



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**PROPIEDADES FISCOQUÍMICAS DE LOCO (CONCHOLEPAS CONCHOLEPAS)**  
**LIOFILIZADO PRETRATADO CON CAMPOS ELÉCTRICOS PULSADOS**

Mario Pérez-Won <sup>a,\*</sup>, Anais Palma-Acevedo <sup>a</sup>, Rodrigo Díaz-Álvarez <sup>a</sup>, Roberto Lemus-Mondaca <sup>b,\*</sup>, Gipsy Tabilo-Munizaga <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Food Engineering, Universidad del Bío Bío, Av. Andrés Bello 720, Chillán, Chile.

<sup>b</sup> Department of Food Science and Technology, Universidad de Chile, Av. Dr. Carlos Lorca 964, Santiago, Chile.

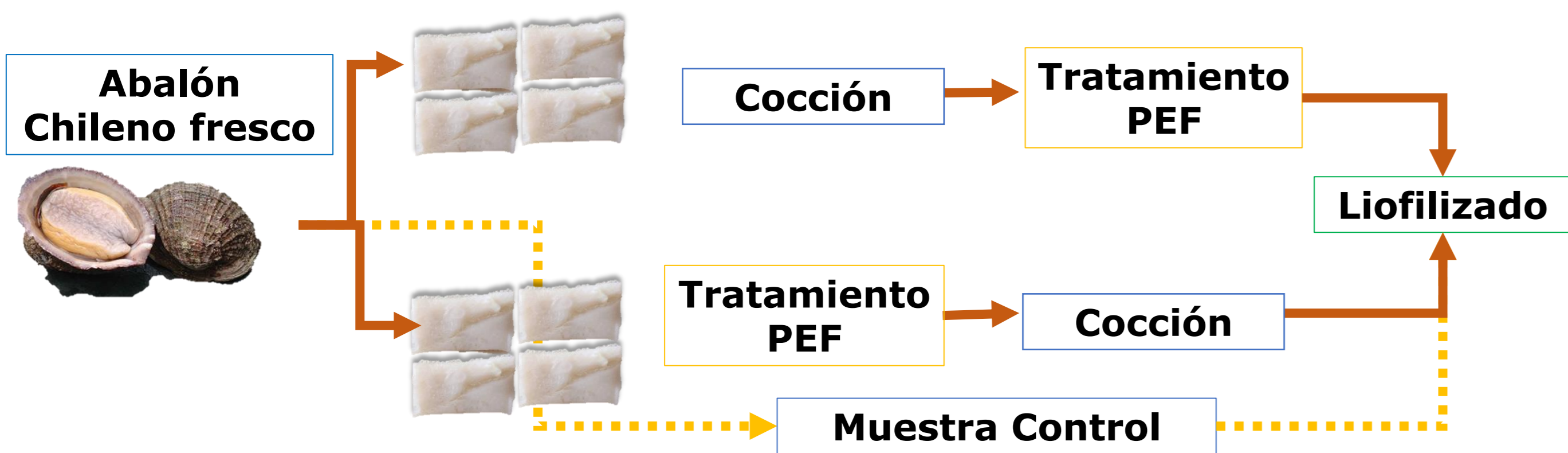
\* Corresponding author: [mperez@ubiobio.cl](mailto:mperez@ubiobio.cl), [rlemus@uchile.cl](mailto:rlemus@uchile.cl)

**RESUMEN**

El loco es un producto gourmet de alto valor comercial tanto a nivel nacional como internacional, por lo que el uso de la liofilización se presenta como una alternativa interesante para su comercialización. El objetivo de este estudio fue evaluar las propiedades fisicoquímicas en locos laminados pretratados con campos eléctricos pulsados (PEF) con magnitudes de 0.5, 1.0 y 2.0 kV cm<sup>-1</sup> (P) y cocidos a 100°C por 15 min (etiquetado: kV cm<sup>-1</sup> P + B), además se evaluaron muestras sometidas primero a cocción (B), luego PEF (etiquetado: kV cm<sup>-1</sup> B + P). Ambos grupos fueron liofilizados. Se realizaron evaluaciones de propiedades fisicoquímicas, propiedades térmicas y microestructura, de las cuales se destaca la menor capacidad de retención de agua de la muestra 2.0 P + B, ΔH y Tm con valores indicativos de reacciones de fusión de las proteínas, y micrografías con evidencias de electroporación en tratamientos de 2 kV cm<sup>-1</sup>. Los menores tiempos de liofilización fueron obtenidos por las muestras con pretratadas en el orden de cocción y luego PEF y también con mayor magnitud de tratamiento PEF. Se concluye, por lo tanto, que tanto los pretratamientos como el orden de estos al liofilizar, influye en las propiedades fisicoquímicas y térmicas del loco.

Palabras clave: abalón chileno, campos eléctricos pulsados, liofilización

**MATERIALES Y MÉTODOS**



**Analysis**

**Cinéticas de Liofilización**

$$W(\%) = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_c} * 100$$

**Análisis propiedades termo-físicas**

Calorimetría Diferencial de Barrido  
**METTLER TOLEDO AG DSC1**  
Recipientes de aluminio: 100 µl /Peso de la muestra: 19 mg  
Proceso:  
1) 5 °C x 3 min  
2) 5 - 95 °C at 10 °C /min

**Análisis de estructura secundaria de las proteínas**

Espectroscopia infrarroja transformada de Fourier  
**IRPrestige-21 FTIR SPECTROMETER**  
ATR crystal, Scan: 128 spectra  
Mode: Absorption  
Resolución: 4000 - 400 cm<sup>-1</sup>  
Suavizado: 12 puntos

**Análisis propiedades físico químicas**

Contenido de humedad<sup>1</sup> y proteínas<sup>2</sup>, capacidad de rehidratación<sup>3</sup> y retención de agua<sup>4</sup> y textura<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Termobalanza 105°C (A.O.A.C N° 934.06)  
<sup>2</sup> Kjeldahl (A.O.A.C. N° 920.39)  
<sup>3</sup>  $RR = \frac{m_g - m_o}{m_o} * 100$   
<sup>4</sup> Centrifugación a 3000 RPM x 30 min  
 $WRC = \frac{\text{Agua Absorbida}}{\text{Masa de muestra deshidratada}}$   
<sup>5</sup> Análisis de Perfil de Textura (TPA)

**2) Propiedades fisicoquímicas. Tabla 1.** Contenido de humedad, capacidad de retención de agua y contenido de proteínas de muestras liofilizadas.

Tratamientos	Humedad (% d.b.)	*WHC (%)	**RR	Proteína (% d.b.)
Control	5.7 ± 0.1 <sup>a</sup>	98.7 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.9 ± 0.1 <sup>a</sup>	60.2 ± 0.3 <sup>bc</sup>
0.5 B+PEF	3.1 ± 0.3 <sup>d</sup>	97.1 ± 0.4 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.3 <sup>a</sup>	66.6 ± 1.9 <sup>bc</sup>
1.0 B+PEF	4.2 ± 0.4 <sup>c</sup>	98.8 ± 0.3 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>a</sup>	68.7 ± 0.7 <sup>c</sup>
2.0 B+PEF	4.9 ± 0.4 <sup>b</sup>	96.2 ± 0.6 <sup>a</sup>	1.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	84.3 ± 0.7 <sup>a</sup>
0.5 PEF+B	4.2 ± 0.2 <sup>c</sup>	98.7 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.4 <sup>a</sup>	61.6 ± 0.5 <sup>bc</sup>
1.0 PEF+B	4.6 ± 0.2 <sup>ab</sup>	97.8 ± 0.5 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.1 <sup>a</sup>	74.0 ± 0.2 <sup>ab</sup>
2.0 PEF+B	1.5 ± 0.0 <sup>e</sup>	94.2 ± 3.0 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.0 <sup>a</sup>	83.7 ± 1.4 <sup>a</sup>

Las letras minúsculas indican la significancia estadística (p < 0.05) entre todos los tratamientos comparados entre sí (columna).

\* WHC: capacidad de retención de agua

\*\* RR: Proporción de rehidratación

**3) Análisis de Perfil de Textura. Tabla 2.** Resultados de TPA para abalón chileno liofilizado pretratado mediante tratamientos combinados con PEF y hervido.

Tratamientos	Dureza (N)	Elasticidad (cm)	Cohesividad	Masticabilidad (cm)
Control	473 ± 17 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>c</sup>	0.8 ± 0.1 <sup>b</sup>	33.0 ± 5.5 <sup>a</sup>
0.5 PEF+B	155 ± 14 <sup>e</sup>	1.0 ± 0.0 <sup>ab</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>ab</sup>	12.6 ± 1.2 <sup>e</sup>
1.0 PEF+B	251 ± 33 <sup>c</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>ab</sup>	20.7 ± 3.7 <sup>cd</sup>
2.0 PEF+B	244 ± 22 <sup>c</sup>	1.0 ± 0.0 <sup>ab</sup>	0.8 ± 0.1 <sup>ab</sup>	19.8 ± 1.9 <sup>cd</sup>
0.5 B + PEF	206 ± 11 <sup>d</sup>	1.0 ± 0.1 <sup>ab</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>ab</sup>	16.9 ± 1.5 <sup>de</sup>
1.0 B+PEF	304 ± 24 <sup>b</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>ab</sup>	24.6 ± 1.5 <sup>bc</sup>
2.0 B+PEF	311 ± 25 <sup>b</sup>	1.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.0 <sup>a</sup>	28.4 ± 4.6 <sup>ab</sup>

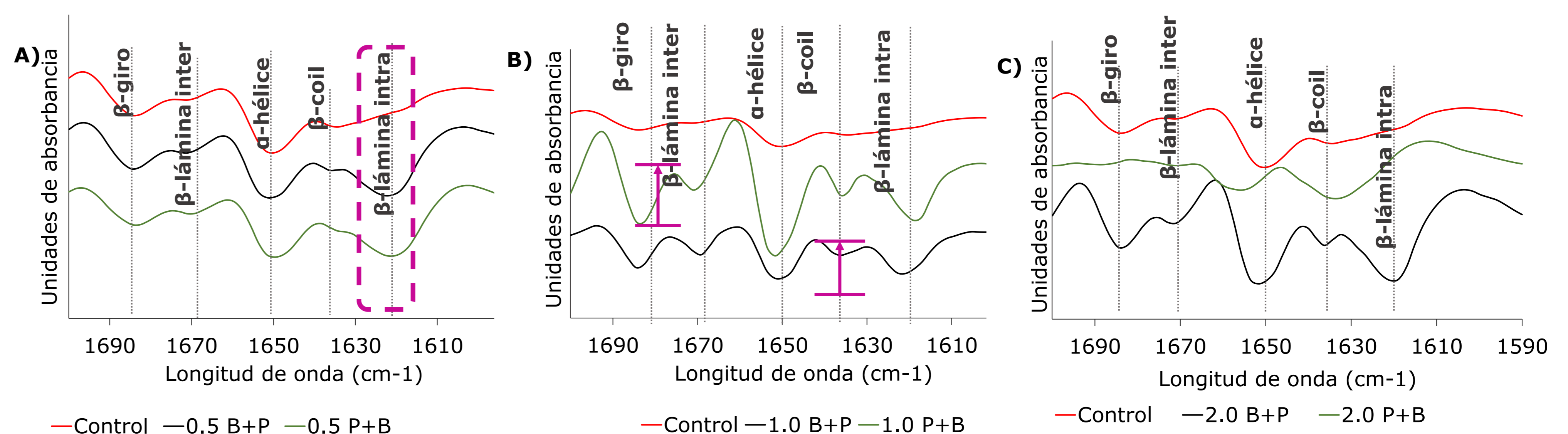
Las letras minúsculas indican la significación estadística (p < 0,05) entre todos los tratamientos comparados entre sí (columna).

**4) Análisis térmico de proteínas de abalón chileno liofilizado. Tabla 3.** Entalpía, temperatura de fusión, calor específico y temperatura de transición vítrea correspondientes a los termogramas DSC de las muestras de abalón chileno liofilizado pretratadas.

Treatments	ΔH (J g <sup>-1</sup> )	Tm (°C)	ΔCp (Jg k <sup>-1</sup> )	Tg (°C)
Control	2.24 ± 0.08 <sup>a</sup>	181.52 ± 7.21 <sup>a</sup>	0.281 ± 0.10 <sup>a</sup>	104.0 ± 0.2 <sup>a</sup>
0.5 B+PEF	1.52 ± 0.23 <sup>ab</sup>	176.27 ± 2.05 <sup>a</sup>	0.131 ± 0.02 <sup>a</sup>	106.0 ± 3.7 <sup>a</sup>
1.0 B+PEF	1.30 ± 0.52 <sup>ab</sup>	166.13 ± 7.44 <sup>a</sup>	0.040 ± 0.03 <sup>b</sup>	104.4 ± 8.2 <sup>a</sup>
2.0 B+PEF	1.37 ± 0.25 <sup>ab</sup>	165.08 ± 9.58 <sup>a</sup>	0.010 ± 0.00 <sup>b</sup>	106.9 ± 0.0 <sup>a</sup>
0.5 PEF+B	1.38 ± 0.05 <sup>ab</sup>	167.30 ± 0.89 <sup>a</sup>	0.053 ± 0.03 <sup>b</sup>	105.3 ± 4.0 <sup>a</sup>
1.0 PEF+B	1.30 ± 0.27 <sup>ab</sup>	168.33 ± 8.46 <sup>a</sup>	0.099 ± 0.03 <sup>b</sup>	106.8 ± 0.0 <sup>a</sup>
2.0 PEF+B	1.08 ± 0.20 <sup>b</sup>	160.63 ± 3.20 <sup>a</sup>	0.147 ± 0.07 <sup>a</sup>	114.6 ± 3.3 <sup>a</sup>

Las letras minúsculas indican la significación estadística (p < 0,05) entre todos los tratamientos comparados entre sí (columna).

**5) Espectroscopia infrarroja transformada de Fourier**



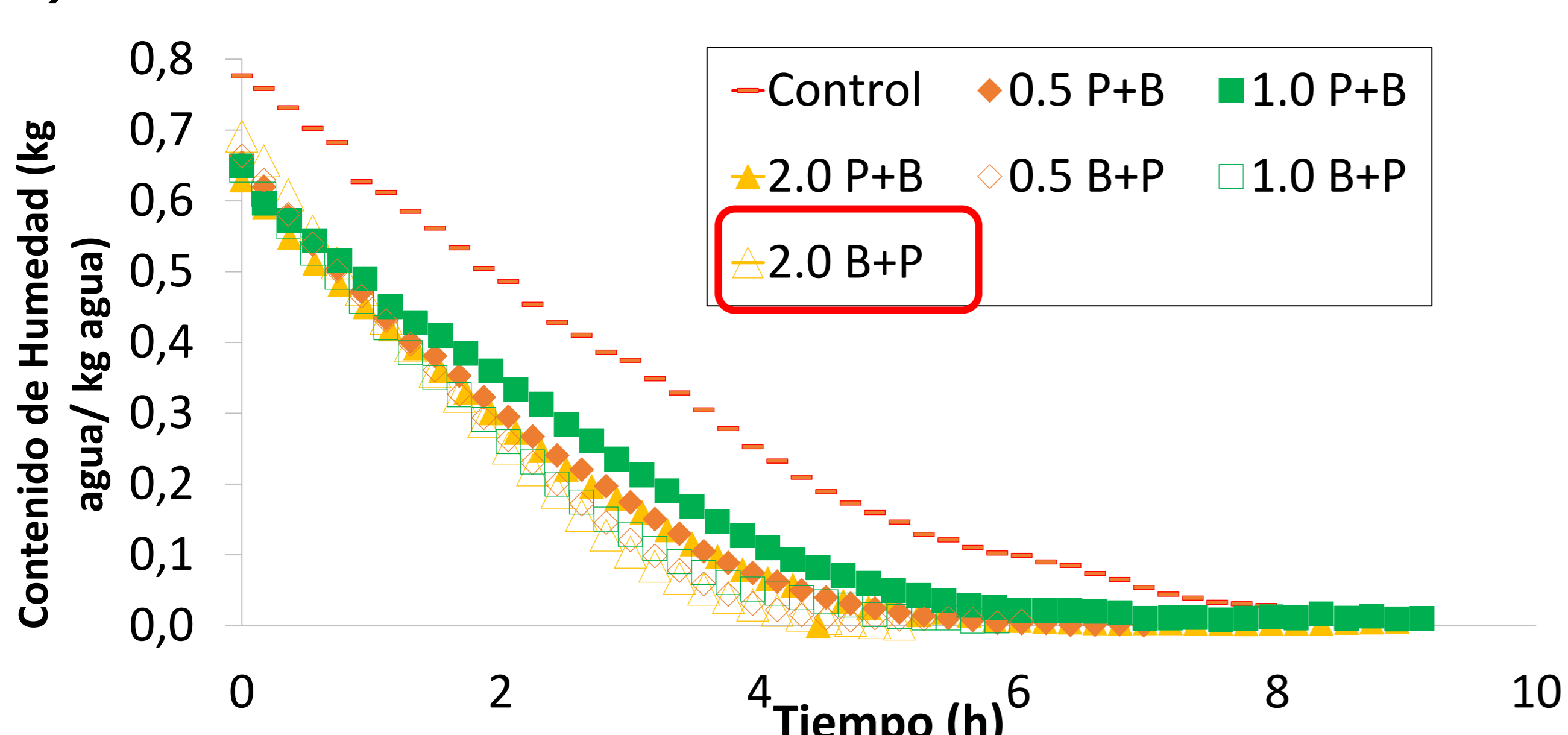
**Figura 2.** FTIR de segunda derivada de loco. Los tratamientos de igual intensidad de campo eléctrico se compararon con la muestra de control. (A) 0,5 kV cm<sup>-1</sup>, (B) 1,0 kV cm<sup>-1</sup>, (C) 0,5 kV cm<sup>-1</sup>.

**Conclusiones**

De acuerdo a los resultados presentados en esta investigación tanto el análisis DSC como el FTIR, demuestran que el uso de PEF y hervido como pretratamientos, influyeron en la estructura de las proteínas del abalón chileno. Bioquímicamente el efecto del PEF sólo fue visible en las muestras pretratadas con un campo eléctrico de 2.0 kV cm<sup>-1</sup>. Esta tendencia también se mostró en la humedad, el WHC y en parámetros de textura como la dureza y la masticabilidad.

**Resultados**

**1) Cinéticas de liofilización**



**Figura 1:** Cinética de liofilización de muestras de abalón chileno pretratadas (PEF "P" y hervido "B").