

## OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y FUNCIONAL DE LAS FIBRAS DIETÉTICAS DEL NÍSPERO COMÚN (*Mespilus germanica*)

Yoni Arroyo Salas<sup>a</sup>, Mercedes Carrasco Colque<sup>a</sup>, Antonio Bueno Lazo<sup>b</sup>,  
Rubén Cardeña Ccorymanya<sup>c</sup>, Celina Luízar Obregón<sup>c</sup>

### RESUMEN

El presente es un trabajo de investigación sobre el níspero común (*Mespilus germanica*) colectado en el Valle Sagrado de los Incas - Cusco - Perú (aprox. 2300 m.s.n.m.) que permitió demostrar la importancia de este fruto como fuente de fibras dietéticas. Para ello las fibras dietéticas se obtuvieron usando métodos gravimétricos estándar; en seguida se obtuvieron los espectros Infrarrojo de las fibras dietéticas usando un Espectrofotómetro Nicolet Abatar 380.

La conducta de las fibras dietéticas respecto a propiedades fisicoquímicas tales como densidad, viscosidad, tensión superficial y capacidad calorífica a diferentes temperaturas; asimismo, el análisis de las propiedades funcionales: capacidad de retención de agua, capacidad de adsorción de aceite y capacidad de hinchamiento también fueron obtenidos y comparados con la bibliografía, encontrándose resultados coherentes.

El níspero común (*Mespilus germanica*) analizado presentó contenidos de 8,44% de pectina, 7,68% de celulosa, 4,98% de hemicelulosa y 0,62% de lignina; la caracterización por Infrarrojo permitió la identificación de los grupos funcionales característicos de cada una de estas fibras dietéticas, como el estiramiento en  $1750\text{ cm}^{-1}$  para el grupo C=O.

Finalmente, se encontró que el níspero común es una fuente de fibra dietética con excelente balance porque guarda una proporción de 56,54 a 43,46 % de fibras dietéticas solubles (FDS) a fibras dietéticas insolubles (FDI), respectivamente.

**Palabras clave:** *Mespilus germanica*, fibra dietética, fibras dietéticas solubles, fibras dietéticas insolubles, propiedades funcionales.

## OBTENTION, FUNCTIONAL AND PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THE DIETARY FIBERS OF COMMON MEDLAR (*Mespilus germanica*)

### ABSTRACT

This is a research about dietary fibers from common medlar (*Mespilus germanica*) collected in the Sacred Valley – Cusco - Perú (approx. 2300 m.o.s.l.) that reveals the importance of

<sup>a</sup> Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Av. Arequipa S/N, Cusco, Perú, yoniperusol@hotmail.com.

<sup>b</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Av. De la Cultura N° 733, Cusco Perú.

<sup>c</sup> Departamento Académico de Química - Facultad de Ciencia Químicas, Físicas y Matemáticas, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Av. De la Cultura N° 733, Cusco Perú.

common medlar as a source of dietetic fiber. For this, the dietary fibers were extracted using standard gravimetric methods and purified; immediately it was obtained the IR spectra in a Nicolet Abate 380 spectrophotometer. After that, it was studied the conduct of dietary fiber involving the physicochemical properties such as density, viscosity, surface tension and heat capacity at different temperatures; and also it was analyzed some functional properties such as water-holding capacity, oil absorption capacity and capability swelling and then compared with the literature, founding consistent results.

The results of the study, show the subsequently contents of pectin, cellulose, hemicellulose and lignin: 8,44 %, 7,68 % of 4,98 % and 0,62 %, respectively; the characterization by IR reveals the identification of characteristic functional groups of these dietary fiber, as for exmple the streach in  $1750\text{ cm}^{-1}$  for C=O group.

Finally, it was found that the common medlar is a source of dietary fiber with excellent balance, because it keeps a proportion of 56,54 to 43,46 % of Soluvel Dietetic Fiber to Insoluvcl Dietetic Fiber (SDF: IDF).

**Key words:** Mespilus germanica, dietary fiber, soluble dietary fibers, insoluble dietary fibers, functional propierties.

## INTRODUCCIÓN

El Perú es un país mega diverso por su alta diversidad de ecosistemas, especies, recursos genéticos y culturas humanas; cuenta con más de 240 mil hectáreas cultivables entre costa, sierra y selva; donde se observa el cultivo de espárragos, cebolla blanca, páprika, mango, frijoles, uvas y muchos de los productos exportables; asímismo, camu camu, kiwicha, pijuayo, saúco, entre otros. El departamento del Cusco tiene como base económica la agricultura y dentro de este sector, la fruticultura; si bien es cierto que en nuestro departamento se está propendiendo al cultivo y consumo de saúco (*Sambucus peruviana*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*), debido a sus propiedades nutritivas; otra alternativa frutícola de importancia social y nutritiva es el níspero común (*Mespilus germanica*), cuyo cultivo no es tecnificado, pues se trata de una producción bajo modelo familiar, con una producción aproximada de 47 TM por campaña agrícola, volumen que no está siendo aprovechado adecuadamente.

Desde la última década, numerosas organizaciones internacionales han recomendado un consumo de fibra por encima de 20 g/día; así la Sociedad Dietética Americana recomienda entre 20 y 30 g/día procedente de alimentos vegetales. El Instituto Nacional para el Cáncer (EE.UU.) recomienda entre 20 y 40 g/día. Obviamente estas recomendaciones son para individuos adultos sanos, pudiendo ser menores para niños y ancianos. Los efectos fisiológicos de las fibras dietéticas varían según su capacidad de disolverse en el agua; son consideradas fibras dietéticas solubles (FDS): las pectinas, gomas, mucílagos, ciertos tipos de hemicelulosa soluble y polisacáridos de reserva de la planta y fibras dietéticas insolubles (FDI): la celulosa, lignina y algunas fracciones de la hemicelulosa<sup>1</sup>.

La composición química de las fibras dietéticas, en las frutas y vegetales, es compleja y heterogénea, de las cuales la pectina, celulosa, hemicelulosa y lignina son las más importantes; el cálculo de estos constituyentes químicos es complejo y laborioso. Debido a

esto último es que las investigaciones hasta ahora desarrolladas, en lo que respecta a la obtención de fibras dietéticas, se han circunscrito sólo a lo soluble e insoluble no así a la desagregación de cada uno de estos componentes.

A este respecto, en estudios preliminares del níspero común (*Mespilus germanica*) se ha encontrado que contiene 7,2% de pectina, con porcentaje de metoxilo alto de 8,08%, obtenida por el método gravimétrico en HCl (0,1 N) a partir de pulpa fresca <sup>2</sup>.

Igualmente, las fracciones de FDS y FDI fueron determinadas por el método enzimático propuesto por Prosky (1988), utilizando como medio extractante el fosfato,  $\alpha$ -amilasa termoestable, proteasa y amiloglucosidasa, para posteriormente lavarlas con etanol y acetona; donde se reportó que el níspero del Japón (*Eriobotrya japonica*) contiene 5,09% de FDS y 12,06% de FDI, siendo considerada como fibra dietética de buen balance (la relación FDS: FDI fue 30:70). En cuanto a las propiedades funcionales se observó baja capacidad de retención de agua (CRA) de 6g agua/g s.s <sup>3</sup>.

Se estudió la corteza seca de parchita por el método de hidrólisis ácida utilizando en HCl,  $H_3PO_4$ ,  $H_3PO_4 - (NaPO_3)_6$ , a pH: 3,0, entre 90-95°C y por 90 min.; obteniendo un rendimiento máximo de pectina 18,45%. La calidad de pectina se evaluó mediante espectroscopía infrarroja (IR) exhibiendo bandas alrededor de 1650 y 1750  $cm^{-1}$  indicadores de grupos carboxilos libres y esterificados, respectivamente, los cuales identifican a las pectinas de alto metoxilo <sup>4</sup>.

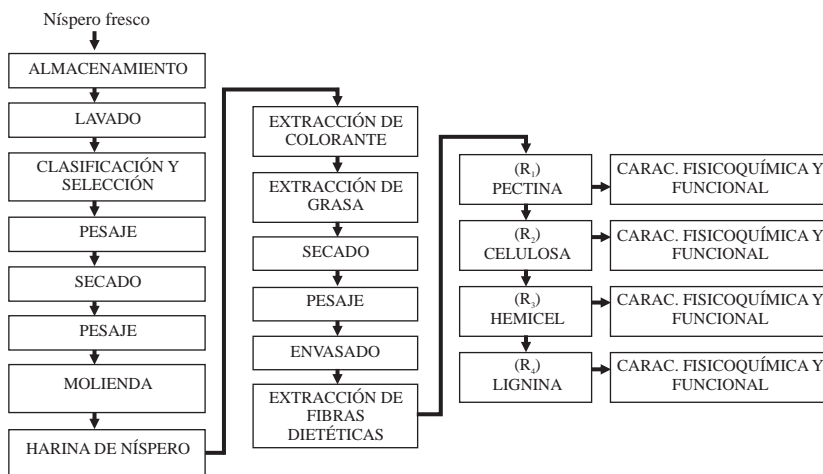
Por otro lado, la celulosa del bagazo de caña, fue modificada homogéneamente con anhídrido succínico utilizando el cloruro de 1-alil-3-metilimidazolium (AmimCl). El producto obtenido se caracterizó por espectroscopía infrarroja (IR), mostrando bandas características en 3412, 2916, 1638, 1382, 1046 y 895  $cm^{-1}$  que son las indicadoras de los grupos funcionales característicos de esta fibra dietética no modificada <sup>5</sup>.

En un estudio sobre hemicelulosa, el acetato de hemicelulosa, que fue preparado a partir de una hemicelulosa nativa, bajo condiciones de reacción homogénea en el sistema de *N,N*-dimetilacetamida/cloruro de litio por reacción de la hemicelulosa nativa con anhídrido acético en presencia de 4-dimetilaminopiridina. El producto obtenido se caracterizó por espectroscopía infrarroja (IR), mostrando bandas características de 2944, 1782, 1672, 1450, 1382, 1248 y 1046  $cm^{-1}$  que son las indicadoras de los grupos funcionales característicos de esta fibra dietética no modificada <sup>6</sup>.

Finalmente, la lignina es otro componente de las fibras dietéticas, donde la madera molida de *Pinus oocarpa* cultivada en el cerrado Brasileño fue previamente sometida a la extracción de lignina con etanol: tolueno (1:2, v/v) y analizada a través de espectrofotometría en IR mostrando las bandas características de 3423, 2937, 1716, 1602, 1510, 1268, 1137 y 857  $cm^{-1}$  que son las indicadoras de los grupos funcionales característicos de esta fibra dietética <sup>7</sup>.

## PARTE EXPERIMENTAL

El proceso de obtención de las fibras dietéticas extraídas del níspero común se en la figura 1.



**Figura 1.** Tratamientos estudiados en el proceso de obtención de fibras dietéticas.

**Pectina.** Se pesa 9,95g de harina de níspero, previamente acondicionada en papel filtro; se añade a un aparato de extracción soxhlet bajo reflujo juntamente que 100 mL de HCl (1% ac.) hasta obtener una temperatura constante de 91°C durante una hora; se filtra y se precipita el licor madre contenido de pectina con alcohol (96°GL) en una proporción 1:3 (licor madre: alcohol) hasta observar que la pectina precipita, que por lo general es de inmediato, formando geles transparentes; luego se filtra y se exprime manualmente, se pesa la pectina en base húmeda; secándola en una estufa a 40°C durante media hora y se pesa obteniéndose pectina en base seca para luego molerla y envasarla en un envase de vidrio herméticamente sellado.

**Celulosa.** Se pesa 9,11g de residuo (R<sub>2</sub>) libre de pectina, se añade en un aparato de extracción soxhlet bajo reflujo juntamente que 100 mL de NaOH (8% al.) hasta obtener una temperatura constante de 93°C, durante dieciséis horas; se filtra y se precipita el licor madre contenido de celulosa con ácido cítrico (25%) en una proporción 1:4 (licor madre: agua acidulada) observándose que la celulosa precipite lentamente en forma de partículas pequeñas de color guinda oscuro, dejando en reposo por setenta y dos horas más, hasta lograr una precipitación completa; luego se filtra y exprime en forma manual; se pesa la celulosa en base húmeda; se hace secar en una estufa a 40°C durante media hora y se pesa obteniéndose celulosa en base seca para luego molerla y envasarla en un envase de vidrio herméticamente sellado.

**Hemicelulosa.** Se pesa 8,44g de residuo (R<sub>3</sub>) libre de celulosa, se añade en un aparato de extracción Soxhlet bajo reflujo, juntamente que 100 mL de CH<sub>3</sub>COOH (32% ac.), hasta obtener una temperatura constante de 89°C, durante ocho horas; se filtra y se precipita el licor

madre contenido de hemicelulosa con alcohol (96°GL) en una proporción 1:3 (licor madre: alcohol) observándose que la hemicelulosa precipita lentamente en forma de diminutos geles transparentes dejando en reposo por tres horas más hasta lograr una precipitación completa; luego se filtra y exprime en forma manual. Se pesa la hemicelulosa en base húmeda; se seca en estufa, a 40°C, durante media hora y se pesa obteniéndose hemicelulosa en base seca para luego molerla y envasarla en un envase de vidrio herméticamente sellado.

**Lignina.** Se pesa 8,01 g de residuo ( $R_4$ ) libre de hemicelulosa, se añade en un aparato de extracción Soxhlet bajo reflujo juntamente que 100mL de  $H_2SO_4$  (15% ac.) hasta obtener una temperatura constante de 96°C durante veinte horas; se filtra y se precipita el licor madre contenido de lignina con alcohol (96°GL) en una proporción 1:3 (licor madre: alcohol) observándose que la lignina precipita lentamente formando un licor negro, dejando en reposo por cuarenta y ocho horas más, hasta lograr una precipitación completa; luego se filtra y exprime en forma manual. Se pesa la lignina en base húmeda; se seca en una estufa, a 40°C, durante media hora y se pesa la lignina en base seca para luego molerla y envasarla en un envase de vidrio herméticamente sellado.

### **Análisis espectral de las fibras dietéticas**

Los espectros de IR se obtuvieron en un Espectrofotómetro Nicolet Abatar 380, en pastillas de KBr a temperatura ambiente. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 1.

### **Análisis fisicoquímico**

#### ***Densidad (método del picnómetro)***

$$m = m_2 - m_1 \quad \text{Ec. 01}$$

$$\delta = \frac{m}{V} \quad \text{Ec. 02}$$

Donde:

$m_1$  = masa del picnómetro vacío (g)

$m_2$  = masa del picnómetro más la muestra (g)

$\delta$  = densidad (g/mL)

$V$  = volumen del picnómetro mL)

**Procedimiento:** Se pesa el picnómetro, en un baño termostático a 35 °C, se ajusta el volumen del picnómetro y seca. Cuando el picnómetro alcance la temperatura de la caja de la balanza, se procede a pesar. Se registra la densidad absoluta del agua destilada a 35 °C. Se quita el agua del picnómetro, y una vez frío se pesa nuevamente. Se repite el procedimiento anterior considerando siempre el cálculo de los valores promedios. Se quita el agua del picnómetro para llenarlo con la fibra dietética en solución. De la misma forma que con el agua destilada, se coloca en un baño a temperatura constante de 35 °C, se ajusta el volumen y se pesa. Se realizan determinaciones en forma similar a la descrita anteriormente a temperaturas de 50 y 65 °C.

**Viscosidad (Método de Ostwal)**

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{\delta_1 t_1}{\delta_2 t_2} \quad \text{Ec.03}$$

Donde:

$\mu_1$  = viscosidad de la muestra (cp),

$\mu_2$  = viscosidad del agua (cp),

$\delta_1$  = densidad de la muestra (g/mL),

$\delta_2$  = densidad del agua (g/mL),

$t_1$  = tiempo que toma en llegar la fibra en solución a la marca de enrase (min)

$t_2$  = tiempo que toma en llegar el agua a la marca de enrase (min).

**Procedimiento:** Usando una pipeta se ponen 10 mL de agua destilada en el viscosímetro, cantidad suficiente para rellenar las marcas de enrase, y a la vez un tercio del bulbo. Se coloca el viscosímetro en un baño térmico a temperatura constante, 35 °C y se deja por 5 min. Se succiona el líquido, para hacer subir el bulbo, hasta arriba del primer enrase. Dejándose fluir el líquido y procediendo a medir el tiempo que demora en pasar entre las marcas de enrase. Para determinar la influencia de la temperatura sobre la viscosidad, se repiten las mediciones a intervalos de 15°C (35,50 y 65 °C). Se limpia y seca el viscosímetro poniéndolo en una estufa a 120°C. Se realizan todos los pasos indicados anteriormente, con las muestras problema.

**Tensión superficial (Método de la presión de burbuja)**

$$\gamma = r(\Delta h \delta m - \Delta h_m \delta l)g \quad \text{Ec.04}$$

Donde:

$\Gamma$  = tensión superficial (din/cm)

$\Delta h$  = diferencia de altura manométrica (cm)

$\Delta h_m$  = diferencia de altura en el capilar (cm)

$g$  = gravedad (cm/s<sup>2</sup>)

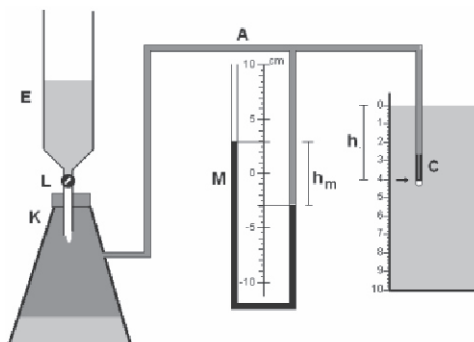
$r$  = radio del capilar (cm)

$\delta m$  = densidad etilén glicol (g/mL)

$\delta l$  = densidad de la muestra (g/mL)

**Procedimiento:** La solución conteniendo la fibra se carga en el tubo A, que está sumergido, el tubo capilar M de diámetro conocido hasta cierta profundidad " $h_m$ " por debajo de la superficie del líquido, el otro extremo del tubo M (figura 2), se encuentra abierto al aire, se abre la llave de la pera y se deja caer la solución. Hasta que el aire se succiona por el tubo capilar, momento en el cual se forma una burbuja en el extremo sumergido. En el momento del desprendimiento de la burbuja la presión sube momentáneamente y mientras se esperaba una nueva burbuja la presión baja. La diferencia máxima de niveles " $h$ " en los dos brazos del

manómetro, cuando se va a desprender la burbuja, la diferencia de la altura “ $h_m$ ” en el capilar M, así como las densidades del líquido manométrico y de la fibra, tomadas a la misma temperatura, permiten obtener la tensión superficial. Dentro de la burbuja la presión es igual a la presión atmosférica. La presión sobre la superficie cóncava de la burbuja (en el lado de la masa líquida) a la profundidad “ $h_m$ ” a la cual se forma la burbuja es menor que la presión atmosférica.



**Figura 2.** Tensión superficial (Método de la Presión de Burbuja) <sup>8</sup>. Adaptado de <http://www.sc.edu.es/sbweb/fisica/fluidos/tension/burbuja/burbuja.htm>

### Capacidad calorífica

$$C_p = \frac{Q}{m\Delta T} \quad \text{Ec.05}$$

Donde:

- $C_p$  = Capacidad calorífica (KJ/Kg °K)
- $Q$  = Calor (KJ)
- $m$  = masa (kg)
- $\Delta T$  = diferencia de temperatura ( $T_f - T_i$ )

$$Q = I^2 RT \quad \text{Ec.06}$$

Donde:

- $Q$  = calor (J)
- $I$  = intensidad de corriente (Amp)
- $R$  = resistencia (ohm)
- $T$  = Tiempo

**Procedimiento:** Se mide el volumen de la muestra. Una vez en el calorímetro se conecta al acumulador para medir la intensidad de corriente y el voltaje correspondiente, simultáneamente se mide el tiempo. Las pruebas se realizan por triplicado.

### Análisis funcional

#### *Capacidad de retención de agua-CRA (Método centrífugo)*

$$CRA = P_1 - P_2 \quad \text{Ec.07}$$

Donde:  $P_1$  = Peso húmedo de la fibra (g);  $P_2$  = Peso seco de la fibra (g)

**Procedimiento:** Se coloca 0,1g de fibra de tamaño de partícula uniforme en un tubo. Se adiciona un exceso de agua (5mL), durante 24 horas, para posteriormente centrifugarlo por 15 min a 2000 rpm. Se determina el peso húmedo de la fibra ( $P_1$ ), se seca en estufa a 40°C y determina el peso seco de la fibra ( $P_2$ ). El resultado se expresan en g agua/g s.s.

#### *Capacidad de adsorción de aceite-CAA (Método centrífugo)*

$$CAA = P_1 - P_2 \quad \text{Ec.08}$$

Donde:

$P_1$  = Peso del sedimento de la fibra

$P_2$  = Peso seco de la fibra

**Procedimiento:** Se coloca 0,1g de fibra en un tubo. Se adiciona un exceso de aceite (5mL) y se agita durante 30 min. Se centrifuga durante 10 min. a 3000 rpm. Se retira el sobrenadante y se pesa el sedimento. Los resultados se expresan en g de aceite/g de muestra.

#### *Capacidad de hinchamiento - (CH)*

$$CH = \frac{V_f - V_0}{P_m} \quad \text{Ec.09}$$

Donde:

$CH$  = Capacidad de hinchamiento

$V_f$  = Volumen final

$V_0$  = Volumen inicial

$P_m$  = Peso de la muestra

**Procedimiento:** Se coloca 0,2 g de fibra en un tubo graduado y se procede a medir el volumen ocupado por el producto ( $V_0$ ). Se adiciona un exceso de agua (5mL) y se agita. Se deja reposar durante 24 horas y se mide el volumen final de la muestra ( $V_f$ ). Los resultados se expresan en mL  $H_2O$ /g muestra.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido promedio de las fibras dietéticas encontrado en la harina de níspero fue: pectina 8,44%, celulosa 7,68%, hemicelulosa 4,98% y lignina 0,62%.

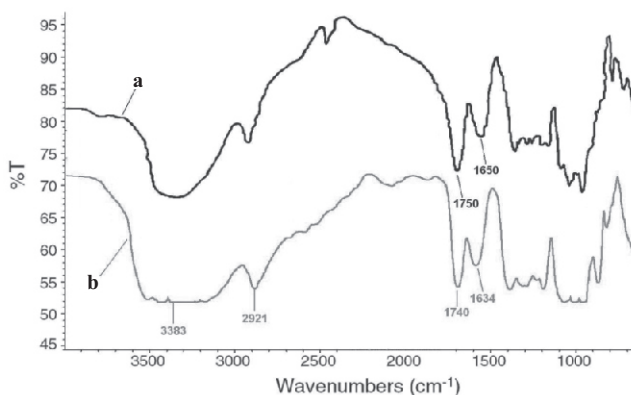
### Análisis espectral

Los espectros IR de las fibras dietéticas obtenidas sufrieron una corrección de la línea base y un suavizado automático; las frecuencias características de cada una de las fibras dietéticas se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Absorción en IR para grupos funcionales característicos presentes en la estructura química de las fibras dietéticas.

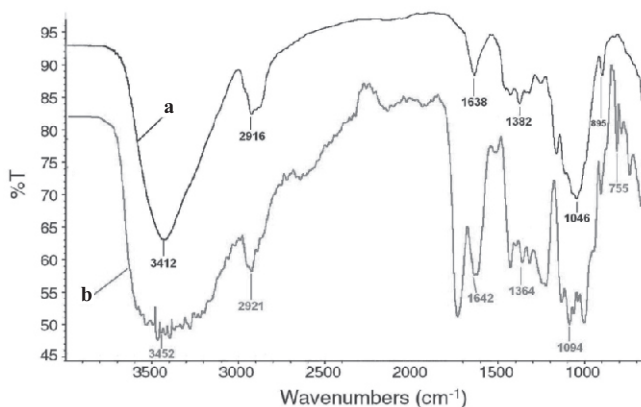
Fibra dietética	Grupo funcional	Estiramiento	Posición de la absorción (cm <sup>-1</sup> )
Pectina	Alcoholes	O-H	3383,0
	Alcanos	CH	2921,0
		CH <sub>2</sub>	1425,3
		CH <sub>3</sub>	1380,0
	Éteres	C-O-C	1111,0
Ácidos carboxílicos	O-H	3383,0	
	C=O	1740,3	
Celulosa	Alcoholes	O-H	3452,0
	Alcanos	CH	2921,2
		CH <sub>2</sub>	1442,0
		CH <sub>3</sub>	1380,0
	Éteres	C-O-C	1111,0
	Ácidos carboxílicos	O-H	3452,0
C=O		1717,0	
Hemicelulosa	Alcoholes	O-H	3415,7
	Ácidos carboxílicos	O-H	3452,7
		C-O	1102,8
		C=O	1740,3
	Alcanos	CH <sub>2</sub>	1442,0
	Éteres	C-O-C	1102,8
Grupo carboxílico y sus derivados	O-H	3415,7	
	C=O	1740,3	
Lignina	Alcoholes	O-H	3411,6
	Alcanos	CH	2917,1
	Aromático	C=C	3056,1
	Éteres	C-O-C	1503,3
	Ácidos carboxílicos y sus derivados	O-H	1278,5
		C-O	3411,6
C=O		1715,8	

**Pectina:** En la figura 3 el espectro IR de pectina comercial de cítricos (a) muestra las bandas características de 1650 y 1750 cm<sup>-1</sup> que son las indicadoras de grupos carboxílicos libres y esterificados, respectivamente. El espectro de la pectina obtenida del níspero común (b) exhibe características similares, ya que presenta un alargamiento pronunciado en las bandas de 1634 y 1740 cm<sup>-1</sup>; además exhibe los grupos funcionales característicos de esta fibra dietética que fueron detallados en la tabla 1; coincidiendo con los presentados por D'Addosio y col<sup>4</sup>.



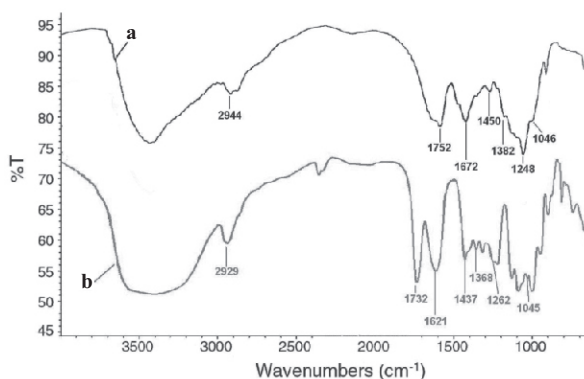
**Figura 3.** Espectro IR de pectina comercial de cítricos (a)<sup>4</sup> y pectina obtenida del níspero común (*Mespilus germanica*) en pastilla de KBr (b).

**Celulosa:** En la figura 4 el espectro IR de celulosa (a) muestra las bandas características de 3412, 2916, 1638, 1382, 1046 y 895 cm<sup>-1</sup> que son las indicadoras de los grupos funcionales característicos de esta fibra dietética; el espectro de la celulosa obtenida del níspero común (b) exhibe características similares a 3452, 2921, 1642, 1364, 1094 y 755 cm<sup>-1</sup>; que coinciden con los presentados por Liu y col.<sup>5</sup>



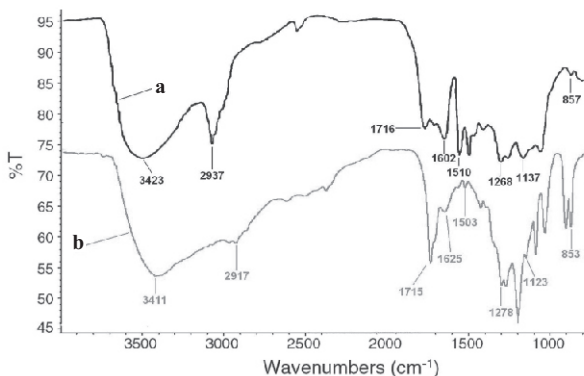
**Figura 4.** Espectro IR de celulosa sin modificaciones (a)<sup>5</sup> y celulosa obtenida del níspero común (*Mespilus germanica*) en pastilla de KBr (b).

**Hemicelulosa:** En la figura 5 el espectro IR de hemicelulosa (a) muestra las bandas características de 2944, 1782, 1672, 1450, 1382, 1248 y 1046  $\text{cm}^{-1}$  que son las indicadoras de los grupos funcionales característicos de esta fibra dietética; el espectro de la hemicelulosa obtenida del níspero común (b) exhibe características similares a 2929, 1732, 1621, 1457, 1368, 1262 y 1045  $\text{cm}^{-1}$ ; que coinciden con los presentados por RungCang Sun y col <sup>6</sup>.



**Figura 5.** Espectro IR de hemicelulosa nativa (a)<sup>6</sup> y hemicelulosa obtenida del níspero común (*Mespilus germanica*) en pastilla de KBr (b).

**Lignina:** En la figura 6 el espectro IR de lignina de *Pinus oocarpa* MWL (a) muestra las bandas características de 3423, 2937, 1716, 1602, 1510, 1268, 1137 y 857  $\text{cm}^{-1}$  indicadoras de los grupos funcionales característicos de esta fibra dietética; el espectro de la lignina obtenida del níspero común (b) exhibe características similares a 3411, 2917, 1715, 1625, 1503, 1278, 1123 y 853  $\text{cm}^{-1}$ , los mismos que fueron detallados en la tabla; todos coinciden con los presentados por Lemos de Morais y col <sup>7</sup>.



**Figura 6.** Espectro IR de Lignina de *Pinus oocarpa* MWL en 1% de KBr (a)<sup>7</sup> y lignina obtenida del níspero común (*Mespilus germanica*) en pastilla de KBr (b).

### Análisis fisicoquímico

En la tabla 2 se muestran los valores obtenidos para densidad, viscosidad, tensión superficial y capacidad calorífica de las fibras dietéticas. Estos valores muestran sus respectivas variaciones con el aumento de la temperatura. Así, la densidad y viscosidad disminuyen, mientras que la tensión superficial muestra variaciones, probablemente relacionadas con la solubilidad de cada fibra en el medio. De todas las muestras evaluadas, la pectina presentó la menor capacidad calorífica y la celulosa la mayor.

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas de las fibras dietéticas

Fibras Dietéticas	Temperatura (°C)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Viscosidad (cp)	Tensión superficial (din/cm)	Capacidad calorífica (KJ/Kg°K) (12°C)*
Pectina	35	1,2905	1,192	44,32	0,538
	50	1,2841	0,449	-67,27	
	65	1,2774	0,320	32,36	
Celulosa	35	1,3825	1,604	137,15	0,691
	50	1,3701	0,562	107,66	
	65	1,3644	0,400	-79,23	
Hemicelulosa	35	1,2933	1,263	-12,12	0,595
	50	1,2775	0,425	57,25	
	65	1,2649	0,317	-21,11	
Lignina	35	1,5056	1,696	51,10	0,659
	50	1,4919	0,565	59,10	
	65	1,4863	0,488	7,09	

\*Temperatura ambiental

### Análisis funcional

En la tabla 3, se muestran los resultados de capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de adsorción de aceite (CAA) y capacidad de hinchamiento (CH) de las fibras dietéticas. Los valores coinciden con otros reportados en la bibliografía, destacando el alto poder de la pectina para retener agua, aceite e hincharse, cuando comparada con las otras fibras.

**Tabla 3.** Características Funcionales de las fibras Dietéticas

Propiedad funcional	Pectina	Celulosa	Hemicelulosa
CRA (g agua/g s.s)	3,6	0,27	0,30
CAA (g aceite/g s.s)	0,37	0,02	0,2
CH (mLH <sub>2</sub> O/g s.s)	2,1	1,2	0,4

## CONCLUSIONES

El níspero común (*Mespilus germanica*) contiene apreciables concentraciones de fibras dietéticas: pectina (8,44%), celulosa (7,68%), hemicelulosa (4,98%) y lignina (0,62%), las que pueden traducirse en las cualidades funcionales del fruto. Si bien dichas fibras fueron extraídas usando métodos gravimétricos, la espectrofotometría IR fue fundamental para identificarlas y compararlas con las fibras dietéticas de la literatura. Este estudio muestra un camino de aplicación para el níspero común, ya sea industrializándolo o como fruto fresco, en ambos casos potencia el sector agroindustrial del Cusco.

## AGRADECIMIENTO

Al Dr. Nicolás Cáceres Huambo, Dra. Angélica Arroyo y Lic. Julia Dolores Montufar Avendaño, Docentes de las Carreras Profesionales de Ingeniería Química, de Ciencias Contables y Financieras y de Ingeniería Agroindustrial de la UNSAAC, respectivamente. A todas las personas que contribuyeron al desarrollo del presente trabajo de investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Moreno Rojas, R. Nutrición y dietética para tecnólogos de alimentos. Ed. Díaz de Santos, S.A. Madrid España. 68. 2000.
2. Arroyo Salas, Vargas Tapia. Extracción de pectina a partir del níspero común (*Mespilus germanica*). [Trabajo de Investigación para Semanario]. Cusco, Perú., Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 2003.
3. Sánchez G.B. Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética del fruto níspero (*Eriobotrya japonica*) y de la cáscara de Mango Obo (*Mangifera indica L.*). [Trabajo de Investigación para Optar el título profesional]. Huajapan de León Oax. 2005. D'Addosio, Páez G., Marín M., Mármol Z., Ferrer J. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*). Maracaibo. 247. 2005.
4. D'Addosio, Páez G., Marín M., Mármol Z., Ferrer J. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis f. flavicarpa Degener*). Maracaibo. 247. 2005.
5. Liu C.F, Sun R. C, Zhang A. P, Ren J. L, Wang X. A, Qin M. H, Chao Z. N y Luo W. Homogeneous modification of sugarcane bagasse cellulose with succinic anhydride using an ionic liquid as reaction medium. 922. 2007.
6. RunCang Sun, J.M. Fang, J. Tomkinson, G.L. Jones. Acetylation of wheat straw hemicelluloses in *N,N*-dimethylacetamide/LiCl solvent system. 211. 1997.
7. Lemos de Morais S. A; E. A. do Nascimento; D. Carrijo de Melo. Análise da madeira do *Pinus oocarpa* parte II - caracterização estrutural da lignina de madeira moída. Chemical analysis of the *Pinus oocarpa* wood. Part II - characterization of the milled wood lignin. 475. 2005.
8. Howie, F. H. A basic surface tensión apparatus for educational purposes. *Phys. Educ.* 17.274-277. 1982. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/tension/burbuja/burbuja.htm> (Último acceso 03 de octubre 2008).