



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

## **ESCUELA DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS**

**“IDENTIFICACIÓN DE FIBRA DIETARIA EN LA CÁSCARA, PULPA Y EN  
EL RESIDUO DE LA EXTRACCIÓN DE GEL DE PENCA DE TUNA  
(*Opuntia ficus indica*), VARIEDADES AMARILLA Y BLANCA.**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
EN INDUSTRIAS AGROPECUARIAS.**

**AUTOR:  
JUAN JOSÉ MUÑOZ GONZÁLEZ**

**DIRECTORA:  
ING. MARÍA PAULINA TORRES CASTRO**

**LOJA- ECUADOR  
2010**

## DECLARACIÓN Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Juan José Muñoz González, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que 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”.

---

Juan José Muñoz González.

EL AUTOR

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. María Paulina Torres Castro  
**DOCENTE INVESTIGADOR, CETTIA.**

### **CERTIFICO:**

Que he dirigido la presente tesis desde su inicio hasta su culminación, la misma que se encuentra científica y reglamentariamente en condiciones de presentarse para la graduación del postulante.

Por lo expuesto, autorizo su presentación, disertación y defensa.

---

Ing. María Paulina Torres Castro  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **AUTORÍA**

La información, procedimientos, conceptos e información vertidos en el presente trabajo de tesis son de responsabilidad absoluta de él autor.

El proceso de investigación que se ha realizado en esta tesis como: análisis, diseño, verificaciones, comprobaciones, conclusiones y recomendaciones, así también como observaciones son de absoluta responsabilidad del autor.

Además, cabe indicar que la información recopilada para el presente trabajo, se encuentra debidamente especificada en el apartado de las referencias.

---

Juan José Muñoz González

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi especial gratitud, respeto, y afecto a la Ingeniera Paulina Torres Castro, quien con su apoyo, dedicación y guía hizo posible la adecuada culminación y éxito de este trabajo; además también mi especial consideración y afecto a todos mis profesores de la carrera los cuales supieron inculcarme los conocimientos básicos y fundamentales para ser un buen profesional.

A la Ingeniera Ruth Martínez, Directora de Escuela la cual nos impulsa a seguir adelante y no deja que claudiquemos en el termino de nuestra carrera.

Además agradezco a la Universidad Técnica Particular de Loja por abrirme sus puertas, y al personal del CETTIA, Ecolac y Laboratorio CETTIA por haberme permitido realizar prácticas que en mi vida profesional me servirán de mucho.

A todos ustedes muchas gracias.

**El Autor**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo esta dedicado a mi familia, a mi madre, mi padre y mis abuelitos Manuel y Rosa, quienes han sido pilares fundamentales en el transcurso de mi vida estudiantil. También el esfuerzo y la culminación de este trabajo esta dedicado una persona que llego a mi vida y la cambio para siempre, mi amada Dayanna, ya que sin ella yo estaría incompleto y también a la luz de mi vida mi pequeña hija Sofía la cual me impulsa a seguir adelante preparándome y luchando para que ella tenga un futuro mejor.

A mis dos mujeres las amo y esto es por ustedes.

**El Autor**

## ÍNDICE.

CARÁTULA.	I
DECLARACIÓN Y CESIÓN DE DERECHOS.	II
CERTIFICACIÓN.	III
AUTORIA.	IV
AGRADECIMIENTOS.	V
DEDICATORIA.	VI
ÍNDICE.	VII
ÍNDICE DE TABLAS.	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICAS.	IX
ÍNDICE DE ANEXOS.	X
RESUMEN.	12
ABSTRACT.	13
1. INTRODUCCIÓN.	14
2. MARCO TEÓRICO.	18
3. OBJETIVOS.	23
3.1 Objetivo General.	24
3.2 Objetivos Específicos.	24
4. MATERIALES Y MÉTODOS.	25
4.1 Materiales.	26
4.1.1 Materia Prima.	26
4.2 Preparación de la muestra.	26
4.3 Análisis de las muestras.	27
4.3.1 Composición Proximal.	27
4.3.2 Análisis de fibra.	28
4.4 Propiedades funcionales.	28
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	29
5.1 Composición proximal.	30
5.2 Composición de fibra dietaria total, insoluble y soluble.	31
5.3 Propiedades funcionales.	38
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	42
6.1 Conclusiones.	43
6.2 Recomendaciones.	44
7. BIBLIOGRAFÍA.	45
8. ANEXOS.	50

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Composición química en base seca.	30
Tabla 2. Contenido de FDT, FDI, FDS (g/100g) en base seca.	32
Tabla 3. Contenido de FDT, FDI, FDS de residuos de diferentes frutas en base seca.	37
Tabla 4. Propiedades funcionales.	39
Tabla 5. WRC, SW y FAC de los residuos de frutas, vegetales y concentrados comerciales de fibra.	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Comparación de la fibra dietaria total del cladodio de tuna con otras fuentes de fibra.	33
Gráfico 2. Comparación de la fibra dietaria total del cladodio de tuna con otras fuentes de fibra.	34
Gráfico 3. Comparación de la fibra dietaria total del cladodio de tuna con otras fuentes de fibra.	35

## ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Coordinadas de recolección de cladodios de tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> ) variedades amarilla y blanca.	51
Anexo 2. Diagrama de proceso de la obtención de materia prima seca lista para el análisis de fibra dietaria	56
Anexo 3. Precipitación pluvial Cariamanga (enero – junio 2009)	57
Anexo 4. Composición proximal en base humedad	59
Anexo 5. Fibra dietaria total, insoluble y soluble de cáscara, pulpa y residuo de extracción de gel de cladodio de tuna variedades blanca y amarilla.	60
Anexo 6. Capacidad de retención de moléculas orgánicas (FAC) de corteza, pulpa y residuo de extracción de gel de cladodio de tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> )	69
Anexo 7. Capacidad de retención de agua (WRC) de corteza, pulpa y residuo de extracción de gel de cladodio de tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> )	71
Anexo 8. Capacidad de hinchamiento (SW) de corteza, pulpa y residuo de extracción de gel de cladodio de tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> )	73
Anexo 9. Fórmulas utilizadas durante la investigación.	75

# RESUMEN

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la cuantificación de la fibra dietaria en la cáscara, pulpa y residuo de extracción de gel de cladodio de tuna (*Opuntia ficus indica*), de las variedades blanca y amarilla sin espina del cantón Calvas, provincia de Loja, además se evaluó la calidad de la fibra obtenida a través de las propiedades funcionales de la fibra dietaria. Las muestras frescas fueron: seleccionadas, ubicadas mediante GPS (ver anexo 1), pesadas, medidas, lavadas, desinfectadas, secadas a 60°C y molidas a un tamaño de partícula entre 220 - 630 µm, se realizó un análisis proximal, determinación de fibra dietaria total (FDT), fibra dietaria soluble (FDS) e insoluble (FDI) y la determinación de las propiedades funcionales: capacidad de retención de agua (WRC), capacidad de hinchamiento (SW), capacidad de retención de moléculas orgánicas (FAC). Las muestras tuvieron un alto contenido de fibra dietaria total entre 33,6 hasta 55,8 g/100g materia seca, fibra dietaria insoluble entre 22,2 hasta 41,0 g/100g materia seca, y fibra dietaria soluble entre 6,3 hasta 9,1 g/100g materia seca, con una relación FDI/FDS que varía de 2,4:1 a 6,5:1, obteniendo una relación cercana a la considerada adecuada en la pulpa de la variedad amarilla y blanca 2,4:1 y 2,7:1 respectivamente. Las propiedades funcionales de la fibra dietaria: WRC entre 54,82 hasta 65,40 g/g muestra; SW entre 14,55 hasta 16,82 mL/ g muestra y la FAC entre 1,11 hasta 1,19 g aceite/ g muestra.

**Palabras claves:** fibra dietaria total, fibra dietaria soluble, fibra dietaria insoluble, propiedades funcionales, *Opuntia ficus indica*

## ABSTRACT

In the following paper, we determinate the quantification of dietary fiber in the peel, pulp and gel extraction residue of prickly pear cladodes (*Opuntia ficus indica*), of white and yellow varieties without thorns of Calva's town, province of Loja, and also evaluated the quality of the fiber obtained from the functional properties of dietary fiber. Fresh samples were: selected with GPS, located (see Annexed 1), weighed, measured, washed, disinfected, dried at 60° C and ground to a particle size between 220 to 630 μm, the proximate composition was determinate, also the determination of total dietary fiber (TDF), soluble dietary fiber (SDF) and insoluble dietary fiber (IDF), and the determination of the functional properties: water retention capacity (WRC), swelling capacity (SW), retention capacity of organic molecules (FAC). The samples had a high total dietary fiber content of between 33.6 to 55.8 g/100g dry sample, insoluble dietary fiber from 22.2 to 41.0 g/100g dry sample, and soluble dietary fiber from 6.3 to 9.1 g/100g dry sample, with an FDI/FDS ranging from 2.4:1 to 6.5:1, obtaining a close relationship to what is considered appropriate in the pulp of yellow and white variety 2.4:1 and 2.7:1 respectively. The functional properties of dietary fiber: WRC between 54.82 to 65.40 g / g sample; SW between 14.15 to 16.82 mL / g sample and the FAC between 1.11 to 1.19 g oil / g sample.

**Keywords:** total dietary fiber, soluble dietary fiber, insoluble dietary fiber, functional properties, *Opuntia ficus indica*

# INTRODUCCIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN:

Los nopales son plantas arbustivas, rastreras o erectas con un sistema de raíces densamente ramificado y extenso, con tallos suculentos y articulados llamados cladodios o vulgarmente conocidos como pencas. Los cladodios son industrialmente utilizados para nopalitos cuando están tiernos y para la producción de harinas y productos similares cuando están parcialmente lignificados (Sáenz et al., 2006).

Los componentes nutricionales del cladodio de tuna (*Opuntia ficus indica*) en materia seca son: 18,72% de proteína, 13,09% de cenizas (minerales), 2,66% de extracto etéreo y 65,53% de fibra cruda total e hidratos de carbono de los cuales el mucílago (carbohidrato) del cladodio posee una gran capacidad de retención de agua, cuya característica convierte al cladodio en un recurso potencial de fibra dietaria, ofreciendo nuevas alternativas de añadir propiedades funcionales a los alimentos (Hamdi, 2006; Mayela et al., 2007; Pérez, 2000).

El alto contenido de fibra cruda total e hidratos de carbono presente en el cladodio de tuna 65,53%, principalmente constituidos por: mucílagos de 3,8% a 8,6%, pectinas de 5,3% a 14,2%, hemicelulosa de 5,2 a 13,8% y celulosa de 3,5 a 13,2%, nos hace pensar que es una excelente fuente de fibra dietaria, donde la edad de los cladodios juega un papel importante en la obtención de la misma (Mayela et al., 2007; Sáenz, 2004).

El cladodio de tuna posee una gran cantidad de fibra y proteína comparada con la fruta del mismo, su contenido de fibra es su particular característica, entre sus principales usos tenemos: elaboración de harinas como lo demuestra la investigación de Mayela Bautista Justo, elaboración de galletas y polvo para flan según la investigación de Carmen Sáenz, además existen estudios del uso del cladodio como extracto para protección gastrointestinal, avalados por el Ministerio de Salud Chileno (Mayela et al., 2007; Sáenz et al., 2006; Sáenz et al., 2002).

México es uno de los principales productores del género *Opuntia*, por tanto su industria nopalera es una de las más desarrolladas a nivel mundial, produciendo: salsas, mermeladas, suplementos alimenticios, cápsulas, tabletas y polvos cosméticos (Sáenz et al., 2006).

En Ecuador según el Ministerio de Agricultura y Ganadería, no existen reportes de cuantas toneladas de cladodios de tuna se producen, lo que se presenta es un registro acerca del fruto de la tuna (100 toneladas por año), que corresponde a un cultivo artesanal de las zonas secas y áridas ecuatorianas con superficies de alrededor de 300, 500 hasta 1000 metros cuadrados. Las mayores zonas productivas en la costa son: Península de Santa Elena, Machalilla, Puerto Cayo, Manta, Portoviejo, Arenillas y en el callejón interandino son: Valle del Chota, Guayllabamba y provincia de Loja. El consumo del cladodio de tuna es poco común en Ecuador (MAG, 2005).

Según investigaciones realizadas por ARCOIRIS – PROCOE 2007, las mayores zonas productivas de la provincia de Loja son los cantones de: Loja, Macará, Catamayo, Celica, Gonzanamá y Calvas.

La Asociación de Productores de Tuna y Cochinilla de Ecuador (PROCOE), con sede en la ciudad de Carimanga, cantón Calvas, provincia de Loja, agrupa a más de 14 organizaciones artesanales, que anualmente procesan 50 t de cladodios de tuna, de las cuales 7.5 t son gel de cladodio de tuna (15%) y 42.5 t (85%) son residuos, de estos residuos 17 t corresponden a pulpa (34%) y 25.5 t a corteza (51%), que son desechadas o subutilizadas en la alimentación del ganado, de estos residuos se podría obtener 1.12 t de materia seca al año. La proyección de PROCOE es aumentar su capacidad de producción en un 5% anual (PROCOE, 2006).

El Centro de Transferencia de Tecnología e Investigación Agroindustrial (CETTIA), dentro de su línea de investigación de alimentos funcionales y nutraceuticos, analiza nuevas fuentes de fibra dietaria, como una opción para incorporar

propiedades funcionales a los alimentos. El mercado de alimentos funcionales va en aumento a nivel mundial, en Europa, Estados Unidos y Asia entre el 2007 - 2012, se espera un incremento del 13% (Ifis Publishing., 2008).

El propósito de este estudio es valorar el contenido de fibra dietaria total, soluble e insoluble presente en la cáscara, pulpa y residuo de extracción de gel de cladodio de tuna, evaluar sus propiedades funcionales tales como: capacidad de retención de agua (WRC), capacidad de hinchamiento (SW) y capacidad de retención de moléculas orgánicas (FAC) de las variedades blanca y amarilla cultivadas en la provincia de Loja.

# MARCO TEÓRICO

## 2. MARCO TEÓRICO

El nopal, pertenece al género *Opuntia* y se puede decir que todas las especies de *Opuntia* son no tóxicas, algunas especies son más fáciles de utilizar que otras y esto radica en el contenido de espinas presentes en el cladodio o penca. Se conoce como nopales a un gran número de especies del género *Opuntia* de la familia botánica *Cactácea*, que se pueden desarrollar desde el nivel del mar hasta los 3000 metros de altura y pueden ser silvestres o cultivadas (Sandoval et al., 2002).

Las distintas especies de nopales tienen características comunes y diversas a la vez. Su capacidad de resistir altas temperaturas y periodos prolongados de sequía las hace atractivas para zonas áridas y semiáridas (Sáenz et al., 2006).

Los cladodios o pencas alcanzan hasta 60 – 70 cm. de longitud, dependiendo de los nutrientes y agua disponible. Los cladodios cuando miden entre 10 – 12 cm. son tiernos y se pueden consumir como verdura (Sáenz et al., 2006).

Según la Association of Analytical Cereal Chemists (AACC) y la AOAC, define a la Fibra Dietaria como el remanente de la parte comestible de las plantas y carbohidratos análogos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con completa o parcial fermentación en el intestino grueso; constituida por macronutrientes como celulosa, hemicelulosa, lignina, gomas, celulosa modificada, mucílagos, oligosacáridos, pectinas y sustancias minoritarias como ceras, cutina y suberina; las que tienen un efecto laxante, disminución del colesterol sanguíneo o atenuación de la glucosa en sangre (AACC., 1999; AOAC., 1999).

Según el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos del Reino Unido (I.F.S.T), sostiene que la fibra dietaria debe ser definida como: “un material alimenticio, particularmente de origen vegetal que no es hidrolizado por las enzimas del tracto digestivo humano, pero que puede ser digerido por la microflora intestinal. Los componentes vegetales que entran dentro de esta definición incluyen: polisacáridos

no amiláceos tales como: celulosas, algunas hemicelulosas, gomas y pectina así como los almidones resistentes." (IFST, 2007)

Otros autores consideran que la fibra dietaria es una entidad dietética muy compleja que contiene muchos componentes indigeribles presentes en los alimentos, ésta definición incluye no solamente los polisacáridos indigeribles, sino también los almidones resistentes, los mucopolisacáridos presentes en el tejido animal y otros componentes distintos a los carbohidratos. Donde todos tienen en común, ser indigeribles a las enzimas del tracto intestinal humano. (Lunn and Buttriss, 2008)

La fibra dietaria es una variedad de polisacáridos, incluidos la hemicelulosa, celulosa, pectina, b-glucanos, gomas y ligninas (Figuerola et al., 2004), la estructura química, sus propiedades físicas y químicas de la fibra, son importantes para los efectos funcionales y nutricionales en la salud humana (Femenia et al., 1997).

La fibra dietaria se clasifica según su solubilidad en agua, ésta puede ser fibra dietaria soluble (FDS) o fibra dietaria insoluble (FDI), la primera conformada por mucílagos, gomas, pectinas y hemicelulosas y la parte insoluble es principalmente celulosa, lignina y una gran fracción de hemicelulosa. Estas fracciones de fibra tiene efectos fisiológicos distintos: es así como la fibra soluble se asocia con la reducción de niveles de glucosa y colesterol y la estabilización del vaciamiento gástrico en cambio la fibra insoluble se asocia con la capacidad de retención de agua (aumento del volumen de las heces), el intercambio catiónico, la absorción de ácidos biliares, vitaminas, minerales y otros y su interacción con la flora microbiana (Sáenz et al., 2006).

La relación entre FDI/FDS es importante para las propiedades dietarias y funcionales. Para que una fibra dietaria sea considerada como un ingrediente directo para un alimento debe tener una relación FDI/FDS cercana a 2:1 (Figuerola et al., 2004). Se considera que una fibra es de buena calidad fisiológica cuando posee una relación 2,3:1 y excelente 1:1. El balance FDI/FDS promueve beneficios sobre el funcionamiento digestivo, y también sobre las propiedades funcionales

deseables en los alimentos. La fibra que se obtiene de frutas y vegetales, poseen una considerable porción de fibra dietaria soluble, en cambio los cereales contienen más fibra dietaria insoluble (Figuerola et al., 2004; Mendoza, 2007)

La ingesta diaria debería proveer una relación FDI/FDS igual a 3:1 y la ingesta adecuada para una persona adulta sana es de 20 a 35 g/día (Mendoza, 2007; Redondo et al., 2000).

El exceso o deficiencia de fibra puede ser perjudicial para el organismo humano, un exceso de fibra puede absorber minerales imprescindibles para el organismo como el hierro, el calcio o el zinc, produciendo anemia, diarrea o gases que desaparecen cuando la microflora digestiva se acostumbra al aumento de fibra en la dieta, en cambio la deficiencia de fibra puede producir enfermedades que van desde estreñimiento crónico, diverticulosis o cardiopatía isquémica, hasta cáncer de colón (García et al., 2008; González, 2000).

Las propiedades funcionales de la fibra son las responsables de los posibles efectos fisiológicos que desarrolla y están influenciadas por la matriz estructural de la fibra, la relación FDI/FDS, el tamaño de partícula, la fuente de fibra, el grado y tipo de procesamiento llevado a cabo (Valencia and Román, 2006).

La estructura de constituyentes polisacáridos, el tamaño de partícula, pH, forma iónica, temperatura, fuerza iónica y el tipo de fibra, están relacionados con las propiedades funcionales de la fibra dietaria (Femenia et al., 1997), las propiedades sensoriales en cambio solo se ven afectadas por el tamaño de partícula y fuente de fibra de donde se obtuvo el deshidratado (Figuerola et al., 2004).

Las temperaturas de secado por debajo de 65°C, evitan que existan cambios en las propiedades funcionales, en el contenido de fibra, proteína, carotenoides, polifenoles y antocianos (Figuerola et al., 2004).

Cuando las fibras son utilizadas en la elaboración de alimentos, las propiedades funcionales como la solubilidad y viscosidad, influyen en las características cuando se usan como agentes gelificantes, espesantes y/o estabilizantes (Valencia and Román, 2006).

# 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 los residuos de cladodio de tuna (*Opuntia ficus indica*) de las variedades amarilla y blanca sin espina.
2. Determinar las propiedades funcionales de la fibra dietaria en los residuos (corteza, pulpa y residuo de extracción de gel) de cladodio de tuna (*Opuntia ficus indica*) de las variedades amarilla y blanca sin espina.

# **MATERIALES Y MÉTODOS**

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **4.1 Materiales.**

#### **4.1.1 Materia Prima.**

Se analizó los cladodios de tuna (*Opuntia ficus indica*) de las variedades blanca y amarilla sin espina del barrio Chile, cantón Calvas, provincia de Loja. Se tomaron 5 muestras de cada variedad, cada muestra compuesta de 8 cladodios de tuna que equivalen aproximadamente a 3 kg, como establece la norma técnica nicaragüense para el muestreo de productos vegetales (NTON-17002-02), para ello se procedió a dividir el terreno en 5 sectores, cada cladodio fue ubicado a través de un GPS (RINO 110 GARMIN). El muestreo se lo realizó a diferentes coordenadas y alturas, para obtener una muestra más representativa (Ver el Anexo 1). La recolección de las muestras se realizó en 2 periodos, el primero en el mes de marzo y el segundo en el mes de junio, registrándose precipitaciones pluviales de 0 mm H<sub>2</sub>O y de 300 mm H<sub>2</sub>O respectivamente (Ver anexo 3).

#### **4.2 Preparación de la muestra.**

A los cladodios de tuna (*Opuntia ficus indica*) se les realizó una caracterización física: medición (largo y ancho) a través de un flexómetro y peso de cada uno por medio de una Balanza digital METTLER TOLEDO (3000 ± 1g).

Los cladodios de tuna fueron lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio al 1%, compuesto que evita el deterioro de la pared celular de los cladodios y permite reducir el contenido de cenizas, por exposición al suelo, evitando perdidas de fibra dietaria soluble e insoluble (Figuerola et al., 2004).

Los cladodios de tuna se clasificaron en 5 muestras, cada uno compuesto de 8 cladodios, de los 4 primeros se extrajo corteza y pulpa, de los 4 siguientes se separó la corteza de la pulpa y se obtuvo el residuo de extracción de gel.

Para obtener el residuo de extracción de gel del cladodio (ver Anexo 2), se procedió a realizar una relación 1:2 (pulpa: agua) como lo señala el método aplicado por la Asociación de Productores de Tuna y Cochinilla del Ecuador (PROCOE). Una vez obtenidas las diferentes muestras (corteza, pulpa y residuo de extracción de gel), se realizó el secado en 2 etapas: la primera, un secado por recirculación de aire forzado caliente entre 30°C - 40°C por 48 horas y la segunda, transportando las muestras obtenidas a una estufa de bandejas (MERMET); terminando el secado de las muestras a 60°C por 48 horas (determinado en pruebas preliminares) para lograr la humedad requerida entre 8 a 10 % (Ver Anexo 4), encontrándose en el nivel de humedad requerida para productos deshidratados en polvo, el cual debe ser menor o igual al 10% (Femenia et al., 1997; Tamayo Y. and Bermúdez A., 1998).

La molienda de las diferentes muestras se realizó en un molino de martillos, luego fueron tamizadas por medio de un vibrotamiz (RETSCH A-200), las muestras que están entre las mallas 220 – 640 µm son almacenadas en envases plásticos con tapa rosca, y colocadas en fundas con cierre hermético “ziploc”, para evitar que la muestra se hidrate (Ver Anexo 2).

### **4.3 Análisis de las muestras.**

#### **4.3.1 Composición Proximal.**

El contenido de humedad, ceniza, proteína, fibra cruda y extracto etéreo, se determinó a través de los métodos AOAC, descritos a continuación:

Humedad: AOAC 930.15

Ceniza: AOAC 942.05

Proteína: AOAC 955.04

Fibra Cruda: AOAC 962.09

Grasa: AOAC 920.39

Extracto libre de Nitrógeno: Matemáticamente a través de la siguiente expresión:

ELN = 100% -(% humedad + % ceniza + % proteína + % fibra cruda + % grasa)

#### **4.3.2 Análisis de fibra.**

La determinación de fibra dietaria total, fibra dietaria insoluble y fibra dietaria soluble se realizó a través del método enzimático – gravimétrico basado en la AOAC 991.43, del catálogo de Megazyme, realizando cambios en el proceso de filtrado, ya que en vez de celite se utilizó papel filtro.

#### **4.4 Propiedades funcionales.**

Las propiedades funcionales determinadas en las muestras de cladodio de tuna fueron:

Capacidad de Retención de Agua (WRC), Capacidad de Hinchamiento (SW), y Capacidad de Retención de Moléculas Orgánicas (FAC), todas las determinaciones se basaron en el método aplicado por Fenemia et al. 1997, en el cual las propiedades de hidratación (WRC y SW) fueron medidas con una solución buffer fosfato 1M; pH 6.3, con lo que se busca simular las condiciones existentes en los alimentos y productos alimenticios.

*Capacidad de Retención de Agua (WRC):* Se realizó cambios en el peso de la muestra (1 g) y el tiempo de secado (72 horas).

# **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 5.1 Composición proximal.

La composición proximal de las muestras: corteza, pulpa y residuo de extracción de gel de la variedad amarilla y blanca se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1. Composición química en base seca.

Variedad	Muestra	Ceniza (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Extracto Etéreo (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)
Amarilla	Corteza	14,2	6,0	17,2	1,3	61,3
	Pulpa	9,9	4,7	8,7	0,8	75,9
	Residuo	8,9	4,4	7,8	0,8	78,0
Blanca	Corteza	17,1	5,5	15,5	1,6	60,4
	Pulpa	16,4	4,8	8,2	0,8	69,9
	Residuo	12,7	4,6	9,9	0,8	71,9
S/I	1 año	18,2	5,4	12,0	1,3	63,1
	2 años	13,2	4,2	14,5	1,4	66,7
	3 años	14,2	3,7	17,0	1,3	63,7

S/I = Sin identificar variedad. (Sáenz, 2004).

Fuente: El autor

La cantidad de cenizas encontradas en la corteza, pulpa y residuo de la extracción de gel de cladodio de tuna variedad amarilla y blanca permite evaluar la cantidad de minerales presentes en el sector donde se recolectó la materia prima, según la investigación de Sáenz para cladodios donde no es identificada la variedad, el contenido de ceniza para la corteza variedad amarilla es similar al reportado para cladodios de tres años (18,2%), para pulpa y residuo de extracción de gel son menores en un 4,26% y 5,24% respectivamente comparados con cladodios de tuna de tres años de edad. En cuanto a la variedad blanca corteza, pulpa y residuo de extracción de gel son menores en un 1,08%, 1,85% y 5,49% comparados con cladodios de tuna de 1 año. La cantidad de ceniza en los cladodios de tuna según

bibliografía depende de la disponibilidad de minerales en el suelo y de la edad del cladodio (Sáenz, 2004; Sáenz et al., 2006).

La proteína presente en las muestras de corteza, pulpa y residuo de la extracción de gel de variedad amarilla son mayores en 2,3%; 1% y 0,7% comparados con los resultados obtenidos en la investigación de Sáenz para cladodios de tuna de 3 años de edad (3,7%), en cuanto a la variedad blanca, la corteza es similar a lo reportado por Sáenz para cladodios de 1 año de edad (5,4%), para pulpa y residuo de extracción de gel son menores en un 0,6% y 0,85% respectivamente. La variación puede deberse a la edad, clima, precipitación pluvial, suelo entre otros factores que alteran la composición química del cladodio de tuna (Sáenz et al., 2006).

El extracto etéreo existente en las muestras de corteza, pulpa y residuo de extracción de gel son menores en un 0,26%; 0,5%; 0,56% respectivamente comparados con lo reportado por Sáenz para cladodios de tuna de 1 año de edad (1,29%) y para la variedad amarilla con respecto a corteza el valor es similar para cladodios de tuna de 3 años (1,33%) y es menor para pulpa (0,52%) y residuo de la extracción de gel (0,56%).

El porcentaje cuantificado de extracto libre de nitrógeno en la variedad amarilla corteza es menor en un 2,42%, la pulpa y el residuo de extracción son mayores en un 12,1 y 15,30 % respectivamente comparados con lo reportado por Sáenz para cladodios de tuna de 3 años de edad (63,7%), los resultados obtenidos de la variedad blanca para corteza es menor (2,73%) al reportado por Sáenz (63,1%), pulpa y residuo de extracción de gel son menores en 6,78% y 8,86% respectivamente. Los valores de comparación son referidos a todo el cladodio (corteza y pulpa), por lo que algunos valores difieren debido a ésta observación.

## **5.2 Composición de Fibra Dietaria Total, Insoluble y Soluble.**

La composición de fibra dietaria total de la corteza de la variedad amarilla es mayor en 4,5 g/100g, comparado con el valor reportado por Sáenz (43 g/100g) en mezcla

de cladodios enteros de tuna de 1, 2, 3 años de edad, la pulpa y el residuo de la extracción de gel poseen valores menores en 9,4 g/100g y 7,9 g/100g respectivamente, la corteza de la variedad blanca es mayor en 12 g/100g, la pulpa es similar y el residuo de extracción de gel es un punto porcentual menor al valor comparado (ver tabla 2). Se debe tener en cuenta que el valor reportado por Sáenz hace relación a todo el cladodio de tuna (Sáenz et al., 2006; Sandoval et al., 2002).

Tabla 2. Contenido de fibra dietaria total, fibra dietaria insoluble, fibra dietaria soluble (g/100g) en base seca.

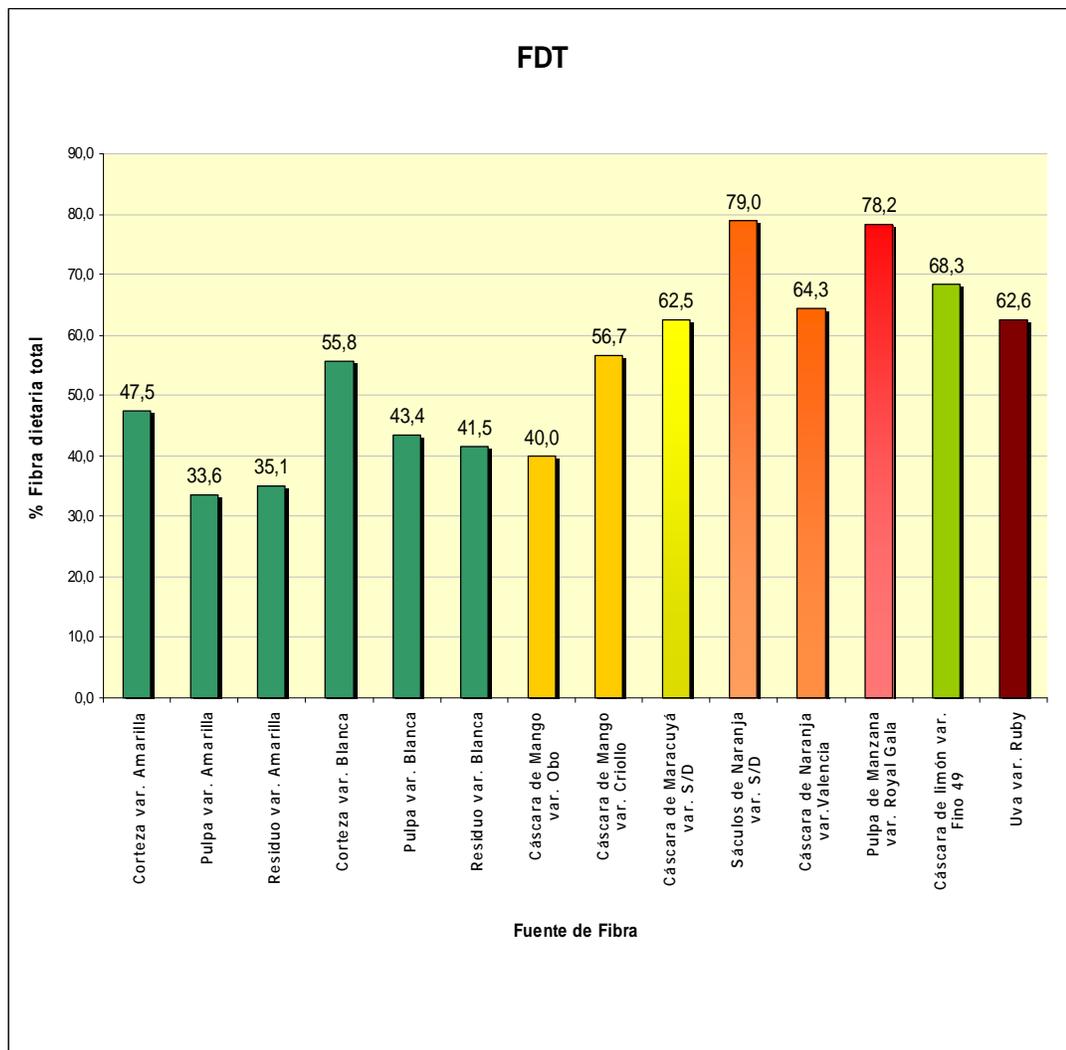
Variedad	Muestras	FDT	FDI	FDS	FDI/FDS
		$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	
Amarilla	Corteza	47,5±3,11	35,4±1,80	6,6±2,70	5,4:1
	Pulpa	33,6±3,30	22,2±2,61	9,1±1,01	2,4:1
	Residuo	35,1±2,22	23,0±3,06	8,3±2,10	2,8:1
Blanca	Corteza	55,8±2,01	41,0±3,20	6,3±2,96	6,5:1
	Pulpa	43,4±3,30	25,3±3,01	8,8±3,47	2,7:1
	Residuo	41,5±3,16	23,8±3,48	8,1±2,97	2,9:1

n = 5.

Fuente: El autor

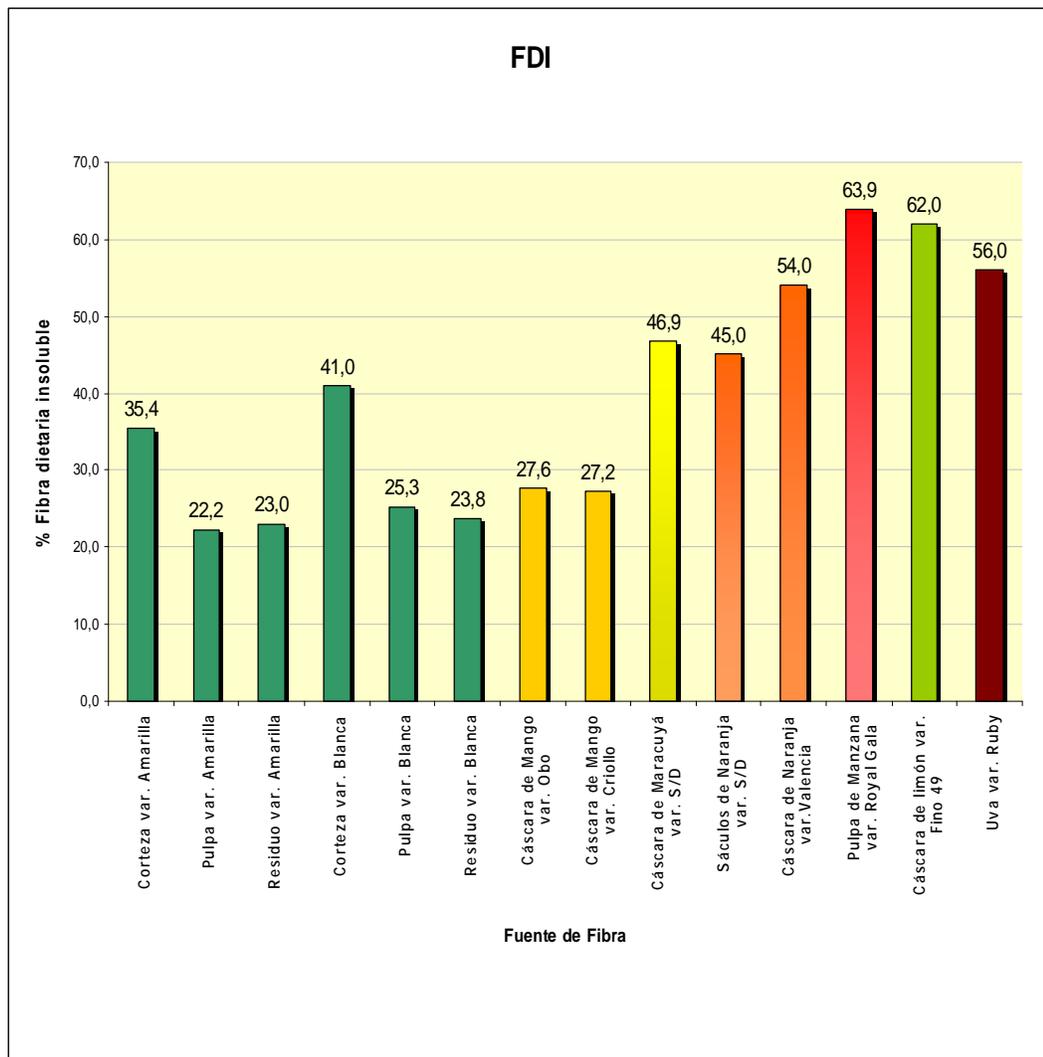
Comparando los valores descritos en la tabla 2, con estudios realizados en diferentes especies de frutas como pulpa de manzana, uvas, cáscara de limón (Femenia et al., 1997), sáculos de naranja, cáscara de naranja (Mendoza, 2007; Tamayo Y. and Bermúdez A., 1998) y cáscara de mango (Sánchez, 2005) como lo muestra la tabla 3; podemos decir que las muestras de cladodio de tuna de ambas variedades contienen menor cantidad de fibra dietaria total, a excepción de la cáscara de mango *var. Obo* (ver gráfico 1).

Gráfico 1. Comparación de la fibra dietaria total del cladodio de tuna con otras fuentes de fibra.



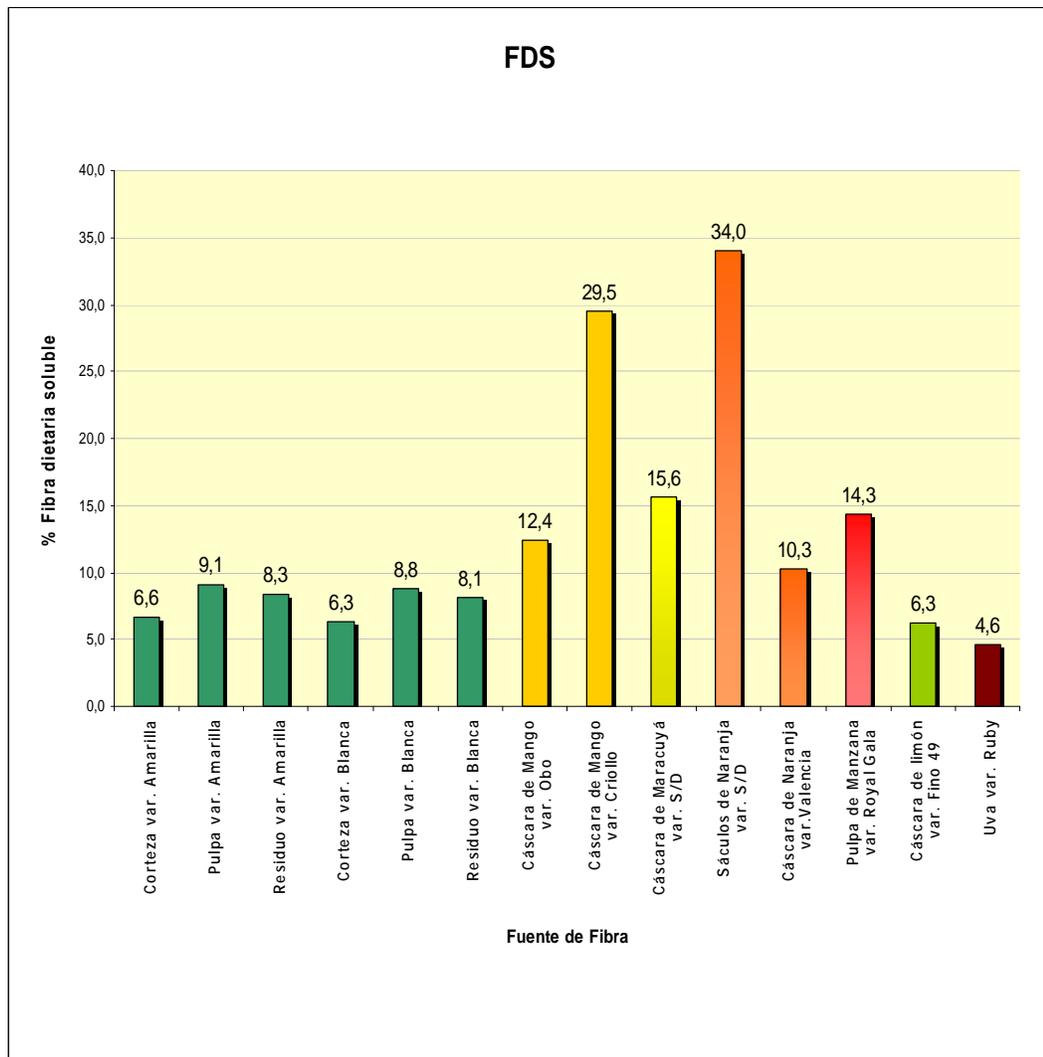
En cuanto a la fracción insoluble de la fibra la corteza de la variedad amarilla y blanca es mayor a la cáscara de mango var. *Criolla* y *Obo*, pero menor al resto de frutas mostradas en la tabla 3 (Ver gráfico 2).

Gráfico 2. Comparación de la fibra dietaria insoluble del cladodio de tuna con otras fuentes de fibra.



La fracción soluble de la fibra de corteza, pulpa y residuo de extracción de gel de la variedad amarilla como blanca es mayor que los deshidratados de cáscara de limón y uva (ver gráfico 3).

Gráfico 3. Comparación de la fibra dietaria soluble del cladodio de tuna con otras fuentes de fibra.



La composición de fibra dietaria total en la corteza, pulpa y residuo de la variedad blanca es mayor a la variedad amarilla en un 8,25%, 9,76% y 6,40% respectivamente. Para la fracción insoluble la corteza, pulpa y residuo de la variedad blanca son mayores en un 5,88%, 3,05% y 0,74% respectivamente a la

variedad amarilla y la fracción soluble de ambas variedades presenta valores similares entre ellas.

La relación entre fibra dietaria insoluble y soluble, está entre los valores de 2,4:1 hasta 6,5:1; las muestras de corteza tanto de la variedad amarilla como blanca, presentan valores altos en su fracción insoluble si son comparados con el balance de FDI/FDS indicado por Figuerola (2:1) para fibras empleadas como ingredientes en la formulación de alimentos. En cambio los resultados obtenidos de pulpa y residuo de extracción de gel de las variedades amarilla y blanca presentan relaciones cercanas al balance 2:1, pudiéndose considerar como una fuente potencial de fibra dietaria de buena calidad fisiológica y apta para ser aplicada en alimentos (Figuerola et al., 2004; Mendoza, 2007), siendo la más cercana la relación de 2,4:1 de la pulpa de la variedad amarilla. Las muestras analizadas tienen mejor relación que algunas frutas entre ellas la cáscara de maracuyá, cáscara de naranja, pulpa de manzana, cáscara de limón y uva (ver tabla 3). Los residuos fibrosos de mango y sáculos de naranja presentan mejor relación FDI/FDS debido a que estos fueron escaldado, liberando y suavizando las paredes celulares vegetales facilitando así la extracción de la fibra dietaria (Sungsoo Cho Susan. and Dreher Mark L., 2001). Si las muestras son comparadas con los valores de ingesta de fibra dietaria (3:1) (Salas J. and Salvado, 2008), podemos decir que las muestras de pulpa y residuo de extracción de gel de ambas variedades están dentro del límite de ingesta apto para los seres humanos.

Tabla 3. Contenido de fibra dietaria total, fibra dietaria insoluble, fibra dietaria soluble de residuos de diferentes frutas en base seca.

Fuente de Fibra	Variedad	FDT (%)	FDS (%)	FDI (%)	Relación FDI:FDS	Referencias
Cáscara de mango	Obo	40,4	12,4	27,6	2,2:1	(Sánchez, 2005)
Cáscara de mango	Criollo	56,7	29,5	27,2	0,9:1	
Cáscara de maracuyá	S/D	62,5	15,6	46,9	3,0:1	
Sáculos de naranja	S/D	79,0	33,9	45,0	1,3:1	(Mendoza Nerio Priego . 2007)
Cáscara de naranja	Valencia	64,3	10,3	54,0	5,3:1	(Tamayo Y. and Bermúdez A., 1998)
Pulpa de manzana	Royal Gala	78,2	14,3	63,9	4,5:1	(Femenia et al., 1997)
Cáscara de Limón	Fino 49	68,3	6,3	62,0	9,9:1	
Uva	Ruby	62,6	4,6	56,0	12,7:1	

Fuente: El autor

Las desviaciones estándar de la determinación de fibra dietaria total, insoluble y soluble de la tabla 2 son considerables, justificándose este hecho a que la materia prima analizada presenta características como la formación de gomas, mucílagos y pectina que por lo tanto dificulta el proceso de filtrado, el cual es crucial en la determinación de fibra dietaria total, soluble e insoluble, además debemos considerar que el cladodio de tuna tiene una alta capacidad de absorber el agua presente en el suelo, según la investigación de Felker e Inglese (2002), en el cual compara variedades del género *Opuntia*, demuestra que el alto nivel de precipitación en la zona influye en el contenido de hidratos de carbono del cladodio. Las muestras obtenidas tanto de la variedad amarilla como blanca fueron recolectados en los meses de marzo y junio, en el primero la precipitación pluvial mensual es de 0mm de H<sub>2</sub>O, según datos de la estación INAMHI en Cariamanga

(ver anexo 3), en cambio para el mes de junio en donde se recolectó el resto de muestras de ambas variedades se registra una precipitación pluvial de alrededor de 300 mm de H<sub>2</sub>O mensual, por esta razón la cantidad de fibra dietaria soluble varía ya que está principalmente está compuesta por polisacáridos (gomas, mucílagos y pectinas).

### **5.3 Propiedades funcionales.**

La capacidad de retención de agua para la variedad amarilla y blanca (ver tabla 4), nos reporta valores entre 54,8 - 65,4 g/g muestra, estos valores comparados con los reportados en investigaciones de frutas, verduras y concentrados de fibra comerciales (Sánchez, Tamayo Y. y Bermúdez A., Figuerola F. et al, Raghavendra S. et al., Fenemia F. et al., Valencia G. y Román M.) son mayores (ver tabla 5), se justifica la alta capacidad de retención de agua de la fibra dietaria del cladodio (corteza, pulpa y residuo de extracción de gel) tanto para variedad amarilla como blanca ya que presentan buenas cantidades de fibra dietaria insoluble y soluble. La parte insoluble de la fibra constituida principalmente por celulosa y la parte soluble rica en gommas, mucílagos y pectinas capaces en un medio acuoso de captar agua hasta un cierto límite que está condicionado por la solubilidad, la formación de geles que se produce por la presencia de diversos polisacáridos hidrofílicos que poseen enlaces hidroxilos libres los cuales captan el agua, también interviene el pH, el tamaño, conformación de partículas y la concentración de electrólitos del medio (Femenia et al., 1997; Redondo et al., 2000; Sáenz et al., 2006).

Tabla 4. Propiedades funcionales.

Variedad	Muestra	SW (mL/g muestra)	WRC (g/g muestra)	FAC (g aceite/g muestra)
		$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
Amarilla	Corteza	15,1±2,30	54,8±1,96	1,2±0,03
	Pulpa	14,6±2,23	54,9±3,73	1,1±0,02
	Residuo	14,6±3,07	54,9±3,80	1,1±0,01
Blanca	Corteza	16,8±2,92	65,4±3,96	1,2±0,05
	Pulpa	17,2±2,21	63,6±3,53	1,1±0,02
	Residuo	15,5±2,97	61,7±3,62	1,1±0,03

n = 5.

SW = Capacidad de Hinchamiento

WRC = Capacidad de retención de agua

FAC = Capacidad de retención de moléculas orgánicas

Fuente: El autor

La capacidad de hinchamiento para las muestras de corteza, pulpa y residuo de extracción de gel de la variedad amarilla y blanca están entre los valores de 14,6 ml/g ms a 17,2 ml/g ms; son similares a los deshidratados de coliflor, mayores a los deshidratados comerciales y de frutas, exceptuando a la fibra de coco que presenta un valor mayor que las muestras de cladodio de tuna (ver tabla 5). Los resultados obtenidos indican que las muestras de fibra dietaria, poseen una cantidad considerable de fibra dietaria insoluble, se sabe que las propiedades estructurales y propiedades químicas de la fibra (su afinidad por el agua en sus componentes), juegan un rol muy importante en la cinética del agua tomada por las muestras, el agua es retenida por capilaridad y también por la interacción de los componentes de fibra a través de los puentes de hidrogeno y sus enlaces bipolares. Además que las muestras analizadas tienen una alta capacidad de aumentar su volumen en exceso de agua (pectinas y gomas presentes en las muestras), lo que significaría en nuestro organismo una mayor saciedad y aumento del bolo fecal (Figuerola Fernando. et al., 2004; Valencia G. Francia. and Román M. María, 2006).

La desviación estándar reportada para la capacidad de retención de agua y capacidad de hinchamiento, presentada en la tabla 4, es considerable debido a que las muestras de cladodio (corteza, pulpa y residuo de extracción de gel) son capaces de retener grandes cantidades de agua, ya sea por la formación de mucílagos, gomas o la alta presencia de pectinas compuestas en su mayoría por

arabinosa y xilosa, las cuales ayudan a que sé presente una habilidad para modificar propiedades funcionales como viscosidad, elasticidad, espesante, gelificante y retención de agua (Álvarez et al., 2007).

Tabla 5. Capacidad de retención de agua, capacidad de hinchamiento, y capacidad de retención de moléculas orgánicas de los residuos de frutas, vegetales y concentrados comerciales de fibra.

Fuente de Fibra	Variedad	WRC	SW	FAC	Referencias
		$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	
Cáscara de Mango	Obo	5,7±0,07	5,8±0,01	1,4±0,00	(Sánchez, 2005)
Cáscara de Mango	Criollo	4,7±0,30	4,6±0,01	1,3±0,09	
Cáscara de Naranja	Valencia	1,7±0,20	6,1±0,05	1,8±0,05	(Tamayo Y. and Bermúdez A., 1998)
Pulpa de Manzana	Royal Gala	1,6±0,10	6,6±0,05	1,00±0,05	(Figueroa Fernando. et al., 2004)
Cáscara de Limón	Fino 49	1,7±0,08	9,2±0,06	1,5±0,04	
Uva	Ruby	2,1±0,28	8,0±0,05	1,5±0,04	
Residuo de Coco	S/D	5,3	20	4,80	(Raghavendra S.N. et al., 2005)
Flor de Coliflor	S/D	12,8±0,30	16,9±0,40	1,3±0,0	(Femenia et al., 1997)
Tallo superior Coliflor	S/D	13,4±0,10	17,5±0,10	2,1±0,0	
Mezcla tallo y flor de coliflor	S/D	18,2±1,00	17±0,50	1,4±0,0	
Fibra de trigo*	S/D	3,8	7,1	11,2	(Valencia G. Francia. and Román M. María, 2006)
Fibra de avena*	S/D	3,9	2,3	10,8	
Fibra de manzana*	S/D	4,1	3,4	6,3	

WRC = Capacidad de retención de agua

SW = Capacidad de Hinchamiento

FAC = Capacidad de retención de moléculas orgánicas

\* Fibras comerciales.

Fuente: El autor

La capacidad de retención de moléculas orgánicas, tanto para la variedad amarilla como blanca registraron valores entre 1,13 y 1,19 g aceite/ g muestra, estos resultados son menores a los valores reportados para frutas y vegetales (2 g/g) y también para cereales (2 – 4 g/g) según la investigación de Fenemia et al. 1997, los valores hallados en las muestras de corteza, pulpa y residuo de extracción de gel de cladodio de tuna son menores a los mostrados en tabla 5 y únicamente mayor (0,2 g aceite / g muestra) al deshidratado de pulpa de manzana. De acuerdo a Fenemia y Figuerola, la capacidad de retención de moléculas orgánicas (FAC), depende de las propiedades superficiales, densidad, espesor, tamaño de partícula y la naturaleza hidrófoba de la fibra.

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **6.1 Conclusiones.**

La corteza de la variedad blanca contiene 14,8% más fibra dietaria total que la variedad amarilla, 13,6% más fibra dietaria insoluble, y es menor en un 4,4% en fibra dietaria soluble.

La pulpa de la variedad blanca tiene un 22,5% más fibra dietaria total que la variedad amarilla, 12,1% más fibra dietaria insoluble y es menor en 3,2% en fibra dietaria soluble con respecto a la variedad amarilla.

El residuo de extracción de gel de la variedad blanca es mayor en un 15,4% de fibra dietaria total que la variedad amarilla, también es mayor en 3,5% de fibra dietaria insoluble, pero es menor en un 2% de fibra dietaria soluble frente a la variedad amarilla.

La relación FDI/FDS entre las variedades nos indica que la pulpa de la variedad amarilla posee un balance cercano a lo ideal, catalogándose como buena fuente de fibra.

Tanto la pulpa y residuo de extracción de gel de ambas variedades están consideradas con aptas para la ingesta en los seres humanos.

Las muestras de corteza, pulpa y residuo de extracción de gel de cladodio de tuna de la variedad amarilla y blanca tienen una alta capacidad de retención de agua e hinchamiento, pero tiene baja capacidad de absorción de moléculas orgánicas.

## **6.2 Recomendaciones.**

El molido de la muestra se debe ser rápido, en un ambiente controlado evitando al máximo posible la humedad ya que las muestras son higroscópicas.

En el proceso de determinación de fibra dietaria soluble e insoluble se recomienda filtrar en caliente para disminuir el tiempo de filtrado.

Se recomienda buscar alternativas para mejorar las propiedades sensoriales de las muestras pudiendo ser: tratamientos enzimáticos.

# **BIBLIOGRAFÍA**

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- AACC. 1999. Definition of Dietary Fiber (DF). AACC Journal.
- Álvarez, C., Sánchez, C., Villagomez, D., Yáñez, J. 2007. Secado por aspersión de mucílago de nopal In: Departamento de Bioingeniería. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología., Universidad de Guanajuato, México.
- AOAC. 1999. Total Dietary Fibre (AOAC, ed.).
- Femenia, A., Lefebvre, A., Thebaudin, J., Robertson, J., Bourgeois, C. 1997. Physical and Sensory Properties of Model Foods Supplemented with Cauliflower Fiber. *Journal of Food Science*. 62, 635-639.
- Figuerola, F., Hurtado, M., Estevez, A., Chiffelle, I., Asenjo, F. 2004. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment.
- Figuerola Fernando., Hurtado María Luz., Estevez Ana María., Chiffelle Italo., Fernando., A. 2004. Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Austral de Chile, Santiago.
- García, E., Infante, B., Rivera, C. 2008. Hacia una definición de fibra alimentaria. *Anales Venezolanos de Nutrición*. 21, 25 - 30.
- González, L. 2000. La Fibra. pp. 1-3, CDV Trotapinares.
- Hamdi, M. 2006. Nutritional and Medicinal Uses of Prickly Pear Cladodes and Fruits: Processing Technology Experiences and Constraints. Blackwell Publishing, Iowa-Usa.

- Ifis Publishing. 2008. Functional food, drinks and ingredients: consumer attitudes and trends.
- IFST. 2007. Dietary fiber. pp. 1 - 10., The Institute of Food Science and Technology, London.
- Lunn, J., Buttriss, J. 2008. Carbohydrates and dietary fiber. Nutr Bull. 32.
- MAG. 2005. Tuna, Prickly Pear, Cactus Pear (*opuntia ficus indica*, *opuntia quitensis*). (M.d.A.y. Ganadería, ed.) pp. 3-5, Convenio MAG/IICA, Quito - Ecuador.
- Mayela, J., Garza, C., Camarena, E., Alanís, G., Gamiño, Z., Mota, V. 2007. Valor Nutritivo de Galletas Elaboradas con Harina Integral y Nopal Fresco. In: IX Congreso De Ciencia De Los Alimentos Y V Foro De Ciencia Y Tecnología De Alimentos, (U.d.G. Instituto de Ciencias Agrícolas, ed.) pp. 1-7, Nuevo León - México.
- Mendoza, N. 2007. Obtención de Fibra Dietética a Partir de Sáculos de Naranja aplicando un Tratamiento con Vapor. In: Instituto de Agroindustrias, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León - Oaxaca.
- Pérez, M. 2000. Nopales y Tunas. Mexico.
- PROCOE. 2006. Fortalecimiento de la actividad agroindustrial de la Asociación de Productores de Tuna Cochinilla del Ecuador (PROCOE) para incrementar su competitividad a nivel nacional e internacional., (P.-. PRODER, ed.), PROCOE, Cariamanga.
- Raghavendra S.N., Ramachandra Swamy., Rastogi., Raghavarao., Tharanathan R.N. 2005. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: A source of dietary fiber. Journal of Food Engineering. 72, 281-286.

- Redondo, L., Albert, R., Anguera, A., Martínez, J., Tamarit, M. 2000. La Fibra Terapéutica. Madrid.
- Sáenz, C. 2004. Cladodes: a Source of Dietary Fiber. Dpto. Agroindustria y Tec. de Alimentos, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago - Chile.
- Sáenz, C., Berger, H., Corrales, J. 2006. Utilización Agroindustrial del Nopal. In: Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO, (A. Servicio de Tecnologías de Ingeniería Agrícola y Alimentaria., ed.), Roma.
- Sáenz, C., Sepúlveda, E., Pak, N., Ximena, V. 2002. Uso de fibra dietética de nopal en la formulación de un polvo para flan. pp. 4, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Salas J., Salvado. 2008. Nutrición y Dietética Clínica. España.
- Sánchez, B. 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). In: Instituto de Agroindustrias, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León - Oaxaca.
- Sandoval, A., Navarro, A., Ávila, S., Sánchez, R., Lazcano, M., Dávila, R. 2002. Elaboración de un producto de panificación utilizando harina de nopal viejo o pie de cría (*Opuntia ficus indica*). In: Departamento de Bioquímica - Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla - México.
- Sungsoo Cho Susan., Dreher Mark L. 2001. Hand Book of Dietary Fiber. CRC Press.

- Tamayo Y., Bermúdez A. 1998. Los residuos vegetales en la industria de jugo de naranja como fuente de fibra dietética. Tecnología de alimentos. CYTED. 2.
- Valencia, F., Román, M. 2006. Caracterización fisicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria. In: VITAE, Revista de la facultad de Química Farmacéutica, pp. 54-60, Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia.
- Valencia G. Francia., Román M. María. 2006. Caracterización fisicoquímica y funcional de tres concentrados comerciales de fibra dietaria. In: VITAE, Revista de la facultad de Química Farmacéutica, pp. 54-60, Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### COORDENADAS DE RECOLECCIÓN DE CLADODIOS DE TUNA (*OPUNTIA FICUS INDICA*) VARIETADES AMARILLA Y BLANCA

Muestra 1	Variedad Amarilla			Variedad Blanca		
Numero de Penca	Coordenadas		Altura	Coordenadas		Altura
1	Sur	04°18,704'	1526	Sur	04°18,696'	1519
	Oeste	079°34,968'		Oeste	079°34,706'	
	UTH	9523268		UTH	9523282	
2	Sur	04°18,706'	1526	Sur	04°18,695'	1520
	Oeste	079°34,699'		Oeste	079°34,704'	
	UTH	9523266		UTH	9523286	
3	Sur	04°18,705'	1530	Sur	04°18,685'	1519
	Oeste	079°34,711'		Oeste	079°34,701'	
	UTH	9523260		UTH	9523300	
4	Sur	04°18,702'	1532	Sur	04°18,696'	1522
	Oeste	079°34,710'		Oeste	079°34,698'	
	UTH	9523270		UTH	9523284	
5	Sur	04°18,696'	1532	Sur	04°18,701'	1521
	Oeste	079°34,705'		Oeste	079°34,695'	
	UTH	9523272		UTH	9523274	
6	Sur	04°18,702'	1527	Sur	04°18,704'	1523
	Oeste	079°34,705'		Oeste	079°34,699'	
	UTH	9523272		UTH	9523268	
7	Sur	04°18,696'	1520	Sur	04°18,696'	1527
	Oeste	079°34,700'		Oeste	079°34,706'	
	UTH	9523284		UTH	9523282	
8	Sur	04°18,697'	1521	Sur	04°18,700'	1536
	Oeste	079°34,701'		Oeste	079°34,710'	
	UTH	9523282		UTH	9523274	

Fecha de recolección: 11 de marzo del 2009

<b>Muestra 2</b>	<b>Variedad Amarilla</b>		<b>Variedad Blanca</b>	
<b>Numero de Penca</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Altura</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Altura</b>
1	Sur 04°18,693' Oeste 079°34,702' UTH 9523288	1526	Sur 04°18,700' Oeste 079°34,707' UTH 9523276	1526
2	Sur 04°18,696' Oeste 079°34,702' UTH 9523284	1528	Sur 04°18,694' Oeste 079°34,707' UTH 9523284	1527
3	Sur 04°18,697' Oeste 079°34,697' UTH 9523280	1521	Sur 04°18,962' Oeste 079°34,703' UTH 9523290	1526
4	Sur 04°18,697' Oeste 079°34,701' UTH 9523290	1525	Sur 04°18,961' Oeste 079°34,699' UTH 9523294	1521
5	Sur 04°18,692' Oeste 079°34,700' UTH 9523289	1524	Sur 04°18,696' Oeste 079°34,700' UTH 9523282	1525
6	Sur 04°18,700' Oeste 079°34,732' UTH 9523276	1529	Sur 04°18,701' Oeste 079°34,696' UTH 9523274	1528
7	Sur 04°18,700' Oeste 079°34,728' UTH 9523274	1530	Sur 04°18,700' Oeste 079°34,736' UTH 9523274	1532
8	Sur 04°18,700' Oeste 079°34,730' UTH 9523276	1531	Sur 04°18,700' Oeste 079°34,734' UTH 9523274	1545

Fecha de recolección: 18 de marzo del 2009

<b>Muestra 3</b>	<b>Variedad Amarilla</b>			<b>Variedad Blanca</b>		
<b>Numero de Penca</b>	<b>Coordenadas</b>		<b>Altura</b>	<b>Coordenadas</b>		<b>Altura</b>
1	Sur	04°18,697'	1526	Sur	04°18,697'	1526
	Oeste	079°34,698'		Oeste	079°34,698'	
	UTH	9523280		UTH	9523280	
2	Sur	04°18,698	1523	Sur	04°18,698'	1523
	Oeste	079°34,703'		Oeste	079°34,703'	
	UTH	9523262		UTH	9523282	
3	Sur	04°18,700'	1532	Sur	04°18,700'	1532
	Oeste	079°34,710'		Oeste	079°34,709'	
	UTH	9523276		UTH	9523276	
4	Sur	04°18,700'	1524	Sur	04°18,700'	1524
	Oeste	079°34,710		Oeste	079°34,710'	
	UTH	9523276		UTH	9523276	
5	Sur	04°18,699'	1530	Sur	04°18,699'	1530
	Oeste	079°34,706		Oeste	079°34,709'	
	UTH	9523278		UTH	9523278	
6	Sur	04°18,699'	1528	Sur	04°18,698'	1528
	Oeste	079°34,705'		Oeste	079°34,705'	
	UTH	9523280		UTH	9523280	
7	Sur	04°18,695'	1527	Sur	04°18,695'	1527
	Oeste	079°34,702'		Oeste	079°34,702'	
	UTH	9523284		UTH	9523284	
8	Sur	04°18,697'	1523	Sur	04°18,697'	1523
	Oeste	079°34,704'		Oeste	079°34,704	
	UTH	9523280		UTH	9523282	

Fecha de recolección: 3 de junio del 2009

<b>Muestra 4</b>	<b>Variedad Amarilla</b>			<b>Variedad Blanca</b>		
<b>Numero de Penca</b>	<b>Coordenadas</b>		<b>Altura</b>	<b>Coordenadas</b>		<b>Altura</b>
1	Sur Oeste UTH	04°18,696' 079°34,704' 9523282	1519	Sur Oeste UTH	04°18,689' 079°34,702' 9523924	1522
2	Sur Oeste UTH	04°18,695' 079°34,702' 9523286	1519	Sur Oeste UTH	04°18,689' 079°34,702' 9523924	1522
3	Sur Oeste UTH	04°18,697' 079°34,704' 9523280	1517	Sur Oeste UTH	04°18,692' 079°34,703' 9523290	1520
4	Sur Oeste UTH	04°18,698' 079°34,703' 9523280	1520	Sur Oeste UTH	04°18,694' 079°34,708' 9523286	1517
5	Sur Oeste UTH	04°18,697' 079°34,700' 9523282	1518	Sur Oeste UTH	04°18,696' 079°34,706' 9523282	1512
6	Sur Oeste UTH	04°18,701' 079°34,697' 9523272	1518	Sur Oeste UTH	04°18,696' 079°34,702' 9523284	1518
7	Sur Oeste UTH	04°18,703' 079°34,698' 9523270	1518	Sur Oeste UTH	04°18,695' 079°34,705' 9523286	1519
8	Sur Oeste UTH	04°18,700' 079°34,701' 9523274	1520	Sur Oeste UTH	04°18,693' 079°34,706' 9523288	1518

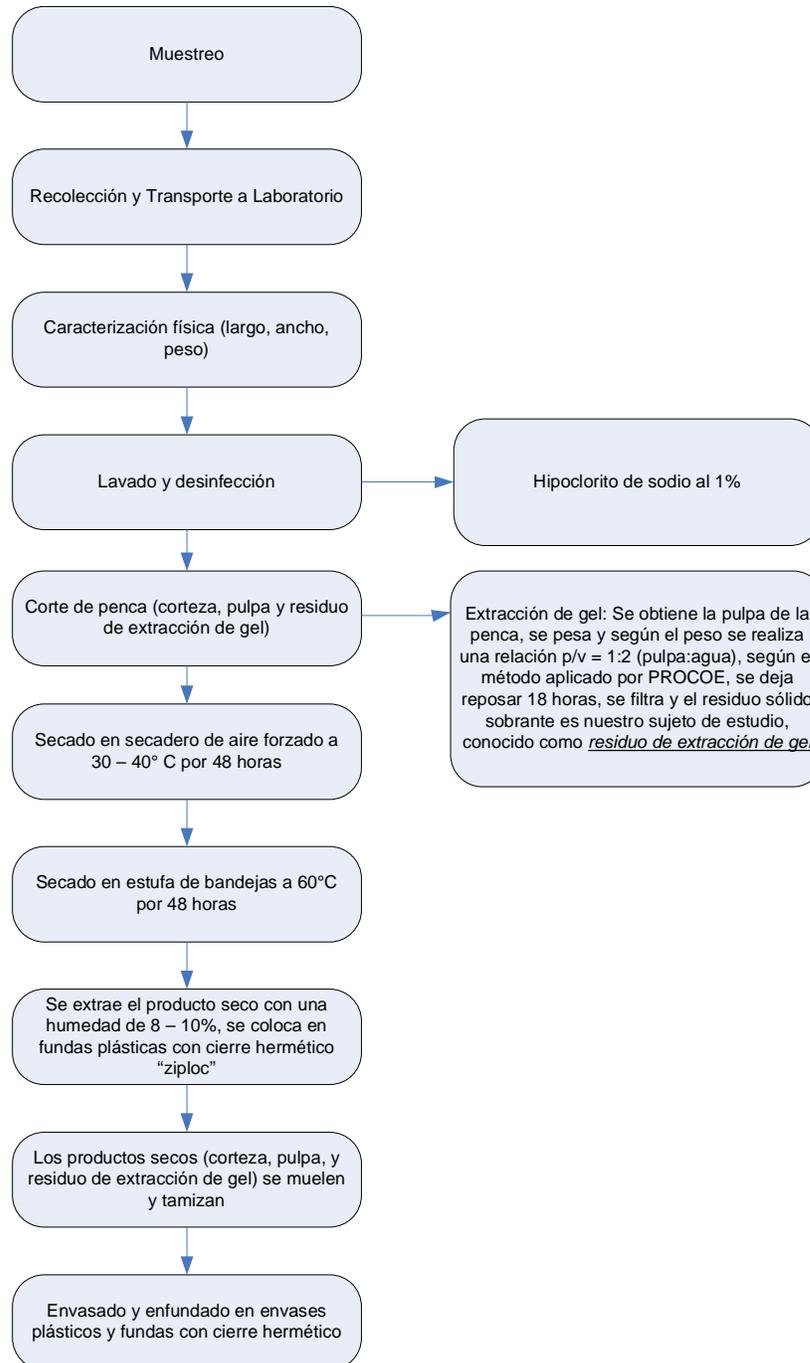
Fecha de recolección: 17 de junio del 2009

Muestra 5 Numero de Penca	Variedad Amarilla			Variedad Blanca		
	Coordenadas		Altura	Coordenadas		Altura
1	Sur	04°18,699'	1519	Sur	04°18,674'	1517
	Oeste	079°34,703'		Oeste	079°34,700'	
	UTH	9523728		UTH	9528320	
2	Sur	04°18,698'	1523	Sur	04°18,695'	1517
	Oeste	079°34,703		Oeste	079°34,702'	
	UTH	9523278		UTH	9523288	
3	Sur	04°18,702'	1524	Sur	04°18,695'	1518
	Oeste	079°34,706		Oeste	079°34,702'	
	UTH	9523274		UTH	9523284	
4	Sur	04°18,702'	1523	Sur	04°18,696'	1516
	Oeste	079°34,705'		Oeste	079°34,701'	
	UTH	9523272		UTH	9523284	
5	Sur	04°18,702'	1525	Sur	04°18,692'	1516
	Oeste	079°34,705'		Oeste	079°34,700'	
	UTH	9523272		UTH	9523290	
6	Sur	04°18,699'	1525	Sur	04°18,690'	1514
	Oeste	079°34,707'		Oeste	079°34,705'	
	UTH	9523273		UTH	9523296	
7	Sur	04°18,701'	1521	Sur	04°18,695'	1515
	Oeste	079°34,710'		Oeste	079°34,701'	
	UTH	9523274		UTH	9523286	
8	Sur	04°18,700'	1528	Sur	04°18,699'	1518
	Oeste	079°34,732		Oeste	079°34,696	
	UTH	9523276		UTH	9523276	

Fecha de recolección: 17 de junio del 2009

## ANEXO 2

### DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA SECA LISTA PARA EL ANÁLISIS DE FIBRA DIETARIA



### ANEXO 3

#### PRECIPITACIÓN PLUVIAL CARIAMANGA (ENERO – JUNIO 2009)

Enero			Febrero			Marzo		
Días	Fecha	Cantidad (mm H <sub>2</sub> O)	Días	Fecha	Cantidad (mm H <sub>2</sub> O)	Días	Fecha	Cantidad (mm H <sub>2</sub> O)
Jueves	1	-	Domingo	1	-	Domingo	1	-
Viernes	2	-	Lunes	2	-	Lunes	2	-
Sábado	3	-	Martes	3	-	Martes	3	-
Domingo	4	-	Miércoles	4	5,60	Miércoles	4	-
Lunes	5	-	Jueves	5	2,40	Jueves	5	-
Martes	6	7,60	Viernes	6	12,80	Viernes	6	-
Miércoles	7	7,60	Sábado	7	-	Sábado	7	-
Jueves	8	6,90	Domingo	8	-	Domingo	8	-
Viernes	9	16,60	Lunes	9	2,30	Lunes	9	-
Sábado	10	11,30	Martes	10	18,60	Martes	10	-
Domingo	11	3,80	Miércoles	11	3,60	Miércoles	11	-
Lunes	12	2,30	Jueves	12	-	Jueves	12	-
Martes	13	14,60	Viernes	13	8,70	Viernes	13	-
Miércoles	14	4,80	Sábado	14	27,60	Sábado	14	-
Jueves	15	10,80	Domingo	15	18,60	Domingo	15	-
Viernes	16	72,00	Lunes	16	-	Lunes	16	-
Sábado	17	12,60	Martes	17	9,20	Martes	17	-
Domingo	18	73,00	Miércoles	18	3,60	Miércoles	18	-
Lunes	19	-	Jueves	19	4,80	Jueves	19	-
Martes	20	-	Viernes	20	3,60	Viernes	20	-
Miércoles	21	11,60	Sábado	21	9,60	Sábado	21	-
Jueves	22	35,20	Domingo	22	6,40	Domingo	22	-
Viernes	23	7,80	Lunes	23	18,60	Lunes	23	-
Sábado	24	19,20	Martes	24	8,60	Martes	24	-
Domingo	25	5,80	Miércoles	25	16,20	Miércoles	25	-
Lunes	26	3,60	Jueves	26	25,60	Jueves	26	-
Martes	27	1,60	Viernes	27	28,60	Viernes	27	-
Miércoles	28	-	Sábado	28	-	Sábado	28	-
Jueves	29	1,60				Domingo	29	-
Viernes	30	11,60				Lunes	30	-
Sábado	31	67,80				Martes	31	-

Abril			Mayo			Junio		
Días	Fecha	Cantidad (mm H <sub>2</sub> O)	Días	Fecha	Cantidad (mm H <sub>2</sub> O)	Días	Fecha	Cantidad (mm H <sub>2</sub> O)
Miércoles	1	-	Viernes	1	7,80	Lunes	1	-
Jueves	2	-	Sábado	2	16,00	Martes	2	16,00
Viernes	3	12,10	Domingo	3	7,60	Miércoles	3	15,80
Sábado	4	8,02	Lunes	4	-	Jueves	4	22,60
Domingo	5	6,40	Martes	5	-	Viernes	5	21,20
Lunes	6	-	Miércoles	6	-	Sábado	6	23,20
Martes	7	25,80	Jueves	7	21,40	Domingo	7	21,80
Miércoles	8	10,80	Viernes	8	14,40	Lunes	8	24,50
Jueves	9	-	Sábado	9	-	Martes	9	22,60
Viernes	10	8,60	Domingo	10	-	Miércoles	10	26,00
Sábado	11	4,80	Lunes	11	6,80	Jueves	11	7,80
Domingo	12	10,60	Martes	12	23,00	Viernes	12	-
Lunes	13	6,20	Miércoles	13	32,70	Sábado	13	-
Martes	14	18,60	Jueves	14	-	Domingo	14	-
Miércoles	15	-	Viernes	15	-	Lunes	15	9,40
Jueves	16	-	Sábado	16	26,00	Martes	16	-
Viernes	17	-	Domingo	17	-	Miércoles	17	-
Sábado	18	-	Lunes	18	-	Jueves	18	-
Domingo	19	-	Martes	19	-	Viernes	19	-
Lunes	20	-	Miércoles	20	9,50	Sábado	20	-
Martes	21	4,10	Jueves	21	9,00	Domingo	21	-
Miércoles	22	6,80	Viernes	22	7,80	Lunes	22	-
Jueves	23	6,40	Sábado	23	-	Martes	23	-
Viernes	24	-	Domingo	24	-	Miércoles	24	-
Sábado	25	-	Lunes	25	14,10	Jueves	25	-
Domingo	26	-	Martes	26	20,80	Viernes	26	-
Lunes	27	-	Miércoles	27	9,60	Sábado	27	-
Martes	28	10,10	Jueves	28	-	Domingo	28	-
Miércoles	29	17,50	Viernes	29	13,60	Lunes	29	-
Jueves	30	9,80	Sábado	30	11,80	Martes	30	-
			Domingo	31	-			

Datos obtenidos de la Estación Meteorológica del INAMHI en Cariamanga

#### ANEXO 4.

##### COMPOSICIÓN PROXIMAL EN BASE HUMEDAD

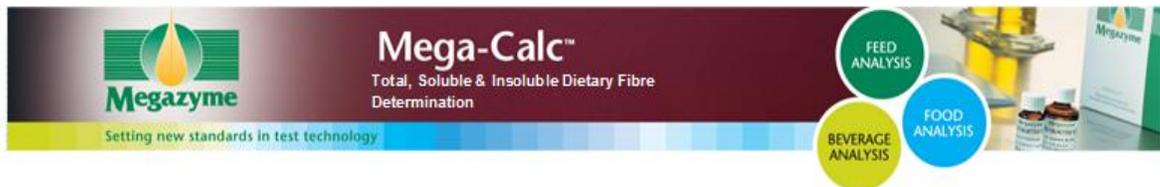
<b>Variedad</b>	<b>Muestra</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Ceniza (%)</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Fibra (%)</b>	<b>Extracto etéreo (%)</b>	<b>Extracto libre de nitrógeno (%)</b>
<b>Amarilla</b>	<b>Corteza</b>	10,53	12,69	5,37	15,42	1,17	54,82
	<b>Pulpa</b>	9,61	8,98	4,20	7,78	0,72	68,71
	<b>Residuo</b>	9,85	8,08	3,95	7,00	0,69	70,44
<b>Blanca</b>	<b>Corteza</b>	8,68	15,64	4,89	13,86	1,38	55,55
	<b>Pulpa</b>	9,41	14,81	4,26	7,32	0,73	63,47
	<b>Residuo</b>	9,37	11,52	4,07	8,90	0,74	65,40

N = 3

Fuente: El Autor

## ANEXO 5

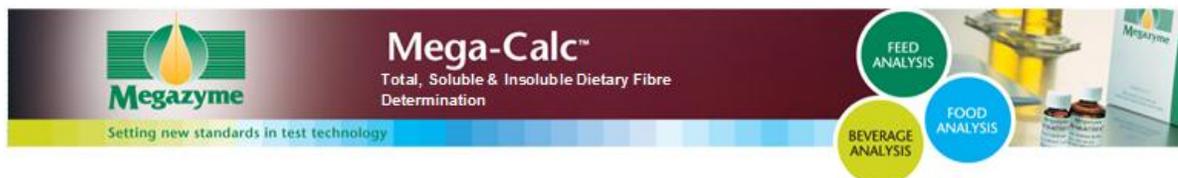
FIBRA DIETARIA TOTAL DE CÁSCARA DE CLADODIO DE TUNA DE LA VARIEDAD AMARILLA Y BLANCA.



Sample details FIBRA DIETARIA TOTAL

Sample identifier	Sample weights		Residue weights		Protein P (sample) or BP (blank) (g)	Ash A (sample) or BA (blank) (g)	Dietary Fibre % w/w	
	m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	R <sub>1</sub> (sample) or BR <sub>1</sub> (blank) (g)	R <sub>2</sub> (sample) or BR <sub>2</sub> (blank) (g)				
1 M1 CORT. VA	Sample	1,0072	1,0073	0,5644	0,5795	0,0020	0,1642	40,8042
	Blank			0,0341	0,0222	0,0263	0,0071	
2 M2 CORT. VA	Sample	1,0005	1,0001	0,6460	0,6294	0,0265	0,1578	45,8512
	Blank			0,0341	0,0222	0,0263	0,0071	
3 M3 CORT. VA	Sample	1,0002	1,0002	0,6308	0,6087	0,0098	0,1439	45,4309
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231	
4 M4 CORT. VA	Sample	1,0005	1,0005	0,5845	0,5605	0,0426	0,1324	38,5657
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231	
5 M5 CORT. VA	Sample	1,0000	1,0002	0,5902	0,5100	0,0248	0,0883	42,5307
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231	
6 M1 CORT. VB	Sample	1,0003	1,0002	0,7110	0,7197	0,0150	0,1805	52,4969
	Blank			0,0341	0,0222	0,0263	0,0071	
7 M2 CORT. VB	Sample	1,0003	1,0005	0,7177	0,6823	0,0241	0,1741	50,6847
	Blank			0,0341	0,0222	0,0263	0,0071	
8 M3 CORT. VB	Sample	1,0005	0,9997	0,7311	0,7282	0,0342	0,1996	48,4152
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231	
9 M4 CORT. VB	Sample	1,0008	1,0005	0,7316	0,8503	0,0364	0,2405	50,2074
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231	
10 M5 CORT. VB	Sample	0,9995	0,9997	0,7569	0,7888	0,0320	0,1949	53,4514
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231	

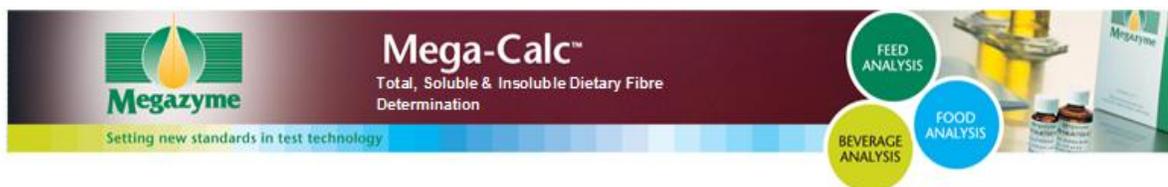
FIBRA DIETARIA TOTAL DE PULPA DE CLADODIO DE TUNA DE LA VARIEDAD AMARILLA Y BLANCA.



Sample details FIBRA DIETARIA TOTAL

Sample identifier		Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre
		m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	R <sub>1</sub> (sample) or BR <sub>1</sub> (blank) (g)	R <sub>2</sub> (sample) or BR <sub>2</sub> (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)	% w/w
1 M1 PULPA. VA	Sample	1.0002	1.0004	0.4379	0.3952	0.0337	0.0937	29.4312
	Blank			0.0341	0.0222	0.0263	0.0071	
2 M2 PULPA. VA	Sample	0.9999	1.0003	0.3627	0.3734	0.0094	0.1040	25.9874
	Blank			0.0341	0.0222	0.0263	0.0071	
3 M3 PULPA. VA	Sample	1.0003	0.9995	0.4616	0.4331	0.0138	0.0829	33.9034
	Blank			0.0335	0.0360	0.0000	0.0231	
4 M4 PULPA. VA	Sample	0.9998	1.0001	0.3682	0.3432	0.0448	0.0439	25.5363
	Blank			0.0335	0.0360	0.0000	0.0231	
5 M5 PULPA. VA	Sample	1.0000	1.0002	0.4902	0.5100	0.0240	0.1547	30.9719
	Blank			0.0335	0.0360	0.0000	0.0231	
6 M1 PULPA. VB	Sample	1.0003	0.9999	0.6104	0.6435	0.0442	0.1490	43.8956
	Blank			0.0341	0.0222	0.0263	0.0071	
7 M2 PULPA. VB	Sample	0.9999	1.0003	0.4899	0.5665	0.0177	0.1365	37.9212
	Blank			0.0341	0.0222	0.0263	0.0071	
8 M3 PULPA. VB	Sample	0.9995	1.0008	0.4918	0.5138	0.0240	0.1525	31.4603
	Blank			0.0335	0.0360	0.0000	0.0231	
9 M4 PULPA. VB	Sample	0.9998	1.0001	0.5164	0.5078	0.0200	0.1230	35.7468
	Blank			0.0335	0.0360	0.0000	0.0231	
10 M5 PULPA. VB	Sample	0.9997	1.0003	0.5149	0.4990	0.0324	0.0690	39.3900
	Blank			0.0335	0.0360	0.0000	0.0231	

FIBRA DIETARIA TOTAL DE RESIDUO DE EXTRACCIÓN DE GEL DE CLADODIO DE TUNA DE LA VARIEDAD AMARILLA Y BLANCA.



Sample details FIBRA DIETARIA TOTAL

Sample identifier		Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre	
		m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	R <sub>1</sub> (sample) or BR <sub>1</sub> (blank) (g)	R <sub>2</sub> (sample) or BR <sub>2</sub> (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)	% w/w	
1	M1 RESIDUO. VA	Sample	1,0002	1,0004	0,4126	0,3983	0,0180	0,0755	31,7105
	Blank			0,0341	0,0222	0,0263	0,0071		
2	M2 RESIDUO. VA	Sample	0,9999	1,0003	0,4460	0,4973	0,0289	0,1155	33,2467
	Blank			0,0341	0,0222	0,0263	0,0071		
3	M3 RESIDUO. VA	Sample	1,0003	0,9995	0,3695	0,3832	0,0054	0,0750	28,4328
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231		
4	M4 RESIDUO. VA	Sample	0,9998	1,0001	0,4117	0,3897	0,0399	0,0639	28,5264
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231		
5	M5 RESIDUO. VA	Sample	1,0000	1,0002	0,4126	0,3983	0,0104	0,0685	31,4869
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231		
6	M1 RESIDUO. VB	Sample	1,0003	0,9999	0,5257	0,5100	0,0248	0,0883	40,9959
	Blank			0,0341	0,0222	0,0263	0,0071		
7	M2 RESIDUO. VB	Sample	0,9999	1,0003	0,4663	0,5456	0,0228	0,1333	35,5064
	Blank			0,0341	0,0222	0,0263	0,0071		
8	M3 RESIDUO. VB	Sample	0,9995	1,0008	0,5254	0,5646	0,0439	0,1299	35,9496
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231		
9	M4 RESIDUO. VB	Sample	0,9998	1,0001	0,4772	0,5329	0,0373	0,1316	32,4516
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231		
10	M5 RESIDUO. VB	Sample	0,9997	1,0003	0,4933	0,4570	0,0276	0,0665	36,9400
	Blank			0,0335	0,0360	0,0000	0,0231		

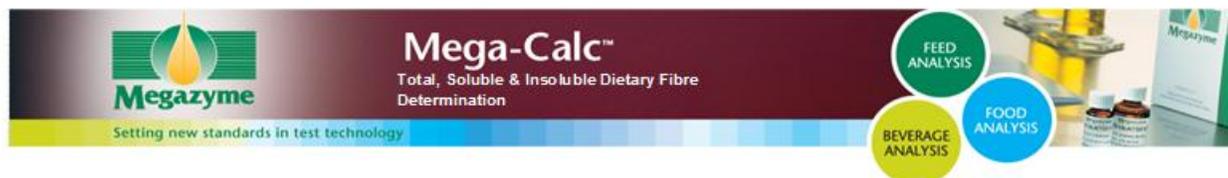
FIBRA DIETARIA INSOLUBLE DE CÁSCARA DE CLADODIO DE TUNA DE LA VARIEDAD AMARILLA Y BLANCA.



Sample details FIBRA DIETARIA INSOLUBLE

Sample identifier		Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre	
		m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	R <sub>1</sub> (sample) or BR <sub>1</sub> (blank) (g)	R <sub>2</sub> (sample) or BR <sub>2</sub> (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)	% w/w	
1	M1 CORT. VA	Sample	1,0002	0,9997	0,4474	0,4583	0,0180	0,0755	34,9937
		Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
2	M2 CORT. VA	Sample	1,0003	0,9997	0,4811	0,4682	0,0012	0,1079	35,6255
		Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
3	M3 CORT. VA	Sample	1,0003	1,0005	0,4702	0,4434	0,0421	0,0800	33,1188
		Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
4	M4 CORT. VA	Sample	0,9995	0,9995	0,4563	0,4559	0,0399	0,0639	34,9095
		Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
5	M5 CORT. VA	Sample	1,0002	1,0001	0,4419	0,4728	0,0036	0,1333	31,7027
		Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
6	M1 CORT. VB	Sample	1,0001	1,0002	0,4946	0,5919	0,0181	0,1122	40,3614
		Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
7	M2 CORT. VB	Sample	1,0002	1,0001	0,4937	0,4728	0,0356	0,0312	40,7003
		Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
8	M3 CORT. VB	Sample	0,9998	1,0006	0,5497	0,5890	0,0902	0,1240	35,1690
		Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
9	M4 CORT. VB	Sample	1,0001	1,0003	0,7005	0,5663	0,0470	0,1472	43,5738
		Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
10	M5 CORT. VB	Sample	0,9999	0,9997	0,6694	0,6675	0,0475	0,2003	41,7428
		Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	

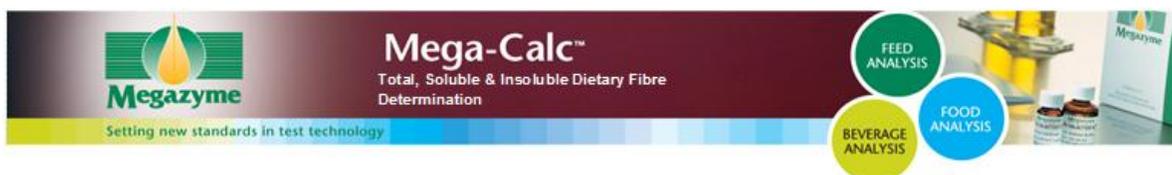
FIBRA DIETARIA INSOLUBLE DE PULPA DE CLADODIO DE TUNA DE LA VARIEDAD AMARILLA Y BLANCA.



Sample details FIBRA DIETARIA INSOLUBLE

Sample identifier		Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre
		m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	R <sub>1</sub> (sample) or BR <sub>1</sub> (blank) (g)	R <sub>2</sub> (sample) or BR <sub>2</sub> (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)	% w/w
1 M1 PULPA. VA	Sample	1,0005	1,0002	0,2474	0,3005	0,0019	0,0755	18,7125
	Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
2 M2 PULPA. VA	Sample	0,9998	0,9998	0,3056	0,2643	0,0126	0,0589	20,4111
	Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
3 M3 PULPA. VA	Sample	1,0001	0,9996	0,2872	0,2825	0,0304	0,0347	21,6352
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
4 M4 PULPA. VA	Sample	0,9995	0,9998	0,2351	0,1765	0,0324	0,0248	14,5256
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
5 M5 PULPA. VA	Sample	0,9998	0,9997	0,2822	0,2689	0,0342	0,0465	19,1513
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
6 M1 PULPA. VB	Sample	1,0003	0,9998	0,2311	0,2670	0,0100	0,0438	18,5921
	Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
7 M2 PULPA. VB	Sample	1,0000	1,0004	0,3066	0,2917	0,0108	0,0610	21,7996
	Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
8 M3 CORT. VB	Sample	0,9998	0,9997	0,2822	0,2689	0,0342	0,0465	19,1513
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
9 M4 CORT. VB	Sample	1,0003	1,0004	0,2899	0,3539	0,0399	0,0516	22,6961
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
10 M5 CORT. VB	Sample	1,0000	1,0003	0,3631	0,4556	0,0509	0,0907	26,4410
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	

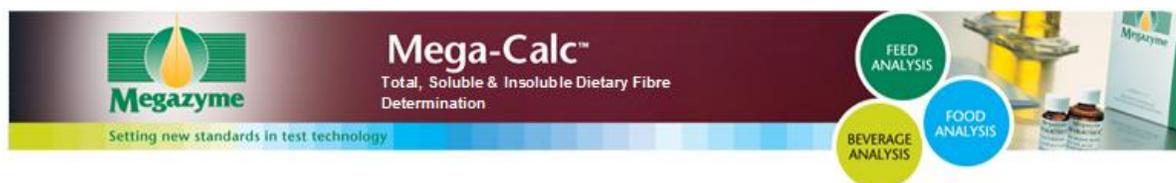
FIBRA DIETARIA INSOLUBLE DE RESIDUO DE EXTRACCIÓN DE GEL DE CLADODIO DE TUNA DE LA VARIEDAD AMARILLA Y BLANCA.



Sample details FIBRA DIETARIA INSOLUBLE

Sample identifier		Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre
		m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	R <sub>1</sub> (sample) or BR <sub>1</sub> (blank) (g)	R <sub>2</sub> (sample) or BR <sub>2</sub> (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)	% w/w
1 M1 RESIDUO. VA	Sample	1,0001	0,9996	0,2445	0,2638	0,0189	0,0548	17,1066
	Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
2 M2 RESIDUO. VA	Sample	0,9999	1,0000	0,3145	0,3099	0,0086	0,0463	24,7966
	Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
3 M3 RESIDUO. VA	Sample	1,0005	0,9995	0,2492	0,2364	0,0368	0,0259	17,6690
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
4 M4 RESIDUO. VA	Sample	1,0003	1,0001	0,2718	0,2713	0,0204	0,0409	20,6849
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
5 M5 RESIDUO. VA	Sample	0,9998	0,9998	0,3056	0,2643	0,0126	0,0680	20,0980
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
6 M1 RESIDUO. VB	Sample	0,9999	0,9999	0,2407	0,2231	0,0159	0,0290	17,7638
	Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
7 M2 RESIDUO. VB	Sample	1,0004	1,0001	0,3099	0,2140	0,0098	0,0344	20,8408
	Blank			0,0224	0,0140	0,0006	0,0082	
8 M3 RESIDUO. VB	Sample	1,0001	1,0006	0,2556	0,3467	0,0713	0,0556	17,0795
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
9 M4 RESIDUO. VB	Sample	1,0004	1,0005	0,3587	0,3245	0,0311	0,0453	26,1712
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	
10 M5 RESIDUO. VB	Sample	1,0002	1,0005	0,2786	0,2893	0,0231	0,0395	21,7854
	Blank			0,0209	0,0061	0,0094	0,0007	

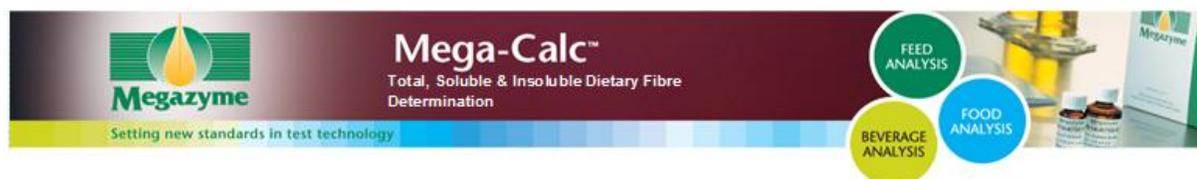
FIBRA DIETARIA SOLUBLE DE CORTEZA DE CLADODIO DE TUNA DE LA VARIEDAD AMARILLA Y BLANCA.



Sample details **FIBRA DIETARIA SOLUBLE**

	Sample identifier	Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre	
		m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	R <sub>1</sub> (sample) or BR <sub>1</sub> (blank) (g)	R <sub>2</sub> (sample) or BR <sub>2</sub> (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)	% w/w	
1	M1 CORT. VA	Sample	1,0002	0,9997	0,2381	0,1970	0,0052	0,0858	10,7350
		Blank			0,0306	0,0199	0,0003	0,0058	
2	M2 CORT. VA	Sample	1,0003	0,9997	0,1346	0,0985	0,0000	0,0536	4,3730
		Blank			0,0306	0,0199	0,0003	0,0058	
3	M3 CORT. VA	Sample	1,0003	1,0005	0,1232	0,1245	0,0218	0,0698	5,6138
		Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
4	M4 CORT. VA	Sample	0,9995	0,9995	0,1088	0,1242	0,0285	0,0735	3,8419
		Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
5	M5 CORT. VA	Sample	1,0002	1,0001	0,1232	0,1295	0,0218	0,0698	5,8651
		Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
6	M1 CORT. VB	Sample	1,0001	1,0002	0,1921	0,1615	0,0000	0,0757	8,1873
		Blank			0,0306	0,0199	0,0003	0,0058	
7	M2 CORT. VB	Sample	1,0002	1,0001	0,1353	0,1587	0,0000	0,0492	7,8503
		Blank			0,0306	0,0199	0,0003	0,0058	
8	M3 CORT. VB	Sample	0,9998	1,0006	0,0910	0,1252	0,0330	0,0662	3,2853
		Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
9	M4 CORT. VB	Sample	1,0001	1,0003	0,0773	0,0640	0,0159	0,0456	3,3005
		Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
10	M5 CORT. VB	Sample	0,9999	0,9997	0,0583	0,0764	0,0110	0,0372	4,3099
		Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	

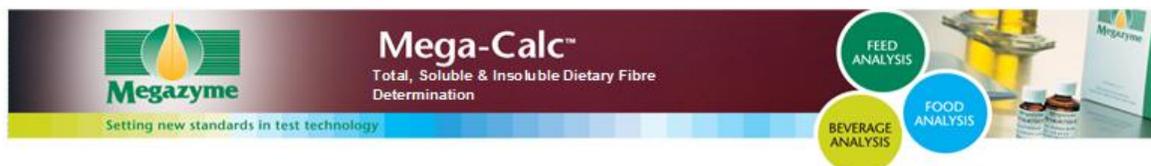
FIBRA DIETARIA SOLUBLE DE PULPA DE PENCA DE CLADODIO DE LA VARIEDAD AMARILLA Y BLANCA.



Sample details FIBRA DIETARIA SOLUBLE

Sample identifier		Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre	
		m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	R <sub>1</sub> (sample) or BR <sub>1</sub> (blank) (g)	R <sub>2</sub> (sample) or BR <sub>2</sub> (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)	% w/w	
1	M1 PULPA. VA	Sample	1,0001	0,9996	0.1678	0.1049	0.0017	0.0312	8,4203
		Blank			0.0306	0.0199	0.0003	0.0058	
2	M2 PULPA. VA	Sample	0,9999	1,0000	0.1493	0.1201	0.0134	0.0411	6,0939
		Blank			0.0306	0.0199	0.0003	0.0058	
3	M3 PULPA. VA	Sample	1,0005	0,9995	0.1596	0.1196	0.0289	0.0509	8,3720
		Blank			0.0102	0.0101	0.0269	0.0072	
4	M4 PULPA. VA	Sample	1,0003	1,0001	0.1034	0.1320	0.0115	0.0452	8,4833
		Blank			0.0102	0.0101	0.0269	0.0072	
5	M5 PULPA. VA	Sample	1,0002	1,0005	0.1090	0.1150	0.0017	0.0552	7,8982
		Blank			0.0102	0.0101	0.0269	0.0072	
6	M1 PULPA. VB	Sample	0,9999	0,9999	0.2632	0.1996	0.0050	0.0772	12,9963
		Blank			0.0306	0.0199	0.0003	0.0058	
7	M2 PULPA. VB	Sample	1,0004	1,0001	0.2228	0.2261	0.0098	0.1312	6,4289
		Blank			0.0306	0.0199	0.0003	0.0058	
8	M3 PULPA. VB	Sample	1,0001	1,0006	0.2150	0.1298	0.0608	0.0453	9,0198
		Blank			0.0102	0.0101	0.0269	0.0072	
9	M4 PULPA. VB	Sample	1,0004	1,0005	0.1322	0.0864	0.0323	0.0513	4,9628
		Blank			0.0102	0.0101	0.0269	0.0072	
10	M5 PULPA. VB	Sample	1,0002	1,0005	0.1413	0.0673	0.0355	0.0464	4,6264
		Blank			0.0102	0.0101	0.0269	0.0072	

FIBRA DIETARIA SOLUBLE DE RESIDUO DE EXTRACCIÓN DE GEL DE PENCA DE TUNA DE LA VARIEDAD AMARILLA Y BLANCA.



Sample details FIBRA DIETARIA SOLUBLE

Sample identifier		Sample weights		Residue weights		Protein	Ash	Dietary Fibre
		m <sub>1</sub> (g)	m <sub>2</sub> (g)	R <sub>1</sub> (sample) or BR <sub>1</sub> (blank) (g)	R <sub>2</sub> (sample) or BR <sub>2</sub> (blank) (g)	P (sample) or BP (blank) (g)	A (sample) or BA (blank) (g)	% w/w
1	M1 RESIDUO. VA	1,0001	0,9996	0,1800	0,1253	0,0017	0,0528	7,8922
	Blank			0,0306	0,0199	0,0003	0,0058	
2	M2 RESIDUO. VA	0,9999	1,0000	0,2166	0,1457	0,0069	0,0524	10,2602
	Blank			0,0306	0,0199	0,0003	0,0058	
3	M3 RESIDUO. VA	1,0005	0,9995	0,0974	0,1361	0,0425	0,0522	4,5930
	Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
4	M4 RESIDUO. VA	1,0003	1,0001	0,1213	0,1012	0,0408	0,0322	6,2178
	Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
5	M5 RESIDUO. VA	1,0002	1,0005	0,1203	0,1253	0,0017	0,0728	7,2155
	Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
6	M1 RESIDUO. VB	0,9999	0,9999	0,2676	0,1963	0,0008	0,0986	11,3321
	Blank			0,0306	0,0199	0,0003	0,0058	
7	M2 RESIDUO. VB	1,0004	1,0001	0,1094	0,2690	0,0187	0,0589	9,2337
	Blank			0,0306	0,0199	0,0003	0,0058	
8	M3 RESIDUO. VB	1,0001	1,0006	0,1285	0,1503	0,0645	0,0484	5,0382
	Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
9	M4 RESIDUO. VB	1,0004	1,0005	0,1003	0,1123	0,0351	0,0467	4,8418
	Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	
10	M5 RESIDUO. VB	1,0002	1,0005	0,2227	0,1266	0,0662	0,0803	5,2072
	Blank			0,0102	0,0101	0,0269	0,0072	

## ANEXO 6

### CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS (FAC) DE CORTEZA, PULPA Y RESIDUO DE EXTRACCIÓN DE GEL DE CLADODIO DE TUNA (*OPUNTIA FICUS INDICA*)

Variedad	# Muestra	Tipo de Muestra	Peso del Tubo (g)	Peso de Muestra (g)	Peso Final (g)	FAC
Amarilla	1	Corteza	40,2289	5,0006	52,8820	1,17
	1	Pulpa	42,1477	5,0068	51,8519	1,10
	1	Residuo	42,1458	5,0071	52,4961	1,11
Amarilla	2	Corteza	41,9166	5,0236	54,2151	1,15
	2	Pulpa	42,2373	5,0217	50,5660	1,07
	2	Residuo	40,2999	5,0036	50,8887	1,12
Amarilla	3	Corteza	40,4879	5,0084	53,6966	1,18
	3	Pulpa	42,1348	5,0383	53,2054	1,13
	3	Residuo	39,4922	5,0041	50,1759	1,13
Amarilla	4	Corteza	39,3768	4,9952	53,5188	1,21
	4	Pulpa	40,2684	5,0161	50,4514	1,11
	4	Residuo	39,5847	5,0056	49,9594	1,12
Amarilla	5	Corteza	39,2327	5,0374	53,9896	1,22
	5	Pulpa	41,9011	5,1247	52,9796	1,13
	5	Residuo	42,0637	5,0253	54,1759	1,15
Blanca	1	Corteza	40,4243	5,0489	50,6693	1,11
	1	Pulpa	42,0644	5,0054	52,3196	1,11
	1	Residuo	40,2443	5,0112	50,4397	1,11
Blanca	2	Corteza	39,3802	5,0250	50,0462	1,13
	2	Pulpa	42,1500	5,0142	51,3429	1,09
	2	Residuo	39,2367	5,0322	48,8538	1,10
Blanca	3	Corteza	39,5895	5,0062	53,9939	1,21
	3	Pulpa	40,2476	5,0039	50,1293	1,11
	3	Residuo	42,1489	5,0097	53,5187	1,13
Blanca	4	Corteza	40,4232	5,0039	53,6616	1,18
	4	Pulpa	39,4928	5,0038	50,4327	1,13
	4	Residuo	42,1844	5,0008	55,2187	1,17
Blanca	5	Corteza	39,2299	5,0134	53,5636	1,21
	5	Pulpa	42,1480	5,0346	51,7634	1,10
	5	Residuo	42,1341	5,0029	53,2831	1,13

Variedad	Muestra	FAC (g aceite/g muestra)
		Media $\pm$ STD
Amarilla	Corteza	1,19 $\pm$ 0,03
	Pulpa	1,11 $\pm$ 0,02
	Residuo	1,13 $\pm$ 0,01
Blanca	Corteza	1,17 $\pm$ 0,05
	Pulpa	1,11 $\pm$ 0,02
	Residuo	1,13 $\pm$ 0,03

## ANEXO 7

### CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA DE CORTEZA, PULPA Y RESIDUO DE EXTRACCIÓN DE GEL DE CLADODIO DE TUNA (*OPUNTIA FICUS INDICA*)

Variedad	# Muestra	Tipo de Muestra	Peso del Tubo (g)	Peso de Muestra (g)	Peso Papel (g)	Peso Húmedo sin papel (P1) (g)	Peso Seco sin papel (P2) (g)	k	WRC (g/g muestra)
marilla	1	Corteza	40,4465	1,0093	0,8390	55,9344	42,7629	0,3688	54,93
	1	Pulpa	39,4236	1,0023	0,8000	55,5220	42,8000	0,3562	54,51
	1	Residuo	40,4166	1,0127	0,8115	52,8611	42,3864	0,2933	51,85
Blanca	1	Corteza	41,9872	1,1054	0,8340	62,5274	45,0745	0,4887	61,52
	1	Pulpa	41,8544	1,0263	0,8225	60,3164	44,4691	0,4437	59,31
	1	Residuo	42,0990	1,0153	0,8290	57,3529	43,9716	0,3747	56,34
Amarilla	2	Corteza	42,1419	1,0501	0,8084	56,7904	44,4178	0,3464	55,78
	2	Pulpa	39,1795	1,0223	0,8080	53,7366	41,4982	0,3427	52,73
	2	Residuo	41,8546	1,0129	0,8270	56,1236	43,9423	0,3411	55,12
Blanca	2	Corteza	40,2330	1,0389	0,8418	61,7133	43,3591	0,5139	60,70
	2	Pulpa	40,2428	1,0828	0,8353	63,8474	44,1468	0,5516	62,83
	2	Residuo	40,3935	1,0207	0,8413	61,6893	43,0188	0,5228	60,68
Amarilla	3	Corteza	40,4440	1,0227	0,7290	53,0971	42,1235	0,3073	52,09
	3	Pulpa	40,4086	1,0494	0,8380	53,3750	42,0598	0,3168	52,37
	3	Residuo	40,4160	1,1075	0,8440	51,3707	42,1035	0,2595	50,36
Blanca	3	Corteza	41,9800	1,1455	0,8205	69,9957	45,1575	0,6955	68,98
	3	Pulpa	41,8541	1,0256	0,8309	62,7740	44,1374	0,5218	61,76
	3	Residuo	42,1004	1,0705	0,8200	65,9254	44,7491	0,5929	64,91
Amarilla	4	Corteza	42,1548	1,0050	0,8511	58,3279	44,2559	0,3940	57,32
	4	Pulpa	39,1768	1,0119	0,8040	54,6222	41,4899	0,3677	53,61
	4	Residuo	41,8537	1,0511	0,8470	59,4801	45,1330	0,4017	58,47
Blanca	4	Corteza	40,2333	1,0320	0,8380	69,3072	44,5436	0,6934	68,29
	4	Pulpa	40,2419	1,1205	0,8101	66,8412	43,1105	0,6645	65,83
	4	Residuo	40,4415	1,0273	0,7430	62,2262	42,8885	0,5415	61,21
Amarilla	5	Corteza	40,3915	1,0219	0,7360	55,0052	42,1637	0,3596	54,00
	5	Pulpa	40,4156	1,0661	0,7410	62,4412	43,4440	0,5319	61,43
	5	Residuo	39,1754	1,1176	0,7670	59,8008	42,4385	0,4861	58,79
Blanca	5	Corteza	41,8525	1,0375	0,7690	68,5204	45,9539	0,6319	67,51
	5	Pulpa	41,8510	1,0955	0,7720	69,3495	45,8708	0,6574	68,33
	5	Residuo	42,1417	1,0740	0,7580	66,2035	44,8323	0,5984	65,19

Variedad	Muestra	WRC (g /g muestra)
		Media $\pm$ STD
Amarilla	Corteza	54,82 $\pm$ 2,0
	Pulpa	54,93 $\pm$ 3,7
	Residuo	54,92 $\pm$ 3,8
Blanca	Corteza	65,40 $\pm$ 4,0
	Pulpa	63,61 $\pm$ 3,5
	Residuo	61,67 $\pm$ 3,6

## ANEXO 8

### CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO DE CORTEZA, PULPA Y RESIDUO DE EXTRACCIÓN DE GEL DE CLADODIO DE TUNA (*OPUNTIA FICUS INDICA*)

Variedad	# Muestra	Tipo de Muestra	Peso de Muestra	Volumen Final	SW
Amarilla	1	Corteza	0,5030	6,00	11,93
	1	Pulpa	0,5173	8,00	15,46
	1	Residuo	0,5108	7,50	14,68
Amarilla	2	Corteza	0,5131	8,50	16,57
	2	Pulpa	0,5106	6,00	11,75
	2	Residuo	0,5027	7,50	14,92
Amarilla	3	Corteza	0,5828	9,00	15,44
	3	Pulpa	0,5020	6,50	12,95
	3	Residuo	0,5256	5,00	9,51
Amarilla	4	Corteza	0,5035	7,00	13,90
	4	Pulpa	0,5291	8,00	15,12
	4	Residuo	0,5050	8,50	16,83
Amarilla	5	Corteza	0,5051	9,00	17,82
	5	Pulpa	0,5160	9,00	17,44
	5	Residuo	0,5240	9,00	17,18
Blanca	1	Corteza	0,5029	6,00	11,93
	1	Pulpa	0,5088	8,00	15,72
	1	Residuo	0,5213	7,00	13,43
Blanca	2	Corteza	0,5070	10,00	19,72
	2	Pulpa	0,5167	9,00	17,42
	2	Residuo	0,5068	5,75	11,35
Blanca	3	Corteza	0,5046	9,00	17,84
	3	Pulpa	0,5024	8,00	15,92
	3	Residuo	0,5067	9,00	17,76
Blanca	4	Corteza	0,5007	8,50	16,98
	4	Pulpa	0,5012	10,50	20,95
	4	Residuo	0,5021	9,00	17,92
Blanca	5	Corteza	0,5098	9,00	17,65
	5	Pulpa	0,5016	8,00	15,95
	5	Residuo	0,5252	9,00	17,14

Variedad	Muestra	SW (mL/g muestra)
		Media $\pm$ STD
Amarilla	Corteza	15,13 $\pm$ 2,3
	Pulpa	14,55 $\pm$ 2,2
	Residuo	14,62 $\pm$ 3,1
Blanca	Corteza	16,82 $\pm$ 2,9
	Pulpa	17,19 $\pm$ 2,2
	Residuo	15,52 $\pm$ 3,0

## **ANEXO 9**

### **FÓRMULAS UTILIZADAS DURANTE LA INVESTIGACIÓN. CÁLCULO DE HUMEDAD.**

$$Hm = \frac{(W_{cap} + W_m) - W_f - W_b}{W_m} * 100$$
$$Hm = \frac{(29,17622 + 2,11852) - 31,0707 - 0,001}{2,11852} * 100$$
$$Hm = 10,52\%$$

En donde:

$W_{cap}$ = Peso capsula.

$W_m$ = Peso muestra

$W_f$ = Peso final seco (capsula + muestra)

$W_b$ = Peso blanco

### **CÁLCULO DE CENIZA.**

$$C_{nz} = \frac{W_{cnz} - W_{cap} - W_b}{W_m} * 100$$
$$C_{nz} = \frac{14,5663 - 14,29996 - 0,0123}{2,00166} * 100$$
$$C_{nz} = 12,69\%$$

En donde:

$W_{cap}$ = Peso capsula.

$W_m$ = Peso muestra

$W_{cnz}$ = Peso ceniza (capsula + ceniza)

$W_b$ = Peso blanco

#### CÁLCULO DE PROTEÍNA.

$$Pt = \frac{(VAc * NAc) - (VBase * NBase) - (Vb * Nb) * 1,4007}{Wm} * 6,25$$

$$Pt = \frac{(31,14 * 0,101) - (19,5 * 0,1092) - (1 * 0,1) * 1,4007}{1,5062} * 6,25$$

$$Pt = 5,37\%$$

En donde:

VAc= Volumen de ácido.

NAc= Normalidad del ácido

VBase= Volumen de base

NBase= Normalidad de la base

Vb= Volumen del blanco

Nb= Normalidad del blanco

Wm= Peso de muestra

#### CÁLCULO DE EXTRACTO ETÉREO.

$$Gb = \frac{(Wmatraz + Wperlas + WGrasa) - (Wmatraz + Wperlas)}{Wm} * 100$$

$$Gb = \frac{(182,467 - 182,4524)}{1,25087} * 100$$

$$Gb = 1,167\%$$

En donde:

Wmatraz= Peso del matraz.

Wperlas= Peso perlas.

Wgrasa= Peso grasa.

Wm= Peso de muestra.

#### CÁLCULO DE FIBRA CRUDA.

$$Fb = \frac{(W_{resduo} - W_{cnz}) - (W_{bhm} - W_{bcnz})}{W_m} * 100$$

$$Fb = \frac{(75,9874 - 74,9309) - (10,531 - 9,798)}{2,0976} * 100$$

$$Fb = 15,42\%$$

En donde:

Wresduo= Peso residuo.

Wcnz= Peso ceniza.

Wbhm= Peso blanco húmedo.

Wbcnz= Peso Blanco de ceniza.

Wm= Peso muestra

#### CÁLCULO DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO.

ELN = 100% -(% humedad + % ceniza + % proteína + % fibra cruda + % grasa)

ELN = 100% -(10,53 + 12,69 + 5,37 + 15,42 + 1,17)

ELN = 54,82%

#### CÁLCULO DE FIBRA DIETARIA TOTAL (FDT)

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

$$B = \frac{0,0341 + 0,0222}{2} - 0,0263 - 0,0071$$

$$B = -0,00525$$

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

$$FDT = \frac{\frac{0,56441 + 0,57952}{2} - 0,0020 - 0,1642 - (-0,00525)}{\frac{1,0072 + 1,0073}{2}} \times 100$$

$$FDT = 40,805 \text{ g / g}$$

En donde:

R1 = Residuo de muestra 1

R2 = Residuo de muestra 2

m1 = Muestra 1

m2 = Muestra 2

A = Ceniza de residuo 1

P = Proteína de residuo 2

B = Blanco

BR1 = Blanco de residuo 1

BR2 = Blanco de residuo 2.

BA = Blanco de ceniza.

BP = Blanco de proteína.

### CÁLCULO DE FIBRA DIETARIA INSOLUBLE (FDI)

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

$$B = \frac{0,0224 + 0,0140}{2} - 0,0006 - 0,0082$$

$$B = 0,0094$$

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

$$FDI = \frac{\frac{0,4474 + 0,4582}{2} - 0,0180 - 0,0755 - 0,0094}{\frac{1,0002 + 0,9997}{2}} \times 100$$

$$FDI = 34,9917 \text{ (g / g)}$$

En donde:

R1= Residuo de muestra 1

R2= Residuo de muestra 2

m1= Muestra 1

m2= Muestra 2

A= Ceniza de residuo 1

P= Proteína de residuo 2

B= Blanco

BR1= Blanco de residuo 1

BR2= Blanco de residuo 2.

BA= Blanco de ceniza.

BP= Blanco de proteína.

### CÁLCULO DE FIBRA DIETARIA SOLUBLE (FDS)

$$B = \frac{BR1 + BR2}{2} - BP - BA$$
$$B = \frac{0,0306 + 0,0199}{2} - 0,0003 - 0,0058$$
$$B = 0,01915$$

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

$$FDS = \frac{\frac{0,2381 + 0,1970}{2} - 0,0052 - 0,0858 - 0,01915}{\frac{1,0002 + 0,9997}{2}} \times 100$$

$$FDS = 10,7405 \text{ (g / g)}$$

En donde:

R1= Residuo de muestra 1

R2= Residuo de muestra 2

m1= Muestra 1

m2= Muestra 2

A= Ceniza de residuo 1

P= Proteína de residuo 2

B= Blanco

BR1= Blanco de residuo 1

BR2= Blanco de residuo 2.

BA= Blanco de ceniza.

BP= Blanco de proteína.

### CÁLCULO DE CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS (FAC).

$$FAC = \frac{Wf}{(Wt + Wm)}$$

$$FAC = \frac{52,8820}{40,2289 + 5,0006}$$

$$FAC = 1,169 \frac{g}{g}$$

En donde:

Wf= Peso final sin aceite sobrenadante

Wt= Peso del tubo

Wm= Peso muestra

#### CÁLCULO DE CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA (WRC).

$$WRC = \frac{P1 - P2}{(P2 - k)}$$

$$k = a(P1 - P2)$$

$$a = 28 * 10^{-3} \text{ g sal fosfato/ml}$$

$$k = 28 * 10^{-3} (55,9344 - 42,7929)$$

$$k = 0,3688$$

$$WRC = \frac{55,9344 - 42,7629}{(42,7629 - 0,3688)}$$

$$WRC = 54,93 \text{ g/g muestra}$$

En donde:

P1= Peso húmedo + pellet

P2= Peso seco + pellet

#### CÁLCULO DE CAPACIDAD DE HINCHAMIENTO (SW).

$$SW = \frac{Vf}{Wm}$$

$$SW = \frac{6,00}{0,503}$$

$$SW = 11,93 \text{ ml/g}$$

En donde:

Vf= Volumen final (obtenido volumen total – volumen inicial).

Wm= Peso de muestra.