

---

## EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE NaCl EN EL PROCESO DE SALADO DEL BAGRE CACUMO (*Bagre marinus*) REFRIGERADO

Rodríguez Jaime<sup>1</sup>, Chirinos Karina<sup>2</sup>, Cancino Jonnattan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Área de Tecnología. Departamento de Ciencias Pesqueras, (UNEFM)

<sup>2</sup>Programa de Ingeniería Pesquera, (UNEFM)

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería Química. Punto Fijo, (UNEFM)  
jaimeluisr@cantv.net

### Resumen

Se realizarán análisis físico-químicos y microbiológicos en la materia prima previamente refrigerado, indicando que este parámetro ocasiona una alteración en el músculo de pescado causando deterioro de las proteínas. El pescado salado en pila húmeda se realizó durante 6 días de acuerdo a un diseño experimental de 6 formulaciones, para cada una se utilizaron 12 láminas de pescado de 4 por 4 cm y espesor de 1 cm, para un total de 432 trozos. Se aplicaron análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales al pescado salado, donde se observó un elevado aumento el contenido de cloruro total y las cenizas debido a la penetración de las sales; aw, y peso disminuyeron, al igual para el pH y proteínas debido a la desnaturalización de las mismas y transferencia de masa ocasionada por las salmueras formadas. En relación a los cationes se determinó que existe efecto estadísticamente significativo entre las formulaciones y tiempos usados en el proceso de salado. En los análisis microbiológicos se observó que el KCl, CaCl y MgCl ejercen función conservante similar al NaCl, proporcionando inocuidad. El análisis sensorial mostró que el pescado salado con mezclas de NaCl-KCl 75%-25%, 85% y 15% y 80%-20 % fueron bien valorados por los panelistas, mientras que en las que contenían Mg<sup>+2</sup> y Ca<sup>+2</sup> hubo rechazo general, específicamente por el sabor amargo y a la textura del producto.

**Palabras clave:** análisis físico-químicos, NaCl, pH

## Introducción

El bagre es abundante en el Golfo de Venezuela y frente al Delta del Orinoco. Su procedencia es de la pesca artesanal. Para 2003 se registraron 18.464 Ton, manteniendo las capturas un comportamiento ascendente (FAO, 2005). Es cotizado en algunas zonas por su carne firme, blanca y buen sabor (Novoa y Cárdenas, 1998).

Salado y secar el pescado sigue siendo una técnica muy utilizada por las industrias pesqueras en muchas regiones del mundo. En Venezuela, grandes cantidades de pescado se conservan por esta técnica, siguiendo métodos tradicionales que implican el empleo de sal y la desecación (Pico, 2006).

La calidad del pescado, en cuanto a seguridad y vida útil en refrigeración, está influenciada por factores no visibles (autólisis, contaminación y crecimiento de bacterias (Huss, 1998). Esta investigación se efectuó con pescado refrigerado, ya que anteriormente Bracho (2011), realizó salado con pescado fresco presentando ambas características de frescuras diferentes. Aliño *et al.*, (2009) mostraron que las mezclas de sales en el salado reducen la incidencia que produce el consumo de sal común, de manera que productos salados con KCl,  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{MgCl}_2$  pueden ser ingeridos por consumidores especiales (hipertensos), ya que el NaCl provoca la acumulación de agua en el cuerpo y cuando la proporción en los alimentos es excesiva, aumenta el volumen sanguíneo, lo cual aumenta de la presión arterial (Weineck,

2001).

La sustitución parcial de NaCl con diversas sales, se empleó para estudiar alternativas como método de conservación de pescado refrigerado, para obtener un producto de calidad, con bajo riesgo para la salud por el consumo de sal común. Este estudio permitió verificar el efecto de la sustitución parcial del NaCl por otras sales ( $\text{KCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{MgCl}_2$ ), en el pescado salado previamente refrigerado. La investigación comprendió determinar las formulaciones óptimas de mezclas con las sales mencionadas, y así caracterizar físico-química y microbiológicamente la carne para luego aplicar el salado en pila húmeda en un recipiente sin drenaje, analizando a través de pruebas físico-químicas y microbiológicas el efecto de estas sales sustitutivas del NaCl. Se realizaron pruebas sensoriales al pescado luego del salado.

## Materiales y Métodos

### **Evaluar físico-química y microbiológicamente la materia prima**

La materia prima se obtuvo del mercado municipal de la ciudad de Punto Fijo, estado Falcón. Se usaron 432 trozos de bagre de 4 cm por 4 cm y un espesor de 1 cm. Se sometió la muestra a la determinación físico-química y microbiológica, según la tabla 1.

### **Aplicación del método de salado en el pescado refrigerado**

Se aplicaron 4 tratamientos de salado con sustituciones parciales del contenido de NaCl por mezclas de KCl,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ , usando 6 combinaciones (Tabla 2).

**Tabla 1. Análisis físico-químicos y microbiológicos y normas utilizadas para caracterizar la materia prima**

Características físico-químicas y microbiológicas y norma utilizadas	
aw, NaCl, pH	COVENIN 1315-79,
Na, K	COVENIN 844-78
Ca, Mg	COVENIN 986-82
Aerobios mesófilos	COVENIN 902-94
<i>E. coli</i>	COVENIN 1104-94

**Tabla 2. Composición de la formulación de las sales utilizadas en el salado**

FORMULACION	NaCl (%)	KCl (%)	CaCl <sub>2</sub> (%)	MgCl <sub>2</sub> (%)
I	100	-	-	-
II	75	25	-	-
III	85	15	-	-
IV	80	20	-	-
V	55	25	15	5
VI	50	10	25	15

### Preparación de las sales y del músculo de pescado

Se aplicó la cantidad de sal en proporción a lo establecido por Aliño *et al.*, (2009), 0.85kg por cada 500g de pulpa de pescado, se colocaron las mezclas de sal en el fondo de un recipiente de plástico sin drenaje, se distribuyeron los trozos de pescado formando 2 pilas cada una con 6 trozos divididos por una capa de sal. Antes del salado, el pescado fresco se colocó en refrigeración con hielo por un lapso de 24 h, la cual hace que haya una diferencia de la frescura en comparación

con el pescado óptimamente fresco. El tiempo de salado fue de 6 días.

### Análisis de las características físico-químicas y microbiológicas del pescado salado

La caracterización físico-química y microbiológica de las muestras se realizó según lo mostrado en el apartado 2.1 incluyendo *St. aureus* (COVENIN 1292-89). aw, NaCl, pH, y peso se examinaron diariamente. La determinación de Na, K, Ca y Mg, aerobios mesófilos, *E. coli*, *St. aureus*, se realizó el último día de salado.

## Evaluación sensorial del pescado salado

Se sometió la muestra a una evaluación sensorial (color, olor, textura y sabor) después del proceso de salado, usando escala hedónica de 5 ptos en forma decreciente donde el puntaje mayor corresponde a la mayor aceptación. Se utilizaron 100 panelistas no entrenados. Las muestras se sometieron a desalado en agua dulce por 1 h se sometió a cocción de forma asada, sin añadir ningún tipo de condimento o especie. La influencia de las mezclas de sal en el pescado se evaluó mediante un análisis de varianza múltiple ANOVA de una vía con una probabilidad  $p < 0,05$ , empleando el software

Statgraphics Plus 5.1 (Manugistics, Rockville, Md, EE.UU.).

## Resultados y Discusión

### Caracterización físico-química de la materia prima

La pulpa de pescado refrigerada presentó pH 6.65, valor aceptable según COVENIN 3086:94, la  $a_w$  dio 0.975 y el contenido de cloruro total fue 0.43 % (Tabla 3). Para cationes de la materia prima (Tabla 4) se obtuvo: Na 0,131 mg/kg, K 0,146 mg/kg, Ca 229,470 mg/kg y Mg 149,290 mg/kg, resultados que entran en los rangos establecidos en la Tabla de Composición Química del Pescado Fresco (FAO, 2005).

**Tabla 3. Características físico-químicas de la pulpa de pescado refrigerada**

Característica	Resultados
Contenido de Cloruro de total (% NaCl)	0,43
pH	6.65
$A_w$	0,97

**Tabla 4. Minerales del pescado refrigerado**

Na (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
0,13193	0,14681	229,47	149,29

**Tabla 5. Características microbiológicas del pescado refrigerado**

ANÁLISIS	RESULTADOS	COVENIN 3086-943
E. coli	Ausente	Mín. 11 - Máx.500 NMP/g
Aerobios mesófilos	$3,2 \times 10^5$ UFC/g	Mín. $1 \times 10^6$ Máx. $1 \times 10^7$

### Caracterización microbiológica de la pulpa de pescado refrigerado

Se observa en la Tabla 5, que las muestras analizadas presentaron buena calidad higiénica según los rangos permitidos en la norma COVENIN 3086:94

### Variación del peso del pescado salado

La variación del peso de las muestras en el salado se muestra en la Figura 1. Se determinó que existen diferencias significativas. Se obtuvo mayor pérdida de peso en la formulación I y la menor fué la II. A partir del cuarto día todas las formulaciones tendieron a equilibrar la pérdida de peso, presentando estos valores entre 8 y 24 g. Los resultados en comparación a los presentados por Bracho, (2011) fueron diferentes (11 y 14 g), y fueron similares a los de González (2010), que usó carne caprina.

### Variación del contenido de cloruros en el pescado salado

El factor principal que regula la velocidad de penetración de la sal es la formación de una salmuera saturada en la superficie de la carne, lo cual explica que la sal húmeda penetre más rápidamente que la seca, dado que la sal va a tomar la humedad del ambiente y se va a transformar en salmuera que será la que penetrará en el interior de la carne (Arnau *et al.*, (1987). Existen diferencias estadísticamente significativas en la variación del contenido de los cloruros totales (Figura 2), se determinó que la formulación IV obtuvo mayor ganancia de sal, y la de menor la formulación I. Para el quinto día todas el contenido de cloruros se equilibró mostrando valores entre 1 a 5 g, estos resultados son diferentes a los obtenidos por Bracho, (2011) (valores entre 1 a 15 g), sin embargo fueron similares a los de González (2010).

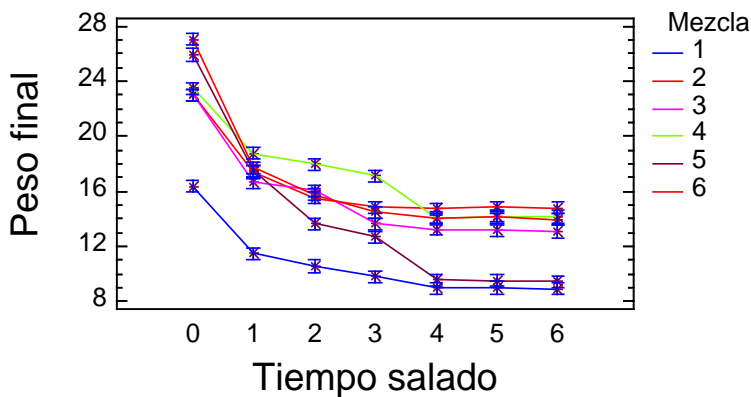


Figura 1. Variación del peso del pescado salado

### Variación de la aw en todo el proceso de salado

En la Figura 3. Se observa disminución de la aw para todas las formulaciones. Existen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre tratamientos. La formulación VI fue la que menor aw tuvo, esto es debido a que se desnaturaliza la proteína con mayor

intensidad por la presencia de los iones de  $\text{Ca}_2^+$  y  $\text{Mg}_2^+$  (Aliño *et al.*, 2009). La que tuvo mayor aw fué la formulación I, presentando pequeñas diferencias con los resultados de Bracho, (2011), que obtuvo entre 0,61 hasta 0,79. Los valores obtenidos son similares a los obtenidos por Aliño *et al.*, (2009).

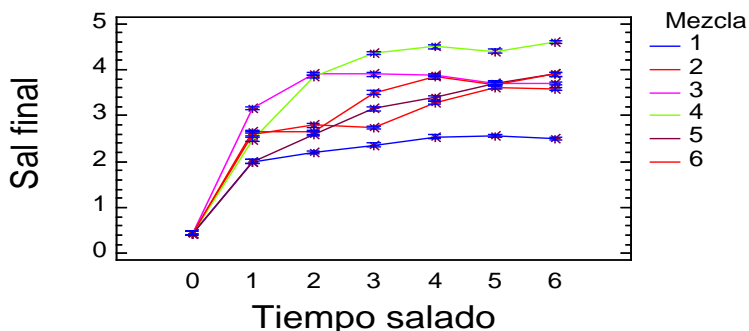


Figura 2. Variación del contenido de cloruros del pescado salado.

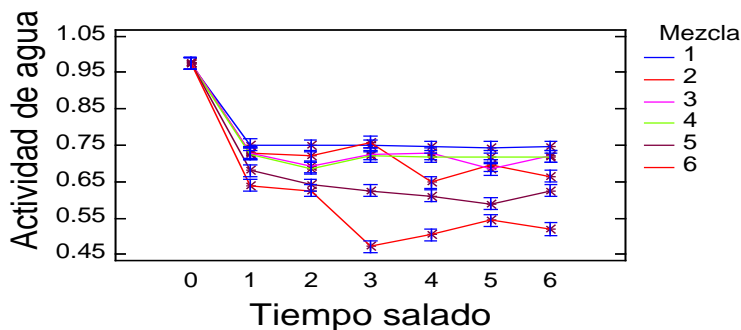
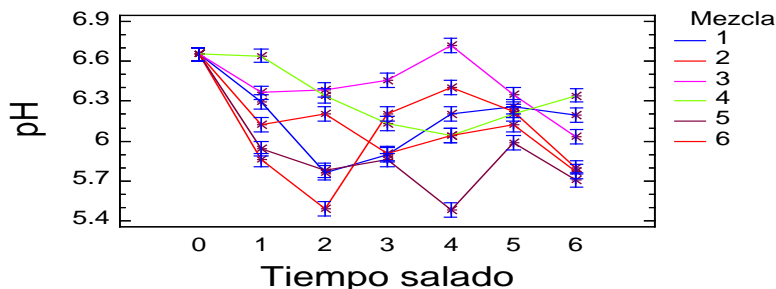


Figura 3. Variación de la aw en el pescado salado.

### 3.6. Variación del pH en el proceso de salado.

En la variación del pH (Figura 4), se determinó que existen diferencias

significativas entre las distintas mezclas y el tiempo utilizadas en el proceso de salado.

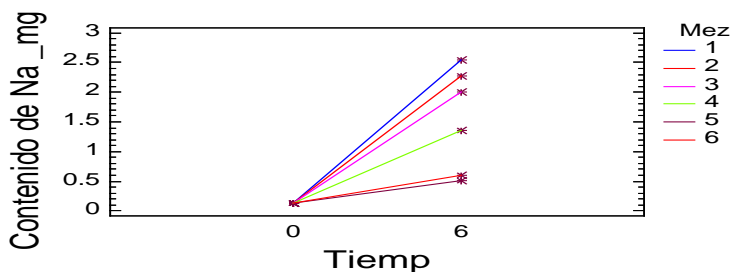


**Figura 4. Variación del pH del pescado salado.**

#### Variación del contenido de Na en el pescado salado

La formulación I fue la que obtuvo mayor penetración en comparación con las demás mezclas, esto se debió a la gran cantidad de Na presentada en la formulación, las que obtuvieron menor absorción de Na fueron la V y VI las cuáles contenían 55 % y 50 % de NaCl,

presentando valores desde 0,5 a 3 mg/kg, estos resultados son similares a los reportados por Bracho (2011) y González (2010). Se determinó que existe efecto estadísticamente significativo entre las formulaciones y tiempos usados en el proceso de salado ( $p < 0,05$ ), como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5. Variación del contenido de NaCl en el pescado salado**

#### Variación del contenido de K en el pescado salado

Las formulaciones que obtuvieron mayor absorción de K fueron las II y VI que contenían una cantidad de mayor de este compuesto, seguidas por las III, IV y V que en su mezclas contienen un porcentaje moderado de este mineral, esto quiere decir que a mayor contenido de K en el proceso

de salado ocurre una mayor absorción del mismo, en la formulación I muy poca presencia del mineral. Existieron diferencias significativas en los valores obtenidos (desde 0 hasta 2,5 mg/kg), siendo diferentes a los obtenidos por Bracho, (2011) (desde 0 hasta 4 mg/kg) y similares a los reportados por González (2010) (Figura 6).

## Variación del contenido de Ca y Mg en el pescado salado

El contenido de Ca y Mg de las diferentes formulaciones son menores en cuanto a las demás formulaciones donde no se utiliza estos minerales (Figuras 7 y 8). Se determinó que existen diferencias significativas entre tratamientos, estos resultados son diferentes a los reportados por Bracho, (2011) y similares a los obtenidos por Aliño *et al.*, (2009) en lomos de cerdo, Martínez y Gómez, (2005) en bacalao salado, y González,

(2010) para carne caprina.

## Caracterización microbiológica del pescado salado

Se determinó que en la formulación I se obtuvieron valores microbiológicos dentro de lo estipulado por la norma COVENIN 1292-94 (Tabla 6), este comportamiento se observó en las demás formulaciones. Las sales alternativas pueden tener función de conservante similar al NaCl.

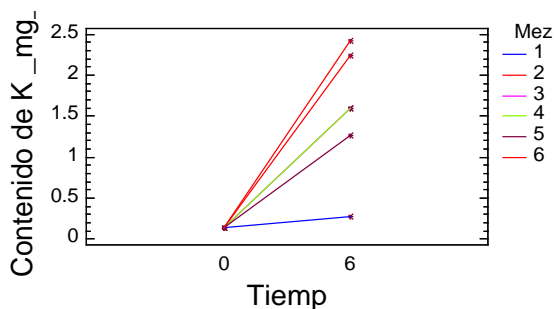


Figura 6. Variación del contenido de K en el pescado salado

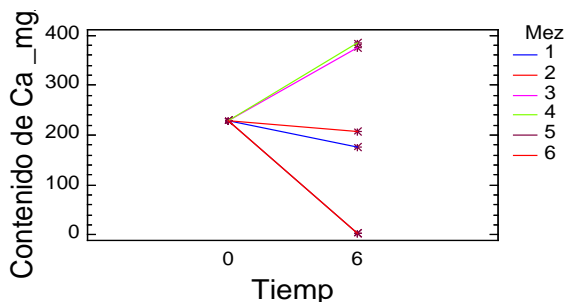


Figura 7. Variación del contenido de Ca en el pescado salado.

## Evaluación Sensorial del Pescado Salado

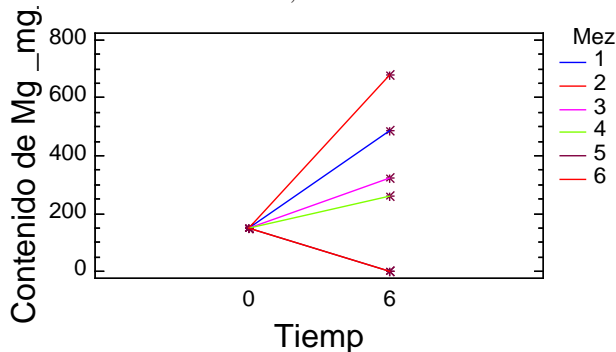
La formulación más aceptada fue la I con una apreciación de “me gusta mucho”,

seguida por la IV entre me gusta mucho y me gusta, las formulaciones II y III tuvieron una apreciación de “me gusta poco” a pesar de que en la formulación II



el color y sabor fue apreciado como “me gusta mucho” y las formulaciones V y VI fueron las menos aceptadas con “me desagrada” en cuanto al sabor se refería,

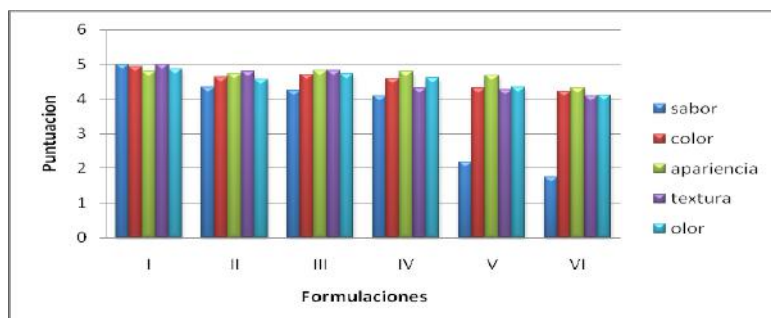
en cambio las otras variables presentarón un grado de aceptación de “me gusta” (Figura 9).



**Figura 8. Variación del contenido de Mg en el pescado salado**

**Tabla 6. Evaluación microbiológica de la formulación 100 % NaCl**

ANÁLISIS	RESULTADOS	COVENIN 3086-943
Aerobios mesófilos	< 10UFC/g	Mín. $1 \times 10^6$ Máx. $1 \times 10^7$
St. aureus UFC/g	Ausente en 25 g	Ausente en 25 g



**Figura 9. Evaluación sensorial del pescado salado**

## Conclusiones

La pulpa de pescado refrigerada presentó pH 6.65 resultado aceptable según

COVENIN 3086:94 y  $a_w$  de 0.975 y contenido de cloruro total de 0.43%.

Las muestras de materia prima analizadas

microbiológicamente presentaron buena calidad higiénica según COVENIN 3086:94.

En el análisis del contenido de cloruros del pescado salado se determinó que hubo un aumento de estos a medida que pasarón los días de salado.

Se observó una disminución de la aw al transcurrir el tiempo en las diferentes formulaciones.

El pH de las muestras estuvo durante todo el proceso de salado dentro del rango de la norma COVENIN 2394-94 de pescado salado, seco y seco-salado.

Las muestras saladas analizadas microbiológicamente presentaron buena calidad higiénica según la COVENIN 3086:94.

Las formulaciones que tuvieron mayor agrado de aceptabilidad fueron las primeras 4 mezclas, siendo las de menor agrado las 2 últimas debido a que contenían  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{MgCl}_2$  que aportan sabor amargo y desagradable.

La sustitución parcial del NaCl es buena opción para salar pescado, ya que ofrece una mayor disminución de aw y lo que ayuda a evitar la descomposición.

## Referencias Bibliográficas

Aliño, M.; Grau, R.; Baigts, D.; Barat, J. (2009). Influence of sodium replacement on the salting kinetics of pork loin. Dpto. de Tec. de Alimentos. Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos. Univ. Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Arnau, J.; Hugas, M.; Monfort, J. (1987). Jamón curado. Aspectos técnicos. Grafis-Sant S. A., Girona, España.

Barat, J.; Rodríguez, B.; Andrés, A.; Fito, P. (2003). Cod salting manufacturing analysis. Food Research International. 36:447-453.

Bracho, L. (2011). Evaluación de la sustitución parcial de NaCl en el proceso de salado del bagre cacumo (Bagre marinus). Trabajo de Grado. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Punto Fijo, Venezuela.

COVENIN. (1994). 3086. Pulpa de pescado requisitos. FONDONORMA, [en línea]. <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3086-94.pdf>

COVENIN. (1994). 9394. Pescado salado. Caracas. Venezuela.

FAO. (2005). Resumen Informativo sobre la Pesca por Países, [en línea]. [http://www.fao.org/fi/fc\\_p/es/VEN/profile.htm](http://www.fao.org/fi/fc_p/es/VEN/profile.htm)

González, V. (2010). Evaluación de la Sustitución de NaCl en el Proceso de Salado de Carne de Caprina (Capra hircus). Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Punto Fijo, Venezuela.

Huss, H. (1998). El Pescado Fresco su Calidad y Cambios y su Calidad. FAO. Documento Técnico de Pesca 348.

Martínez, A.; Gómez, G. (2006). The Effect of Brine Salting at Different pH on the Functional Properties of Cod Muscle Proteins After Subsequent Dry Salting. *Fd. Chem.* 94: 123-129.

Novoa, M.; Cárdenas, J. (1998). Atlas pesqueros marítimos de Venezuela. Mac Sarpa y Vecep Caracas.

Pico, G. (2006). Salmueras, [en línea]. <http://www.sqm.com /aspx/AcercaDe/Salmueras.aspx>

Weineck, J. (2001). Salud, ejercicio y deporte. Editorial Paidotribo. Barcelona, España.