

614.3 FER / DEP

TRABAJOS CIENTIFICOS DE LA UNIVERSIDAD DE CORDOBA

INSTITUTO DE LAS TECNICAS DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS
DEL BACALAO SALADO Y SECO

DEPOSITO

Estudio de las propiedades de sorción de humedad del bacalao salado y seco

José Fernández-Salguero,
Francisco León Crespo



UNIVERSIDAD DE CORDOBA
CAMPUS RABANALES · BIBLIOTECA

R 45.742
K 14701285
D 61086874x

Servicio de Publicaciones
Universidad de Córdoba (España).

Trab. Cient. Univ. Córdoba No. 11 (1977)

ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DE SORCIÓN DE HUMEDAD DEL BACALAO SALADO Y SECO

Por:

José Fernández-Salguero y
Francisco León Crespo*

RESUMEN

Se ha determinado el efecto de la temperatura (a 10, 20 y 30° C) sobre las isotermas de sorción del bacalao, comprobándose que tienen poca influencia sobre el contenido acuoso en equilibrio.

Se han obtenido las isotermas de sorción del cloruro sódico y de las principales impurezas de la sal comercial, observándose que entre las isotermas de las sales puras existen diferencias muy marcadas, pero como impurezas en las proporciones normales no influyen sobre la sorción de humedad del ClNa.

Al estudiar el efecto de distintas condiciones de humedad y temperatura sobre el bacalao en bolsas no se apreciaron cambios de peso en las muestras con bolsas intactas. Se ha visto que la rotura de las bolsas tiene cierta influencia sobre la sorción de humedad.

En condiciones experimentales se ha comprobado que para el bacalao plano o desmenuzado existe una relación estrecha entre peso del producto y humedad relativa ambiental, no observándose efectos muy marcados en el bacalao en bolsas.

PALABRAS CLAVE GENERICAS

Bacalao salado y seco, isotermas de sorción de humedad.

* Cátedra de Tecnología y Bioquímica de los Alimentos
Facultad de Veterinaria (Córdoba)

INTRODUCCION

Debido a su alto contenido en sal el bacalao es un producto higroscópico. Aunque el cloruro sódico puro sólo absorbe agua a partir del 75 por 100 de humedad relativa, las sales de curado ordinarias contienen diversas impurezas, como los cloruros de calcio y magnesio y sulfatos de sodio y magnesio, capaces de captar agua a bajas humedades relativas.

La venta al por menor del bacalao salado y seco puede demorarse durante meses antes de llegar finalmente al consumidor, pudiendo permanecer a lo largo de ese periodo en condiciones climáticas desfavorables para su conservación. Así, los ambientes húmedos determinan una captación de humedad que compromete su estabilidad y calidad comercial, lo que hace necesaria una eficaz protección con barreras antivapor.

Ordinariamente el producto se ofrece a la venta en tres formas comerciales de presentación, la tradicional, en cual el pescado abierto ventralmente forma una pieza plana de gran superficie, el bacalao desmenuzado, en el que la superficie de contacto aumenta considerablemente y la más reciente de filetes de bacalao envasado en bolsas de plástico.

En el comercio minorista es común ver colgadas, incluso en el exterior de las tiendas, las piezas de bacalao plano expuestas a las condiciones ambientales. El bacalao desmenuzado también queda expuesto a la humedad ambiental desde el momento en que se abren las grandes bolsas, en donde se encuentra envasado, para su venta al detall. Finalmente, en el bacalao en bolsas, con frecuencia se producen roturas o desgarramientos en la envoltura protectora durante la distribución y almacenamiento.

En un trabajo anterior (Fernández-Salguero, 1973) pudo comprobarse que la isoterma de sorción de humedad del bacalao salado y seco muestra una pendiente sumamente elevada a humedades relativas próximas al 75 por 100, humedad esta última que suele encontrarse en equilibrio con la del producto ($a_w = ca. 0,75$). Debido a la elevada pendiente de la isoterma pequeñas desviaciones de la humedad relativa, en la vecindad del 75 por 100, se traduce en grandes ganancias o pérdidas de agua por parte del producto, si se establece el nuevo estado de equilibrio.

Aunque el estado de equilibrio ante un cambio en la humedad del ambiente probablemente no lo alcance nunca el producto comercial, éste puede sufrir, no obstante, importantes ganancias o pérdidas de agua que pueden afectar a su estabilidad y valor comercial.

El presente trabajo pretende determinar la cuantía y significación práctica de los cambios de peso que experimenta el bacalao salado y seco, en sus diversas formas usuales de presentación, como resultado de sus propiedades de sorción de humedad. Para ello se estudian los extremos siguientes:

- 1) Ampliación de los datos de sorción obtenidos previamente en condiciones experimentales, determinando el efecto de la temperatura sobre las isotermas de sorción de humedad del bacalao salado y seco.
- 2) Obtención de las isotermas de sorción de humedad del cloruro sódico y de cada una de las principales impurezas presentes en las sales de curado ordinarias, de combina-

ciones binarias de cada una de éstas con el cloruro sódico (en las proporciones que suelen presentarse normalmente) y de una formulación mixta artificial que simula la composición de la sal común.

3) Significación del efecto de la rotura de las bolsas de bacalao sobre la velocidad de sorción de humedad a diferentes temperaturas y humedades relativas, y

4) Determinación de las variaciones de peso en las tres formas comerciales (bacalao plano, desmenuzado y en bolsas) cuando se exponen a las condiciones ambientales reinantes, así como el contenido en agua de muestras adquiridas a intervalos mensuales.

MATERIAL Y METODOS

Bacalao.— Se utilizaron muestras de bacalao plano, desmenzado y en bolsas (de 250 – 500 g de peso aproximado) adquiridas en diferentes tiendas del comercio local. Estas muestras pertenecían a varias marcas comerciales y su elección fue totalmente al azar.

Determinación del contenido en agua y en sal.— Se siguieron los métodos oficiales de análisis de la A.O.A.C. (1965).

Determinación de las isotermas de sorción de humedad.— Porciones de las diferentes muestras se colocaron en pesasustancias previamente tarados y se pesaron con exactitud. Seguidamente se introdujeron los pesasustancias con las muestras en una serie de desecadores, a presión normal, conteniendo atmósferas con humedades relativas constantes. Estas atmósferas se produjeron colocando en la base de los desecadores diferentes soluciones salinas saturadas para obtener humedades relativas entre el 13 y el 93 por 100 (Weast, 1968; Rockland, 1960).

El desarrollo del proceso de sorción, a temperatura constante se controló mediante pesadas a intervalos periódicos hasta alcanzar las condiciones de equilibrio.

Terminado el proceso de sorción de humedad todas las muestras fueron desecadas hasta peso constante manteniéndolas 18 horas en estufa a $102 - 105^{\circ}\text{C}$ para determinar la materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de la temperatura sobre las isotermas de sorción de humedad del bacalao.— Se dispusieron de tres grupos de doce desecadores, uno para cada una de las tres temperaturas objeto de estudio ($10, 20$ y 30°C), conteniendo atmósferas con humedades relativas constantes que oscilan del 23 al 93 por 100.

En la Tabla I se expresa el contenido acuoso en gramos de agua por cien gramos de materia seca, de las muestras de bacalao en equilibrio con diferentes humedades relativas constantes a las tres temperaturas experimentales. En dicha Tabla puede verse que el mayor contenido acuoso correspondió a las muestras mantenidas a 10°C . Este efecto puede apreciarse claramente en la Figura 1. A humedades relativas inferiores al 75 por 100, el contenido acuoso de las muestras expuestas a 20°C también fue superior al de las muestras expuestas a 30°C . Estos datos concuerdan con la observación de que en condiciones de equilibrio el contenido en agua de un producto, a cualquier humedad relativa, disminuye al aumentar la temperatura (Stitt, 1958; Rockland, 1968; Rasek *et al.*, 1971 y otros).

A humedades relativas superiores al 75 por 100 el contenido acuoso de las muestras mantenidas a 30°C fue sin embargo ligeramente superior que el de las muestras mantenidas a 20°C . Este resultado aparentemente anómalo probablemente se debe a la acción microbiana favorecida a temperaturas elevadas y humedades relativas altas. Similar efecto

TABLA I

Contenido acuoso (g de H₂O/100 g de materia seca) de las muestras de bacalao en estado de equilibrio (a 10, 20 y 30° C de temperatura) con diferentes humedades relativas.

H.R. (p 100) — 10°C		H.R. (p 100) — 20°C		H.R. (p 100) — 30°C	
24	7,9	23	4,9	23	3,9
33	8,2	33	6,3	32	5,2
47	9,2	44	7,4	42	7,0
53	14,7	52	8,6	52	7,9
58	13,8	57	10,1	57	10,0
68	29,3	68	19,2	67	17,1
72	61,4	70	22,2	66	15,6
75	120,0	75	103,6	75	110,9
77	—	73	27,1	69	21,2
80	175,7	79	154,3	79	154,6
87	235,1	86	177,3	84	176,7
93	279,8	91	273,8	89	270,7

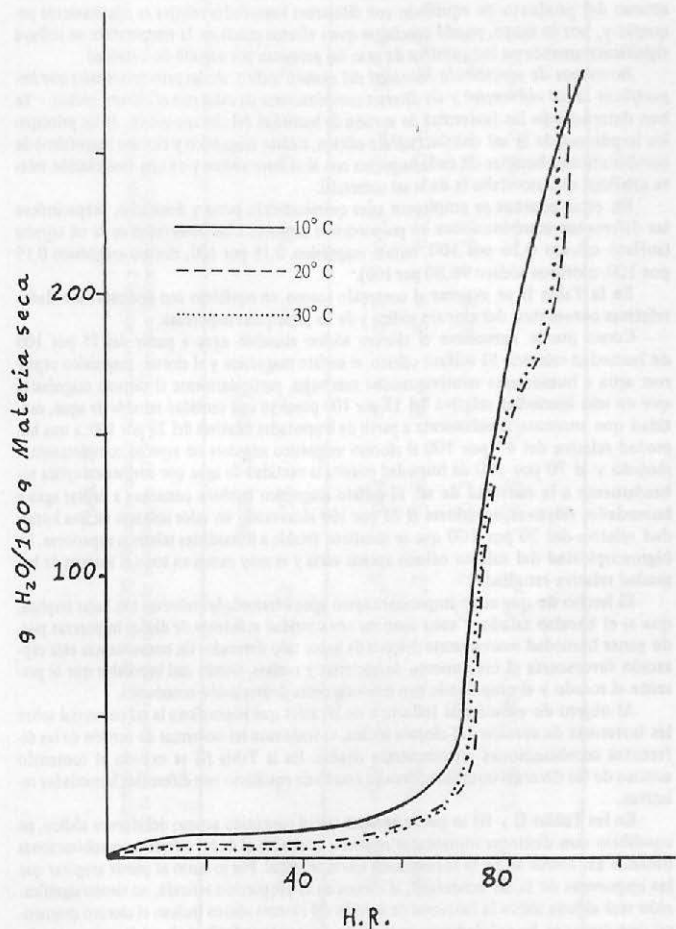


FIGURA 1. Efecto de la temperatura sobre el contenido acuoso del producto en estado de equilibrio con diferentes humedades relativas.

apreciaron Sen *et al.* (1961), en caballas desecadas. Según estos autores el pescado alterado tiene mejores propiedades de hidratación.

Dentro del margen térmico estudiado, el efecto de la temperatura sobre el contenido acuoso del producto en equilibrio con diferentes humedades relativa es relativamente pequeño y, por lo tanto, puede concluirse que a efectos prácticos, la temperatura no influye significativamente en los cambios de peso del producto por sorción de humedad.

Isotermas de sorción de humedad del cloruro sódico, de las principales sales que impurifican la sal comercial y de diversas combinaciones de estas con el cloruro sódico.— Se han determinado las isotermas de sorción de humedad del cloruro sódico, de las principales impurezas de la sal común (sulfato cálcico, sulfato magnésico y cloruro magnésico) de combinaciones binarias de cada impureza con el cloruro sódico y de una formulación mixta artificial que simulaba la de la sal comercial.

En estas pruebas se emplearon sales químicamente puras y desecadas, preparándose las diferentes combinaciones en proporciones similares a las observadas en la sal común (sulfato cálcico 0,16 por 100, sulfato magnésico, 0,18 por 100, cloruro magnésico 0,19 por 100, cloruros sódico 96,80 por 100).

En la Tabla II se expresa el contenido acuoso, en equilibrio con distintas humedades relativas constantes, del cloruro sódico y de las principales impurezas.

Como puede apreciarse el cloruro sódico absorbió agua a partir del 75 por 100 de humedad relativa. El sulfato cálcico, el sulfato magnésico y el cloruro magnésico captaron agua a humedades relativas mucho más bajas, particularmente el cloruro magnésico, que en una humedad relativa del 13 por 100 posee ya una cantidad notable de agua, cantidad que aumenta rápidamente a partir de humedades relativas del 33 por 100; a una humedad relativa del 45 por 100 el cloruro magnésico adquiere un aspecto completamente mojado y al 70 por 100 de humedad relativa la cantidad de agua que contiene duplica sobradamente a la cantidad de sal. El sulfato magnésico también comienza a captar agua a humedades relativas superiores al 33 por 100 alcanzando un valor máximo en una humedad relativa del 70 por 100 que se mantiene estable a humedades relativas superiores. La higroscopicidad del sulfato cálcico apenas varía y es muy escasa en todo el margen de humedad relativa estudiado.

El hecho de que estas impurezas capten agua a humedades relativas tan bajas implica, que si el bacalao salado y seco contiene una cantidad suficiente de dichas impurezas puede ganar humedad nuevamente después de haber sido desecado. En consecuencia esta captación favorecería el crecimiento de bacterias y mohos, siendo casi inevitable que se presente el rosado y el empolvado con la consiguiente depreciación económica.

Al objeto de estudiar la influencia de las sales que impurifican la sal comercial sobre las isotermas de sorción del cloruro sódico, se realizaron las isotermas de sorción de las diferentes combinaciones anteriormente citadas. En la Tabla III se expresa el contenido acuoso de las diversas combinaciones en estado de equilibrio con diferentes humedades relativas.

En las Tablas II y III se puede apreciar que el contenido acuoso del cloruro sódico, en equilibrio con distintas humedades relativas, es similar al de las diferentes combinaciones binarias así como al de la formulación mixta artificial. Por lo tanto se puede asegurar que las impurezas de la sal comercial, al menos en la proporción referida, no tienen significación real alguna sobre la isoterma de sorción del cloruro sódico incluso el cloruro magnésico que como se ha señalado, en su isoterma de sorción individual absorbía agua en atmósferas con el 13 por 100 de humedad relativa, únicamente a partir del 68 por 100 influye ligeramente sobre absorción de humedad.

La cantidad total de calcio y magnesio (0,16 y 0,37 por 100 respectivamente) se halla un poco por debajo de las concentraciones recomendadas por diferentes autores. Los in-

TABLA II

Contenido acuoso (g de H₂O/100 g de materia seca) del cloruro sódico y de las impurezas de la sal comercial en estado de equilibrio a 20° C con diferentes humedades relativas.

Muestra	H.R. (p 100)											
	13	23	33	44	52	57	68	70	73	75	79	86
CLNa	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,4	0,1	0,0	0,2	58,4	333,6	416,0
SO ₄ Ca	6,7	6,8	6,8	7,4	7,7	7,8	8,0	8,1	8,3	10,8	22,0	24,6
SO ₄ Mg	2,4	2,5	2,5	26,5	60,0	60,2	74,3	74,5	74,2	74,6	74,1	74,9
Cl ₂ Mag	58,6	58,8	57,9	128,7	146,3	176,9	242,7	-	-	256,2	271,7	340,1

TABLA III

Contenido acuoso (g de H₂O/100 g de materia seca) de las combinaciones binarias de cada impureza con el cloruro sódico y de una formulación mixta artificial en equilibrio con diferentes humedades relativas

H.R.	CINa con la adición de las sales siguientes:			
	SO ₄ Ca (0,16 p 100)	SO ₄ Mg (0,18 p 100)	Cl ₂ Mg (0,19 p 100)	SO ₄ Ca (0,16 p 100) SO ₄ Mg (0,18 p 100) Cl ₂ Mg (0,19 p 100)
13	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0
33	0,0	0,0	0,0	0,0
44	0,0	0,0	0,0	0,0
52	0,0	0,0	0,0	0,0
57	0,0	0,0	0,0	0,0
68	0,0	0,0	1,2	1,0
70	0,0	0,0	1,0	1,2
73	0,0	1,8	2,4	2,5
75	58,1	72,8	56,4	40,1
79	333,6	333,8	339,3	329,6
86	416,7	411,6	413,8	414,1

investigadores franceses sugieren que la sal debe contener una cantidad de calcio y magnesio comprendida entre el 0,3 y el 0,6 por 100 y los rusos indican que para la salazón en seco el calcio y el magnesio no deben exceder del 0,5 por 100 y el sulfato del 1 por 100 (Burgess *et al.*, 1965). La presencia de estas sales en las proporciones adecuadas, que como se ha visto no tienen un efecto apreciable sobre las isotermas de sorción del cloruro sódico, es conveniente en la salazón en seco al objeto de conseguir un producto curado atractivo de color blanco, que satisfaga las exigencias del consumidor.

Significación del efecto de la rotura de las bolsas de bacalao sobre la velocidad de sorción de humedad a diferentes temperaturas y humedades relativas. — En tres grupos de doce desecadores, uno para cada una de las tres temperaturas del 10, 20 y 30° C y con diferentes humedades relativas, entre el 23 y el 93 por 100, se colocaron paquetes de bacalao con el envase intacto.

Aproximadamente a los 20 días las muestras mantenidas a 30° C mostraban aparentes signos de descomposición. La alteración se debió posiblemente a los microorganismos halófilos que ven favorecido su desarrollo por estas temperaturas elevadas (Burgess *et al.*, 1965).

Al término de la prueba no se apreciaron ganancias o pérdidas de peso a pesar de la exposición de las muestras a humedades relativas extremadamente altas o bajas, como pueden ser 23 y 90 por 100 y diferentes temperaturas. Esto induce a señalar que el material plástico de las muestras examinadas constituye una excelente barrera antivapor.

Sin embargo, en el comercio minorista son bastante frecuentes los desgarros en el material plástico del bacalao en bolsas. De hecho del total de muestras adquiridas para la realización de esta prueba, el 47 por 100 de los paquetes presentaba roturas. Por esta causa se planteó una prueba conducente a determinar el efecto de estas roturas sobre la absorción de humedad. Para ello, paquetes de bacalao en bolsas rotas, adquiridas directamente del comercio, se sometieron durante 60 días a las mismas condiciones anteriormente citadas.

Las muestras mantenidas a 30° C se despreciaaron muy pronto en avanzado estado de alteración.

En la Tabla IV se expone los porcentajes de ganancias o pérdidas de peso de las muestras a intervalos periódicos. Puede observarse que en humedades relativas próximas al 75 por 100 no existen variaciones significativas. Esta humedad relativa es la de equilibrio del cloruro sódico. A medida que los valores de humedad relativa se alejan de este punto se elevan las ganancias o pérdidas de peso. Sin embargo, puede apreciarse en el medio ambiente (60 — 85 por 100) las modificaciones de peso son de poca significación.

Igualmente se observa que las variaciones de peso fueron superiores a 20° C. Por tanto podemos considerar que la temperatura, aunque no modifica sensiblemente el contenido acuoso en equilibrio, como se vio en el efecto de la temperatura sobre las isotermas de sorción del bacalao, sí influye sobre la cinética de sorción de humedad. Las temperaturas elevadas aceleran el proceso.

Además, las temperaturas experimentales más alta (20 y 30° C) condujeron a la alteración de las muestras (días 60 y 15 respectivamente). Las muestras mantenidas a 10° C no manifestaron signos de alteración durante toda la prueba. Este hecho concuerda con las recomendaciones (Zaitsev *et al.*, 1960) de que el pescado salazonado y desecado debe almacenarse en locales secos, fríos y bien ventilados. Estos autores señalan como parámetros óptimos de almacenamiento temperaturas de 10° C y humedad relativa del 65 — 70 por 100 o ligeramente superiores.

Determinación de las variaciones de peso del producto expuesto a las condiciones ambientales reinantes. — Diversas muestras de bacalao salado y seco en sus tres formas comerciales se expusieron a las condiciones ambientales. Se utilizaron seis piezas de bacalao pla-

TABLA IV

Ganancia o pérdida (-) de peso (p 100) respecto al original, durante el proceso de sorción de humedad de las muestras de bacalao en "bolsas rotas" en diferentes humedades relativas a las temperaturas de 10 y 20° C

H.R.		Días de almacenamiento					
		15		30		60	
		10° C	20° C	10° C	20° C	10° C	20° C
24	23	-3,1	-4,0	-7,1	-9,2	-12,6	-18,4
33	33	-2,0	-3,6	-5,5	-8,1	- 8,9	-16,6
47	44	-2,0	-2,3	-4,3	-5,1	- 7,8	-10,1
53	52	-1,0	-1,6	-2,0	-3,7	- 3,6	- 7,7
58	57	-0,8	-1,2	-1,6	-2,7	- 2,8	- 6,3
68	68	0,0	-0,4	-0,4	-1,6	- 1,2	- 2,8
72	70	0,0	-0,4	-0,4	-0,8	- 0,4	- 2,0
75	75	0,0	0,0	0,4	0,0	0,8	0,4
77	73	0,4	0,0	0,4	-0,4	1,2	- 0,8
80	79	0,4	0,8	1,2	1,5	2,5	2,7
87	86	0,3	1,2	2,0	2,3	3,6	4,3
93	91	1,2	2,8	2,8	3,0	5,1	5,7

no y seis muestras de bacalao desmenuzado con unos pesos medios de 400 y 300 g respectivamente. También se dispusieron seis paquetes de bacalao con las bolsas intactas y otros seis con las bolsas rotas todos de la misma marca y con 200 g de peso aproximado.

Los cambios de peso se controlaron mediante pesadas periódicas. A todo lo largo de la prueba se registró la humedad relativa ambiente con un psicrómetro de bulbo húmedo tomándose como válida la media de tres medidas diarias.

En la Figura 2 se expresan las variaciones de peso en forma de porcentaje, de las diferentes muestras durante los 80 días de exposición a las condiciones ambientales reinantes. Como puede apreciarse en las muestras de bacalao plano las pérdidas de peso fueron muy aparentes desde el comienzo de la prueba. Así, en los diez primeros días las pérdidas fueron superiores al 11 por 100 y con un mes de exposición las muestras perdieron cerca del 30 por 100 en relación al peso original. Estas pérdidas que se continuaron hasta el día 40 se deben a que en general la humedad relativa registrada durante dicho periodo fueron inferiores al 75 por 100 estableciéndose por tanto la desorción del agua del producto, ya que como se demostró previamente (Fernández-Salguero, 1973) la a_w del bacalao se encuentra en las proximidades del 0,75.

Hacia el día 50 la humedad relativa media ambiental se elevó a un 81 por 100. Este aumento de la humedad relativa determina una absorción de agua por parte del producto que se tradujo en un aumento de peso del día 50 en relación a la pesada precedente (2 por 100 para dicho intervalo). Como puede apreciarse esta ganancia fue relativamente baja con respecto a las pérdidas de peso en periodos similares, sin duda debido a que en general los procesos de desorción se establecen con más rapidez que los de absorción. Al final de la prueba las muestras de bacalao plano tuvieron un 44,7 por 100 de pérdidas en relación al peso original.

En las muestras de bacalao desmenuzado las pérdidas de peso iniciales fueron similares a las del bacalao plano. También en la pesada del día 50 las muestras ganaron peso en relación a la pesada precedente, siendo dicha ganancia del 3,5 por 100. Esta mayor absorción de humedad del bacalao desmenuzado, durante los 80 días de exposición fueron del 39,6 por 100.

En las muestras de bacalao en bolsas intactas no se apreciaron variaciones de peso durante los 80 días, sin embargo en las muestras de bacalao en bolsas rotas el porcentaje de pérdida al término de la prueba fue del 9,2 por 100. En estas muestras las pérdidas de peso fueron continuas desde el comienzo de la prueba.

De estos resultados se deduce que tanto el bacalao plano como el desmenuzado que normalmente se exhibe en contacto con el medio ambiente son muy sensibles a los cambios en la humedad relativa ambiental, traduciéndose en modificaciones en el peso. Las pérdidas observadas en el presente trabajo son altamente significativas y, en consecuencia, humedades relativas bajas pueden determinar grandes pérdidas económicas ya que los fenómenos de desorción se establecen con suma facilidad. Sin embargo, la ganancia de peso en humedades relativas altas, debido a la lentitud como se establece tienen escaso interés económico y bacteriológico.

La conducta observada en el bacalao en bolsas intactas confirman las excelentes cualidades del material plástico, que habiéndose cobalado anteriormente, sin embargo, con frecuencia el cierre de las bolsas no es hermético y en consecuencia pueden establecerse los fenómenos de sorción de humedad. Así en las muestras de bacalao en bolsas rotas aunque las pérdidas de peso fueron poco significativas, la desorción de humedad determinó un producto reseco y con sal cristalizada en la superficie que los hace menos apetecibles para el consumidor.

Contenido en agua de muestras adquiridas a intervalos mensuales.— Se ha determinado a intervalos mensuales el contenido acuoso de diferentes muestras de bacalao en sus

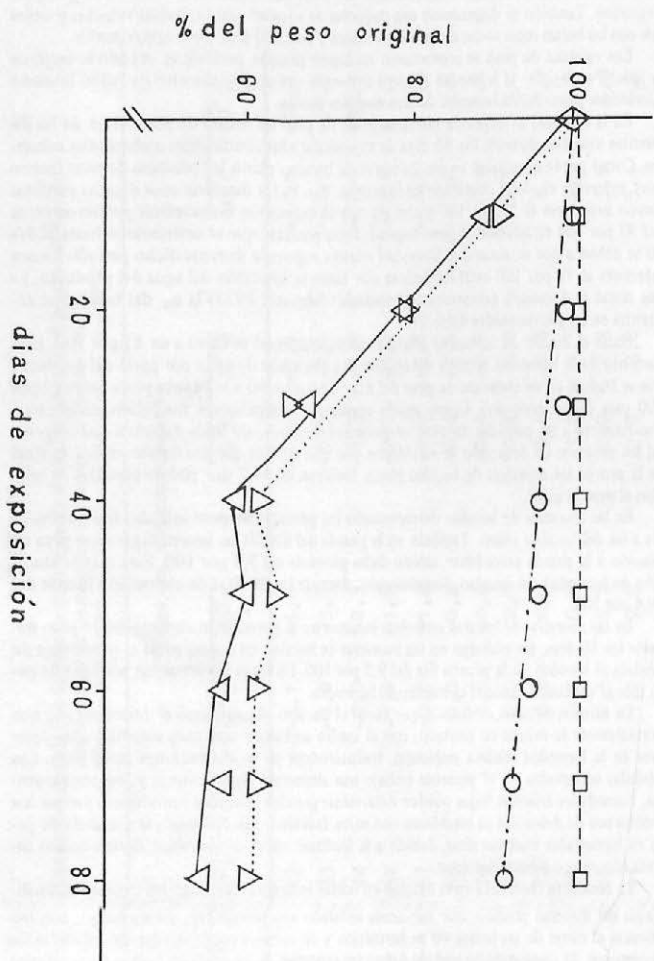


FIGURA 2. Variaciones de peso de las diferentes muestras de bacalao expuestas a las condiciones ambientales reinantes (plano ▽—▽, desmenuzado △—△ en bolsas intactas □—□ y en bolsas rotas ○—○)

TABLA V

Contenido en agua (p 100) del bacalao en diferentes meses^(*)

Producto	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Plano	51,50	52,90	52,77	52,56	53,34
Desmenuzado	48,80	50,70	50,87	48,63	43,51
En bolsas: A	51,20	51,58	53,17	53,23	52,66
B	49,41	49,91	49,39	48,38	46,23
C	53,53	53,82	54,63	53,46	51,53
D	50,00	52,42	51,12	—	—

tres modalidades de presentación comercial. Para ello en la primera semana de cada mes, se adquirieron cuatro muestras de cada tipo de bacalao plano desmenuzado y otras cuatro de varias marcas de bacalao en bolsas. Codificadas a efectos del presente trabajo con las letras A, B, C y D.

En la Tabla 5 se expresa el contenido en agua de las diferentes muestras de bacalao entre los meses de diciembre y abril. En dicha Tabla puede verse que el contenido acuoso del bacalao plano es muy similar en los distintos meses. Este hecho se debe posiblemente a que las muestras se mantenían refrigeradas en el comercio, lo que confirma que la refrigeración es un sistema ideal para la conservación del bacalao salado y seco.

En el bacalao desmenuzado el menor contenido acuoso de los meses de marzo y abril es un fiel reflejo de que en épocas más secas la desorción de humedad se establece más fácilmente. Sin embargo, estas diferencias son mucho menores que las observadas cuando se expusieron experimentalmente las muestras a las condiciones ambientales, las mejores condiciones de almacenamiento hacen que exista una menor dependencia entre la humedad relativa ambiente y el contenido acuoso del producto.

TITLE

"Study of humidity sorption properties of the salted and dried cod".

SUMMARY

The effect of different temperatures (10, 20 and 30° C) on humidity sorption isotherms of the cod has been determined and has been proved that above temperatures had small influences on water content in the equilibrium state.

The sorption isotherms of sodium chloride and the main impurities of commercial salt have been determined. It was found in the isotherms of pure salts that there were large differences but these impurities don't have significant influence on the sorption isotherm of sodium chloride in commercial practice.

Studying the effect of the different conditions of moisture and temperature on packaged cod no changes were found in the weight of the samples in the intact packages. In broken packages some influences on moisture sorption has been observed.

In experimental conditions has been observed that for whole and small pieces of cod there is a close relationship between sample weight and relative ambiente humidity however this relationship has not been found to be close on packaged cod.

KEY WORDS

Salted and dried cod, humidity sorption isotherms.

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. (1965) "Official methods of analysis". 10th Ed., Washington, 295 y 296.
- BURGESS, G.H.O., CUTTING, G.L., LOVERN, J.A. y WATERMAN, J.J. (1965). El pescado y las Industrias derivadas de la pesca, H.M.S.O., Edinburgh, 108 y 118.
- FERNANDEZ-SALGUERO, J. (1973). Introducción al estudio de las propiedades de sorción de humedad de los alimentos semisecos: bacalao salado y seco, *Arch. Zootecn.*, 22, 241 - 271.
- RASEKH, G.J., STILLINGS, B.R. y DAVID L. DUBROW (1971) Moisture adsorption of fish protein concentrate at various relative humidities and temperatures, *J. Food Sci.*, 36, 705-707.
- ROCKLAND, L.B. (1960) Saturated salt solutions for static control of relative humidity between 5 and 40 °C, *Anal. Chemistry*, 32.
- ROCKLAND, L.B. (1968) Trabajo presentado al Symposium on the Physical Properties of Food, 28th Annual Meeting, Institute of Food Technologist, Philadelphia, May 19-24.
- SEN, D.P., ANANDAS WAMY, B., IYENGAR, N.V.R. y LAHIRY, N.L. (1961) Studies on the storage characteristics and packaging of sun-dried salted mackerel (*Rastreliger canargua Cuv.*), *Food Sci.*, 10., 149-156.
- STITT, F. (1958) Determination of water content of dehydrated foods 67. Publ. by the Society of Chemical Industry, London.
- WEAST, R.C. (1968) Handbook of chemistry and Physics. The Chemical Rubber Co. E-46.
- ZAITSEV, V. *et al.* (1968) Fish Curing and Processing, MIR Publishers, Moscow.