

# ANEXO I-Desarrollo de harinas tecno-funcionales mejoradas para la elaboración de productos saludables (BIODOUGH) 2017-2020

## ANUALIDAD 2020-INFORME FINAL



**Unión Europea**  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural



## OBJETIVO

Utilizar **procesos tecnológicos** para el desarrollo de harinas diferenciadas y más saludables

## PROCESO

GERMINACIÓN



HIDRÓLISIS



ALTAS PRESIONES HIDROSTÁTICAS



EXTRUSIÓN



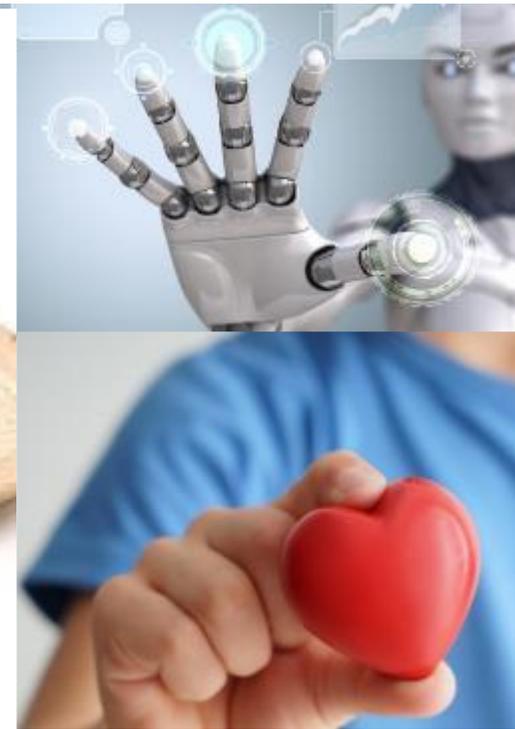
## BIODOUGH 2017-2020

2017

2018

2019

2020



# RESULTADOS TÉCNICOS ALCANZADOS 2020



**TAREA 1-** Selección de materias primas y evaluación de las características físicas y nutricionales de diferentes especies de cereales, pseudocereales y leguminosas. (Participan AGROPAL, URCACyL, Emilio Esteban, Molendum Ingredients, ITACyL).

- TRIGO
- AVENA
- SALVADO TRIGO
- SALVADO AVENA
- CEBADA
- LENTEJA
- GARBANZO
- GUISANTE
- ALBERJON



## MATERIAS PRIMAS

**TRIGO**



**MAIZ**



**ARROZ**



**SALVADO DE TRIGO**



**AVENA**



**LENTEJA**



**GUISANTE**



**TAREA 2-Evaluación de las características saludables de diferentes especies de cereales, pseudocereales y leguminosas.** (Participan ITACyL, ICTAN-CSIC).

**TAREA 3-Evaluación de las propiedades tecno-funcionales de las harinas.** (Participan ITACyL, Emilio Esteban y Molendum).

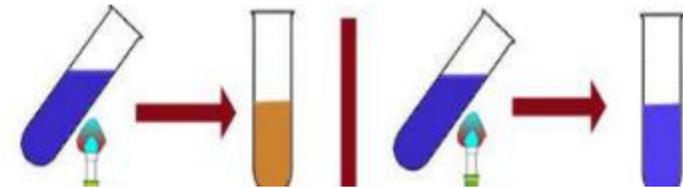


## TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

### GERMINACIÓN



### HIDROLISIS



### ALTAS PRESIONES HIDROSTATICAS



### EXTRUSION



# GERMINACIÓN

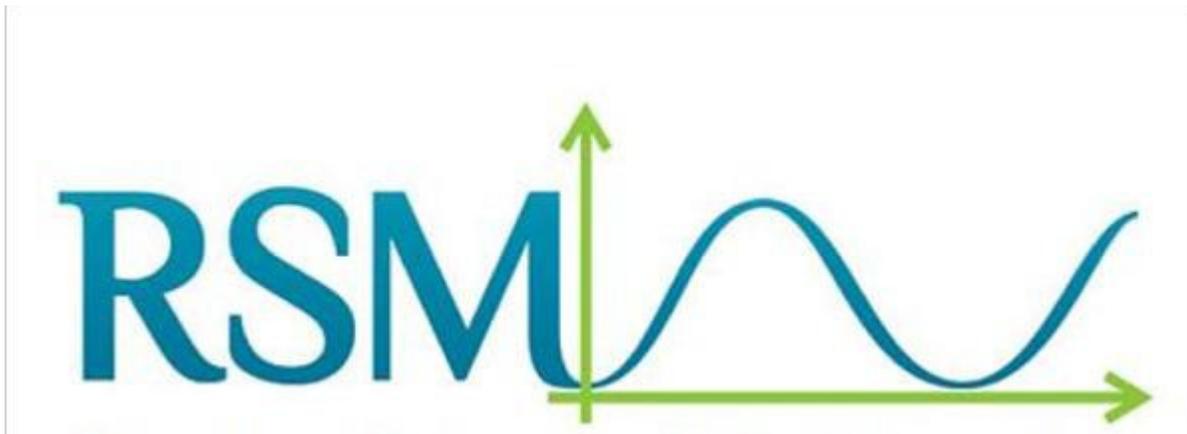




- **GUISANTE (OPTIMIZACIÓN/VARIEDAD)**
- **TRIGO (HIGIENIZACION-SECADO)**

## OPTIMIZACIÓN/VARIEDAD GERMINACION





GUISANTES	
MOWGLI	LIVIA
Tiempo (días)	Temperatura (°C)
3	12
4,5	12
6	12
3	16
4,5	16
6	16
3	20
4,5	20
6	20
CONTROL	

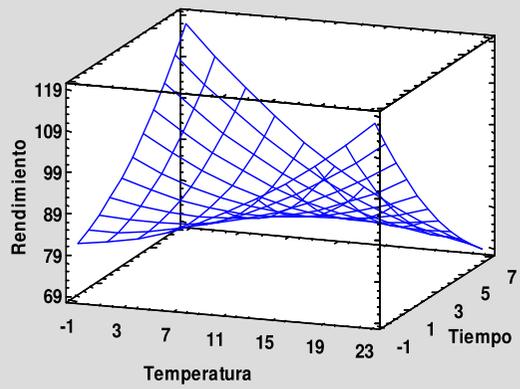


**MOWGLI**

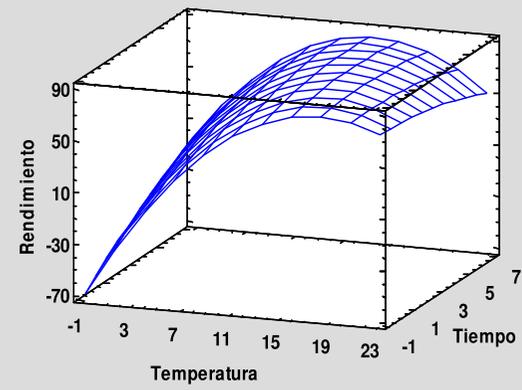


**LIVIA**

Superficie de Respuesta Estimada



Superficie de Respuesta Estimada



## PROCEDIMIENTO GERMINACION

- Fase de limpieza del grano (físico)
- Fase de descontaminación (hipoclorito sódico) 30 minutos. 100 gramos muestra por 500 mL solución (200ppm de cloro libre)
- Fase de lavado (3 aclarados) máximo 3 ppm cloro libre residual en producto final
- Fase de escurrido
- Fase de remojado 4 horas 500 mL
- Fase de escurrido
- Fase pulverización y germinación (CONTROL TEMPERATURA-TIEMPO) específico para cada grano





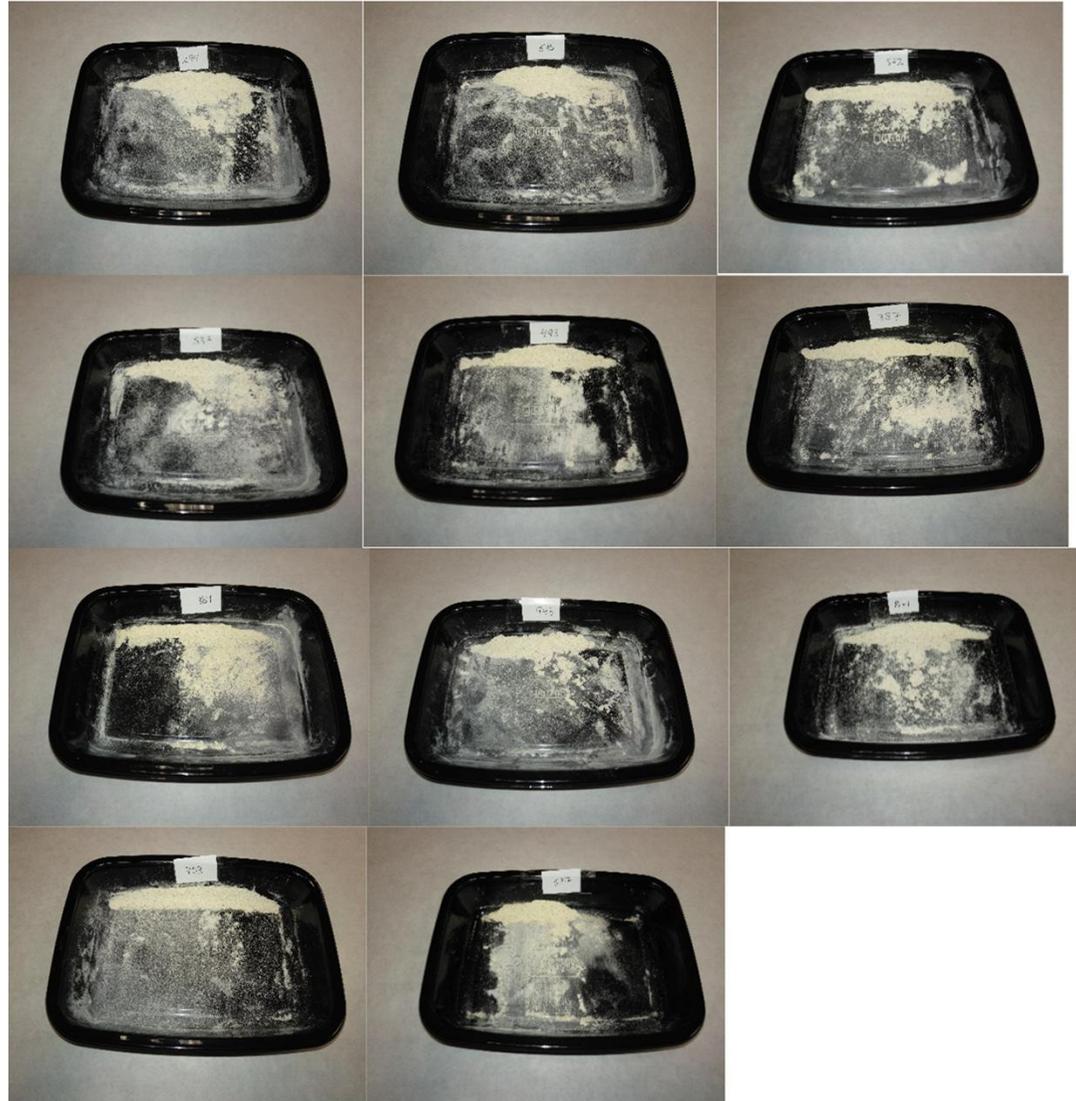
**MOWGLI**



**LIVIA**

- Fase de secado (liofilización/ventilación calor)
- Fase de molienda
- Fase de almacenaje y envasado





BIODOUGH 2017-2020 (ANUALIDAD 2020)

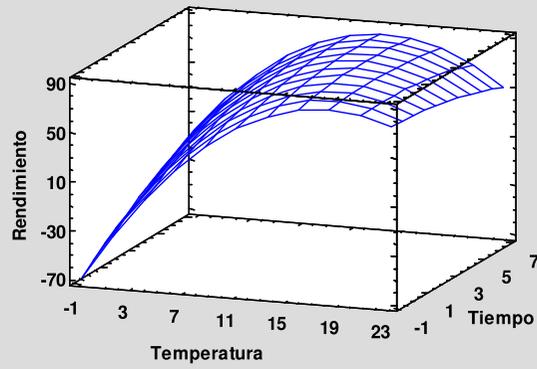
# LIVIA



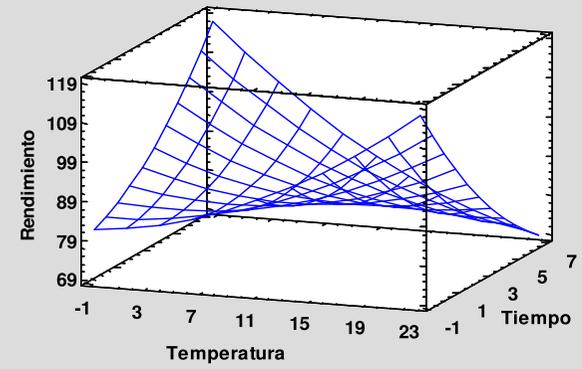
# MOWGLI



Superficie de Respuesta Estimada



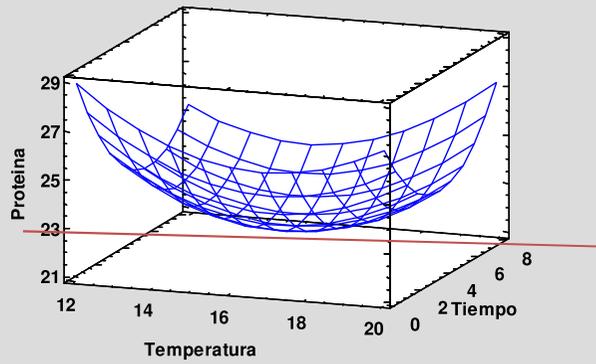
Superficie de Respuesta Estimada



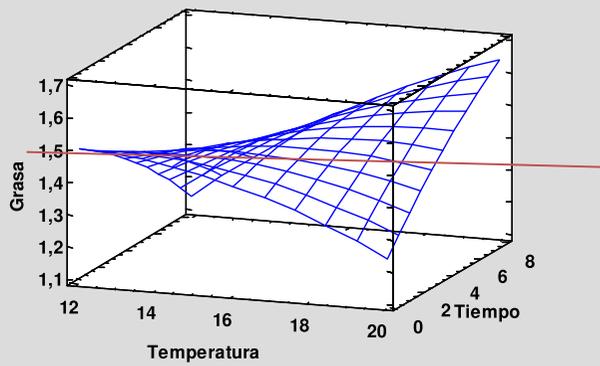
# LIVIA



Superficie de Respuesta Estimada



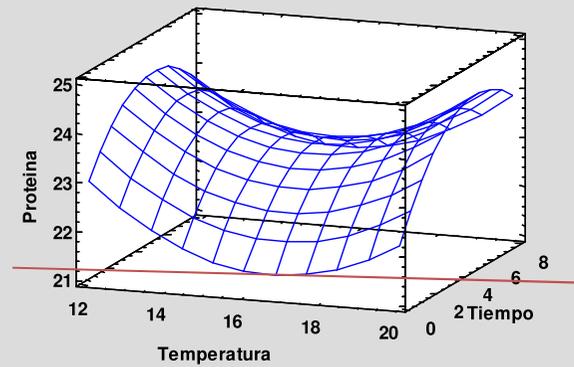
Superficie de Respuesta Estimada



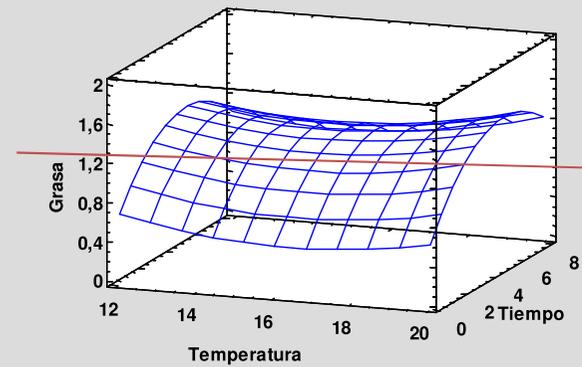
# MOWGLI



Superficie de Respuesta Estimada



Superficie de Respuesta Estimada



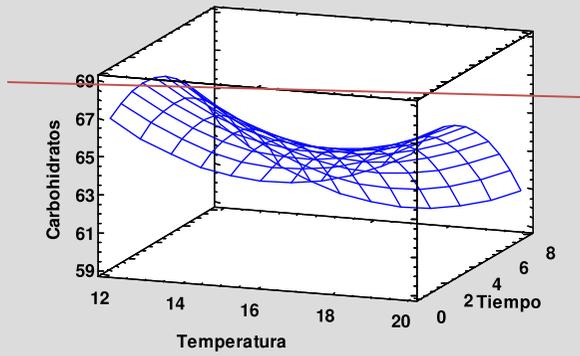
# LIVIA



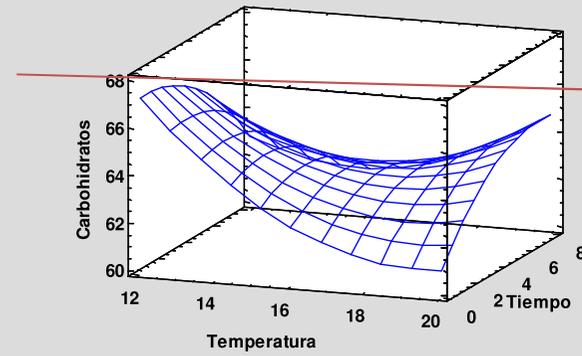
# MOWGLI



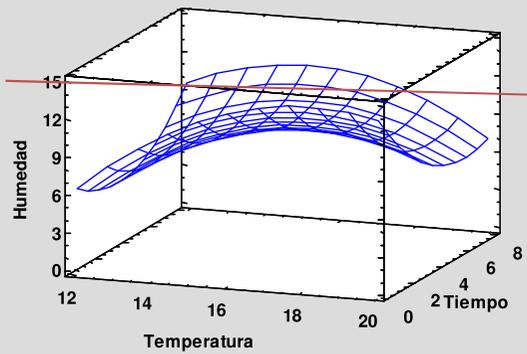
Superficie de Respuesta Estimada



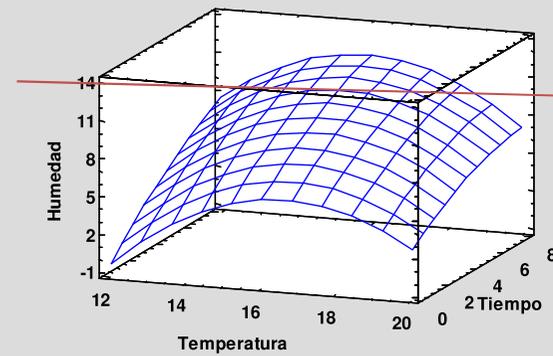
Superficie de Respuesta Estimada



Superficie de Respuesta Estimada



Superficie de Respuesta Estimada



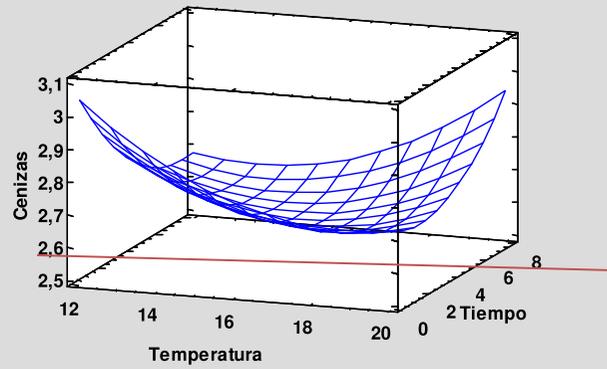
## LIVIA



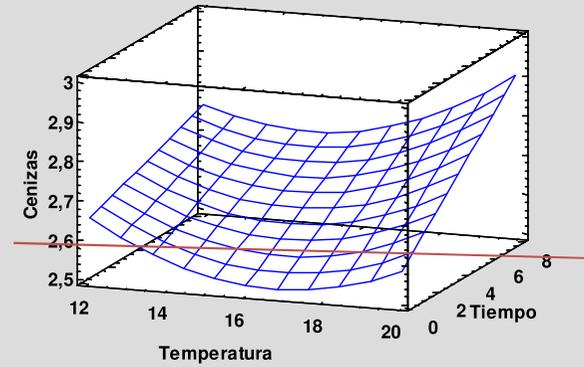
## MOWGLI



Superficie de Respuesta Estimada



Superficie de Respuesta Estimada



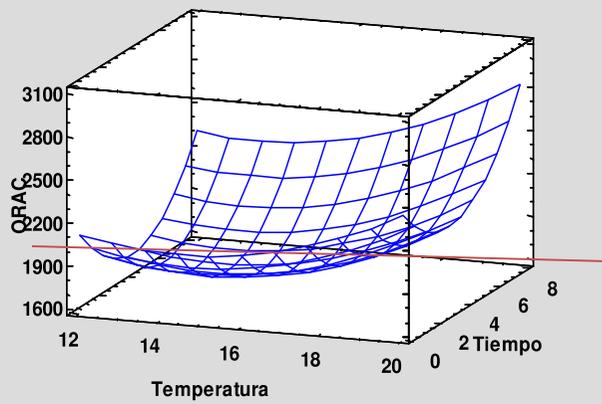
# LIVIA



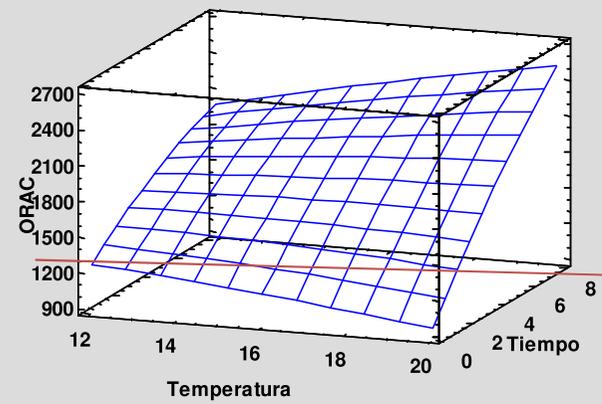
# MOWGLI



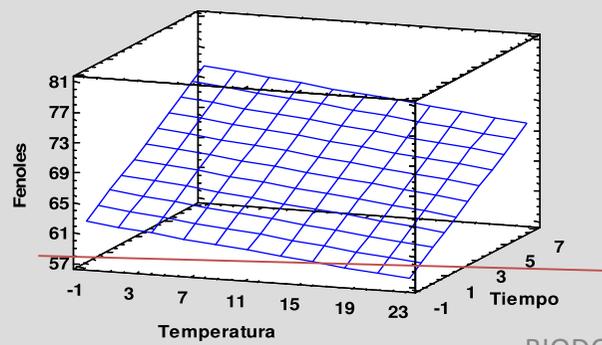
Superficie de Respuesta Estimada



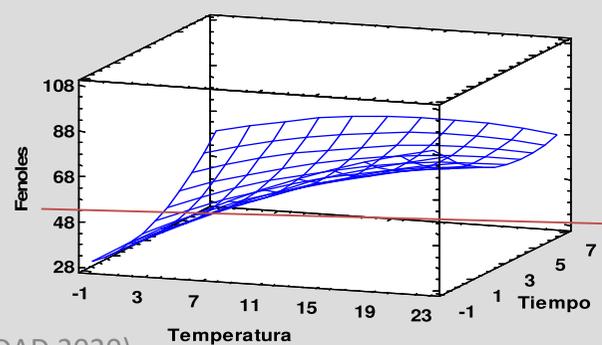
Superficie de Respuesta Estimada



Superficie de Respuesta Estimada



Superficie de Respuesta Estimada



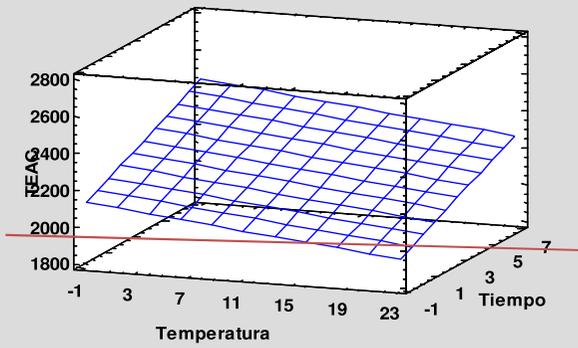
# LIVIA



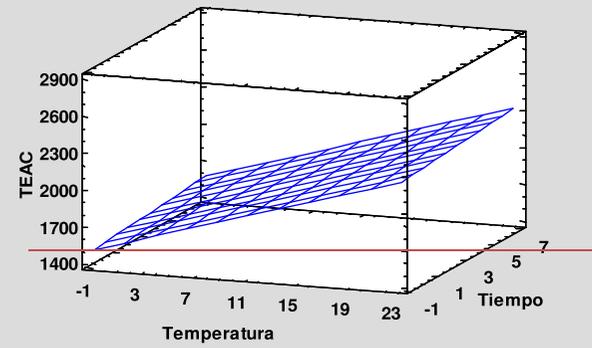
# MOWGLI



Superficie de Respuesta Estimada



Superficie de Respuesta Estimada



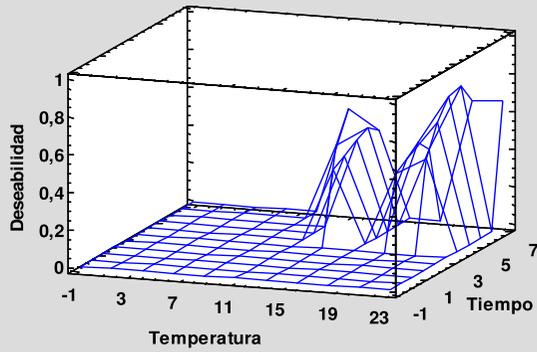
# LIVIA



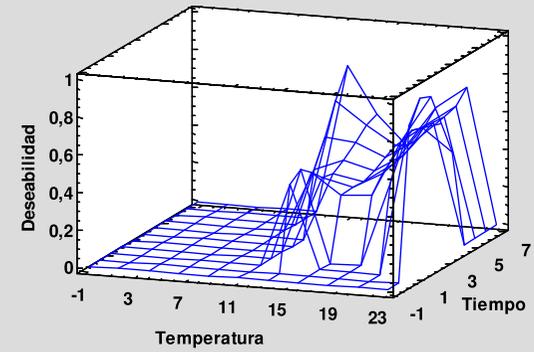
# MOWGLI



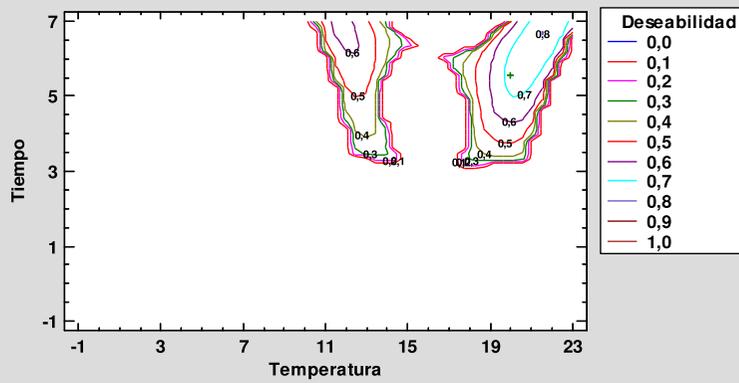
Superficie de Respuesta Estimada



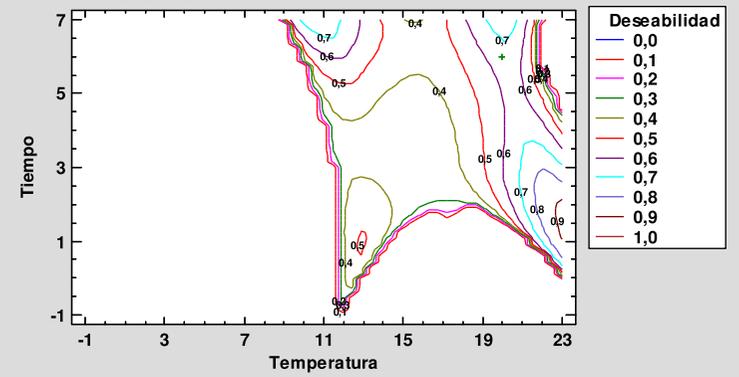
Superficie de Respuesta Estimada



Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada



Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada





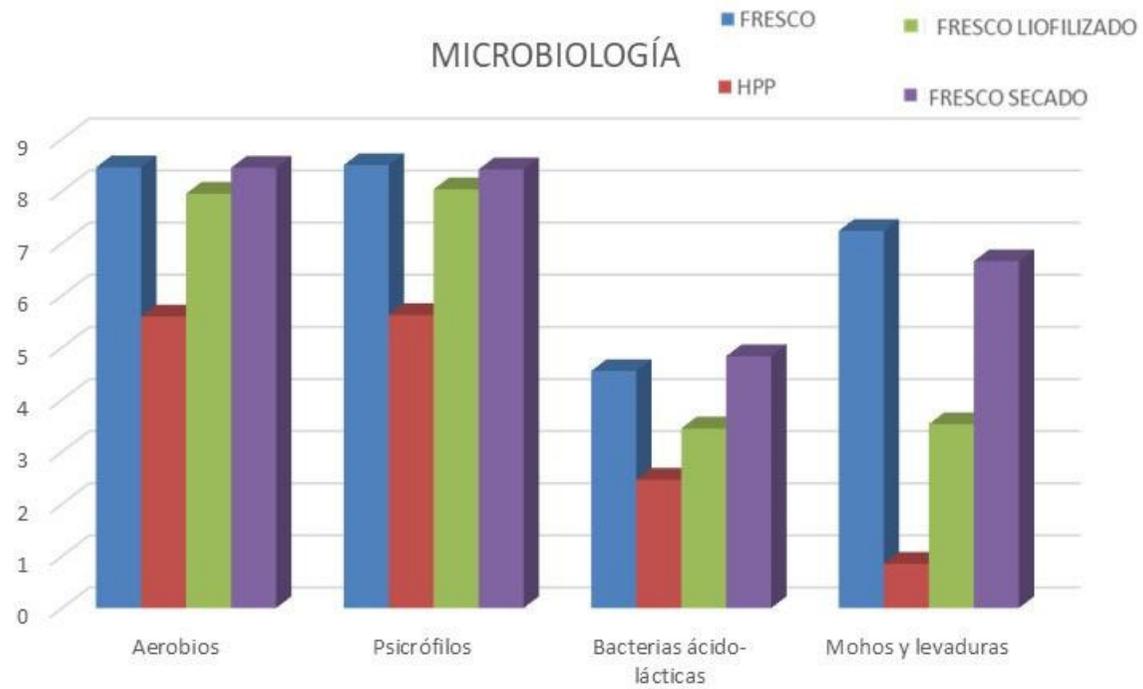
- Germinación mostró que el proceso igual que se había visto con cereales como trigo y cebada mostraba un efecto muy importante en la mejora del perfil nutricional y perfil bioactivo.
- Los tiempos analizados fueron 3-6 días y temperaturas de 12-20 °C.
- Livia mostró un mejor perfil nutricional y mejor propiedades antioxidantes que Mowgli
- Óptimos tiempos 5,5 días y 20 °C mostraron un equilibrio entre perfil nutricional y bioactivo. Mowgli requiere unas condiciones algo mas largas para alcanzar los valores activos finales de Livia. Sin embargo, si se busca mantener las propiedades reológicas es necesario el reducir temperatura y tiempos de germinación a temperaturas de 17-18 °C y tiempos 4-4,5 días.

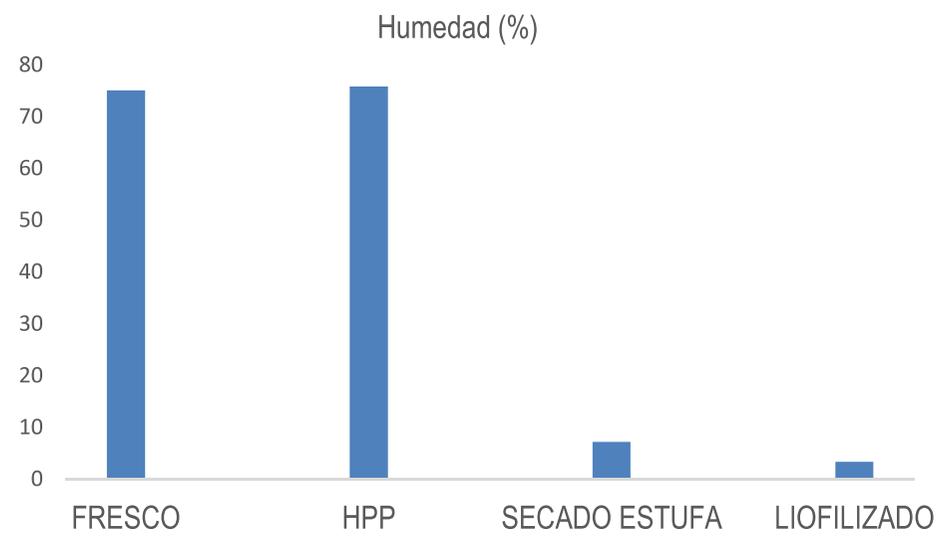
## EFFECTO SECADO Y ALTAS PRESIONES HIDROSTATICAS EN GERMINADOS DE TRIGO

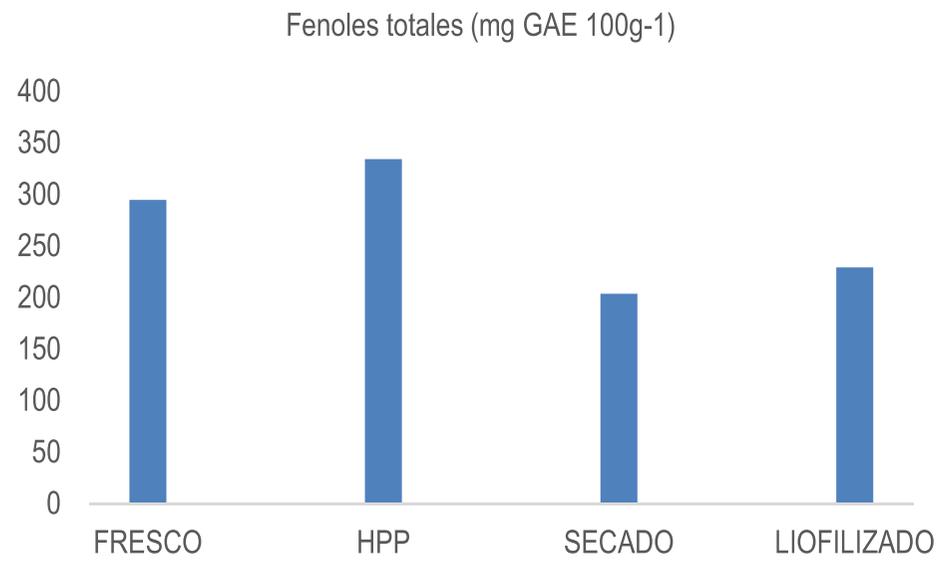


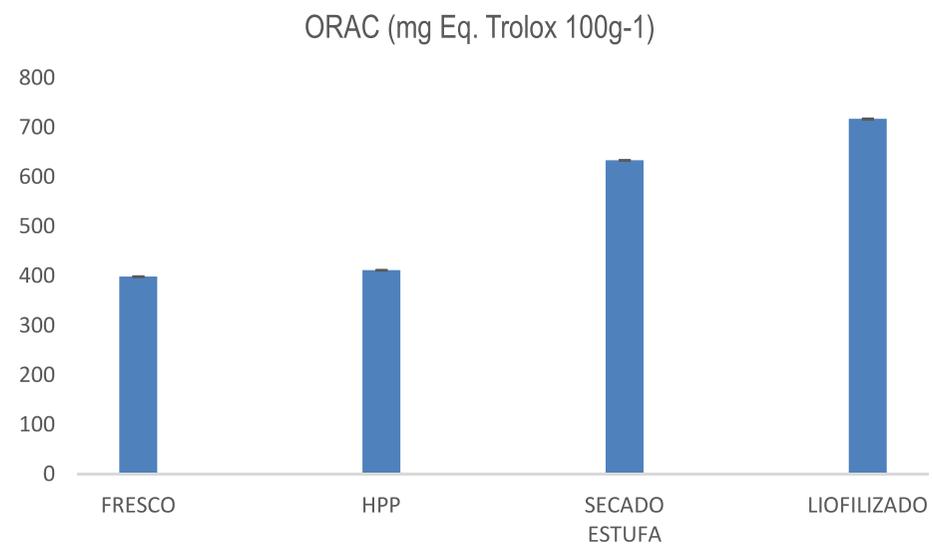


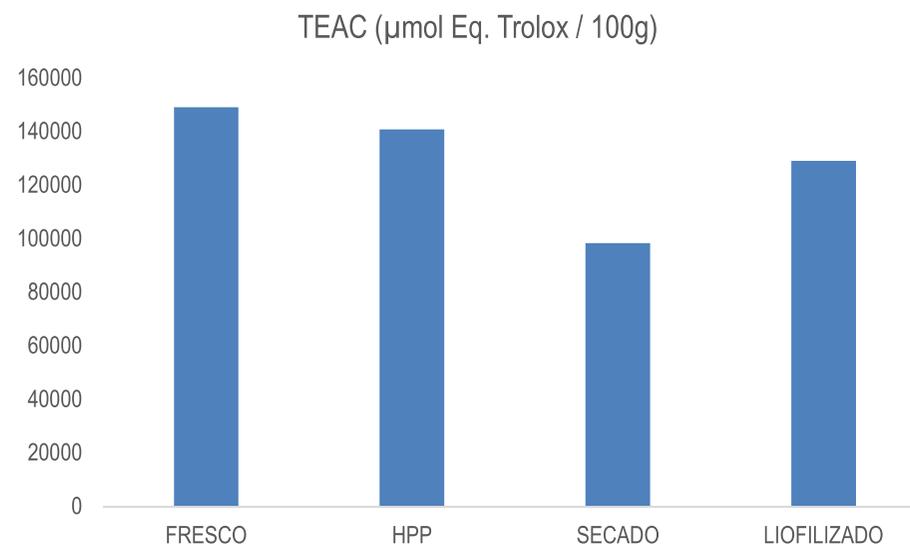
## MICROBIOLOGÍA

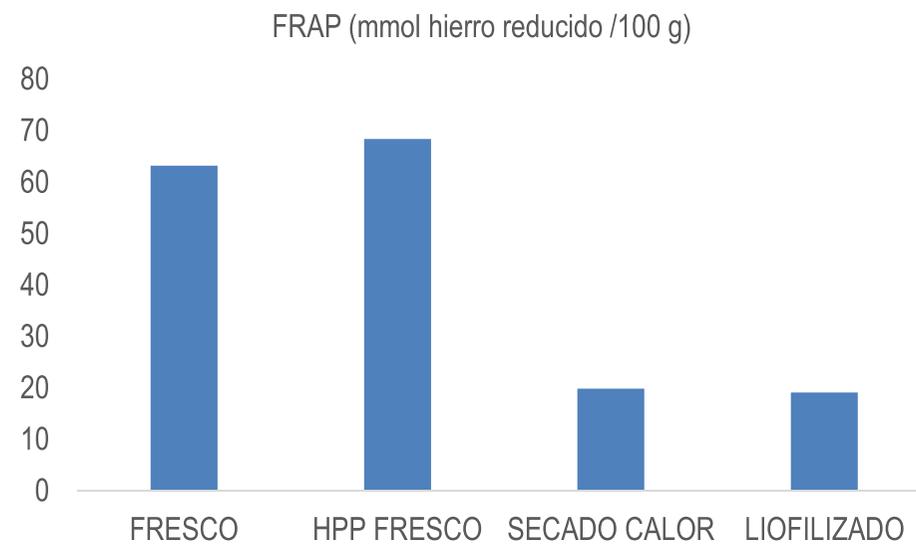














- Aplicación de APH en germinados frescos reduce significativamente la carga microbiológica. No se observa diferencias significativas en los marcadores antioxidantes frente al fresco no presurizado
- El proceso de secado reduce el contenido en fenoles viéndose esta reducción reflejada en los valores de FRAP, el cual está asociado con una disminución en las propiedades quelantes.
- ORAC, TEAC se vieron aumentados por el proceso de secado lo cual puede responder a que el proceso produce un aumento de ciertos compuestos con propiedades antioxidantes de origen no polifenólico como puede ser GABA o péptidos bioactivos.

HUMEDAD_H_IT	9,97 %
PROTEINA_H_IT	15,74 %
CENIZAS_H_IT	1,300 %
ABSORCION_H_IT	62,50 %
CENIZAS_H_IX	2,060
FIBRAALIMENTARIA_H_IX	18,58
GRASA_H_IX	3,24
HTB	8,90 %
INDICE DE CAIDA	62 seg
160 MICRAS	8,99 MICRAS
132 MICRAS	9,77 MICRAS
118 MICRAS	3,23 MICRAS
75 MICRAS	13,65 MICRAS
44 MICRAS	63,59 MICRAS
< 44 MICRAS	0,64 MICRAS



# Cebada



HUMEDAD_H_IT	9,95 %
PROTEINA_H_IT	12,75 %
CENIZAS_H_IT	1,300 %
ABSORCION_H_IT	62,57 %
GLUTEN_S_H_IX	6,74 %
CENIZAS_H_IX	2,650
FIBRAALIMENTARIA_H_IX	28,63
GRASA_H_IX	2,75
HTB	8,88 %
INDICE DE CAIDA	62 seg
160 MICRAS	8,62 MICRAS
132 MICRAS	9,64 MICRAS
118 MICRAS	3,12 MICRAS
75 MICRAS	12,42 MICRAS
44 MICRAS	62,92 MICRAS
< 44 MICRAS	3,06 MICRAS



# Trigo







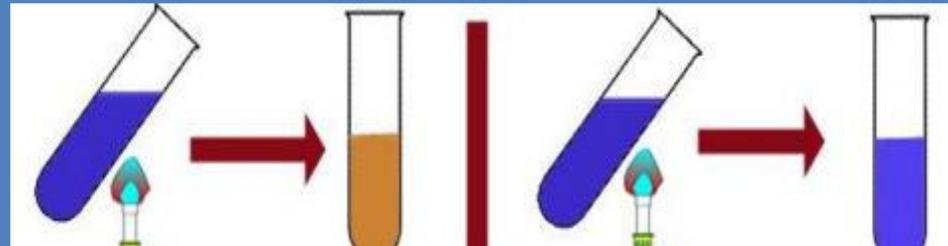
- Son necesarias tanto una higienización previa como una posterior (potencialmente mediante APH) para conseguir un producto seguro.
- El secado mediante liofilización mejora, en cuanto a capacidad antioxidante (ORAC), el producto en comparación al fresco y presenta un menor impacto que el secado con calor y ventilación.
- Las harinas germinadas presentan alto contenido en proteína respecto a las no germinadas incrementando hasta un 1/3 los valores iniciales.
- Las harinas germinadas presentan un contenido en carbohidratos y grasas inferiores a los granos iniciales lo que reduce el valor calórico de las mismas.
- Las propiedades antioxidantes aumentan por el germinado significativamente, pudiendo llegar a triplicarse.
- Es necesario trabajar dentro de las ventanas de cada tipo de grano para conseguir los valores óptimos a nivel nutricional o bioactivo.
- La germinación produce una pérdida de propiedades tecno-funcionales que puede verse paliada con la optimización y reducción de los tiempos y temperatura.
- Las condiciones optimizadas para potenciar las propiedades saludables fueron:
  - CEBADA (16 °C, 3,5-4 días)
  - TRIGO (21°C, 5-6 días)
  - LENTEJA (21 °C, 3 días)
  - GUISANTE (17-18 °C, 4-4,5 días)

# HIDROLISIS

## HIDROLISIS HIDROTÉRMICA



## HIDROLISIS ENZIMÁTICA



## HIDROLISIS HIDROTÉRMICA





**LIVIA**



**MOWGLI**



**VIRIATO**





<b>% HUMEDAD</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Remojo</b>
60	0	16
90	30	16
60	30	16
60	15	16
75	30	16
75	0	16
75	15	16
90	15	16
90	0	16





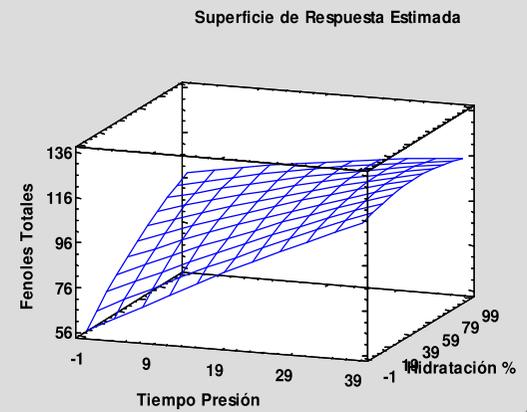
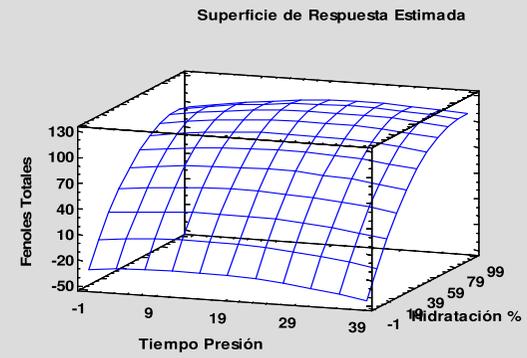
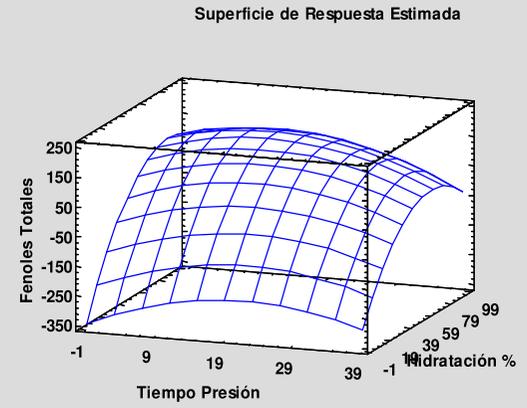
**LIVIA**



**MOWGLI**



**VIRIATO**





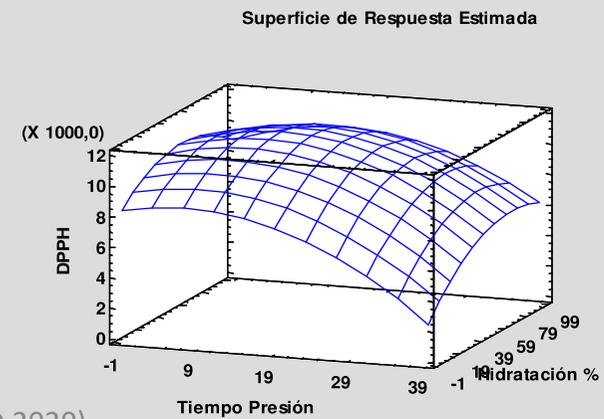
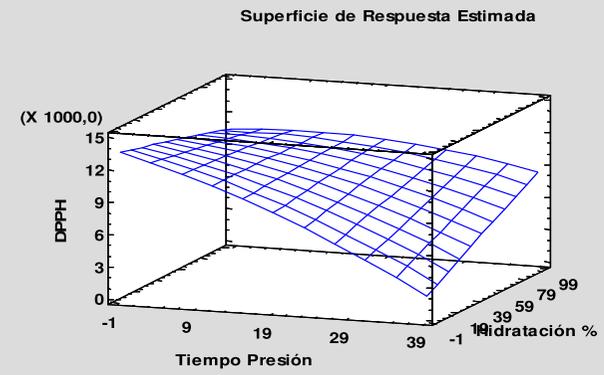
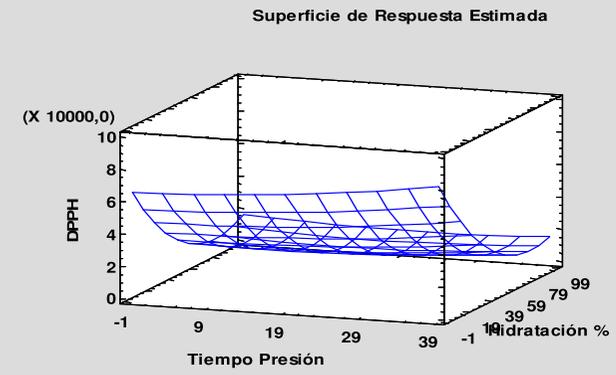
**LIVIA**



**MOWGLI**



**VIRIATO**





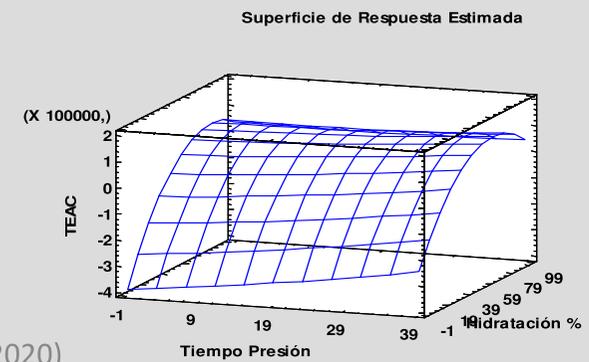
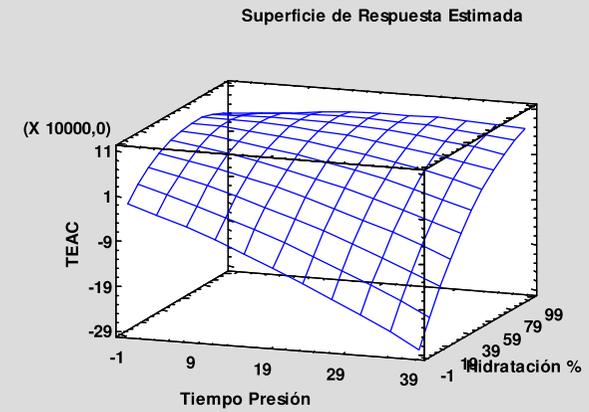
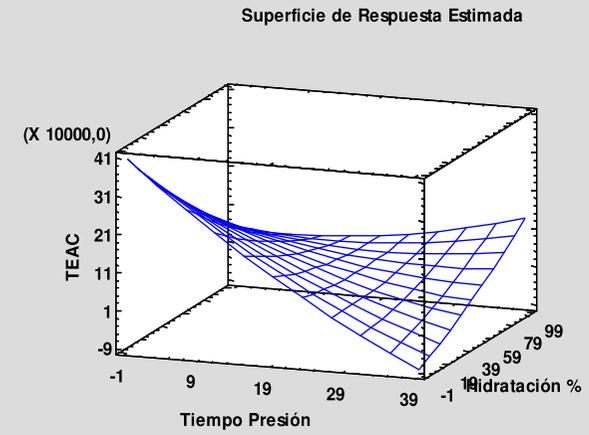
**LIVIA**



**MOWGLI**

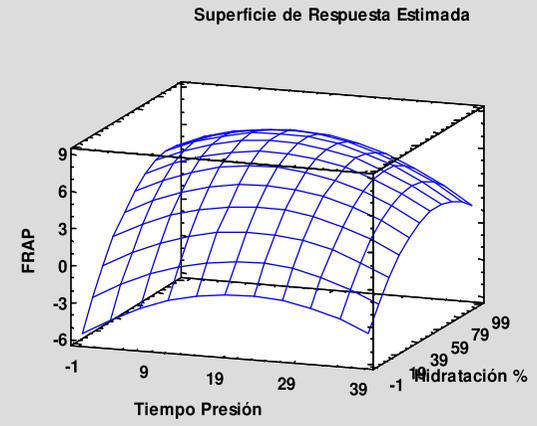


**VIRIATO**

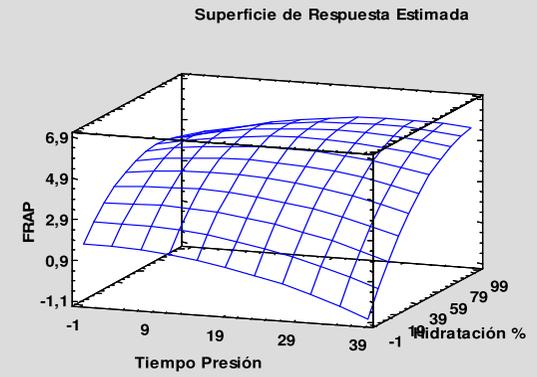




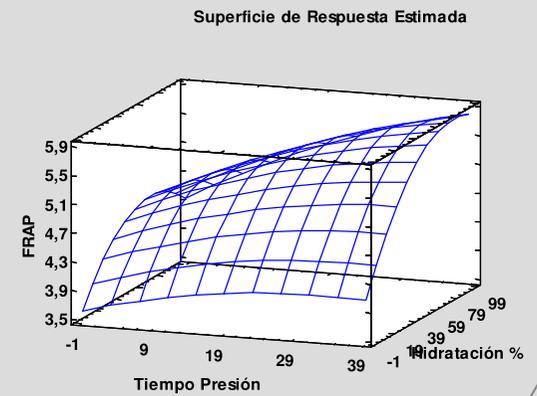
**LIVIA**



**MOWGLI**



**VIRIATO**





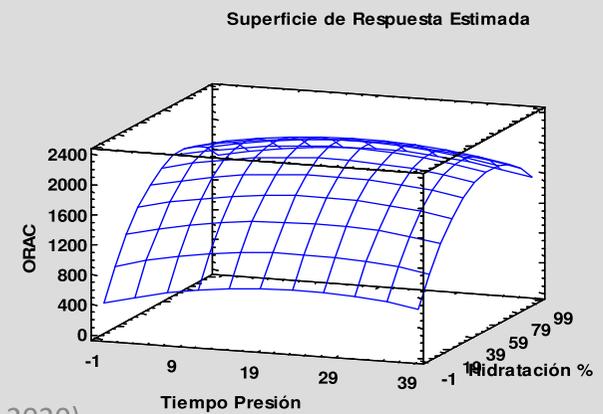
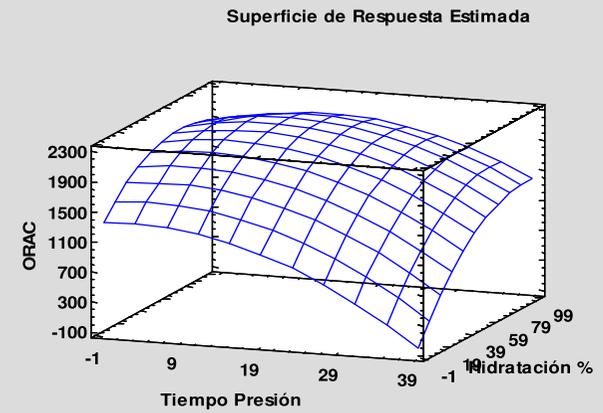
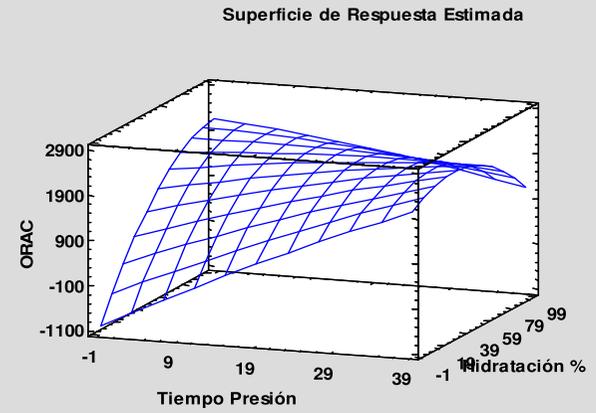
**LIVIA**



**MOWGLI**



**VIRIATO**





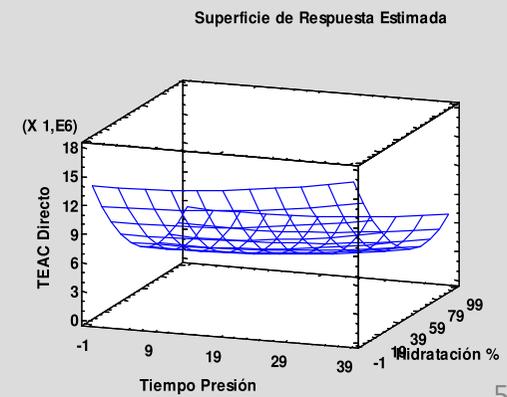
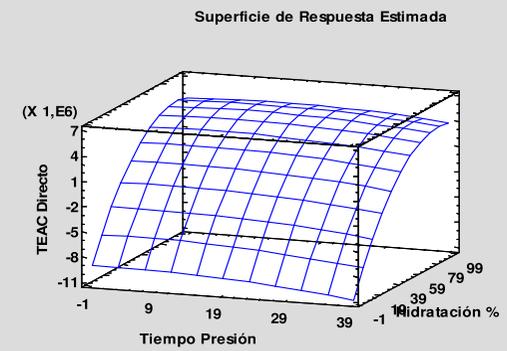
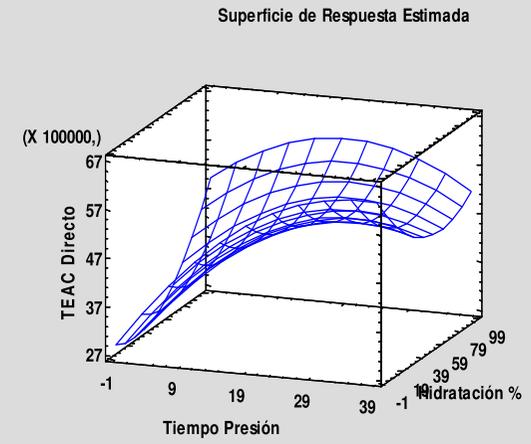
**LIVIA**



**MOWGLI**



**VIRIATO**





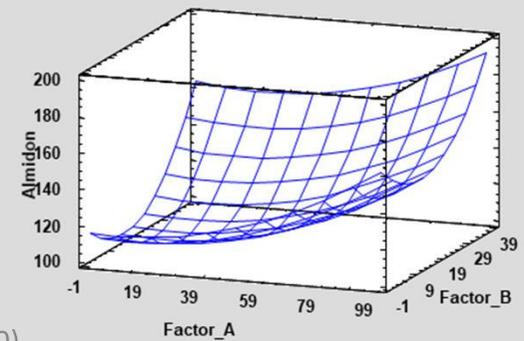
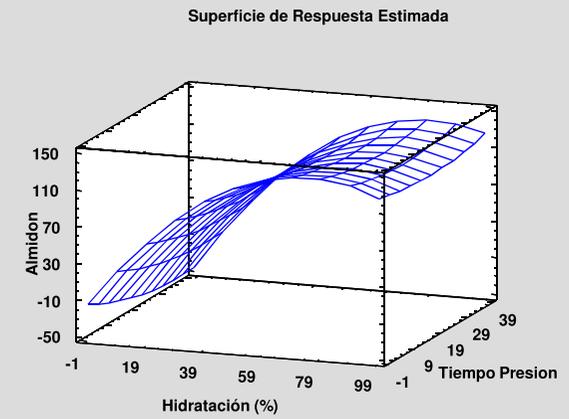
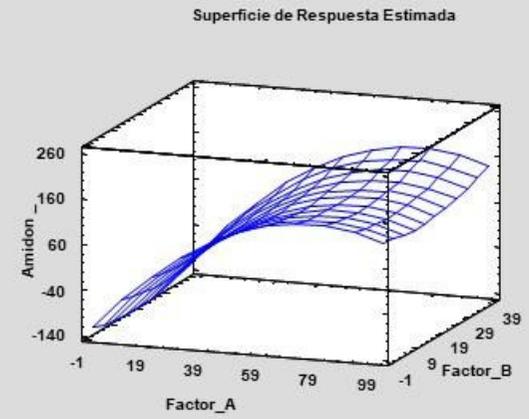
**LIVIA**



**MOWGLI**



**VIRIATO**





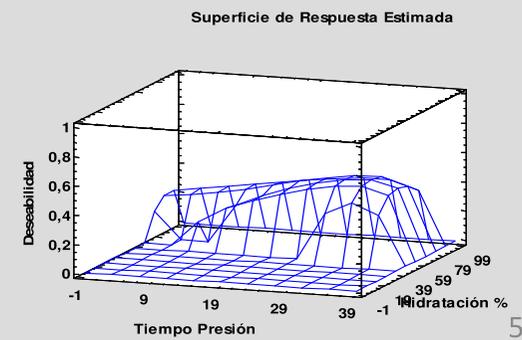
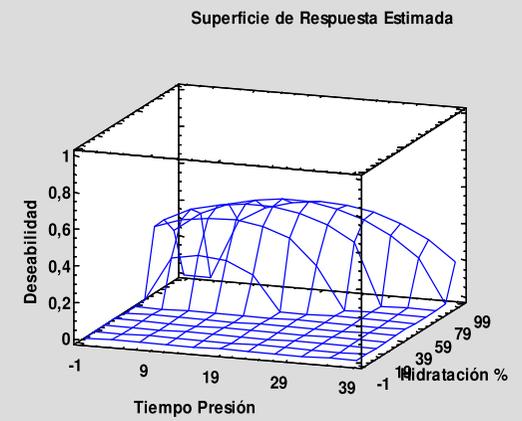
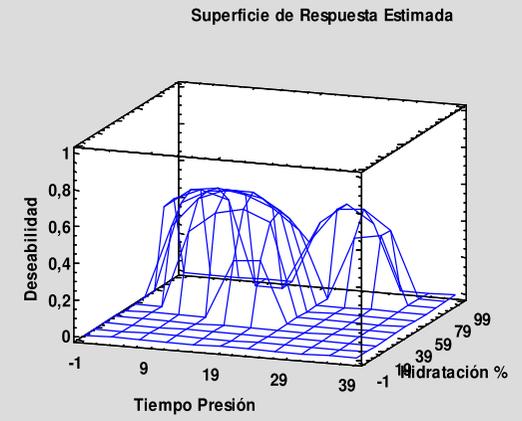
**LIVIA**



**MOWGLI**



**VIRIATO**





**LIVIA**

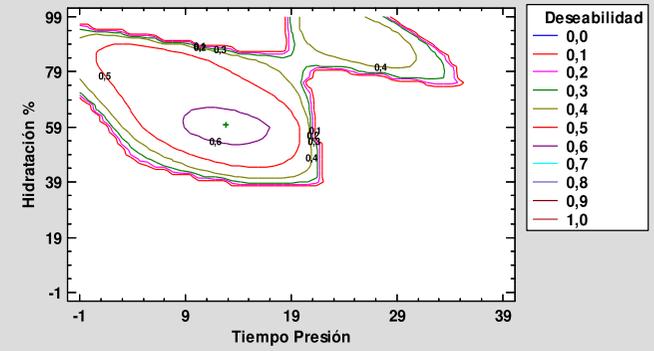


**MOWGLI**

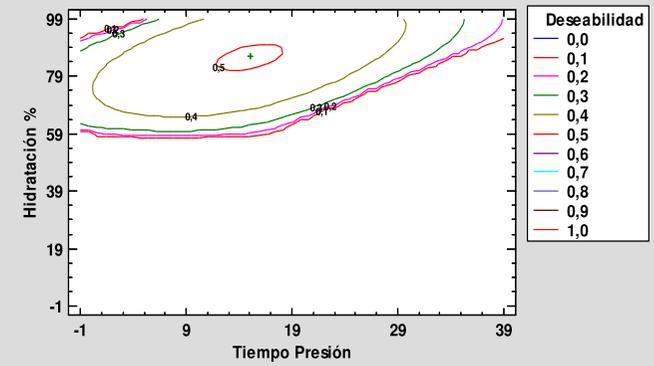


**VIRIATO**

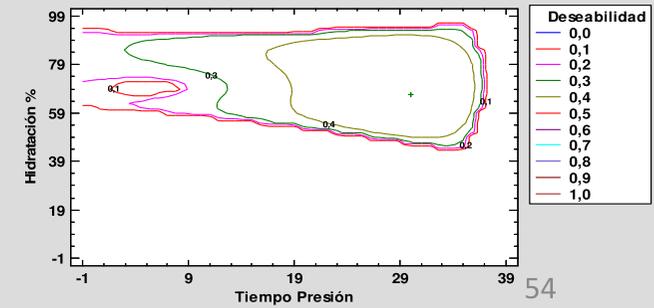
Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada



Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada



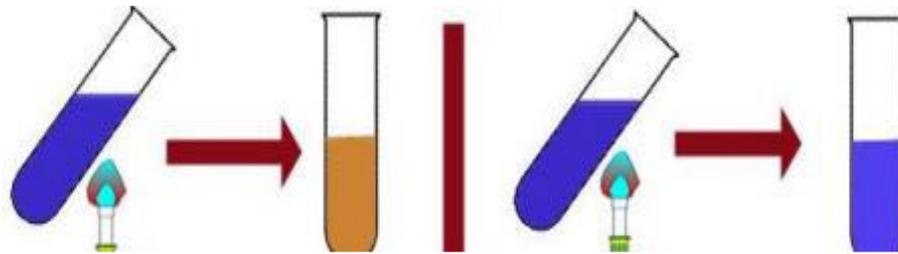
Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada





- Hidrolisis hidrotérmica combinadas con tratamiento de hidratación mejoran la eficiencia de la transmisión del calor dentro de la matriz alimentaria.
- Tiempos intermedios de aplicación mejoran la extractabilidad de los compuestos activos fenólicos, y largos tiempos de tratamiento producen una reducción de sus propiedades antioxidantes. El aumento de la humedad de las muestras siempre mejora las propiedades antioxidantes de las mismas.
- El uso de tratamientos hidrotérmicos mejora la retrogradación del almidón mejorando las propiedades saludables puesto que la no digestibilidad del mismo tiene un efecto fibra soluble que a nivel nutricional tienen efectos muy positivos.

## HIDROLISIS ENZIMATICA



## Optimización del tiempo de tratamiento térmico en autoclave (15 vs 30 minutos).





De izq. a drcha. muestra de salvado de trigo sin tratamiento térmico en autoclave, muestra (121 °C, 1200 mbar, 15 minutos) y muestra (121 °C, 1200 mbar, 30 minutos). Imagen superior: sin agitar (refrigerado a 4 °C) e imagen inferior: agitación manual para dispersar el sólido depositado en el fondo del recipiente.

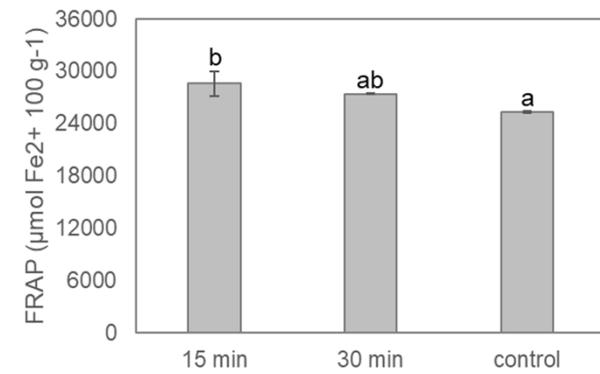
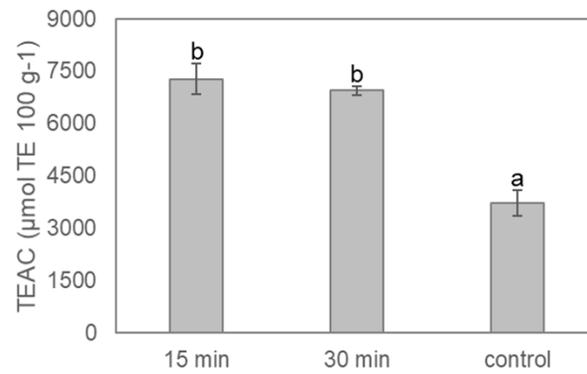
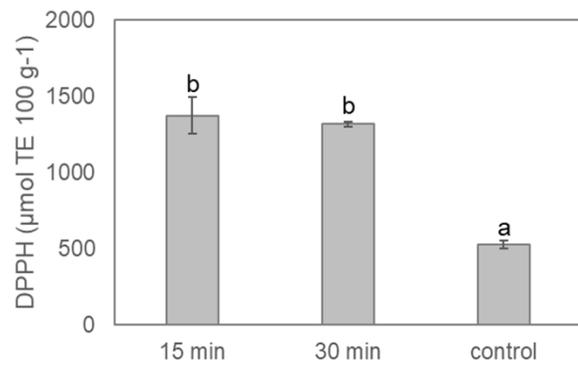
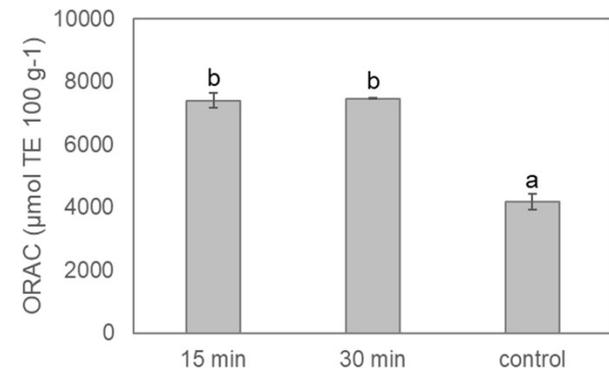
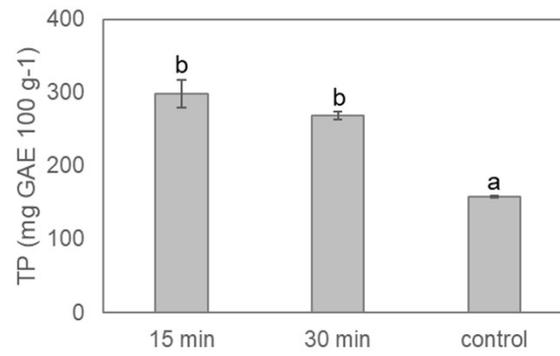
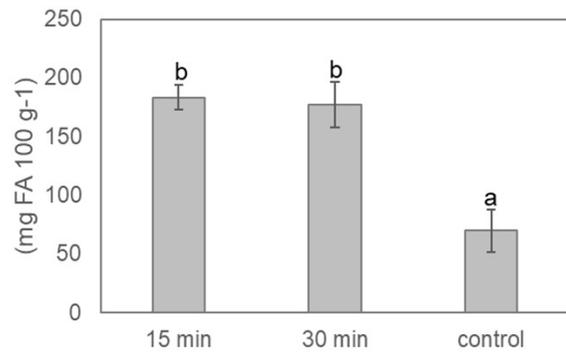


Tabla de coeficientes de correlación entre diferentes métodos de capacidad antioxidante analizados, fenoles totales y contenido de ácido ferúlico del extracto control y los extractos sometidos a tratamiento térmico en autoclave 15 y 30 min.

	<b>FA</b>	<b>TP</b>	<b>ORAC</b>	<b>DPPH</b>	<b>TEAC</b>	<b>FRAP</b>
<b>FA</b>	1,0000					
<b>TP</b>	0,9889	1,0000				
<b>ORAC</b>	0,9977	0,9766	1,0000 0,0000			
<b>DPPH</b>	1,0000	0,9900	0,9972	1,0000		
<b>TEAC</b>	0,9994 0,2117	0,9934 0,0733	0,9948 0,0648	0,9996 0,0169	1,0000 0,0000	
<b>FRAP</b>	0,9499 0,2023	0,9858 0,1073	0,9266 0,2455	0,9522 0,1975	0,9600 0,1806	1,0000 0,0000

	15 min	30 min	control
<b>Color</b>	2,25±0,71 <sup>a</sup>	3,88±0,83 <sup>b</sup>	7,13±1,13 <sup>c</sup>
<b>Aroma</b>	6,75±1,58 <sup>a</sup>	6,00±1,51 <sup>a</sup>	6,50±1,41 <sup>a</sup>
<b>Viscosidad</b>	2,38±0,52 <sup>a</sup>	2,88±1,13 <sup>a</sup>	2,88±1,13 <sup>a</sup>
<b>Tubidez</b>	6,13±1,64 <sup>a</sup>	7,00±0,93 <sup>a</sup>	6,63±2,13 <sup>a</sup>

## **Selección de un ácido orgánico de aplicación en la industria alimentaria**



De izq. a drcha.: extracto acidificado con ácido cítrico, ácido málico, ácido acético y ácido láctico respectivamente. Imágenes de la parte superior: extractos en reposo refrigerados a 4 °C e imágenes inferiores: agitación manual para dispersar el sólido depositado en el fondo del recipiente.

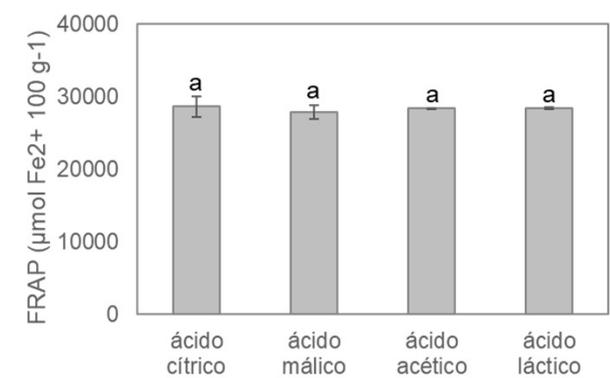
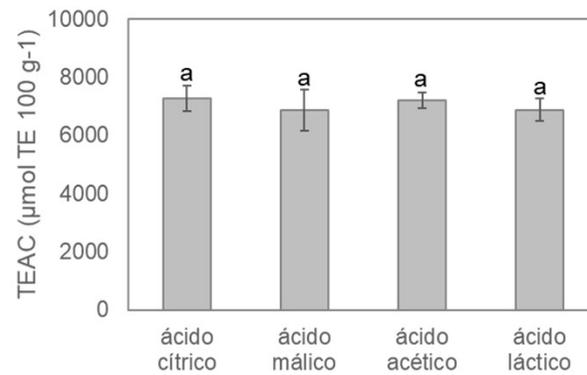
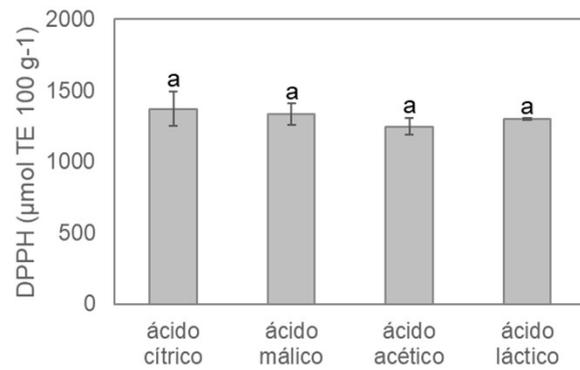
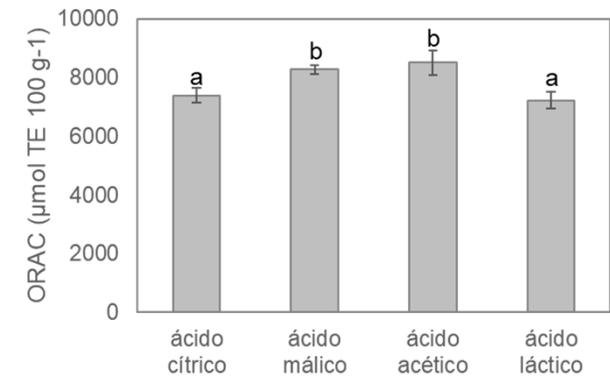
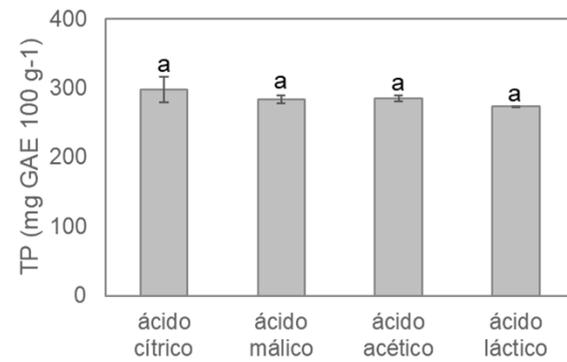
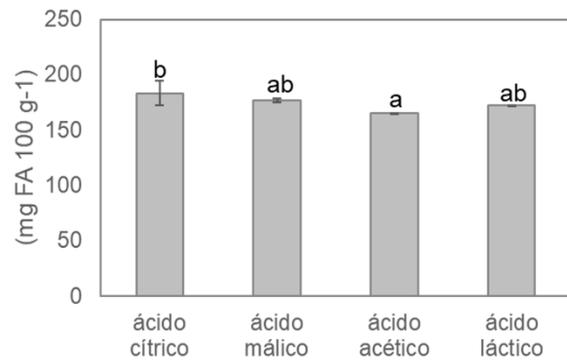


Tabla de coeficientes de correlación y valor-p entre diferentes métodos de capacidad antioxidante analizados, fenoles totales y contenido de ácido ferúlico de los extractos acidificados con distintos ácidos.

	FA	TP	ORAC	DPPH	TEAC	FRAP
FA	1,0000 0,0000					
TP	0,6174 0,3826	1,0000 0,0000				
ORAC	-0,5125 0,4875	0,0240 0,9760	1,0000 0,0000			
DPPH	0,9968 0,0032	0,5606 0,4394	-0,5114 0,4886	1,0000 0,0000		
TEAC	0,1244 0,8756	0,8038 0,1962	0,0681 0,9319	0,0453 0,9547	1,0000 0,0000	
FRAP	0,0752 0,9248	0,4331 0,5669	-0,4693 0,5307	0,0061 0,9939	0,7771 0,2229	1,0000 0,0000

	<b>ácido málico</b>	<b>ácido acético</b>	<b>ácido láctico</b>	<b>ácido cítrico</b>
<b>color</b>	3,75±0,89 <sup>a</sup>	3,88±1,55 <sup>ab</sup>	5,00±1,07 <sup>bc</sup>	5,38±1,19 <sup>c</sup>
<b>aroma</b>	6,00±0,93 <sup>a</sup>	6,75±1,16 <sup>a</sup>	5,75±1,91 <sup>a</sup>	5,75±1,28 <sup>a</sup>
<b>viscosidad</b>	2,75±1,16 <sup>a</sup>	3,00±1,69 <sup>a</sup>	3,38±2,00 <sup>a</sup>	2,63±0,74 <sup>a</sup>
<b>turbidez</b>	6,63±1,19 <sup>ab</sup>	5,88±1,73 <sup>a</sup>	7,63±0,52 <sup>bc</sup>	7,88±0,99 <sup>c</sup>

**HPP antes o después de autoclave.**





De izq. a drcha. muestra control: autoclave (121 °C; 15 min; 1200 mbar), muestra sometida primero a HPP (6000 bar; 5 min) y después a autoclave (121 °C; 15 min; 1200 mbar) y muestra sometida primero a autoclave (121 °C; 15 min; 1200 mbar) y después a HPP (6000 bar; 5 min). Imágenes de la parte superior: extractos en reposo refrigerados a 4 °C e imágenes inferiores: agitación manual para dispersar el sólido depositado en el fondo del recipiente.

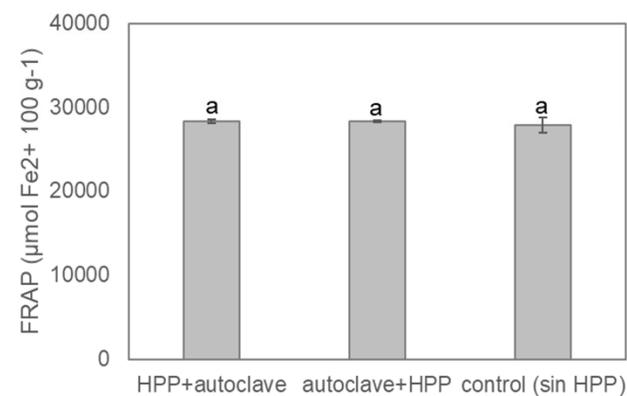
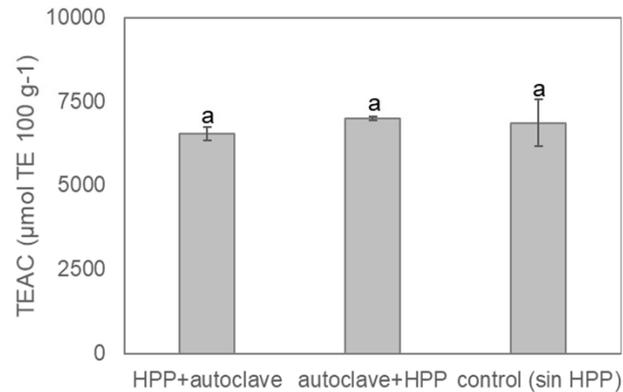
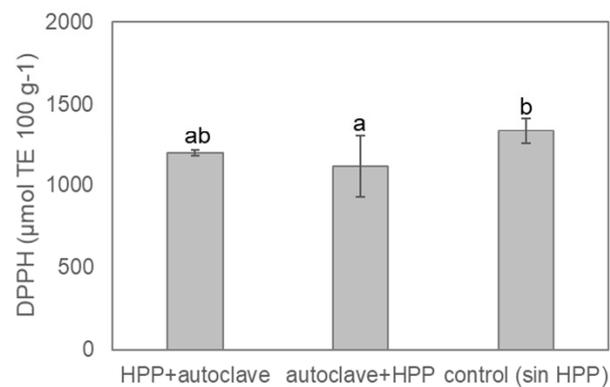
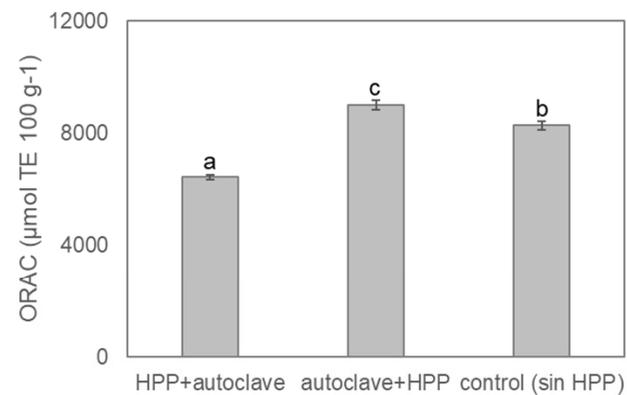
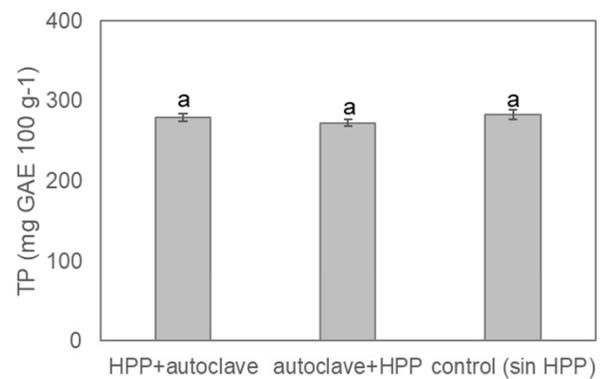
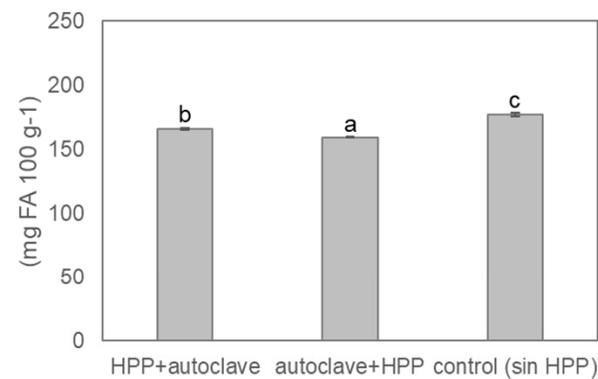
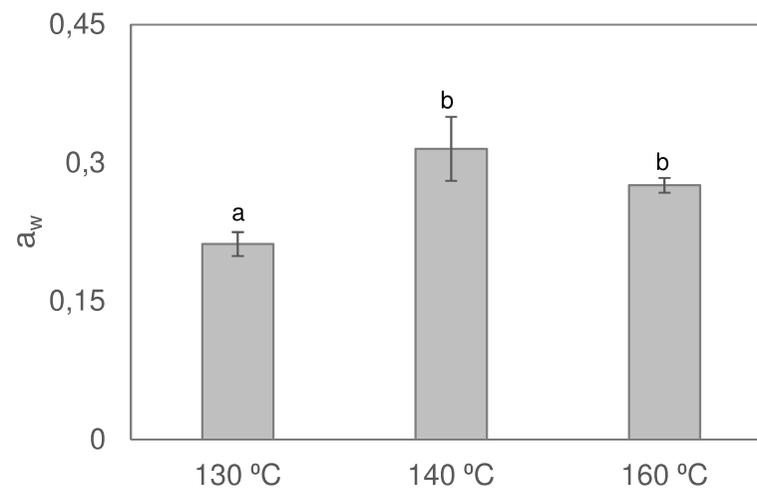


Tabla de coeficientes de correlación y valor-p entre diferentes métodos de capacidad antioxidante analizados, fenoles totales y contenido de ácido ferúlico de los extractos sometidos a HPP antes o después del tratamiento térmico en autoclave y del extracto control.

	FA	TP	ORAC	DPPH	TEAC	FRAP
FA	1,0000 0,0000					
TP	0,9379 0,2254	1,0000 0,0000				
ORAC	-0,1360 0,9131	-0,4711 0,6877	1,0000 0,0000			
DPPH	1,0000 0,0002	0,9378 0,2256	-0,1357 0,9133	1,0000 0,0000		
TEAC	-0,1223 0,9219	-0,4589 0,6965	0,9999 0,0088	-0,1220 0,9221	1,0000 0,0000	
FRAP	-0,9246 0,2489	-0,7351 0,4743	-0,2517 0,8380	-0,9247 0,2487	-0,2651 0,8292	1,0000 0,0000

**Sólidos atomizados a diferentes temperaturas.**





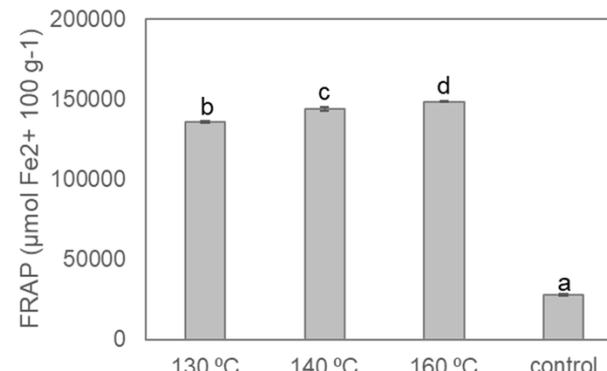
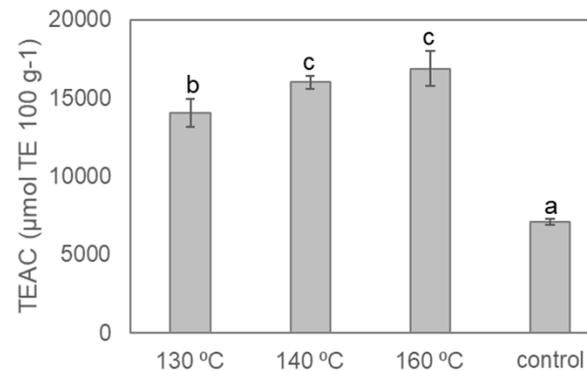
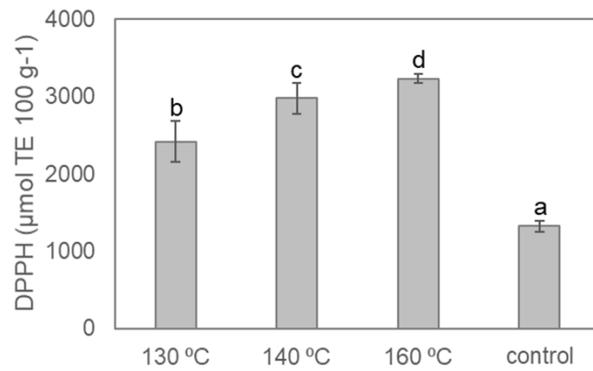
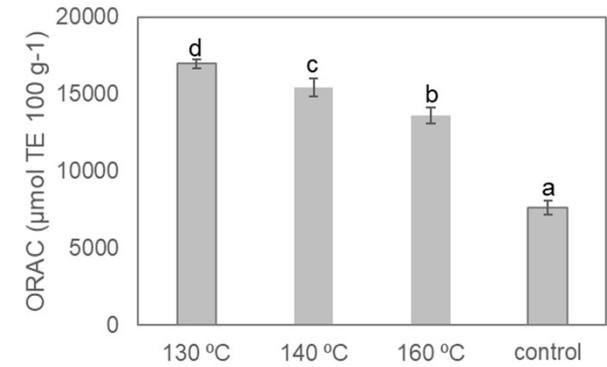
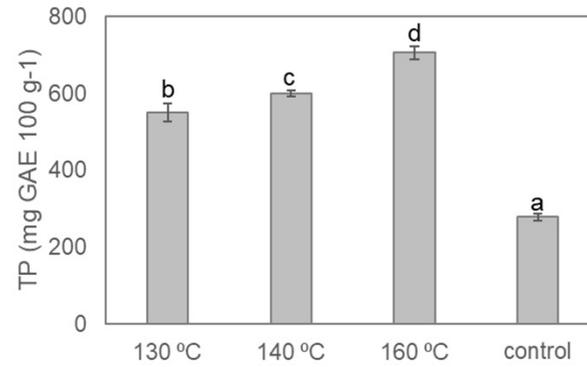
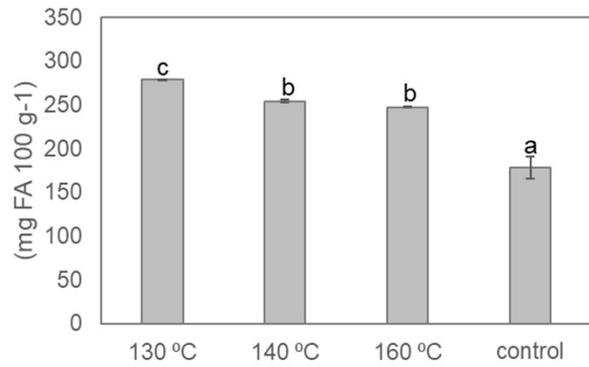
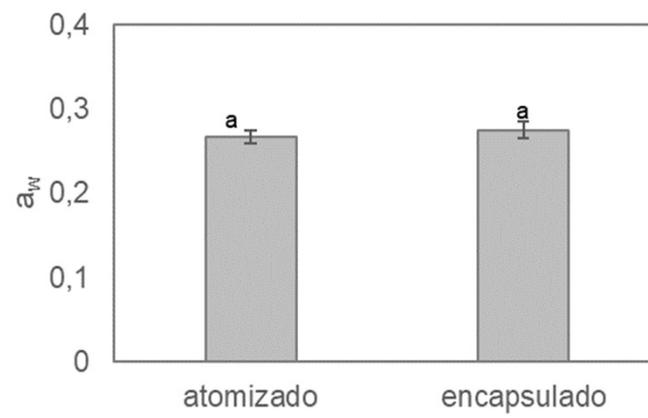


Tabla de coeficientes de correlación y valor-p entre diferentes métodos de capacidad antioxidante analizados, fenoles totales y contenido de ácido ferúlico de los sólidos atomizados a diferentes temperaturas y del extracto control.

	FA	TP	ORAC	DPPH	TEAC	FRAP
FA	1,0000 0,0000					
TP	0,7920 0,2080	1,0000 0,0000				
ORAC	0,9919 0,0081	0,7612 0,2388	1,0000 0,0000			
DPPH	0,7457 0,2543	0,9862 0,0138	0,7325 0,2675	1,0000 0,0000		
TEAC	0,8331 0,1669	0,9867 0,0133	0,8217 0,1783	0,9897 0,0103	1,0000 0,0000	
FRAP	0,9181 0,0819	0,9605 0,0395	0,9080 0,0920	0,9486 0,0514	0,9841 0,0159	1,0000 0,0000

**Sólido atomizado y encapsulado. Control: extracto hidrolizado del que proceden dichos sólidos**





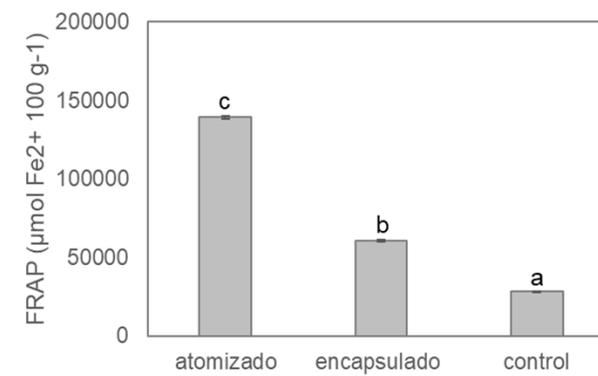
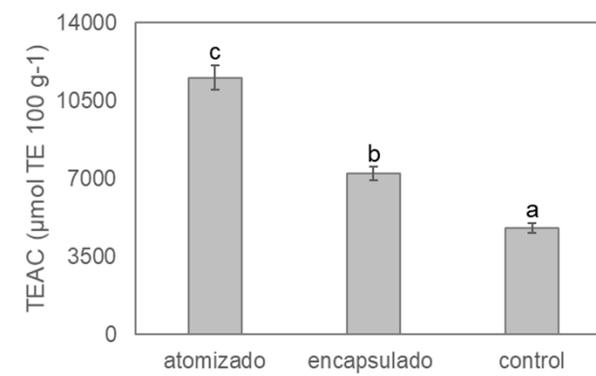
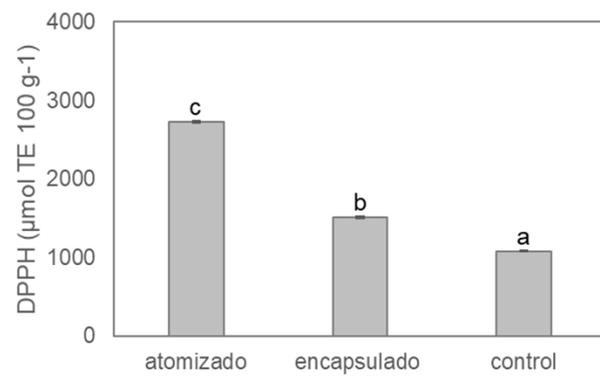
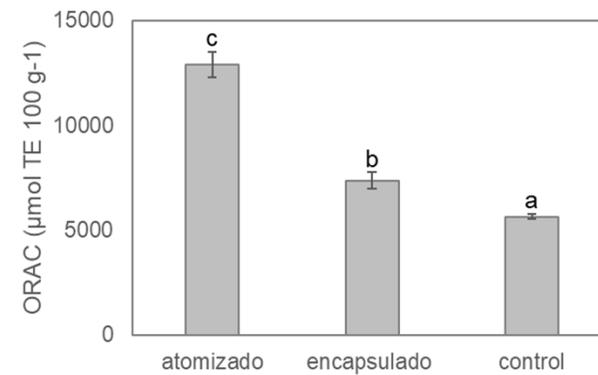
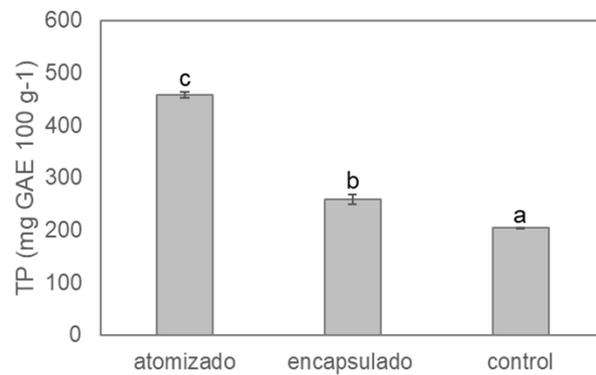
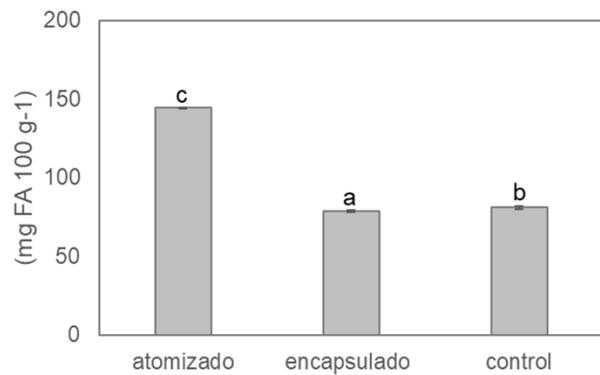


Tabla de coeficientes de correlación y valor-p entre diferentes métodos de capacidad antioxidante analizados, fenoles totales y contenido de ácido ferúlico del sólido atomizado, del encapsulado y del control.

	FA	TP	ORAC	DPPH	TEAC	FRAP
FA	1,0000 0,0000					
TP	0,9719 0,1513	1,0000 0,0000				
ORAC	0,9654 0,1680	0,9997 0,0167	1,0000 0,0000			
DPPH	0,9588 0,1834	0,9987 0,0321	0,9997 0,0154	1,0000 0,0000		
TEAC	0,9205 0,2555	0,9866 0,1042	0,9906 0,0875	0,9936 0,0722	1,0000 0,0000	
FRAP	0,9483 0,2056	0,9964 0,0543	0,9983 0,0375	0,9994 0,0222	0,9969 0,0500	1,0000 0,0000

**Ingrediente final: sólido atomizado**

P (g/100 g)	0,38±0,03
Acido fítico (g/100 g)	1,33±0,12
Almidón (g/100g)	36,43±0,74



- La utilización de autoclavado 15 minutos mejora la disponibilidad de compuestos activos principalmente ferúlico frente a control no autoclavado o 30 minutos de tratamiento.
- La utilización de ácido orgánicos principalmente ácido málico o ácido cítrico no muestra diferencia frente al control en cuanto a las propiedades antioxidantes o al contenido de ácido ferúlico.
- La utilización de APH antes del autoclavado mejora las propiedades antioxidantes y la biodisponibilidad de ácido ferúlico.
- La atomización a 130 °C da lugar a un ingrediente con más alto contenido en AF que temperaturas superiores como 140 °C o 160 °C.
- La encapsulación reduce la capacidad antioxidante y la biodisponibilidad de ácido ferúlico principalmente debido al proceso de coprecipitación se realiza con un ratio 1:1 con proteína de guisante.
- Por tanto, presurización con APH a 600 Mpa, 5 minutos seguido de autoclavado a 120 °C, 15 minutos.



- Hidrolisis mediante tratamiento hidrotérmicos o tratamientos enzimáticos mejorar disponibilidad de compuestos activos
- Tratamientos hidrotérmicos se favorecen con el uso combinado de humedad y tiempos no superiores a 15-20 minutos.
- Tratamientos enzimáticos de salvados y otras fibras mejoran las propiedades antioxidantes y biodisponibilidad de compuestos activos siempre que se acompañen de tratamientos de APH.
- El uso de málico o cítrico no presenta diferencias entre ellos ni a nivel antioxidante ni a nivel de contenido de ácido ferúlico.
- La atomización a 130 °C estabiliza el ingrediente dando lugar a un nutraceutico de alto valor nutricional frente a atomización a temperaturas superiores o incluso encapsulación.



## EXTRUSION



cf	Harina Maiz			
rf	Harina Arroz			
lf	Harina lenteja			
110°C ecf	Harina extrusionada Maiz 110 °C			
120°C ecf	Harina extrusionada Maiz 120 °C			
130°C ecf	Harina extrusionada Maiz 130 °C			
110°C erf	Harina extrusionada Arroz 110 °C			
120°C erf	Harina extrusionada Arroz 120 °C			
130°C erf	Harina extrusionada Arroz 130 °C			

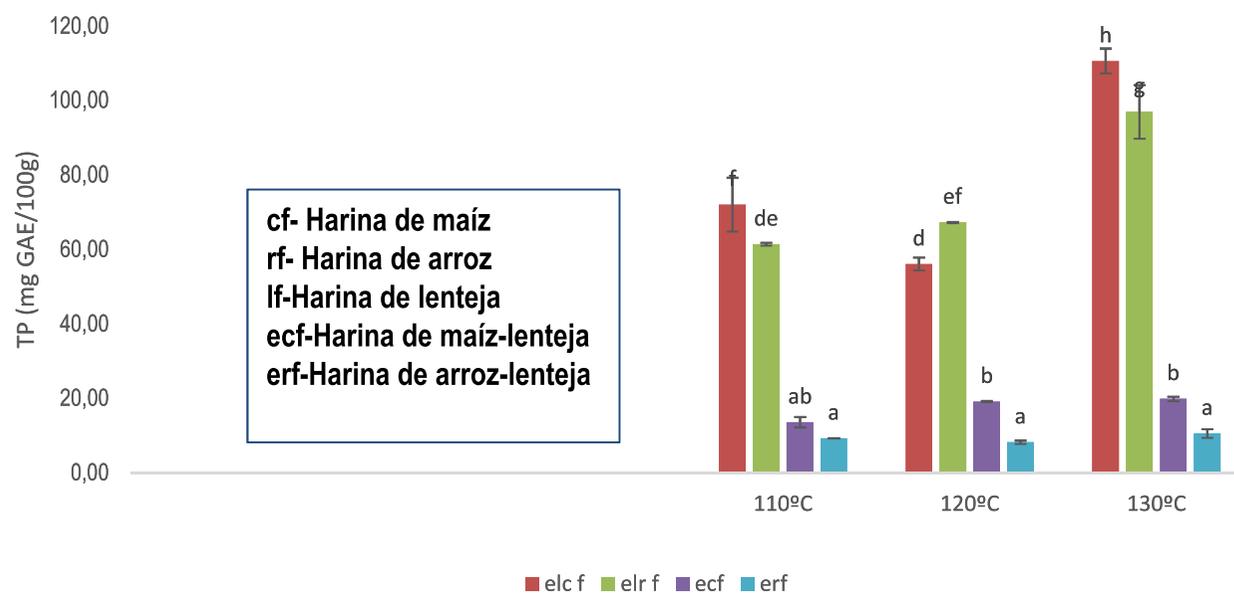


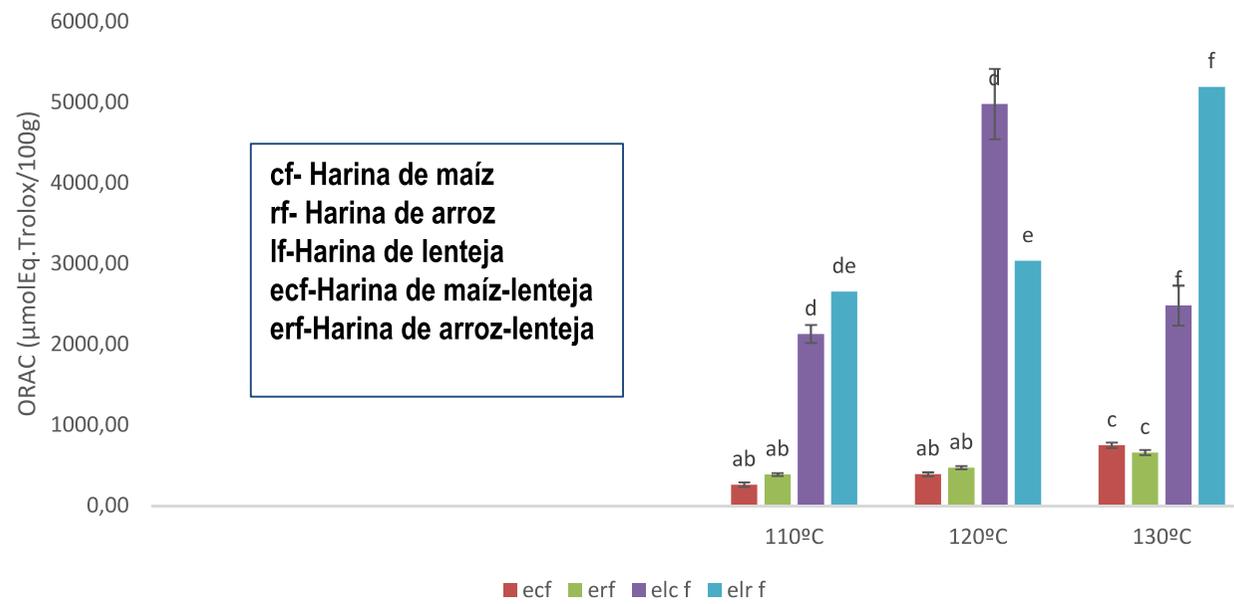
cf- Harina de maíz  
 rf- Harina de arroz  
 lf-Harina de lenteja  
 ecf-Harina de maíz-lenteja  
 erf-Harina de arroz-lenteja

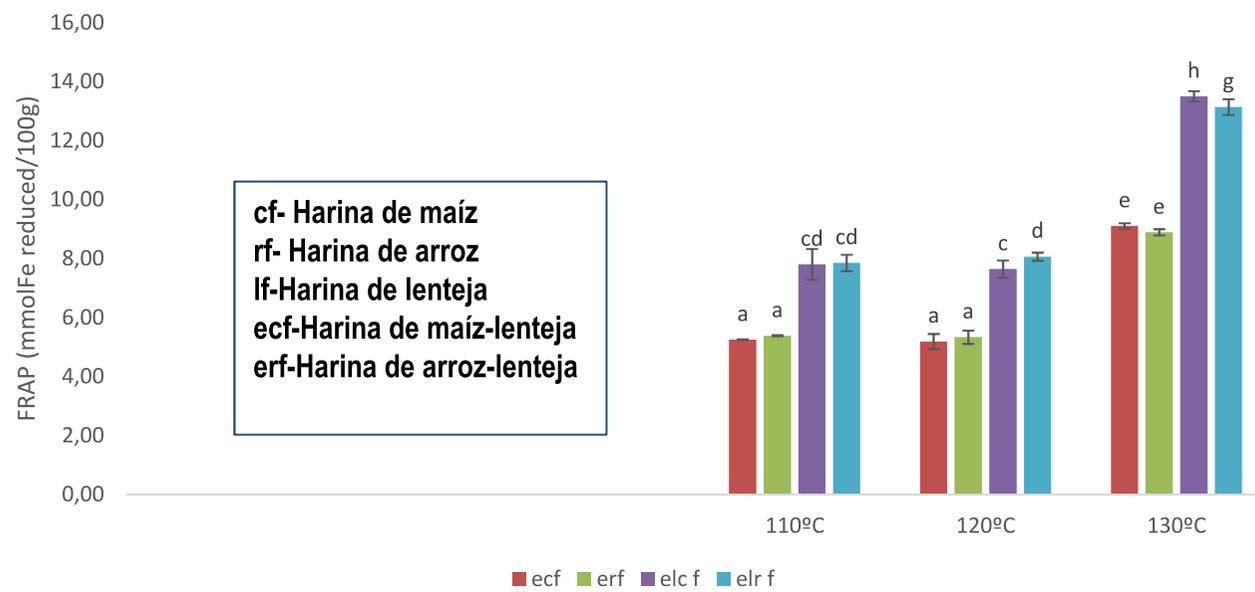
Muestra	Composicional (g/100g)				
	Cenizas	Grasa	Humedad	Proteína	Carbohidrato
cf	0.50±0.00 <sup>a</sup>	0.86±0.02 <sup>e</sup>	13.64±0.16 <sup>i</sup>	5.81±0.01 <sup>a</sup>	78.19±0.13 <sup>f</sup>
rf	0,53±0.00 <sup>a</sup>	0.86±0.00 <sup>e</sup>	12.42±0.00 <sup>i</sup>	7.56±0.00 <sup>e</sup>	78.63±0.00 <sup>f</sup>
lf	2,17±0.01 <sup>c</sup>	1.42±0.11 <sup>g</sup>	9.75±0.06 <sup>c</sup>	24.54±0.13 <sup>k</sup>	62.13±0.17 <sup>a</sup>
110°C ecf	0,29±0.00 <sup>a</sup>	0.32 ±0.00 <sup>d</sup>	11.14 ±0.00 <sup>gh</sup>	5.73±0.00 <sup>a</sup>	82.53±0.00 <sup>h</sup>
120°C ecf	0,32±0.00 <sup>a</sup>	1.11±0.00 <sup>f</sup>	10.54±0.00 <sup>eff</sup>	5.82±0.00 <sup>a</sup>	82.21±0.00 <sup>h</sup>
130°C ecf	1.50±0.00 <sup>d</sup>	0.50±0.00 <sup>h</sup>	10.80±0.11 <sup>efg</sup>	6.20±0.01 <sup>b</sup>	81.00±0.13 <sup>g</sup>
110°C erf	0,66±0.02 <sup>a</sup>	0,10±0.07 <sup>ab</sup>	15.04±0.25 <sup>k</sup>	6.88±0.09 <sup>c</sup>	77.32±0.30 <sup>e</sup>
120°C erf	0.60±0.08 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	11.01±0.32 <sup>fgh</sup>	7.10±0.05 <sup>d</sup>	81.28±0.19 <sup>gd</sup>
130°C erf	1.50±0.00 <sup>c</sup>	0.50±0.00 <sup>h</sup>	8.89±0.10 <sup>b</sup>	7.85±0.05 <sup>f</sup>	81.27±0.05 <sup>g</sup>
110°C elcf	1.28±0.00 <sup>b</sup>	0.16±0.00 <sup>bc</sup>	11.44±0.00 <sup>h</sup>	15.19±0.00 <sup>g</sup>	71.93±0.00 <sup>c</sup>
120°C elcf	1.31±0.00 <sup>b</sup>	0.29±0.00 <sup>cd</sup>	11.40±0.00 <sup>h</sup>	15.13±0.00 <sup>g</sup>	71.87±0.00 <sup>c</sup>
130°C elcf	1.90±0.21 <sup>c</sup>	0.50±0.00 <sup>h</sup>	10.06±0.03 <sup>cd</sup>	15.82±0.09 <sup>h</sup>	71.73±0.15 <sup>d</sup>
110°C elrf	1.43±0.00 <sup>b</sup>	0.34±0.00 <sup>d</sup>	11.24±0.00 <sup>gh</sup>	16.13±0.00 <sup>i</sup>	70.86±0.00 <sup>b</sup>
120°C elrf	1.43±0.00 <sup>b</sup>	0.38±0.00 <sup>d</sup>	10.50±0.00 <sup>de</sup>	16.25±0.00 <sup>i</sup>	71.44±0.00 <sup>bc</sup>
130°C elrf	2.08±0.38 <sup>c</sup>	0.50±0.00 <sup>hc</sup>	7.15±0.06 <sup>a</sup>	17.10±0.05 <sup>j</sup>	73.18±0.38 <sup>d</sup>
P-Value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

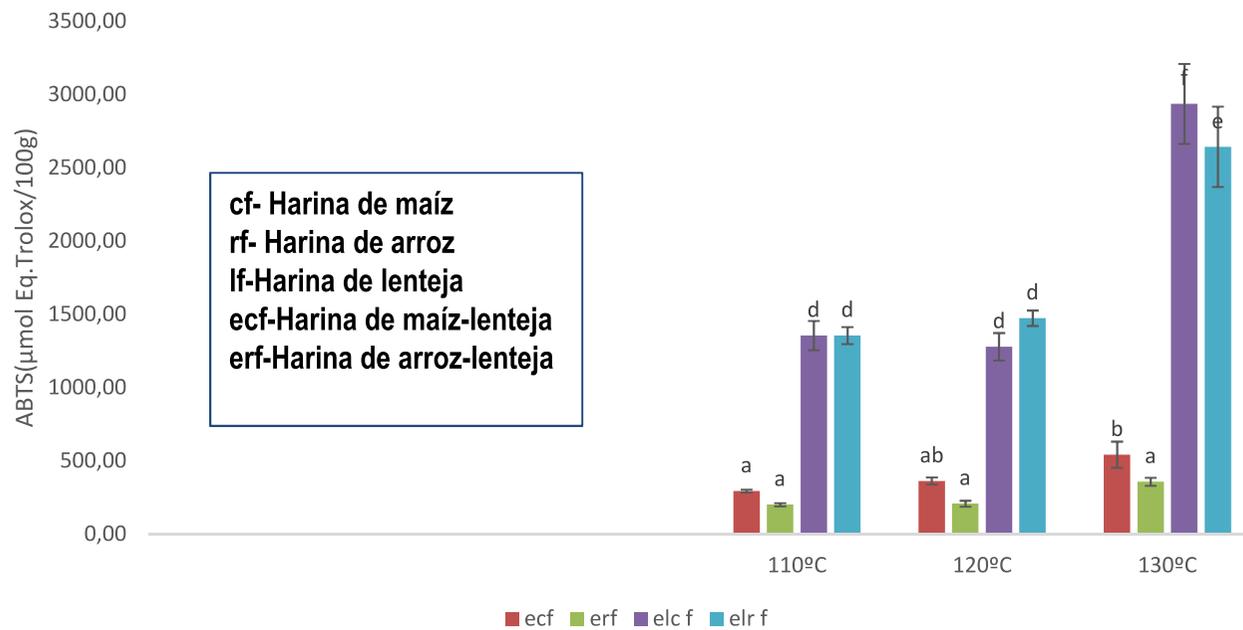
cf- Harina de maíz  
 rf- Harina de arroz  
 lf- Harina de lenteja  
 ecf- Harina de maíz-lenteja  
 erf- Harina de arroz-lenteja

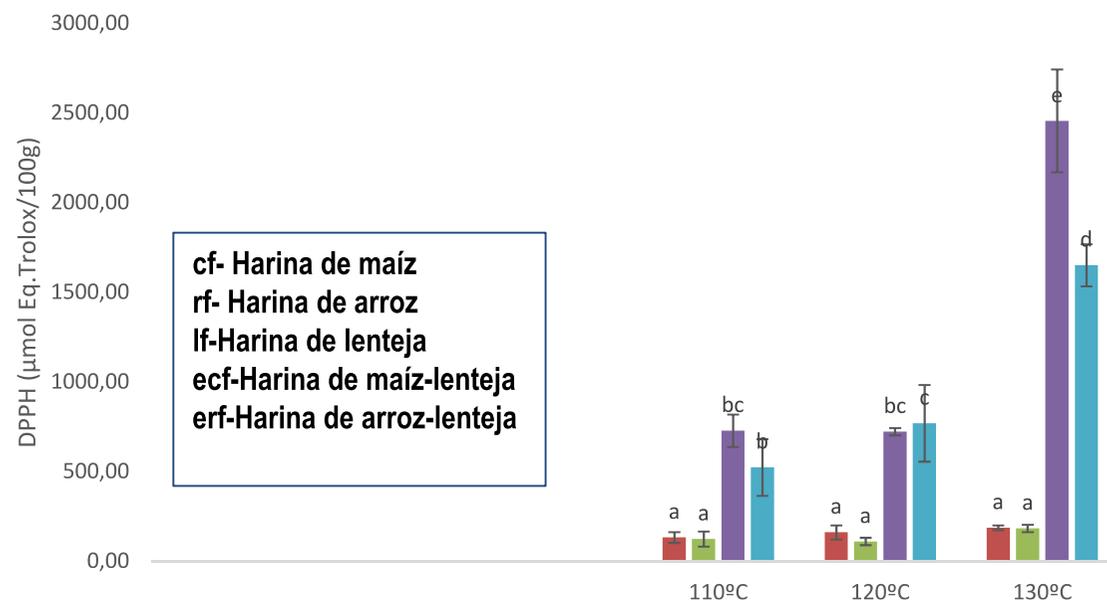
	L*	a*	b*	Hue	Croma
cf	72.52±3.69 <sup>ghi</sup>	8.32±0.46 <sup>i</sup>	34.04±2.32 <sup>j</sup>	1.33±0.02 <sup>a</sup>	35.05±2.28 <sup>i</sup>
rf	84.06±5.06 <sup>j</sup>	0.52±0.21 <sup>a</sup>	6.03±0.54 <sup>a</sup>	1.49±0.03 <sup>g</sup>	6.05±0.55 <sup>a</sup>
lf	74.23±6.96 <sup>efg</sup>	0.97±0.30 <sup>b</sup>	16.23±1.74 <sup>ef</sup>	1.51±0.02 <sup>h</sup>	16.27±1.72 <sup>e</sup>
110°C ecf	83.14±4.19 <sup>j</sup>	3.02 ±0.48 <sup>g</sup>	22.62 ±1.13 <sup>h</sup>	1.44±0.02 <sup>e</sup>	22.83±1.17 <sup>g</sup>
120°C ecf	82.43±4.89 <sup>j</sup>	3.35±0.23 <sup>h</sup>	25.08±1.31 <sup>i</sup>	1.44±0.01 <sup>e</sup>	25.30±1.28 <sup>h</sup>
130°C ecf	52.24±6.22 <sup>d</sup>	2.75±0.66 <sup>ef</sup>	17.63±3.83 <sup>g</sup>	1.42±0.01 <sup>d</sup>	17.85±3.88 <sup>f</sup>
110°C erf	73.23±5.56 <sup>ef</sup>	0.92±0.14 <sup>b</sup>	7.40±0.31 <sup>bc</sup>	1.45±0.02 <sup>ef</sup>	7.46±0.31 <sup>bc</sup>
120°C erf	82.65±6.20 <sup>j</sup>	0.65±0.23 <sup>a</sup>	7.90±0.33 <sup>bc</sup>	1.49±0.03 <sup>g</sup>	7.93±0.33 <sup>bc</sup>
130°C erf	32.64±1.52 <sup>b</sup>	1.03±0.09 <sup>b</sup>	8.51±0.53 <sup>c</sup>	1.45±0.01 <sup>f</sup>	8.57±0.54 <sup>c</sup>
110°C elcf	78.43±1.34 <sup>i</sup>	2.76±0.14 <sup>ef</sup>	16.23±0.82 <sup>e</sup>	1.40±0.01 <sup>c</sup>	16.46±0.82 <sup>e</sup>
120°C elcf	77.87±1.21 <sup>hi</sup>	2.92±0.15 <sup>fg</sup>	17.38±0.69 <sup>d</sup>	1.40±0.01 <sup>c</sup>	17.63±0.69 <sup>f</sup>
130°C elcf	41.70±9.51 <sup>c</sup>	2.23±0.61 <sup>hd</sup>	13.55±4.07 <sup>d</sup>	1.41±0.02 <sup>cd</sup>	13.73±4.10 <sup>d</sup>
110°C elrf	70.87±7.10 <sup>e</sup>	2.62±0.17 <sup>e</sup>	13.16±0.92 <sup>d</sup>	1.37±0.02 <sup>b</sup>	13.42±0.91 <sup>d</sup>
120°C elrf	76.85±2.85 <sup>hi</sup>	2.36±0.13 <sup>d</sup>	13.67±0.44 <sup>d</sup>	1.40±0.01 <sup>c</sup>	13.87±0.44 <sup>d</sup>
130°C elrf	26.83±1.21 <sup>a</sup>	1.35±0.34 <sup>c</sup>	6.84±1.10 <sup>ab</sup>	1.38±0.02 <sup>b</sup>	6.97±1.14 <sup>ab</sup>
P-Value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

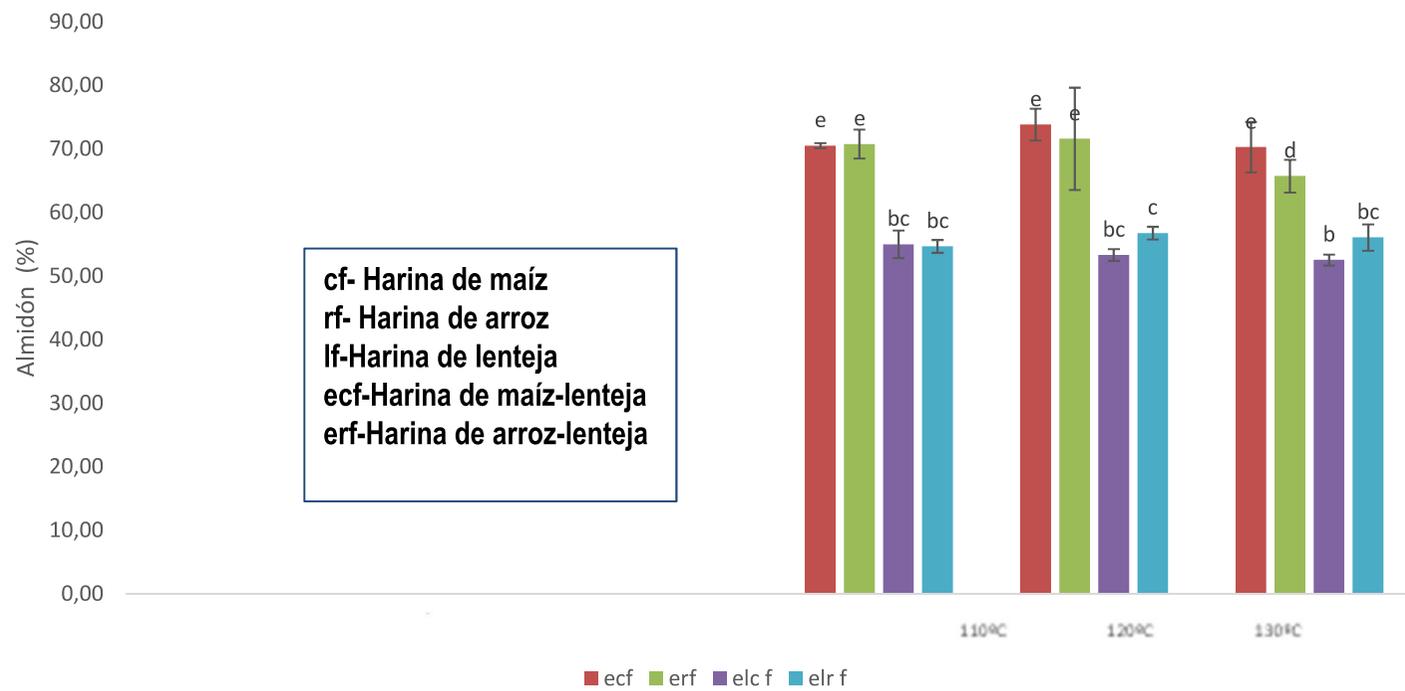




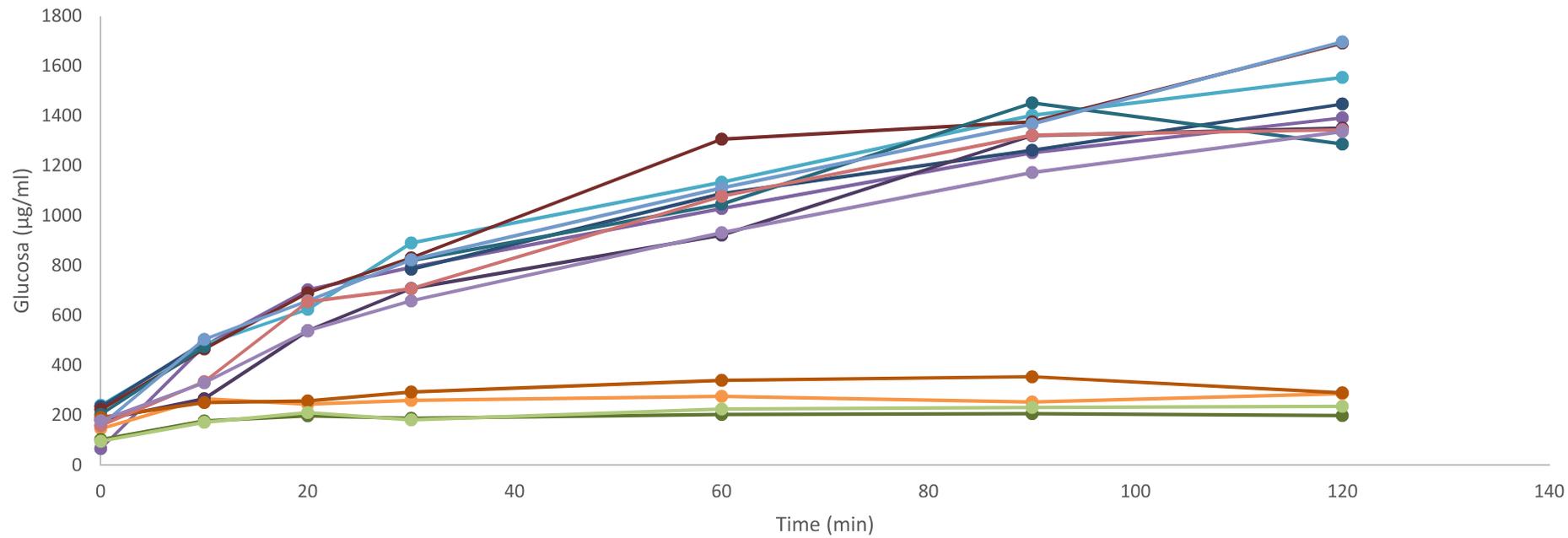


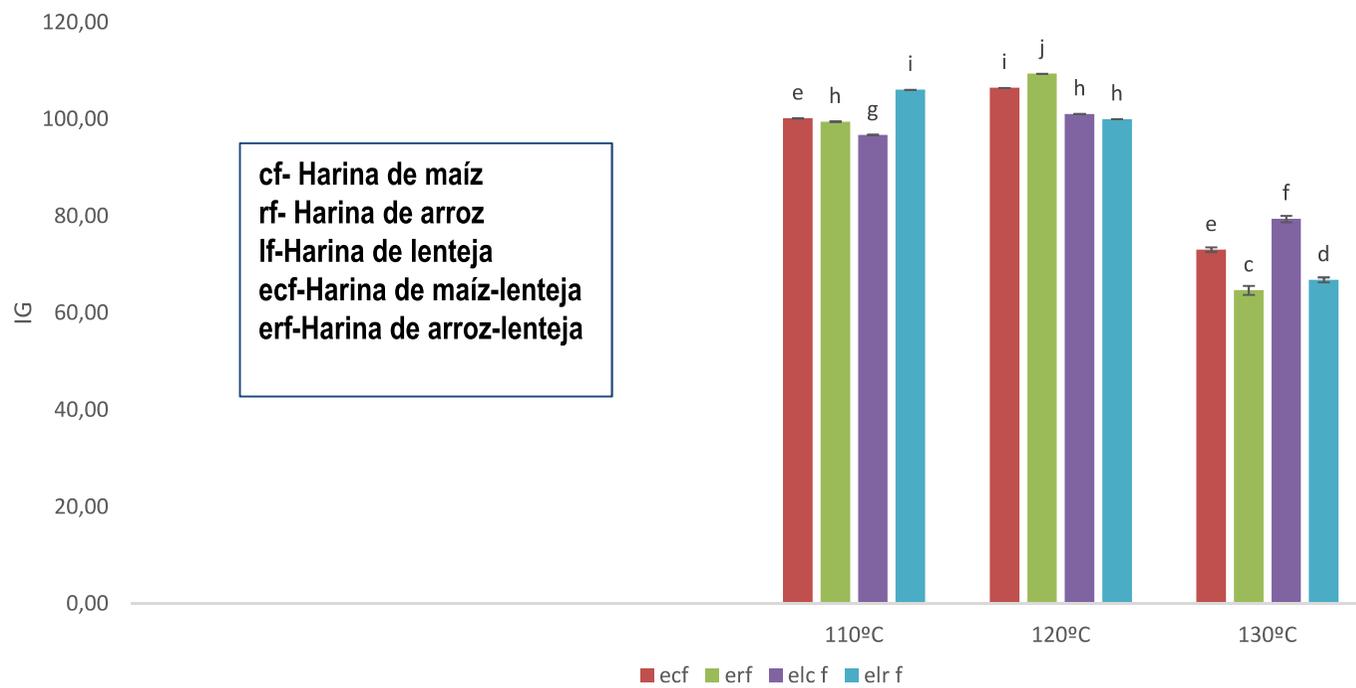






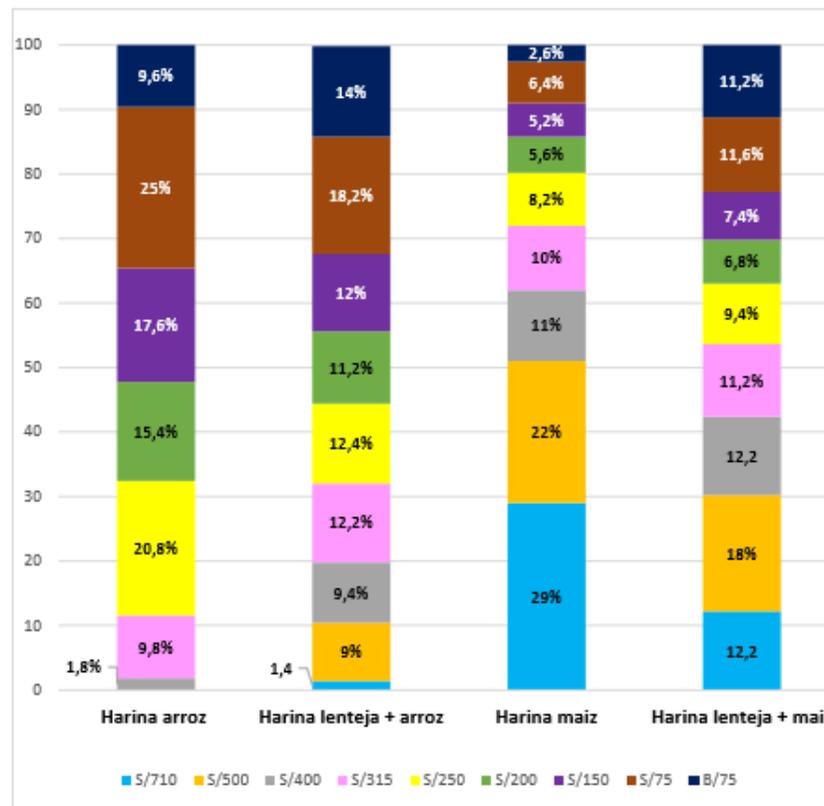
**cf- Harina de maíz**  
**rf- Harina de arroz**  
**lf-Harina de lenteja**  
**ecf-Harina de maíz-lenteja**  
**erf-Harina de arroz-lenteja**





## 1. GRANULOMETRÍA

	Harina arroz		Harina lenteja + arroz		Harina maiz		Harina lenteja + maiz	
	% retenido	% acumulado	% retenido	% acumulado	% retenido	% acumulado	% retenido	% acumulado
S/710	0	0	1,4	1,4	29	29	12,2	12,2
S/500	0	0	9	10,4	22	51	18	30,2
S/400	1,8	1,8	9,4	19,8	11	62	12,2	42,4
S/315	9,8	11,6	12,2	32	10	72	11,2	53,6
S/250	20,8	32,4	12,4	44,4	8,2	80,2	9,4	63
S/200	15,4	47,8	11,2	55,6	5,6	85,8	6,8	69,8
S/150	17,6	65,4	12	67,6	5,2	91	7,4	77,2
S/75	25	90,4	18,2	85,8	6,4	97,4	11,6	88,8
B/75	9,6	100	14	99,8	2,6	100	11,2	100

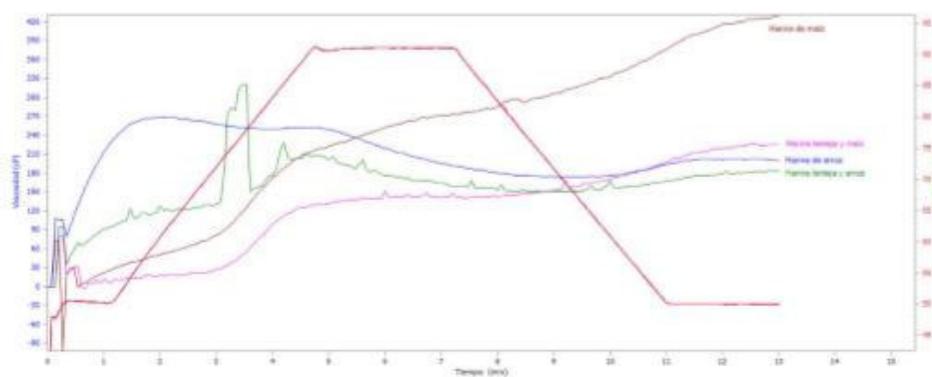


## 2. VISCOSIDAD EN CALIENTE (GENERAL PASTING)

### Resultados de prueba

Test	Peak 1	Trough 1	Breakdown	Final Visc	Setback	Peak Time
01 ARROZ 20237 20238 VGP	269.00	174.00	95.00	200.00	26.00	2.07
02 LENTEJAYARROZ 20239 20240 VGP	320.00	150.00	170.00	183.00	33.00	3.47
03 LENTEJAYMAIZ 20243 20244 VGP	151.00	140.00	11.00	225.00	85.00	6.00
04 MAIZ 20241 20242 VGP	272.00	254.00	18.00	429.00	175.00	7.00

Test	Pasting Temp
01 ARROZ 20237 20238 VGP	0.00
02 LENTEJAYARROZ 20239 20240 VGP	54.25
03 LENTEJAYMAIZ 20243 20244 VGP	0.00
04 MAIZ 20241 20242 VGP	0.00



## 3. VISCOSIDAD EN FRÍO

### Resultados de prueba

Test	Final Viscosity
01 ARROZ 20237 20238 V7	4565.00
02 LENTEJAYARROZ 20239 20240 V7	2557.00
03 LENTEJAYMAIZ 20243 20244 V7	807.00
04 MAIZ 20241 20242 V7	2744.00



Como conclusiones se puede extraer que:

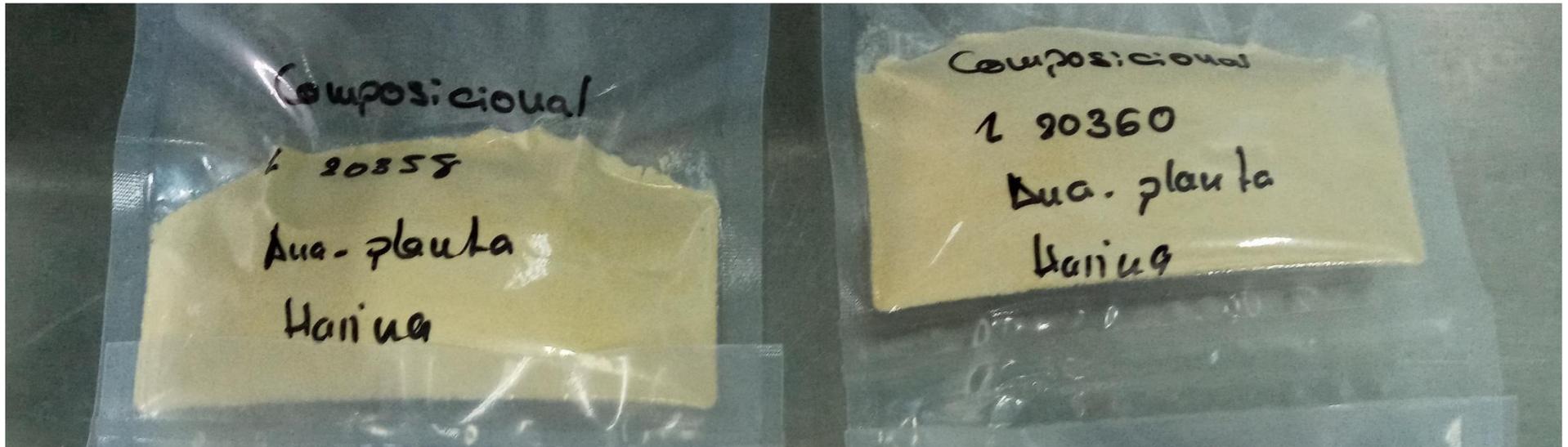
- La extrusión mejora la capacidad antioxidante de las muestras produciendo una mayor biodisponibilidad de compuestos fenólicos y mayor capacidad antioxidante.
- El uso de temperaturas 130 °C se ven favorecidas frente a temperaturas más bajas a la hora de conseguir alcanzar una mejora en las propiedades antioxidantes.
- La combinación de leguminosa tipo lenteja se ve favorecida en el caso del maíz frente al arroz.



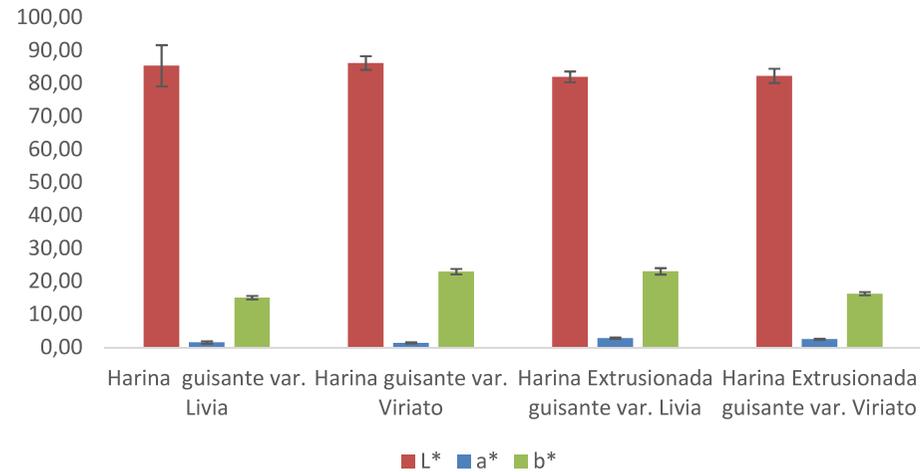
**LIVIA**



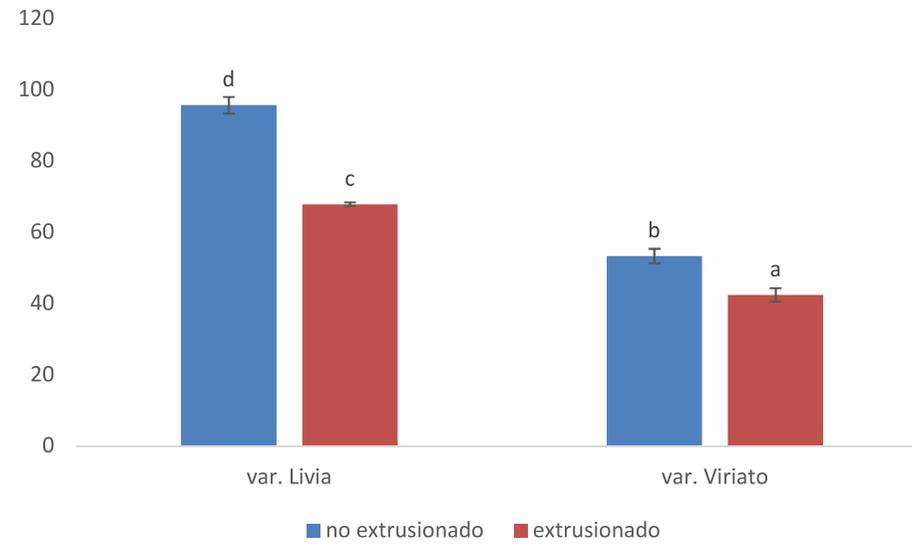
**VIRIATO**



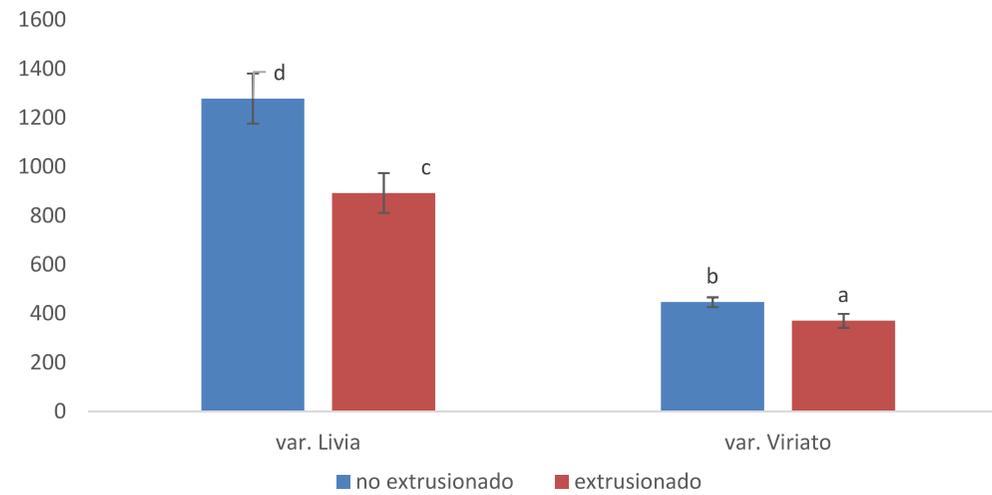
	<b>Humedad (%)</b>	<b>Nitrógeno (%)</b>	<b>Proteínas (%)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Hidratos de carbono (%)</b>	<b>Genizas (%)</b>
<b>Harina guisante var. Livia</b>	10,99 ±0,03 <sup>d</sup>	3,56 ±0,0 <sup>b</sup>	22,26 ±0,18 <sup>b</sup>	1,03 ±0,06 <sup>c</sup>	62,70±0,00 <sup>a</sup>	3,06±0,07 <sup>b</sup>
<b>Harina guisante var. Viriato</b>	9,62 ±0,00 <sup>c</sup>	3,69±0,04 <sup>c</sup>	23,07±0,26 <sup>c</sup>	0,62±0,00 <sup>b</sup>	63,60±0,28 <sup>b</sup>	3,07±0,02 <sup>b</sup>
<b>Harina Extrusionada guisante var. Livia</b>	8,92± 0,08 <sup>a</sup>	2,26± 0,02 <sup>a</sup>	14,10± 0,13 <sup>a</sup>	1,03± 0,08 <sup>a</sup>	75,05± 0,14 <sup>c</sup>	1,57± 0,01 <sup>a</sup>
<b>Harina Extrusionada guisante var. Viriato</b>	9,06 ± 0,00 <sup>b</sup>	2,24 ± 0,01 <sup>a</sup>	14,00 ± 0,08 <sup>a</sup>	0,43± 0,04 <sup>a</sup>	74,93± 0,12 <sup>c</sup>	1,59± 0,00 <sup>a</sup>



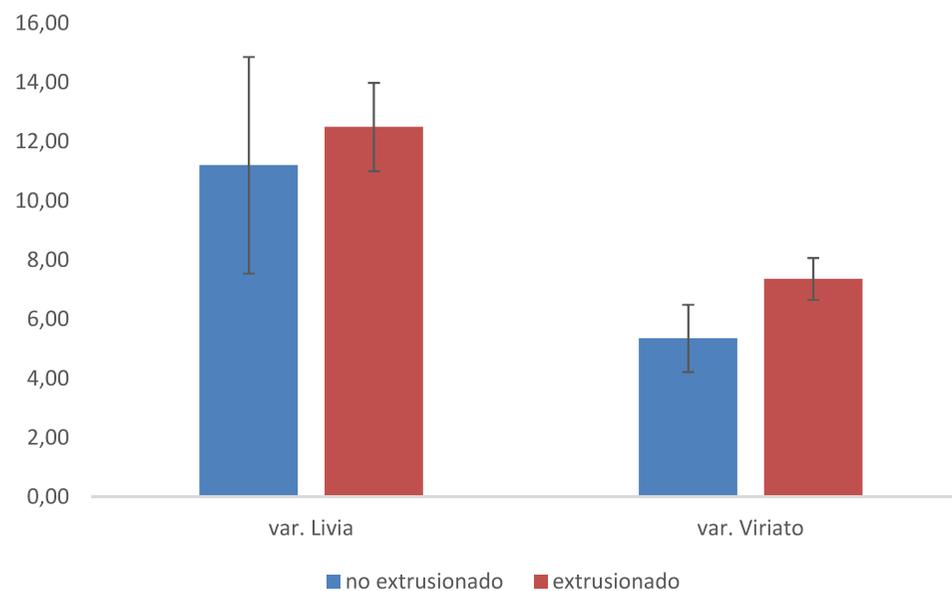
	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>Hue</b>	<b>Chroma</b>
<b>Harina guisante var. Livia</b>	85,34 ± 6,27 <sup>b</sup>	1,49 ± 0,36 <sup>a</sup>	15,05 ± 0,54 <sup>a</sup>	1,47 ± 0,02 <sup>b</sup>	15,12 ± 0,57 <sup>a</sup>
<b>Harina guisante var. Viriato</b>	86,17 ± 2,06 <sup>b</sup>	1,36 ± 0,21 <sup>a</sup>	16,27 ± 0,47 <sup>b</sup>	1,49 ± 0,01 <sup>b</sup>	16,33 ± 0,46 <sup>b</sup>
<b>Harina Extrusionada guisante var. Livia</b>	82,01 ± 1,63 <sup>a</sup>	2,80 ± 0,23 <sup>b</sup>	22,96 ± 0,83 <sup>c</sup>	1,45 ± 0,01 <sup>a</sup>	23,13 ± 0,83 <sup>c</sup>
<b>Harina Extrusionada guisante var. Viriato</b>	82,29 ± 2,16 <sup>a</sup>	2,45 ± 0,19 <sup>c</sup>	23,03 ± 0,97 <sup>c</sup>	1,46 ± 0,01 <sup>a</sup>	23,16 ± 0,98 <sup>c</sup>



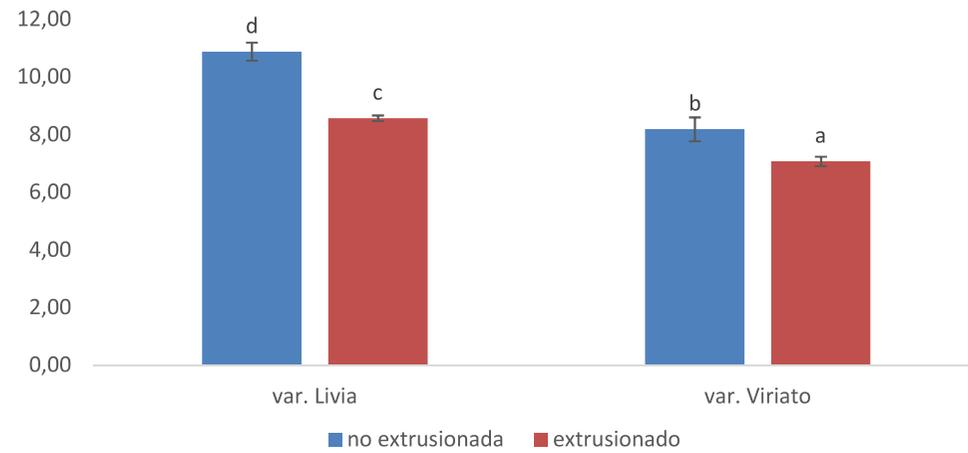
Muestra	Fenoles totales (mg GAE 100g-1)
Harina guisante var. Livia	95,62 ± 2,33 <sup>d</sup>
Harina guisante var. Viriato	53,25 ± 2,07 <sup>b</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Livia	67,79 ± 0,54 <sup>c</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Viriato	42,37 ± 1,91 <sup>a</sup>



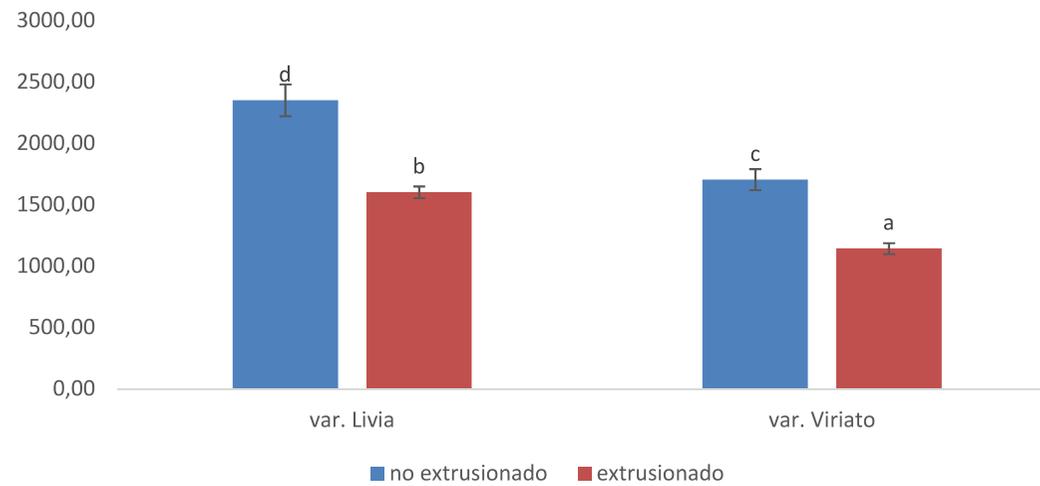
Muestra	DPPH (µmol Eq. Trolox 100g-1)
Harina guisante var. Livia	1278,80 ± 102,49 <sup>d</sup>
Harina guisante var. Viriato	447,12 ± 20,02 <sup>b</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Livia	892,90 ± 81,46 <sup>c</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Viriato	370,81 ± 28,49 <sup>a</sup>



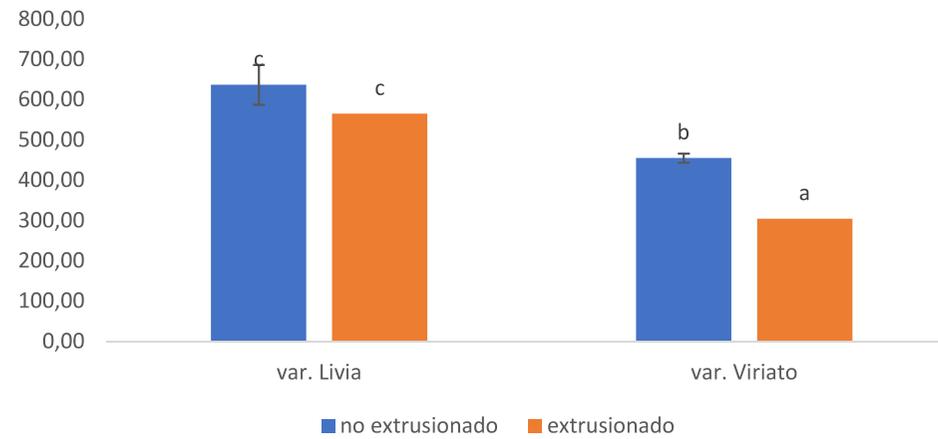
Muestra	ORAC ( $\mu\text{mol Eq. Trolox g}^{-1}$ )
Harina guisante var. Livia	11,21 $\pm$ 3,66 <sup>c</sup>
Harina guisante var. Viriato	5,36 $\pm$ 1,14 <sup>a</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Livia	12,50 $\pm$ 1,49 <sup>c</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Viriato	7,36 $\pm$ 0,71 <sup>b</sup>



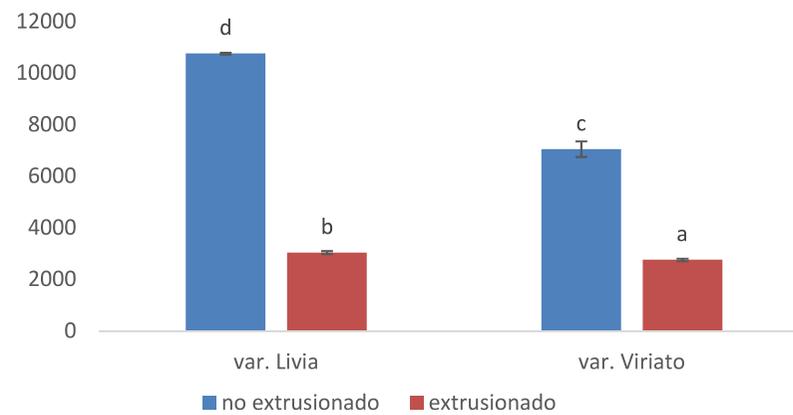
Muestra	FRAP (mmol hierro reducido / 100 g)
Harina guisante var. Livia	10,88 ± 0,31 <sup>d</sup>
Harina guisante var. Viriato	8,18 ± 0,41 <sup>b</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Livia	8,57 ± 0,10 <sup>c</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Viriato	7,07 ± 0,16 <sup>a</sup>



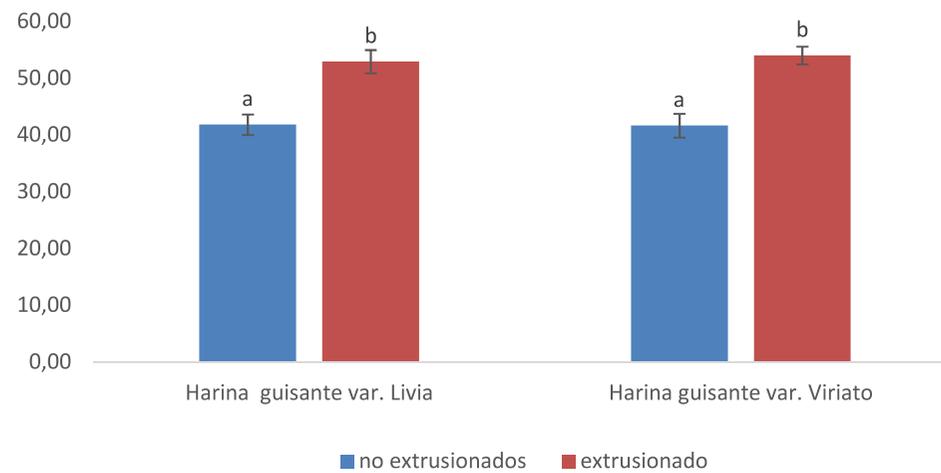
Muestra	ABTS ( $\mu\text{mol Eq. Trolox } 100\text{g}^{-1}$ )
Harina guisante var. Livia	$2349,84 \pm 129,54^d$
Harina guisante var. Viriato	$1704,41 \pm 85,70^c$
Harina Extrusionada guisante var. Livia	$1601,43 \pm 47,53^b$
Harina Extrusionada guisante var. Viriato	$1143,33 \pm 44,47^a$



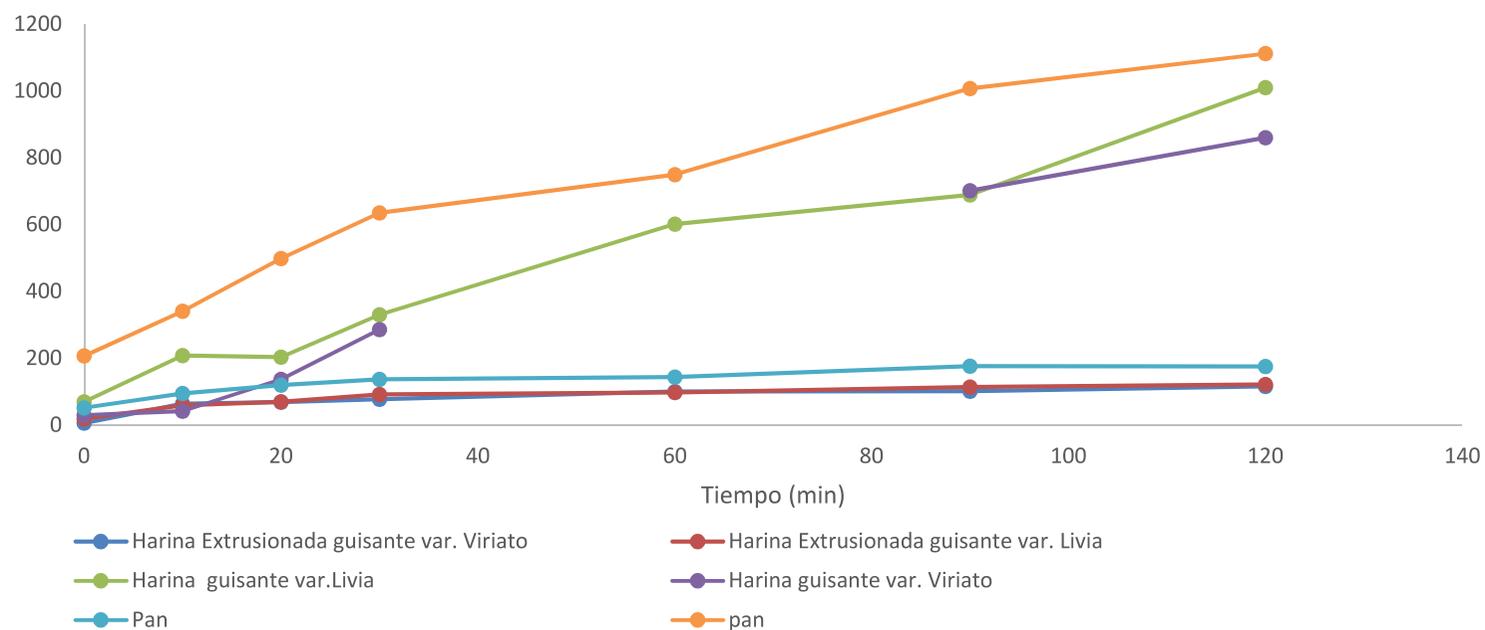
Muestra	Q-DPPH (µmol Eq. Trolox 100g-1)
Harina guisante var. Livia	636,85 ± 122,89 <sup>c</sup>
Harina guisante var. Viriato	454,88 ± 15,41 <sup>b</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Livia	565,18 ± 49,92 <sup>c</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Viriato	304,47 ± 11,29 <sup>a</sup>



Muestra	Q-ABTS (µmol Eq. Trolox 100g-1)
Harina guisante var. Livia	10758,20 ± 132,05 <sup>d</sup>
Harina guisante var. Viriato	7050,78 ± 301,35 <sup>c</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Livia	3040,12 ± 61,10 <sup>b</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Viriato	2759,01 ± 49,67 <sup>a</sup>



Muestra	Almidon (%)
Harina guisante var. Livia	41,81 ± 1,82 <sup>a</sup>
Harina guisante var. Viriato	41,64 ± 2,09 <sup>a</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Livia	52,91 ± 2,05 <sup>b</sup>
Harina Extrusionada guisante var. Viriato	54,00 ± 1,56 <sup>b</sup>



Muestra	Indice Glucémico (IG)
Harina guisante var. Livia	78,67
Harina guisante var. Viriato	65,56
Harina Extrusionada guisante var. Livia	75,73
Harina Extrusionada guisante var. Viriato	73,57



- La variedad Livia muestra un mejor comportamiento extrusionada frente a la variedad Mowgli.
- El guisante sufre una mayor pérdida fenólica tras la extrusión que la harina de lenteja extrusionada
- La hidratación del 30-40 % de la harina y su extrusión a 150 rpm y 130 °C resulta idónea para poder desarrollar harinas extrusionadas con un carácter saludable adecuado.
- La selección de Livia frente a Mowgli sería lo indicado con el objeto de potenciar las propiedades antioxidantes de la harina.



## ALTAS PRESIONES HIDROSTATICAS

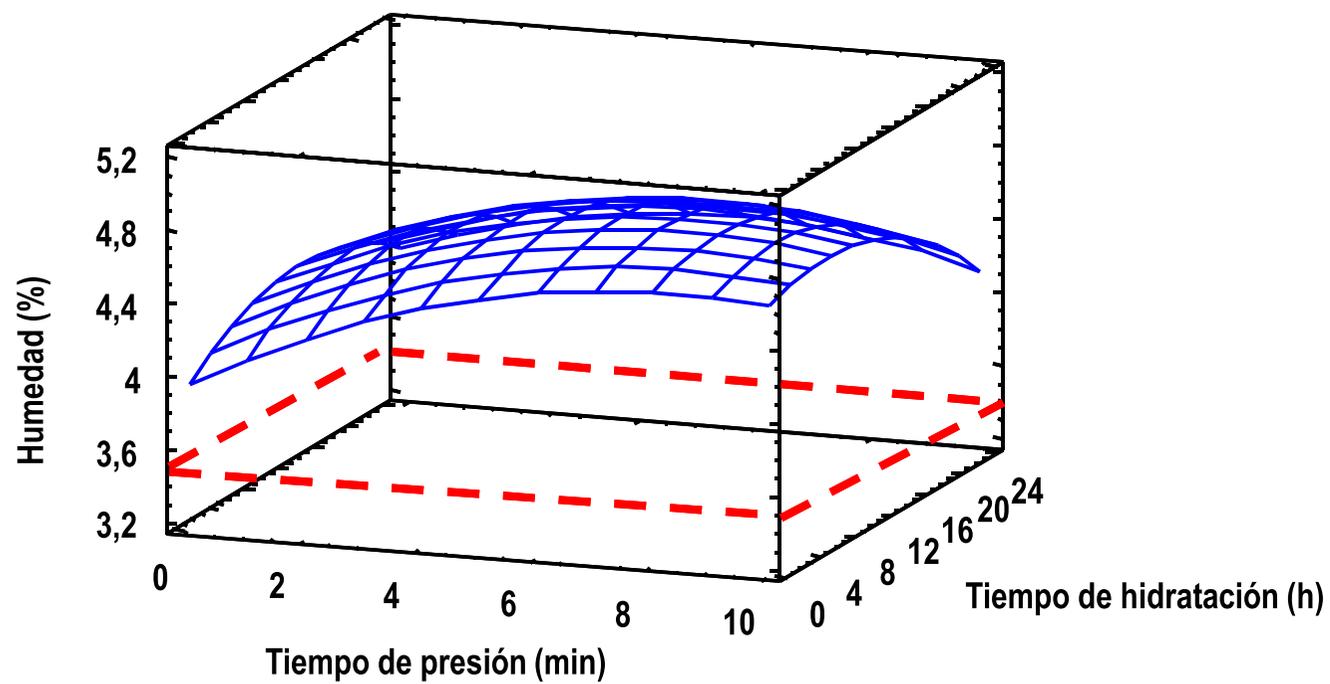


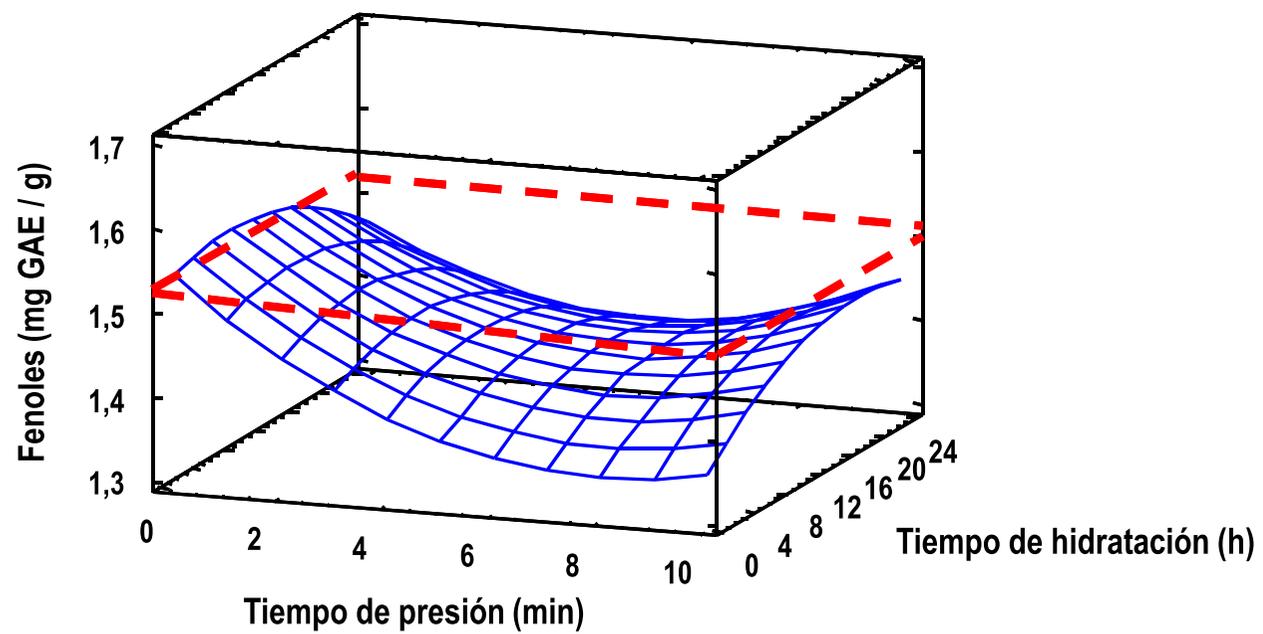


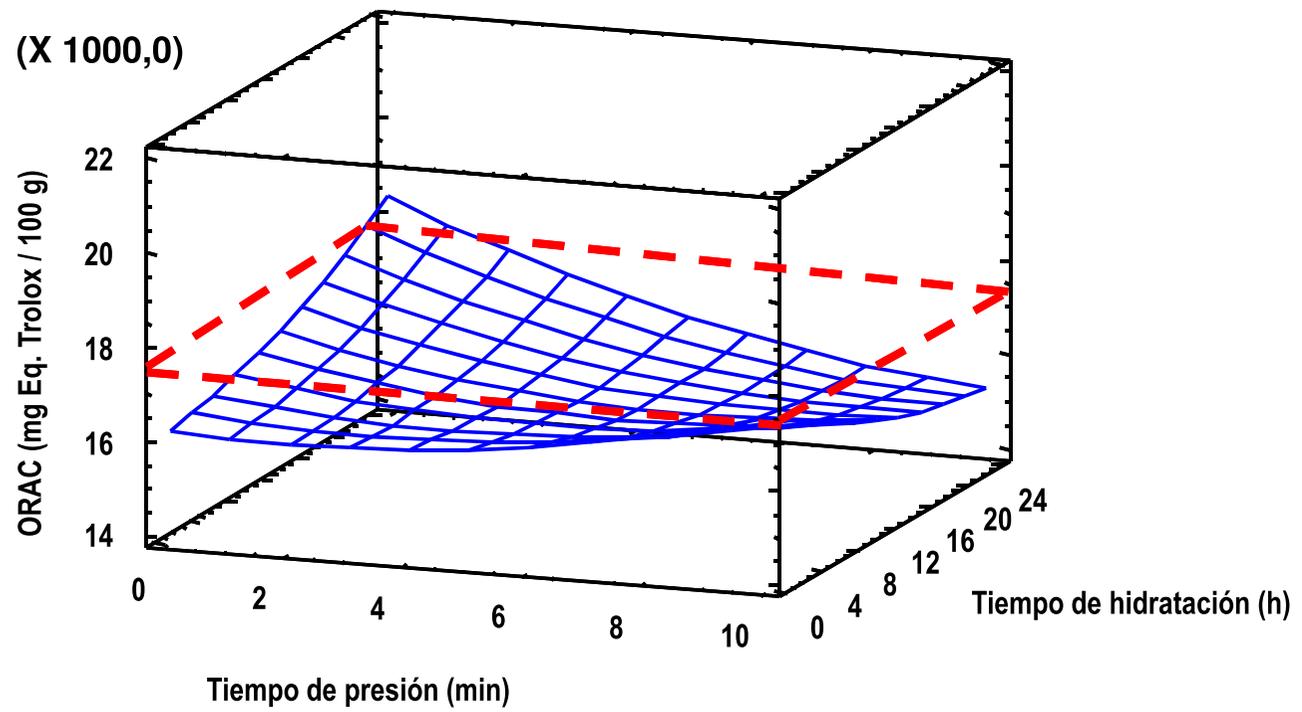


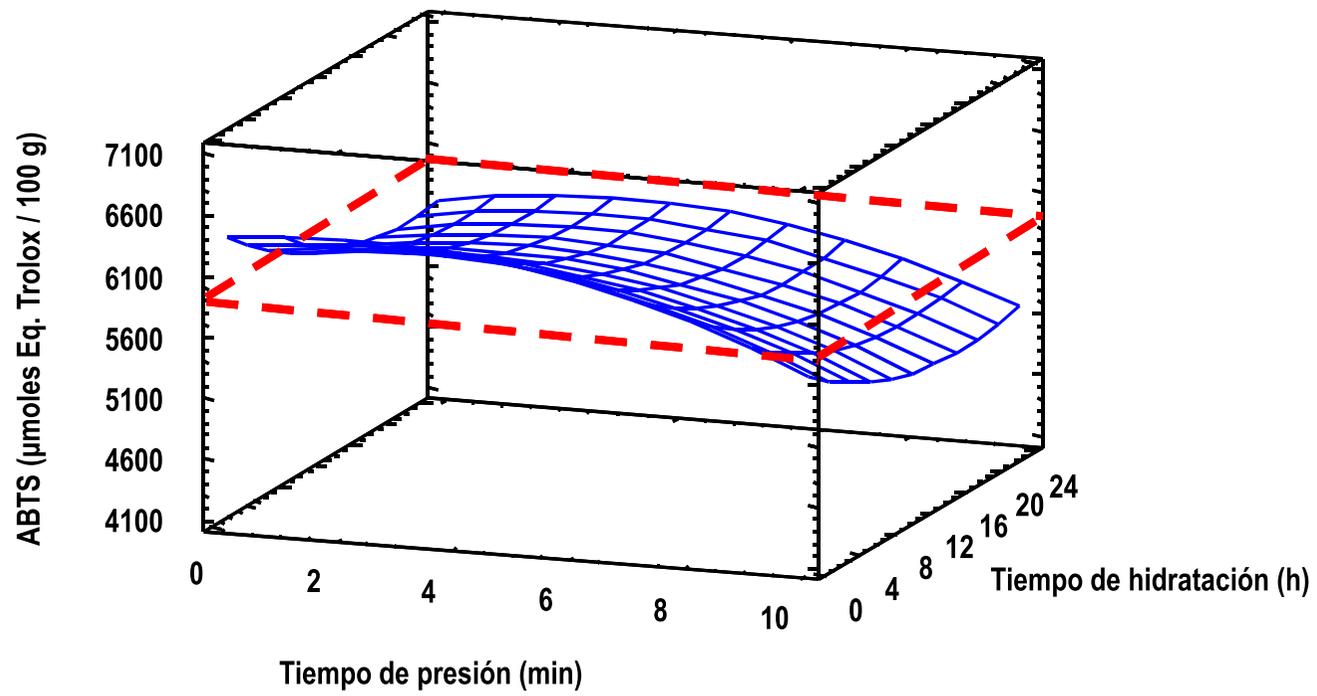
APH (ATM)	Hidratación (Horas)	Tiempo APH (MIN)
Control	1h	Sin
4500	1h	0
4500	1h	5
4500	1h	10
0	8h	Sin
4500	8h	0
4500	8h	5
4500	8h	10
0	16h	Sin
4500	16h	0
4500	16h	5
4500	16h	10
0	24h	Sin
4500	24h	0
4500	24h	5
4500	24h	10

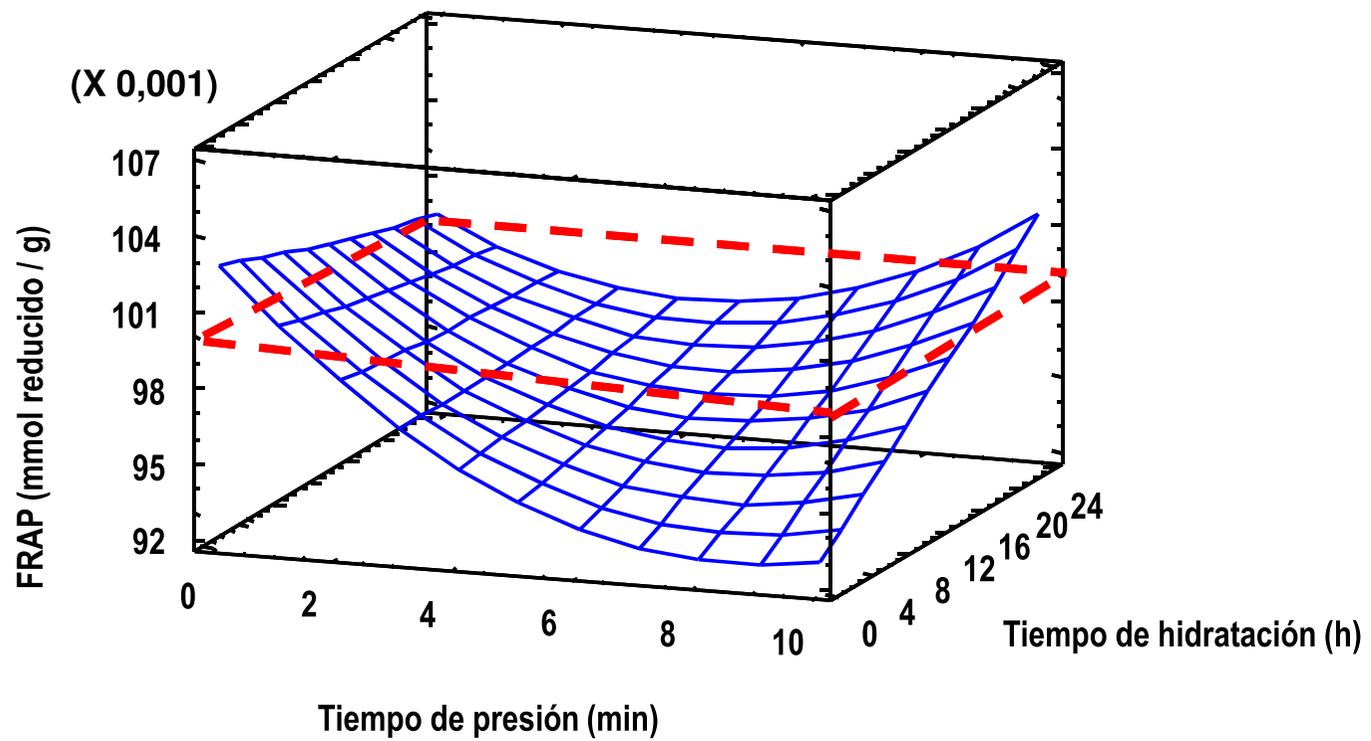


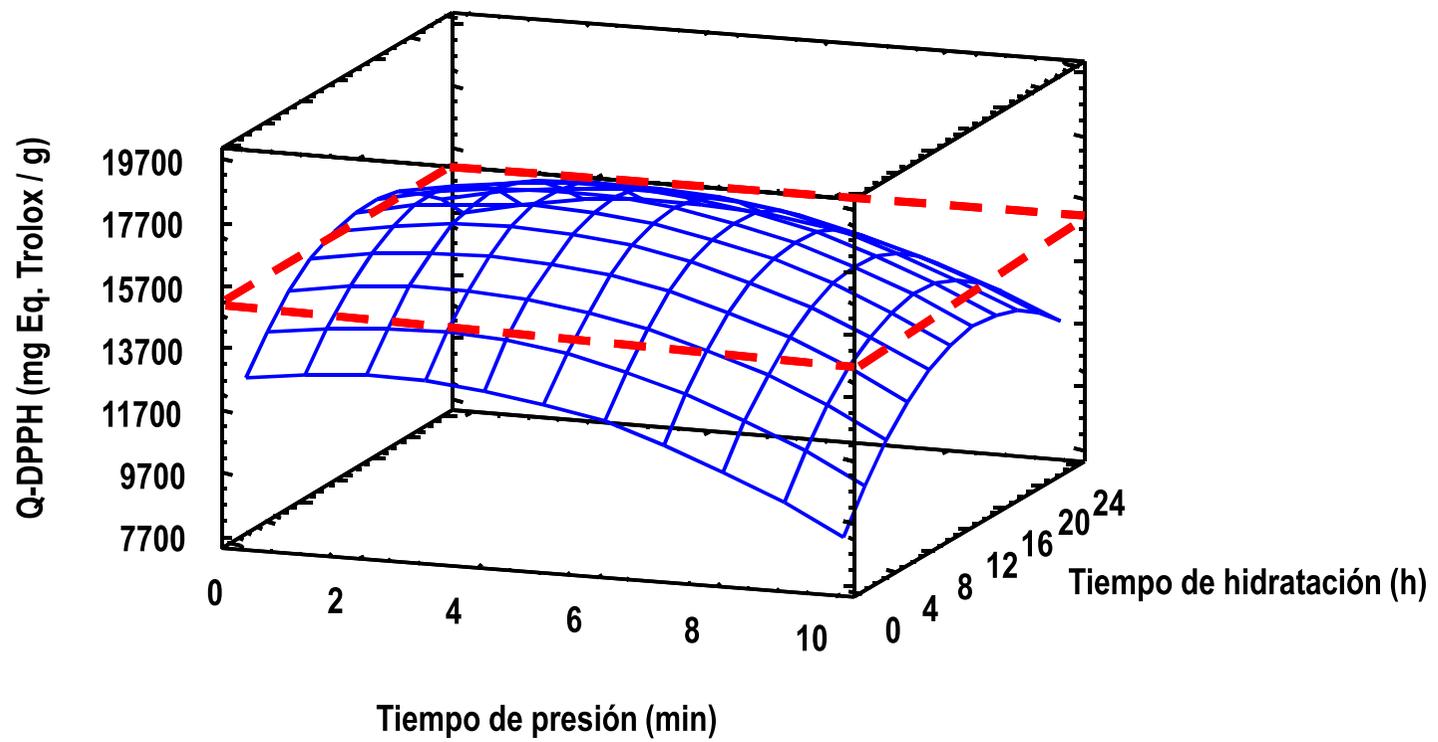


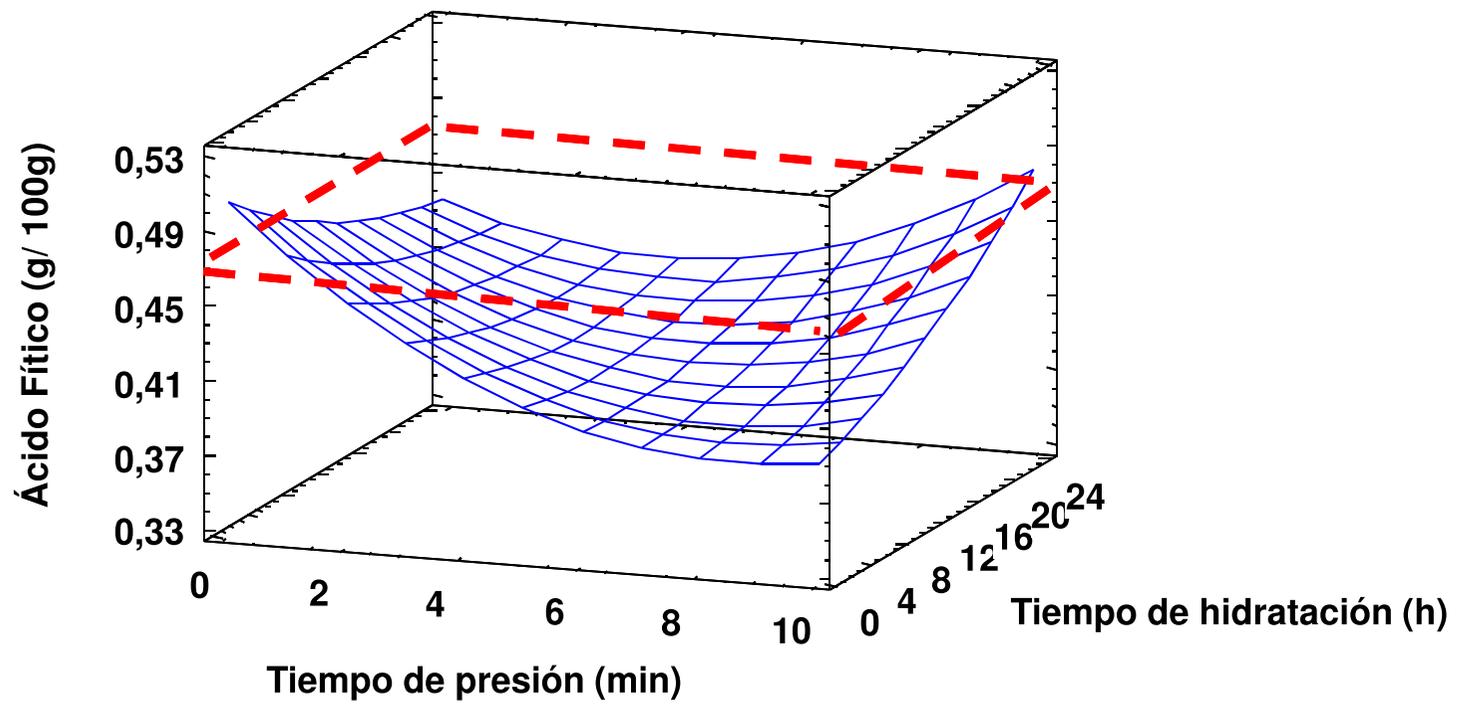


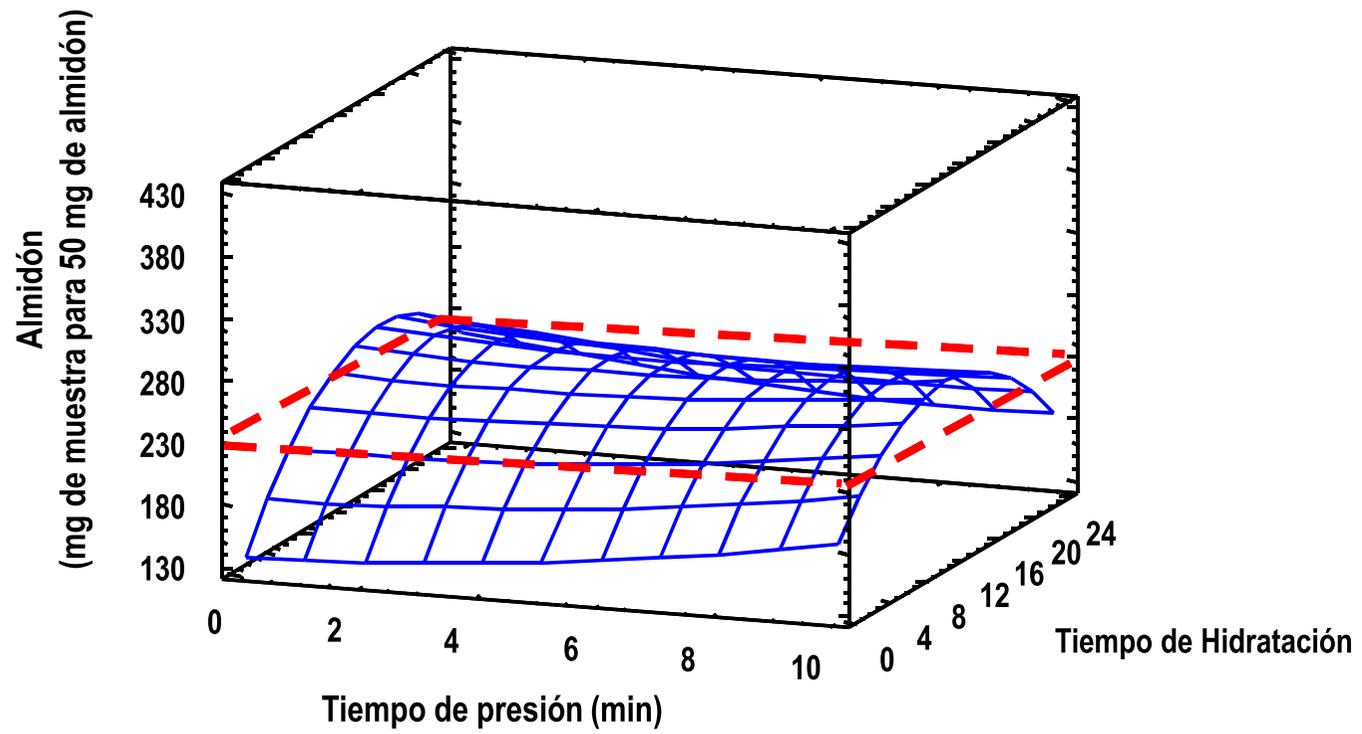


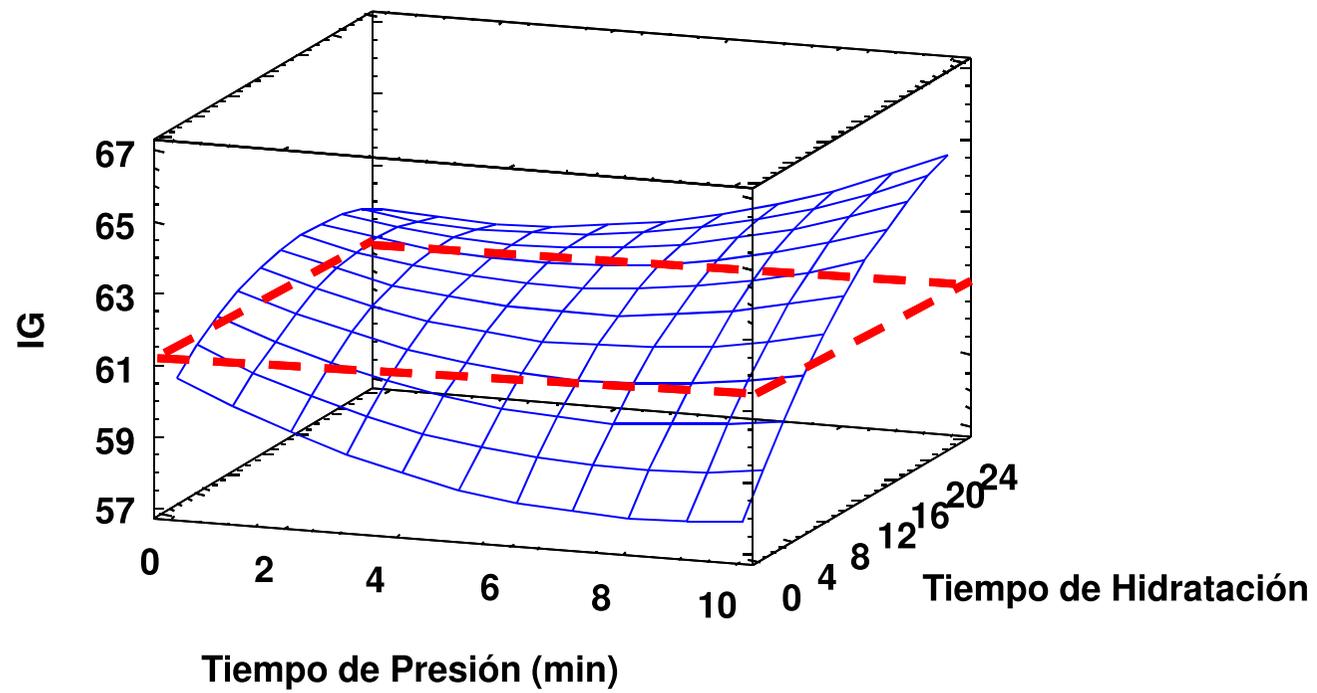




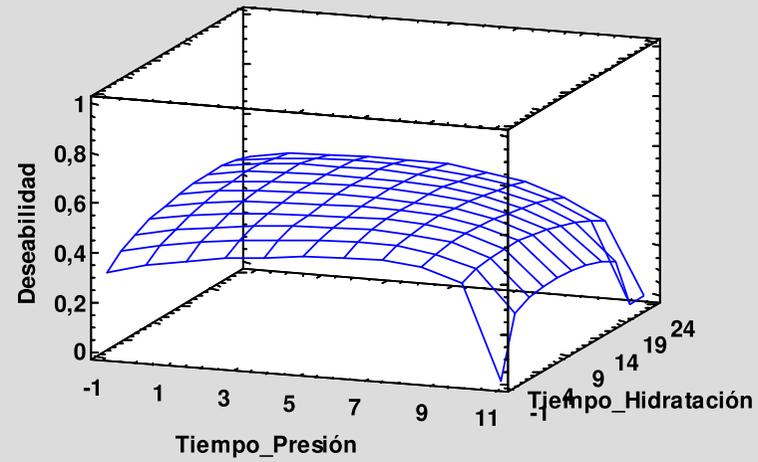




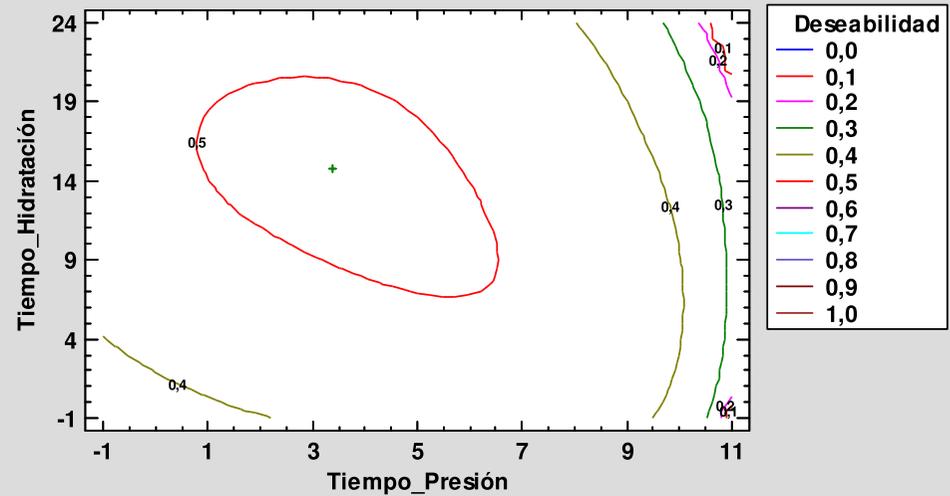




Superficie de Respuesta Estimada



Contornos de la Superficie de Respuesta Estimada





- Los estudios acumulados de APH en masa de lenteja mostraron que las condiciones optimas para obtener una masa de lenteja con propiedades saludables permitían trabajar con concentraciones superiores al 75 %.
- Mediante la aplicación de APH de 450 MPa permitiendo controlar el índice glucémico en valores bajo y las propiedades antioxidantes.
- La ecuación de deseabilidad mostró que tiempos entre 3-4 minutos 3 minutos y tiempos de hidratación de 14 a 15 horas eran los idóneos para potenciar el valor nutricional y reducir el contenido en ácido fítico.



**MOWGLI**



**LIVIA**



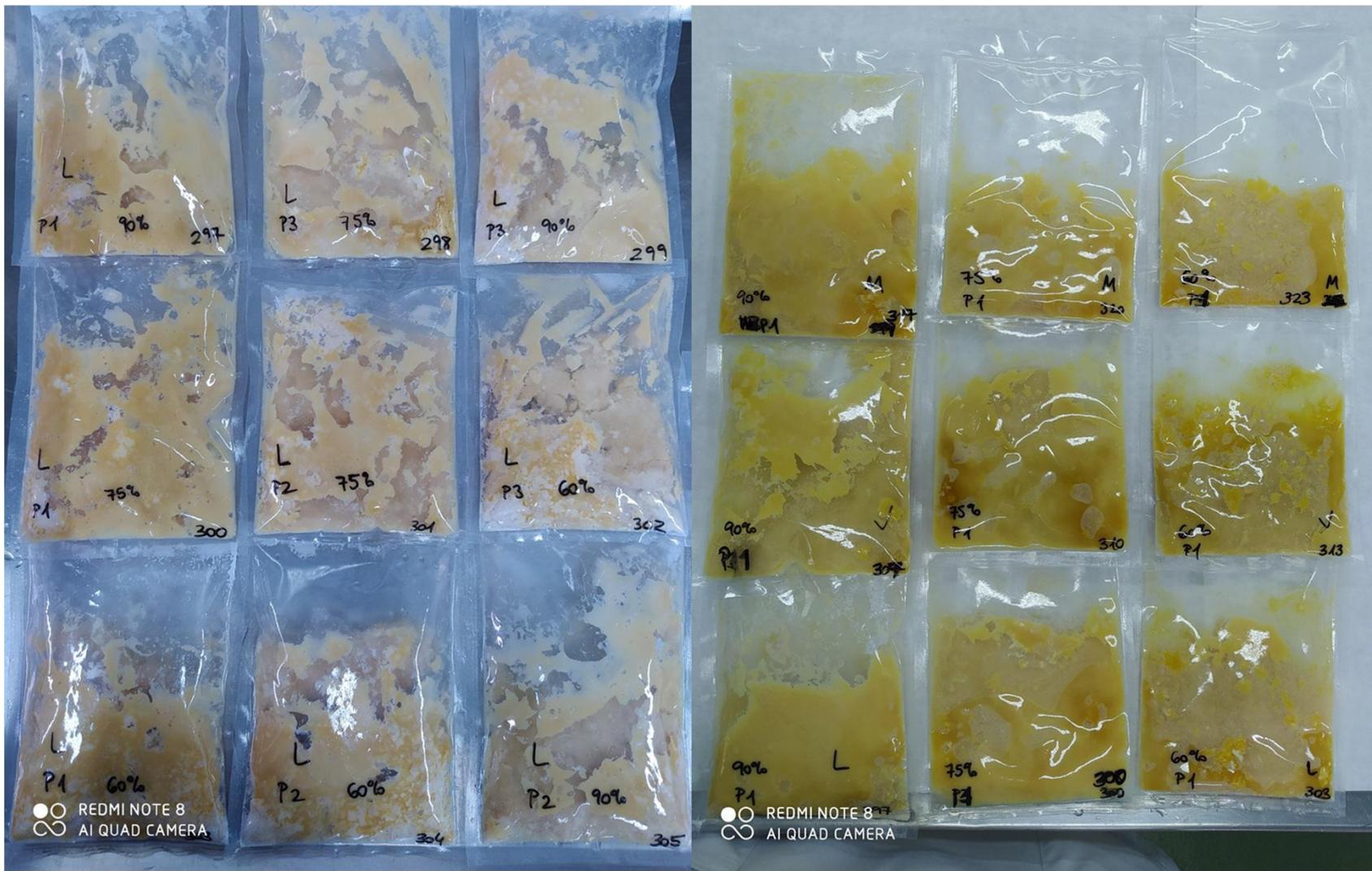
**VIRIATO**





% HUMEDAD	PRESIÓN HPP	HORAS DE REMOJO	TIEMPO PRESURIZACIÓN
90	2000	16	10 minutos (600 seg)
75	6000	16	10 minutos (600 seg)
90	6000	16	10 minutos (600 seg)
75	2000	16	10 minutos (600 seg)
75	4000	16	10 minutos (600 seg)
60	6000	16	10 minutos (600 seg)
60	2000	16	10 minutos (600 seg)
60	4000	16	10 minutos (600 seg)
90	4000	16	10 minutos (600 seg)
90	CONTROL	16	NO

# LIVIA



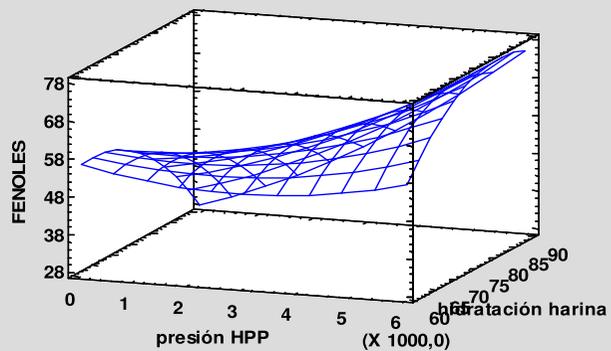
# MOGLY



# VIRIATO



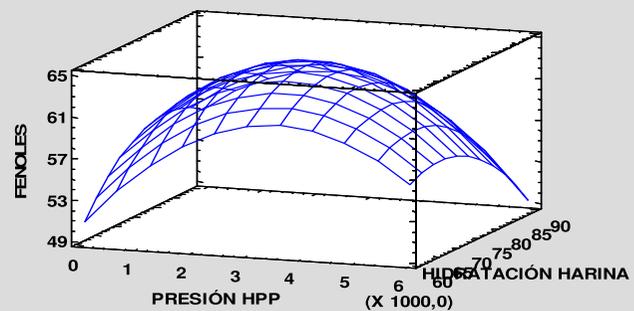
Superficie de Respuesta Estimada



**LIVIA**



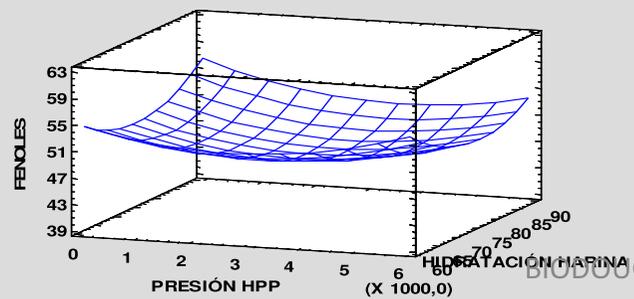
Superficie de Respuesta Estimada



**MOWGLI**

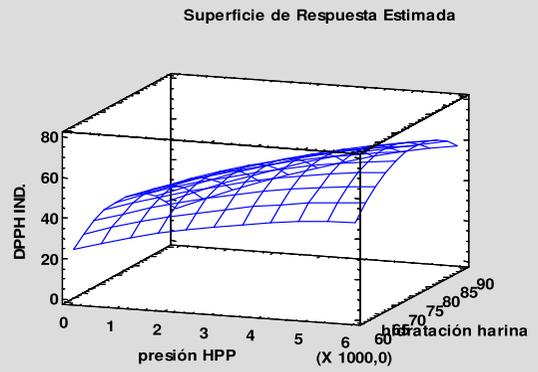


Superficie de Respuesta Estimada

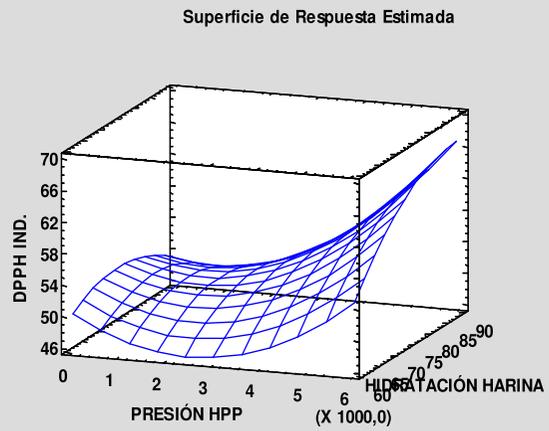


**VIRIATO**

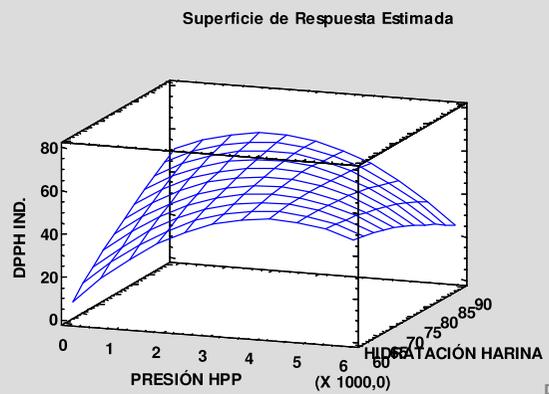




**LIVIA**



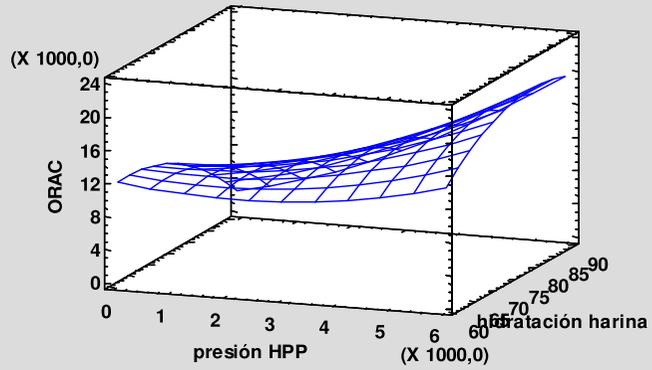
**MOWGLI**



**VIRIATO**



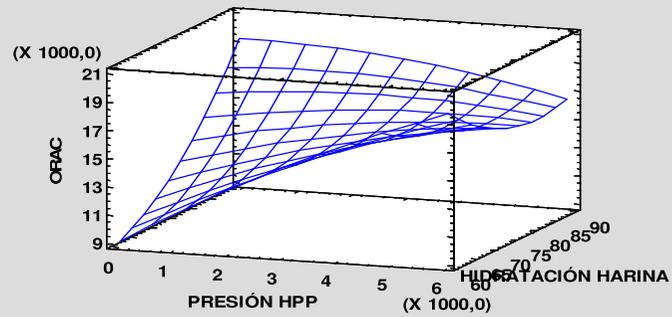
Superficie de Respuesta Estimada



**LIVIA**



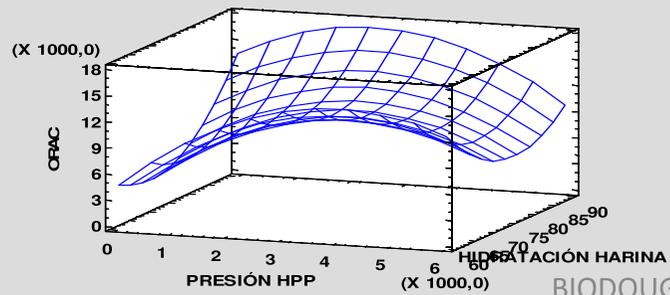
Superficie de Respuesta Estimada



**MOWGLI**

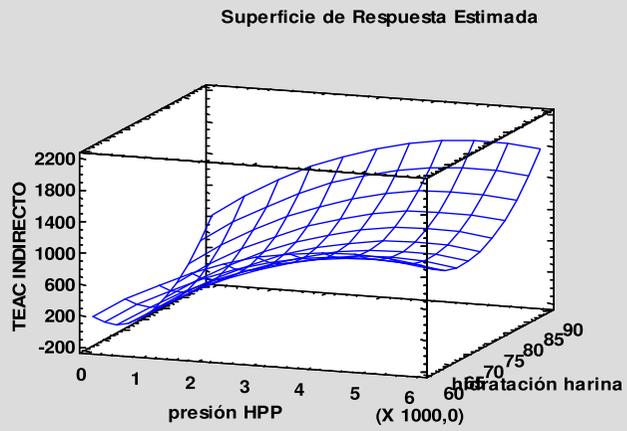


Superficie de Respuesta Estimada

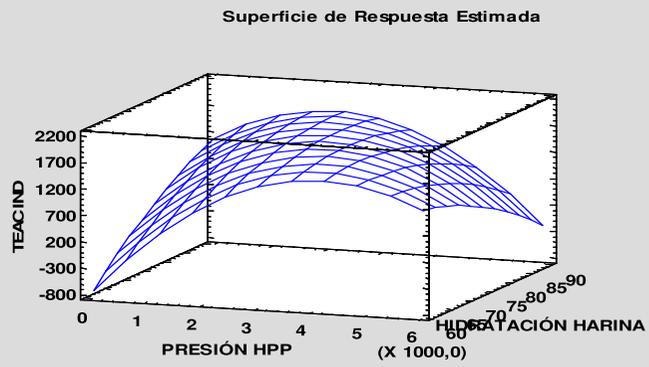


**VIRIATO**

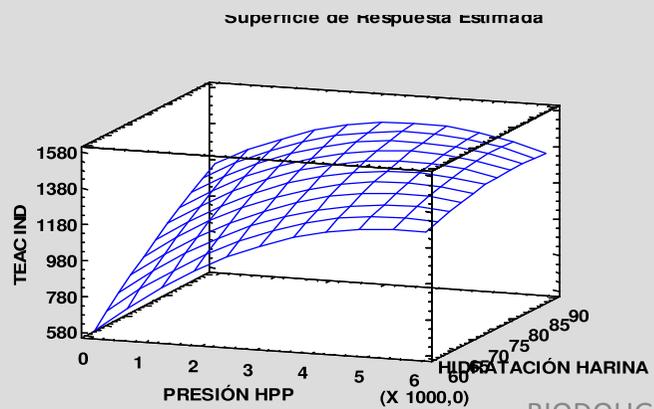




LIVIA



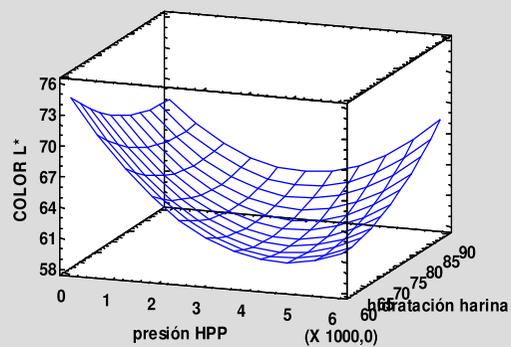
MOWGLI



VIRIATO



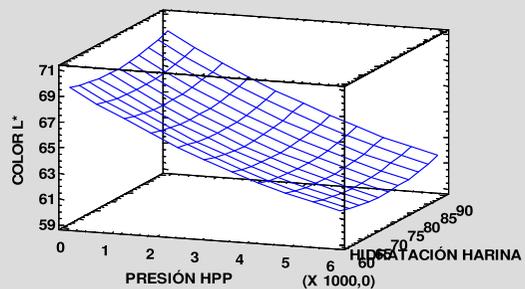
Superficie de Respuesta Estimada



**LIVIA**



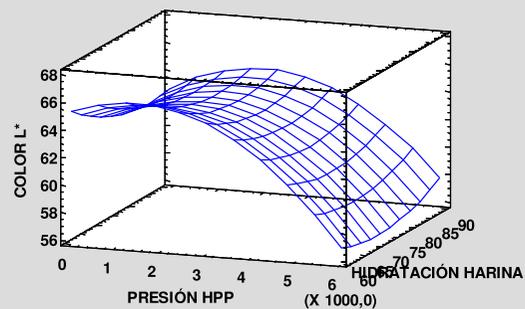
Superficie de Respuesta Estimada



**MOWGLI**



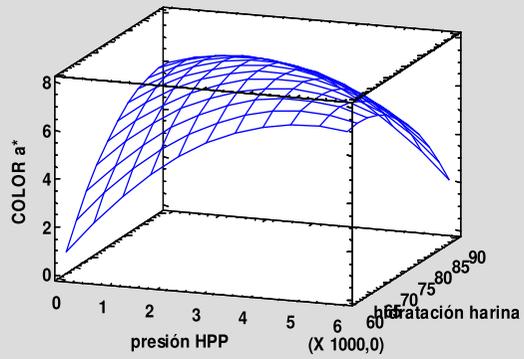
Superficie de Respuesta Estimada



**VIRIATO**



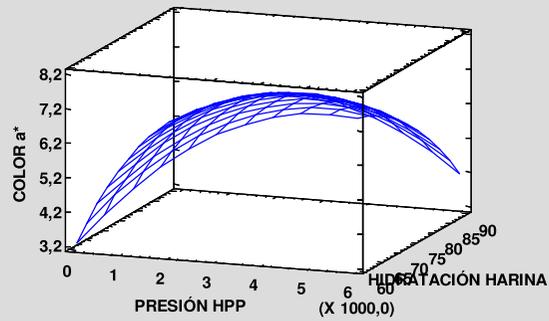
Superficie de Respuesta Estimada



**LIVIA**



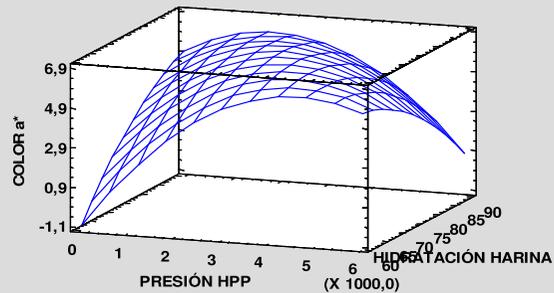
Superficie de Respuesta Estimada



**MOWGLI**

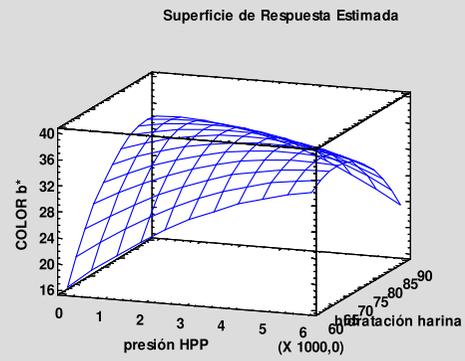


Superficie de Respuesta Estimada

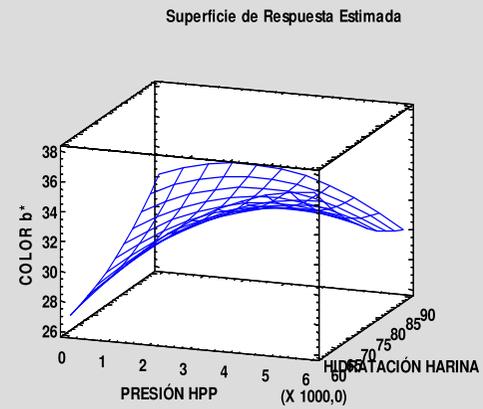


**VIRIATO**

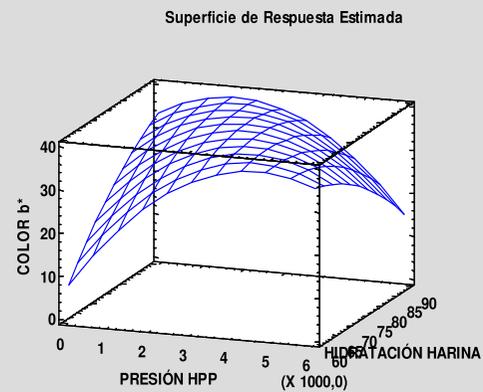




**LIVIA**

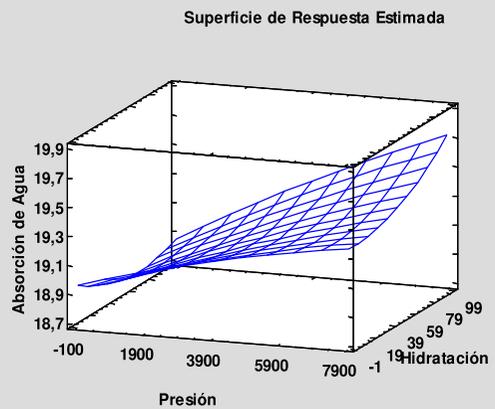


**MOWGLI**

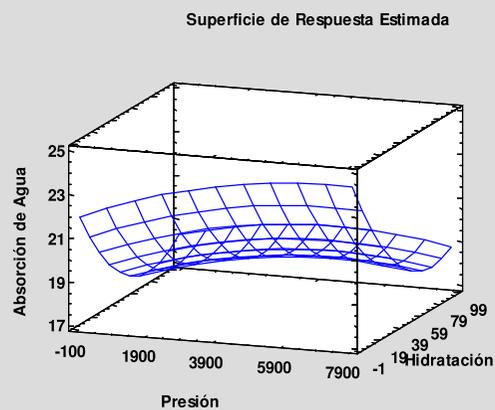


**VIRIATO**

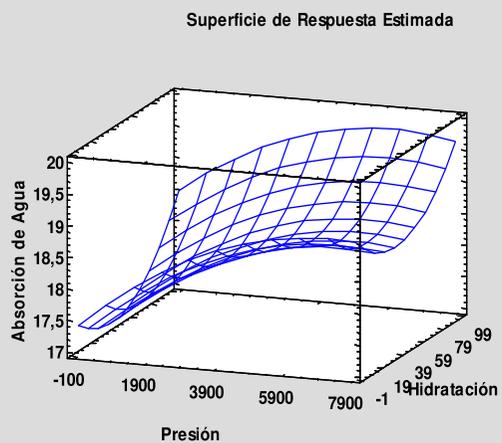




**LIVIA**



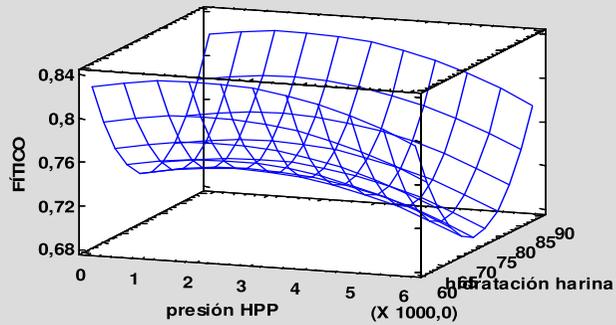
**MOWGLI**



**VIRIATO**



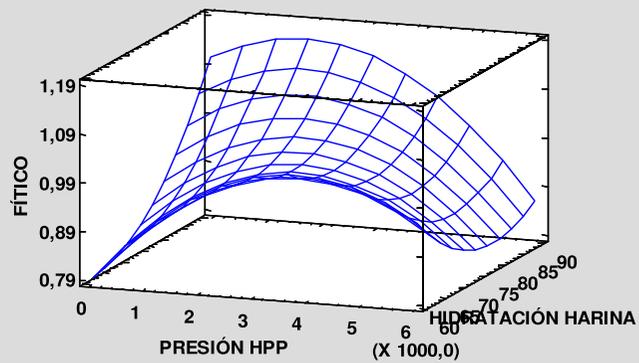
Superficie de Respuesta Estimada



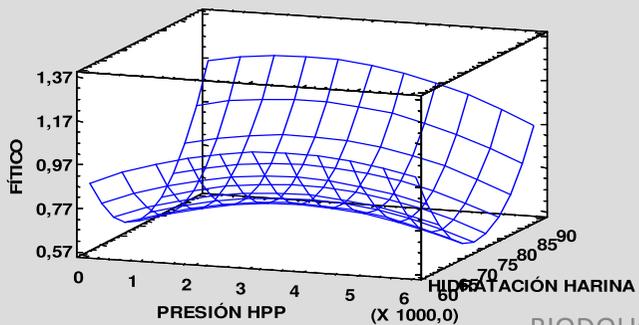
**LIVIA**



Superficie de Respuesta Estimada

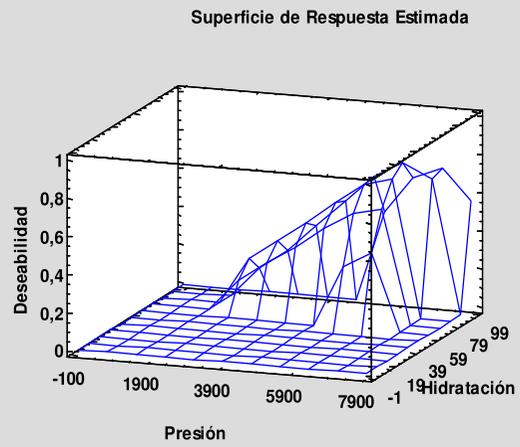


**MOWGLI**

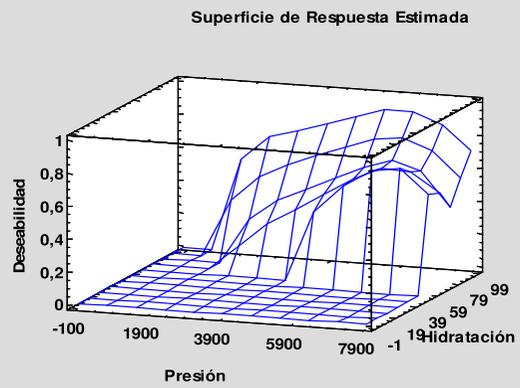


**VIRIATO**

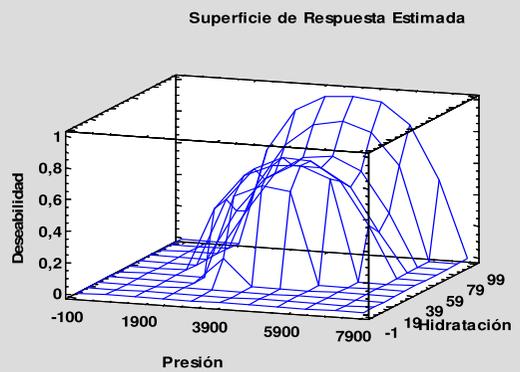




**LIVIA**



**MOWGLI**



**VIRIATO**



<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Presión	2000,0	6000,0	6000,0
Hidratación	60,0	90,0	86,4878

## LIVIA



<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Presión	2000,0	6000,0	5933,19
Hidratación	60,0	90,0	90,0

## MOWGLI



<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Presión	2000,0	6000,0	4713,26
Hidratación	60,0	90,0	90,0

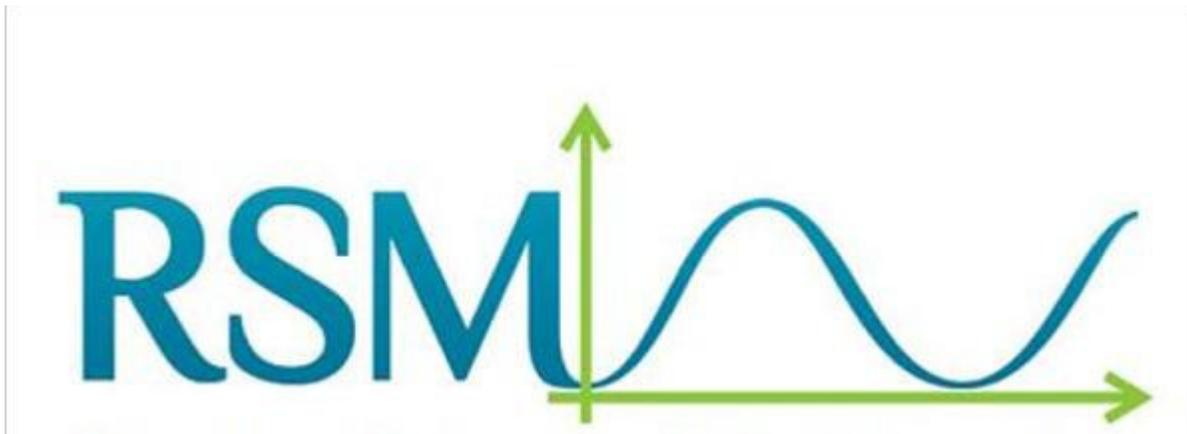
## VIRIATO



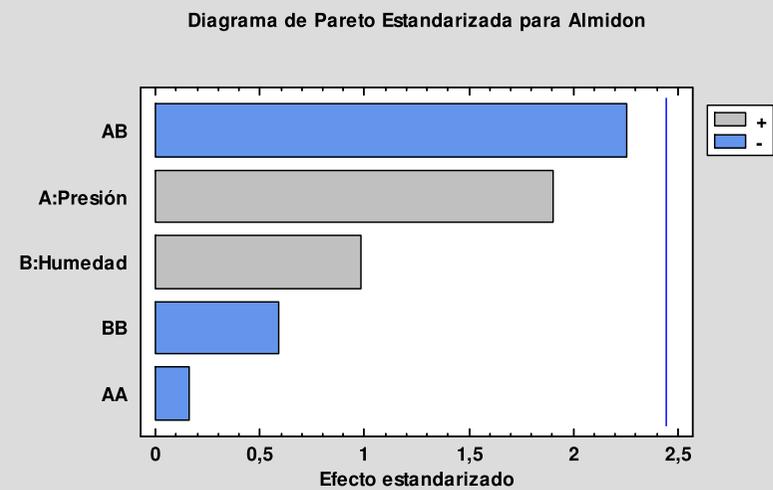
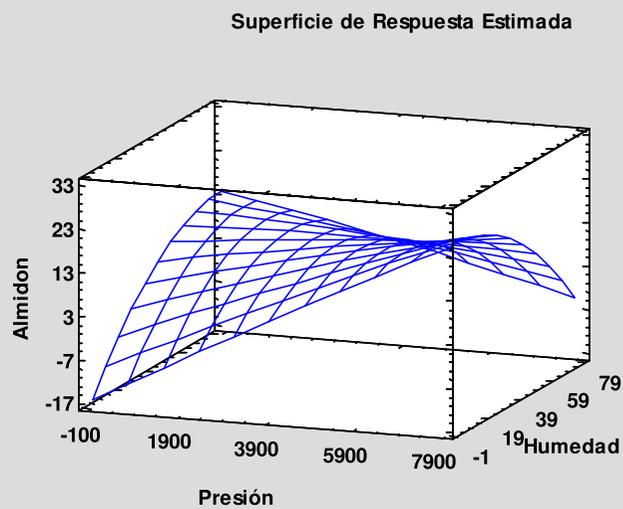


- Como **conclusión** observamos que la presurización de masas o formulados de guisante mejoran sus propiedades antioxidantes con la aplicación de presiones entre 470 a 600 MPa y con alto grado de hidratación (superior al 86 %).
- En condiciones de aplicación de presión de 10 minutos y tiempos de remojo de 16 horas aproximadamente. Siendo Livia la variedad Livia la que mejor perfil antioxidante mostraba, seguida de Mowgly y por último Viriato.

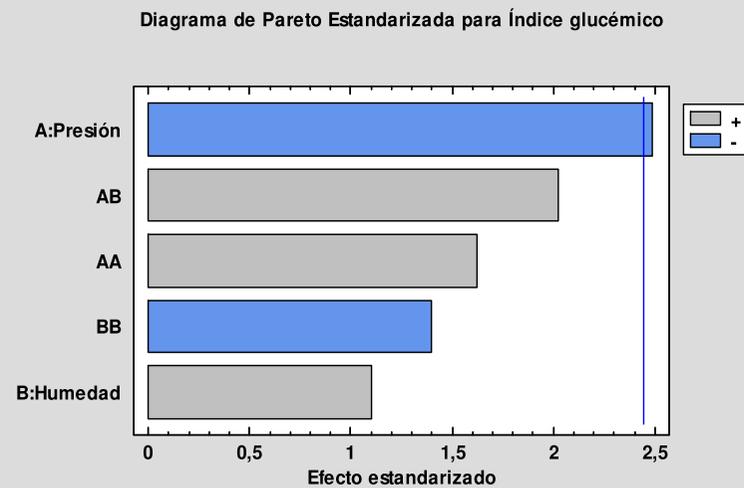
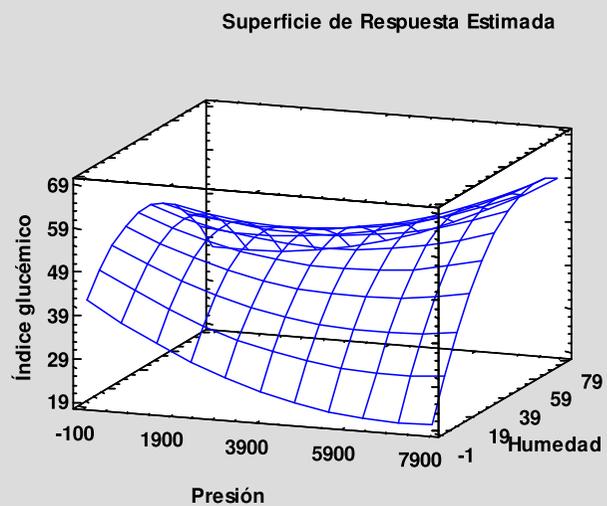




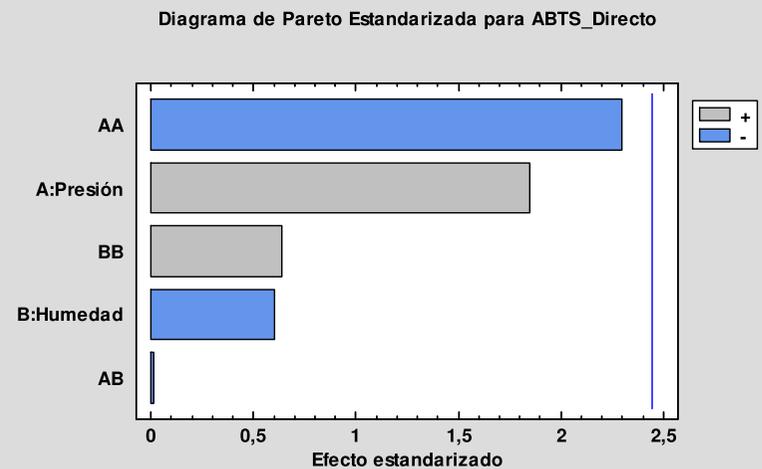
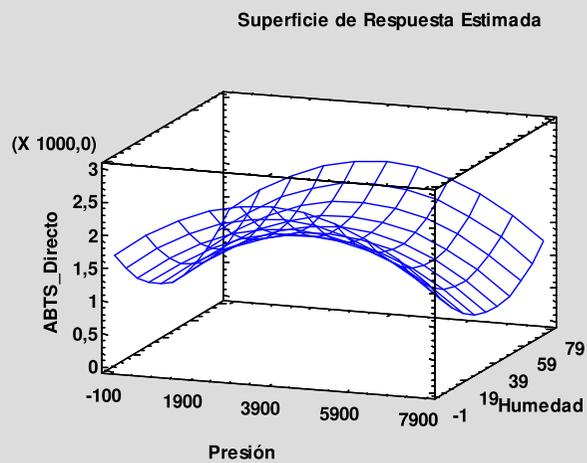
Ensayo	Presión (atm)	Humedad (%)
1	6000	60
2	1000	45
3	6000	45
4	6000	30
5	3500	45
6	3500	60
7	1000	30
8	3500	45
9	1000	60
10	3500	45
11	3500	45
12	3500	30
<b>Control</b>	—	45



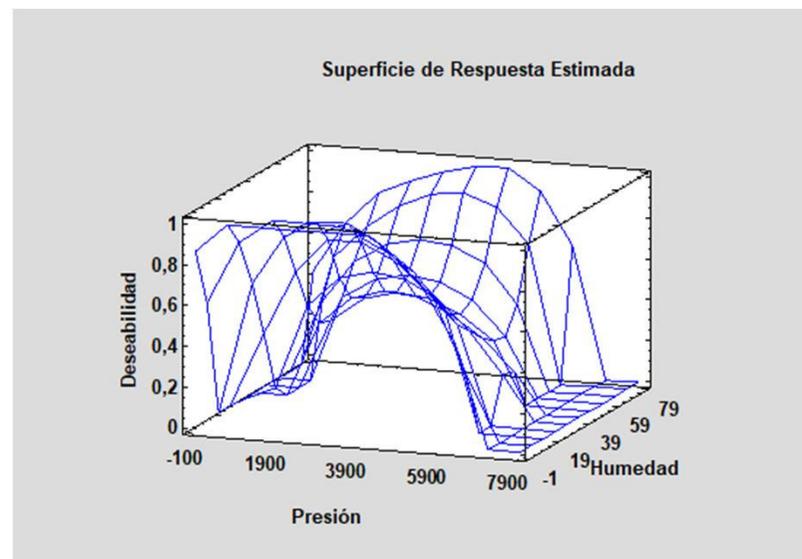
Fuente	Suma de Cuadrados	Significación (p)
<b>A: Presión</b>	34,1747	0,1060
<b>B: Humedad</b>	9,16436	0,3629
AA	0,251562	0,8758
AB	47,997	0,0652
BB	3,25696	0,5786



Fuente	Suma de Cuadrados	Significación (p)
<b>A: Presión</b>	41,2089	0,0474
<b>B: Humedad</b>	8,10209	0,3124
<b>AA</b>	17,5179	0,1560
<b>AB</b>	27,2035	0,0898
<b>BB</b>	13,0089	0,2118



Fuente	Suma de Cuadrados	Significación (p)
<b>A: Presión</b>	244729,	0,1137
<b>B: Humedad</b>	26059,5	0,5681
<b>AA</b>	376366,	0,0615
<b>AB</b>	6,07623	0,9929
<b>BB</b>	29423,8	0,5448



Deseabilidad	Baja	Alta	Óptima
Presión (atm)	1000	6000	3182,12
Humedad (%)	30	60	30



- Como **conclusión** se puede decir que, el tratamiento con APH (300-350 MPa) en una fórmula de harina de avena integral con un 30 % de humedad se podría obtener un producto adecuado para ser incluido como parte de una dieta saludable.
- Aunque se trata de un producto de bollería, cuyo consumo recomendado es ocasional, su composición nutricional es muy equilibrada, presenta un bajo IG y podría tratarse de un alimento funcional, dada su capacidad antioxidante y su probable perfil lipídico y contenido en beta-glucanos.
- Es posible que las modificaciones encontradas se deban a un aumento del contenido de fibra soluble y, por tanto, un aumento de los  $\beta$ -glucanos, ya que estos son un tipo de fibra soluble.

## CONCLUSIONES ALCANZADAS 2017-2020





### **GERMINACIÓN**

PROCESO OPTIMO PARA DESARROLLO DE INGREDIENTES.



### **HPP**

MEJORA PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE MASAS.



### **EXTRUSIONADO**

PROCESO QUE MEJORA PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y REDUCE IG. ADEMÁS DE MEJORAR TECNOFUNCIONALIDAD.



### **HIDROLISIS**

PROCESO QUE MEJORA LAS PROPIEDADES DE LOS SALVADOS AUMENTADO SUS PROPIEDADES SALUDABLES.

