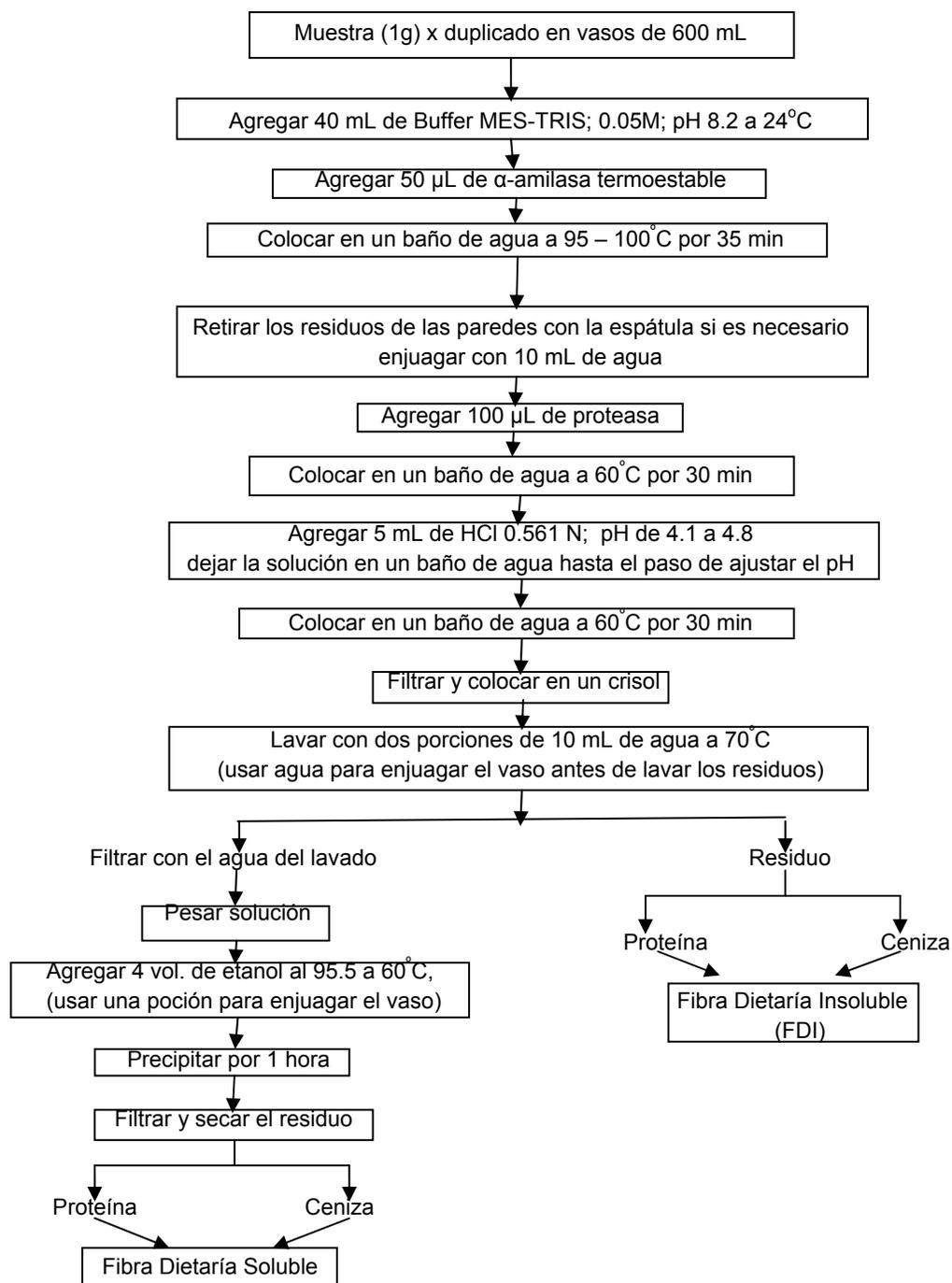


Figura 3.

Procedimiento para la determinación de la capacidad de retención de agua (CRA) y solubilidad (S)

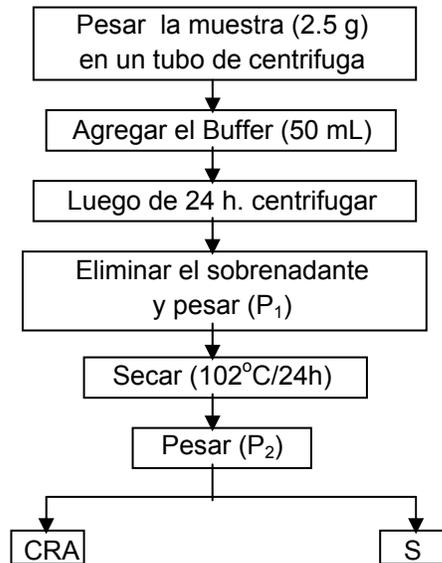


Figura 4.

Procedimiento para determinar capacidad de hinchamiento (CH)

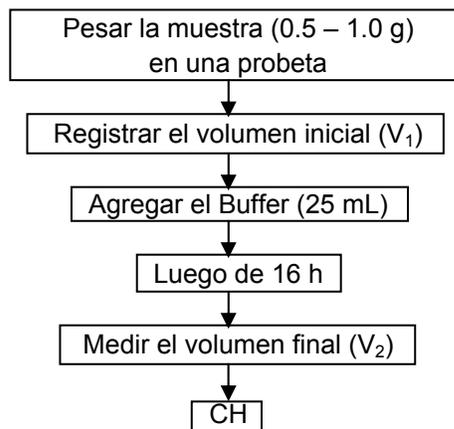


Figura 5.

Proceso para determinar la capacidad de adsorción de grasa (CAG)

