

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD APARENTE Y ENERGÍA METABOLIZABLE DE INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DEL SARGO RAYADO *Archosargus rhomboidalis* (L. 1758, PISCES: SPARIDAE)

APPARENT DIGESTIBILITY COEFFICIENT AND METABOLIZABLE ENERGY OF FEED INGREDIENTS FOR THE SEA BREAM *Archosargus rhomboidalis* (L. 1758, PISCES: SPARIDAE)

Jesús Hernández M.^{1*}
José Millán Q.^{2**}

¹ Centro Regional de Investigaciones Ambientales

² Instituto de Investigaciones Científicas

Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta

Porlamar, Apartado 147, Venezuela

* E-mail: jcs138@telcel.net.ve

** E-mail: ciudone@enlared.net

Recibido en junio de 1997; aceptado en noviembre de 1997

RESUMEN

Se determinó el coeficiente de digestibilidad de 13 harinas de origen animal y vegetal utilizadas como ingredientes en los alimentos del sargo rayado *Archosargus rhomboidalis*. Los ejemplares capturados se aclimataron en tanques de 1000 L durante 10 días, recibiendo separadamente un alimento de referencia y las 13 dietas experimentales conformadas con un 69.3% de la mezcla de referencia, 1% del indicador y 29.7% de las harinas a estudiar. Posteriormente, se sembraron 12 ejemplares en cada acuario de los 14 tratamientos con 3 réplicas cada uno y se alimentaron por 5 días. Las heces fueron recolectadas diariamente por decantación y separadas luego por filtración del agua de cada acuario, obteniendo el material fecal para determinar el coeficiente de digestibilidad de cada tratamiento y de cada ingrediente. Los coeficientes de digestibilidad de la materia seca, proteína, lípidos y energía de los diferentes tratamientos indican que las harinas de origen animal fueron mejor digeridas que las de origen vegetal; asimismo, la asimilación nutritiva de estas últimas depende del tipo de carbohidratos que contenga y de su contenido de cenizas. Además, las altas concentraciones de fibra cruda deben limitarse en las dietas por su bajo contenido de valor nutritivo y porque producen enfermedades y perjudican la calidad del agua. El contenido de fibra cruda está inversamente relacionado con la digestibilidad aparente de la materia seca, proteínas y energía. Los carbohidratos solubles son buena fuente de azúcares nutritivos para el sargo rayado. En el agua de los acuarios se registraron los valores de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

Palabras clave: sargo, *Archosargus rhomboidalis*, coeficiente de digestibilidad, alimentación.

ABSTRACT

The digestibility coefficient was determined for 13 meals of animal and vegetal origin used as ingredients in feed of the sea bream *Archosargus rhomboidalis*. The specimens were acclimatized in 1000-L tanks for 10 days, receiving separately the reference feed and the 13 experimental diets composed of 69.3% of the reference mixture, 1% of the indicator and 29.7% of the meals under study. Subsequently, 12 specimens were placed per aquarium and fed for 5 days with the 14 treatments with

3 replicas each. The feces were collected daily by decantation and then separated by water filtration of the aquariums, thus obtaining the fecal material in order to determine the digestibility coefficient of each treatment and of each ingredient. The digestibility coefficients of the dry matter, protein, lipids and energy of the different treatments indicate that the meals of animal origin were better digested than those of vegetal origin; also, the nutritional assimilation of the latter depends on the type of carbohydrates they contain, as well as on the ash content. High concentrations of crude fiber should be limited in the diets due to their low nutritional value and because they harm the quality of the water. The crude fiber content is inversely related to the digestibility of the dry matter, protein and energy. The soluble carbohydrates are a good source of nutritional sugar for the sea bream. The maximum average values of temperature, salinity and dissolved oxygen were registered.

Key words: sea bream, *Archosargus rhomboidalis*, digestibility coefficient, feeding.

INTRODUCCIÓN

Archosargus rhomboidalis es una especie conocida como sargo rayado, de hábitos omnívoros y con potencial para ser cultivada en cautiverio (Randall, 1968; Korrington, 1974; Vaughan, 1978). Se distribuye desde Nueva Jersey en la costa de EUA, a lo largo del Mar Caribe, alrededor de las Antillas, hasta Río de Janeiro en Brasil (Briggs, 1958, en Houde y Potthoff, 1976; Randall, 1968; FAO, 1978). En Puerto Rico y las Islas Vírgenes se estudiaron sus hábitos alimenticios (Almodóvar y Pagán, 1971; Austin y Austin, 1971); en EUA se realizó el desarrollo de los huevos y larvas, así como estudios de los hábitos alimenticios en juveniles y adultos (Houde, 1974; Houde y Potthoff, 1976; Stepien, 1976; Vaughan, 1978; Houde y Schekter, 1978, 1980, 1983). En Venezuela, en la Universidad de Oriente se han realizado estudios con la finalidad de desarrollar la explotación comercial de esta especie (Valdiviezo, 1981; Díaz, 1988; Gómez *et al.*, 1992; Millán, 1992; Rodríguez *et al.*, 1992; Cabrera, 1993).

La digestibilidad es el porcentaje de alimento que es absorbido en el tracto digestivo del animal. En 1993, la National Research Council publicó una lista de 45 ingredientes comúnmente utilizados en la alimentación de peces (Smith *et al.*, 1995). El sargo en cultivo obtiene del alimento artificial una parte de los nutrientes que necesita para llenar sus requerimientos y realizar las actividades de rutina. Generalmente, este alimento balanceado está elaborado con materias primas provenientes de los subproductos de la industria. Así, en este estudio se evalúa la digestibilidad nutritiva de la

INTRODUCTION

Archosargus rhomboidalis, commonly known as the sea bream, has omnivorous habits and can be cultured in captivity (Randall, 1968; Korrington, 1974; Vaughan, 1978). It is distributed from the coast of New Jersey, USA, throughout the Caribbean Sea and around the Antilles, to Rio de Janeiro, Brazil (Briggs, 1958, in Houde and Potthoff, 1976; Randall, 1968; FAO, 1978). In Puerto Rico and the Virgin Islands, studies have been conducted on its feeding habits (Almodóvar and Pagán, 1971; Austin and Austin, 1971); in the USA, research has been conducted on egg and larvae development, and on the feeding habits of juveniles and adults (Houde, 1974; Houde and Potthoff, 1976; Stepien, 1976; Vaughan, 1978; Houde and Schekter, 1978, 1980, 1983). At the Universidad de Oriente in Venezuela, research has been conducted on the possible commercial exploitation of this species (Valdiviezo, 1981; Díaz, 1988; Gómez *et al.*, 1992; Millán, 1992; Rodríguez *et al.*, 1992; Cabrera, 1993).

Digestibility is the percentage of food absorbed in the digestive tract of the animal. In 1993, the National Research Council published a list of 45 ingredients commonly used in fish feeds (Smith *et al.*, 1995). Cultured sea bream obtains part of the nutrients it needs to meet its daily requirements and carry out its routine activities from artificial feed. This balanced feed is generally made from raw material obtained from industrial by-products. In this study, the nutritive digestibility of the dry matter, crude protein, lipids and energy of 13 meals of animal and vegetal origin used as

materia seca, proteína cruda, lípidos y energía de 13 harinas de origen animal y vegetal utilizadas como ingredientes en las dietas para *A. rhomboidalis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la laguna La Restinga (Isla de Margarita) se capturaron 1000 ejemplares de sargo rayado, *A. rhomboidalis*, de tamaños uniformes, que fueron trasladados y colocados en un tanque de 500 m², perteneciente a las instalaciones de la granja acuícola de la Universidad de Oriente, en el Instituto de Investigaciones Científicas, Núcleo de Nueva Esparta (fig. 1).

Se seleccionaron 14 grupos de 36 individuos cada uno; se reubicaron y aclimataron durante 10 días en tanques de 1000 L, con un sistema de agua de mar filtrada y aireación constante a través de difusores porosos. Se suministró diariamente por separado, en cada tanque, uno de los 14 alimentos formulados y elaborados (tratamientos): una dieta de referencia (tabla 1) y dietas utilizando 69.3% de la dieta de referencia más 1% de Cr₂O₃ y 29.7% de cada uno de los 13 ingredientes. Para la realización de esto, se empleó el método de sustitución que ha sido utilizado en varias especies de peces y crustáceos (Cho *et al.*, 1982; Law, 1986; Reigh *et al.*, 1990) (tabla 2). Posteriormente, para los 14 tratamientos se ordenaron por triplicado acuarios de 150 L de capacidad con el mismo sistema de agua y aire, ubicando 12 ejemplares por acuario, que se alimentaron con cada una de las dietas correspondiente en cantidades de un 10% del peso de la biomasa húmeda de los peces. Durante 5 días la alimentación se alternó con la recolección de heces, realizada por succión y filtrado a través de una malla de 60 µm y lavado con agua desionizada. Las heces recogidas se colocaron por separado en envases y se ubicaron en una estufa a 60°C durante 24 h. Transcurrido ese tiempo, se almacenaron para realizar, conjuntamente con las dietas alimenticias, el análisis de contenido de materia seca, proteína cruda, lípidos y energía, de acuerdo con los métodos descritos en AOAC (1992). La cuantificación del óxido crómico se realizó de acuerdo con el procedimiento de espectrofotometría de absorción

ingredientes en las dietas de *A. rhomboidalis* are evaluated.

MATERIAL AND METHODS

At La Restinga Lagoon (Margarita Island), 1000 specimens of similar size of the sea bream, *A. rhomboidalis*, were caught and then transferred to 500-m² tanks at the fish farm of the Instituto de Investigaciones Científicas of the Universidad de Oriente at Nueva Esparta (fig. 1).

A total of 14 groups with 36 individuals each were formed. They were relocated and acclimatized for 10 days in 1000-L tanks that were supplied with filtered sea water and constant aeration through porous diffusers. One of the 14 experimental diets (treatments) was administered separately to each tank daily: a reference diet (table 1) and diets composed of 69.3% of the reference diet plus 1% of Cr₂O₃ and 29.7% of each of the 13 ingredients. The substitution method that has been used for several species of fish and crustaceans was employed (Cho *et al.*, 1982; Law, 1986; Reigh *et al.*, 1990) (table 2). For the 14 treatments, 12 specimens were placed in 150-L aquariums with 3 replicas; the aquariums had the same water and air system. The specimens were fed each of the diets in amounts corresponding to 10% of the wet weight of the fish biomass. During 5 days, feeding was alternated with feces collection. The feces were suctioned off and filtered through a 60-µm mesh and rinsed with deionized water. They were then placed in separate vials and incubated in an oven at 60°C for 24 h. They were stored after incubation in order to conduct simultaneous analyses of the dry matter, crude protein, lipid and energy content of the diets, according to the methods described in AOAC (1992). Chromic oxide was quantified according to the atomic absorption spectrophotometric procedure reported by Sandell (1959). The values of the nutrient contents of the 14 diets and of the feces were used to calculate the apparent digestibility coefficients (ADC), according to the formula proposed by McDonald *et al.* (1988). The ADCs of the ingredients assayed were determined according to the equation of Cho *et al.* (1982).

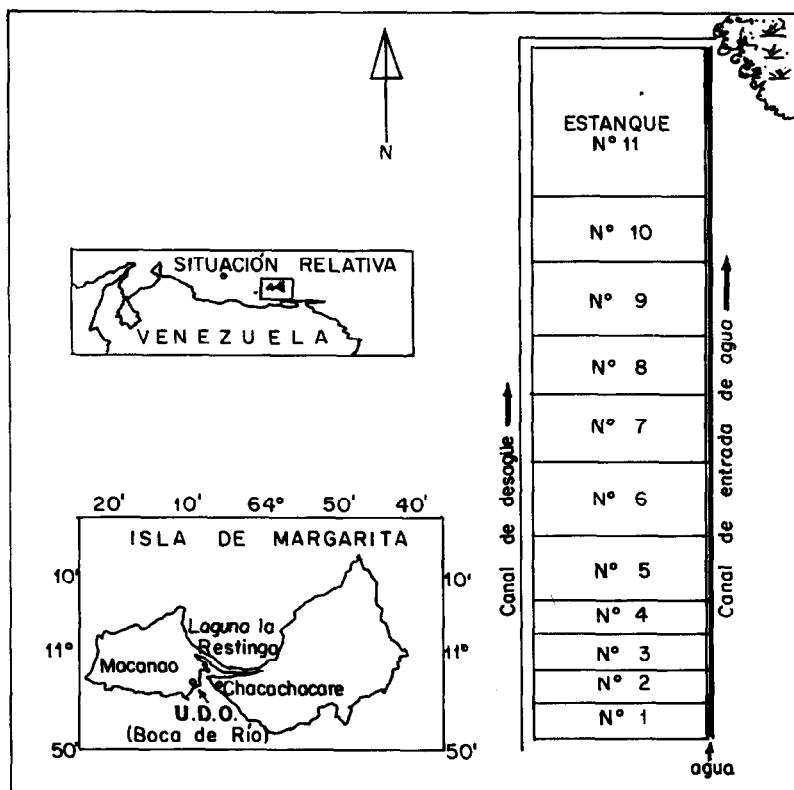


Figura 1. Ubicación de los estanques en la granja piscícola del Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente (UDO).

Figure 1. Location of the fish farm tanks of the Instituto de Investigaciones Científicas of the Universidad de Oriente (UDO)

atómica señalado por Sandell (1959). Los valores de contenidos de nutrientes en las 14 dietas y en las heces se utilizaron para calcular los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA), de acuerdo con la fórmula propuesta por McDonald *et al.* (1988). Por otro lado, los CDA de los ingredientes ensayados se determinaron de acuerdo con la ecuación de Cho *et al.* (1982). Los datos de los diferentes coeficientes de digestibilidad fueron transformados por la función arco-sen y luego estudiados por análisis de varianza, realizando la prueba *a posteriori* de Tukey (Sokal y Rohlf, 1979).

En el presente ensayo se registraron valores promedios de temperatura de $27.8 \pm 0.27^\circ\text{C}$ y

The data of the different digestibility coefficients were transformed with the arc-sine function and studied with an analysis of variance, using Tukey's *a posteriori* test (Sokal and Rohlf, 1979).

Average temperature values of $27.8 \pm 0.27^\circ\text{C}$ and a minimum temperature of $26.8 \pm 0.21^\circ\text{C}$ were recorded in this study. The maximum average salinity was $41.6 \pm 0.49\text{‰}$ and the minimum average was $39.6 \pm 0.49\text{‰}$. During the experiment, there were no variations in these parameters that could have affected the metabolic rate and, hence, the digestive processes of the specimens. The concentration of dissolved oxygen varied between 4.4 ± 0.29

Tabla 1. Composición porcentual de los ingredientes que conforman la dieta de referencia utilizada en este ensayo con sargo rayado *Archosargus rhomboidalis* (L. 1758).

Table 1. Percent composition of the ingredients of the reference diet used in this study with the sea bream *Archosargus rhomboidalis* (L. 1758).

Ingredientes	Cantidad (%)
Harina de pescado	43
Harina de sorgo	18
Harina de soya	13
Harina de maíz amarillo	12
Harina de carne y hueso	07
Complejo vitamina-minerales	03
Aceite de maíz	03
Cr ₂ O ₃	01
Total	100

de temperatura mínima de $26.8 \pm 0.21^{\circ}\text{C}$. La salinidad máxima promedio fue de $41.6 \pm 0.49\text{‰}$ y la mínima promedio de $39.6 \pm 0.49\text{‰}$. Durante el desarrollo de la experiencia, ambos parámetros no presentaron variaciones que pudieran afectar la tasa metabólica y, por ende, los procesos digestivos de los ejemplares. La concentración de oxígeno disuelto varió entre 4.4 ± 0.29 y 3.9 ± 0.17 ppm, valores menores que los señalados por Díaz (1988) al trabajar con la misma especie.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los análisis químicos y de los valores energéticos de las diferentes harinas utilizadas en este bioensayo indican gran variabilidad en sus principales componentes nutritivos en relación con otras tablas; esta diferencia puede deberse al tipo de procesamiento y forma de almacenamiento. Los ejemplares utilizados en cada uno de los tratamientos del presente bioensayo no fueron diferentes estadísticamente en peso y tallas ($P \leq 0.01$), aceptando todo el alimento ofrecido, al observarse su consumo total en cada acuario.

El estudio del análisis de varianza para los CDA de la materia seca de los diversos ingredientes utilizados evidencia diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$). La aplicación

and 3.9 ± 0.17 ppm, which is lower than that reported by Díaz (1988) in a study on the same species.

RESULTS AND DISCUSSION

The results of the chemical analyses and of the energy values of the different meals used in this bioassay indicate great variation in their principal nutritional components with respect to other tables; this difference may be due to how they were processed and stored. The specimens used in each of the treatments were not statistically different in weight or size ($P \leq 0.01$), accepting all the food offered, as observed in the total consumption in each aquarium.

There were highly significant differences ($P \leq 0.01$) in the analysis of variance of the ADC of the dry matter of the different ingredients used. Tukey's test showed that there is no difference in the ADC of the dry matter of the yellow corn and fish meals, which presented the best digestibility. Identical situations in the digestibility values also occurred, in decreasing order, between the ADC of the soybean and whole rice meals, the yucca and sorghum meals, and the citric, peanut, marine alga, meat and bone and sunflower meals. The ADC of the meals of animal origin indicates that the fish meal surpassed the meat and bone meal by

Tabla 2. Valores del contenido de proteína cruda (PC) y energía bruta de las harinas utilizadas como alimento, y los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y energía metabolizable (EM) de los ingredientes utilizados en la alimentación de diversas especies de peces, según varios autores.

Table 2. Values of crude protein (PC) content and crude energy of the meals used for feed, and the apparent digestibility coefficients of dry matter (MS), crude protein (PC), ether extract (EE) and metabolizable energy (EM) of the ingredients used in foodstuffs of several species of fish, according to several authors.

Harinas	PC (%)	Energía (Kcal/kg)	Peces	Coeficiente de digestibilidad aparente				Autores
				MS (%)	PC (%)	EE (%)	EM	
Maíz crudo			carpa		88.0	79.0		Bondi <i>et al.</i> (1957)
			bagre		59.5; 66.4	96.4	26.1	Cruz (1975)
Maíz cocido			bagre		60.0; 66.0		58.1	Lovell (1977)
			salmónidos		95.0			Cho <i>et al.</i> (1982)
			trucha	23.0				Cho <i>et al.</i> (1982)
			tilapia		83.0			Hanley (1987)
Maíz amarillo	9.0	4481.0	trucha		71.8 ± 3.7		43.4 ± 4.5	Smith <i>et al.</i> (1995)
			Afrecho de trigo					Bondi <i>et al.</i> (1957)
Afrecho de trigo			carpa			78.5		Shcherbina (1964)
			carpa			94.5		Cruz (1975)
			bagre		82.1		56.0	Smith <i>et al.</i> (1980)
			trucha		65.3; 89.1			Cho <i>et al.</i> (1982)
			trucha	35.0			46.0	Hanley (1987)
			tilapia		75.0			Bondi <i>et al.</i> (1957)
Arroz			carpa		89.5			Cruz (1975)
Soya			bagre		76.6; 83.7	81; 81.1	57.2; 57	Lovell (1977)
			bagre		72; 77; 84			Smith <i>et al.</i> (1980)
			trucha		74.7 a 84.9		65.3; 76.3	Smith <i>et al.</i> (1980)
			trucha		74.7 a 79.1		74.4	Smith <i>et al.</i> (1980)
			trucha	78.0		94.0	75.0	Cho <i>et al.</i> (1982)
			carpa		92.6			Law (1986)
Girasol	46.0	4920	tilapia		91.0			Hanley (1987)
			trucha		80.0 ± 1.2		68.0 ± 1.2	Smith <i>et al.</i> (1995)
			carpa	46.1	76.6	86.4		Shcherbina (1964)

Tabla 2 (Cont.)

Harinas	PC (%)	Energía (Kcal/kg)	Peces	Coeficiente de digestibilidad aparente				Autores
				MS (%)	PC (%)	EE (%)	EM	
Girasol	42.0	4593.0	trucha		75.8 ± 1.5		63.1 ± 2.3	Smith <i>et al.</i> (1995)
Maní			carpa	62.4	71.8	90.0		Bondi <i>et al.</i> (1957)
Pescado			bagre		87.2; 89.9	96.6; 97.0	83.5; 85.4	Cruz (1975)
			bagre		74; 85; 90			Lovell (1977)
			trucha		67.5 a 84.6		80; 84; 91	Smith <i>et al.</i> (1980)
			trucha	85.0			91.0	Cho <i>et al.</i> (1982)
			carpa		90.8		83.4	Law (1986)
			tilapia		86.0		80.0	Hanley (1987)
Anchova	63.0	5056.0	trucha		86.4 ± 0.6		86.1 ± 1.0	Smith <i>et al.</i> (1995)
Arenque	71.0	5056.0	trucha		89.1 ± 1.2		87.7 ± 1.5	Smith <i>et al.</i> (1995)
Pez chileno	76.0	5129.0	trucha		89.8 ± 0.9		91.9 ± 1.2	Smith <i>et al.</i> (1995)
Carne y hueso			bagre		74.5	77.0		Cruz (1975)
			trucha		70.3			Smith <i>et al.</i> (1980)
			trucha	78.0	85.0	73.0	39.0	Cho <i>et al.</i> (1982)
Sorgo	10.9	3614.5	pez sargo	68.9 ± 1.2	62.3 ± 1.2	68.0 ± 0.5	72.5 ± 0.4	Presente trabajo
Carne y hueso	46.1	3108.6	pez sargo	60.6 ± 0.4	71.5 ± 0.6	76.3 ± 0.9	76.8 ± 1.6	Presente trabajo
Maíz	9.8	3697.9	pez sargo	84.9 ± 0.8	82.4 ± 0.4	80.8 ± 0.5	75.0 ± 1.3	Presente trabajo
Nepe de maíz	12.9	3693.4	pez sargo	67.9 ± 0.5	59.4 ± 0.4	69.3 ± 1.5	72.3 ± 0.3	Presente trabajo
Afrecho de trigo	13.4	3819.1	pez sargo	74.4 ± 0.5	79.7 ± 0.9	78.0 ± 1.1	69.4 ± 1.8	Presente trabajo
Arroz	11.7	3686.8	pez sargo	78.5 ± 0.7	75.5 ± 0.9	82.7 ± 1.4	75.4 ± 1.4	Presente trabajo
Soya	456	4030.5	pez sargo	79.9 ± 1.1	83.9 ± 0.1	83.7 ± 1.0	81.5 ± 2.2	Presente trabajo
Maní	29.2	4929.6	pez sargo	62.7 ± 0.4	52.9 ± 0.3	82.4 ± 1.5	66.8 ± 0.9	Presente trabajo
Cítricos	6.7	3779.8	pez sargo	65.2 ± 0.9	54.0 ± 0.5	73.9 ± 1.1	64.8 ± 0.8	Presente trabajo
Yuca	3.7	3394.1	pez sargo	70.9 ± 0.5	60.7 ± 0.8	75.9 ± 1.2	73.3 ± 0.7	Presente trabajo
Algas marinas	13.4	2586.7	pez sargo	62.4 ± 0.9	58.6 ± 1.2	68.1 ± 1.2	64.2 ± 0.6	Presente trabajo
Girasol	14.7	4945.9	pez sargo	59.1 ± 1.1	49.6 ± 1.6	82.3 ± 1.0	62.8 ± 1.1	Presente trabajo
Pescado	73.5	4078.4	pez sargo	83.9 ± 0.4	90.2 ± 0.9	96.7 ± 2.1	85.9 ± 0.5	Presente trabajo

de la prueba de Tukey reveló que no existe diferencia en los CDA de la materia seca de las harinas de maíz amarillo y pescado, que fueron las de mayor digestibilidad. En orden decreciente, los valores de digestibilidad con idéntica situación se presentan entre los CDA de las harinas de soya y arroz integral; entre las harinas de yuca y de sorgo; igualmente, entre las harinas de cítricos, maní, algas marinas, carne y hueso y girasol. El CDA de las harinas de origen animal indica que la harina de pescado superó, en 23.3%, a la harina de carne y hueso debido al menor contenido de cenizas de la harina de pescado.

Las harinas de origen vegetal, que incluyen maíz amarillo, soya, arroz y afrecho de trigo, fueron más digestibles que los ingredientes con altos tenores de fibra cruda, tales como pulpa de cítricos, maní, girasol y algas marinas (tabla 2). Los ingredientes que contienen elevados valores de fibra cruda aceleran el pasaje del alimento a través del tracto intestinal, reduciendo el aprovechamiento nutritivo (Hilton *et al.*, 1983). Igualmente, Reigh *et al.* (1990), trabajando con crustáceos, indican que el CDA de la materia seca y la energía de los ingredientes varían inversamente con el contenido de fibra cruda y cenizas. En el presente trabajo, los valores de CDA de la materia seca obtenidos respecto a la harina de pescado, soya y maní, son similares a los reportados en salmones por Cho *et al.* (1982); sin embargo, estos valores fueron mayor que los presentados para la harina de maíz amarillo, afrecho de trigo y harina de girasol e inferiores al obtenido para la harina de carne y hueso, al trabajar con carpas y salmones (Shcherbina, 1964; Cho *et al.*, 1982) (tabla 2).

El análisis de varianza del CDA de las proteínas de las diferentes harinas revela diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$). La prueba de Tukey señala que, de las harinas ensayadas, la proteína más digerible fue la contenida en la harina de pescado; ésta, a su vez, fue diferente en orden decreciente en digestibilidad a las harinas de maíz, soya y trigo. Se pueden agrupar, además, con igual CDA de la proteína, pero menores a las antes mencionadas, las harinas de sorgo, yuca, nepe de maíz y algas marinas. Finalmente, las de menor digestibilidad fueron las

23.3%, due to the greater ash content of the fish meal.

The meals of vegetal origin, which include yellow corn, soybean, rice and wheat bran, were more digestible than the ingredients with high levels of crude fiber, such as citric pulp, peanut, sunflower and marine algae (table 2). Ingredients containing high levels of crude fiber accelerate the gastric evacuation time and reduce nutrient intake (Hilton *et al.*, 1983). Reigh *et al.* (1990), working with crustaceans, indicate that the ADC of the dry matter and the energy of the ingredients vary inversely with the content of crude fiber and ash. In this study, the values of the ADC of the dry matter obtained from the fish, soybean and peanut meals are similar to those reported for salmon by Cho *et al.* (1982); however, they were higher than those reported for yellow corn, wheat bran and sunflower meals and lower than that observed for the meat and bone meal for carp and salmon (Shcherbina, 1964; Cho *et al.*, 1982) (table 2).

The analysis of variance of the ADC of the proteins of the different meals showed statistical differences ($P \leq 0.01$). Tukey's test indicated that, of the meals assayed, the most digestible protein was that contained in the fish meal, which, at the same time, differed in digestibility, in decreasing order, from the corn, soybean and wheat meals. The meals of sorghum, yucca, yellow corn bran and marine algae have the same ADC of protein, but lower than those previously mentioned. The citric, peanut and sunflower meals have the lowest digestibility. The values of the ADC of the proteins obtained in this bioassay indicate that the fish proteins are the most beneficial of the meals, a conclusion similar to that obtained for other fish species (Inaba *et al.*, 1962; Nose and Mamiya, 1963; Cruz, 1975; Lovell, 1977; Law, 1986; Hanley, 1987; Smith *et al.*, 1980, 1995) (table 2). Andrews (1977) concluded that fish meal improves fish growth, because of its amino acid balance, its availability or other growth factors not identified. The value of the ADC for the meat and bone meal obtained in this study was slightly lower than that of other fish species shown in table 2. The ADC

harinas de cítricos, maní y girasol. Los valores de CDA de las proteínas obtenidas en el presente bioensayo indican que las proteínas de pescado son más aprovechables que las otras harinas, conclusiones similares a las obtenidas para otras especies de peces (Inaba *et al.*, 1962; Nose y Mamiya, 1963; Cruz, 1975; Lovell, 1977; Law, 1986; Hanley, 1987; Smith *et al.*, 1980, 1995) (tabla 2). Andrews (1977) concluye que la harina de pescado es un ingrediente que mejora el crecimiento de los peces, debido a su balance de aminoácidos, a su disponibilidad o a factores no identificados de crecimiento. El valor de CDA para la harina de carne y hueso obtenido en el presente trabajo fue ligeramente inferior al de otras especies de peces señalados en la tabla 2, mientras que el CDA determinado para la harina de arroz en la alimentación del sargo es inferior al utilizado en la carpa común (Bondi *et al.*, 1957).

Al comparar, por análisis de varianza, los CDA de los lípidos, se encontraron diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$). La prueba de Tukey evidenció que la mayor digestibilidad correspondió a la harina de pescado al compararla con las otras harinas ensayadas, superando en un 20.3% a la de la harina de carne y hueso; asimismo, fue 12.9% más elevado que la de las harinas de origen vegetal (tabla 2). La comparación estadística permite agrupar con menor CDA de los lípidos, en orden decreciente, a las harinas de soya, arroz, maní, girasol, maíz, afrecho de trigo, carne y hueso, yuca, cítricos y nepe de maíz. Las de mejor digestibilidad de los lípidos fueron las harinas de algas marinas y sorgo. Todos los resultados obtenidos en el sargo rayado señalan que son similares a los encontrados en el bagre de canal y otras especies de peces para las harinas de pescado, afrecho de trigo y maíz cocido (Cruz, 1975; Cho *et al.*, 1982). La diferencia del aprovechamiento de los lípidos en los alimentos depende de su grado de insaturación; se digieren mejor los lípidos más insaturados (Dupree, 1969; Austreng *et al.*, 1980).

El estudio del análisis de varianza realizado al coeficiente de digestibilidad de la energía demostró diferencia estadística ($P \leq 0.01$). La prueba de Tukey señala que son de mayor

determinado for rice meal in the sorghum feed is lower than that used for the common carp (Bondi *et al.*, 1957).

Statistical differences were found ($P \leq 0.01$) in the comparison of the ADC of the lipids with the analysis of variance. Tukey's test showed that greatest digestibility corresponded to the fish meal, compared with the other meals assayed, surpassing by 20.3% the meat and bone meal; it was also 12.9% higher than the meals of vegetal origin (table 2). Because of the low ADC values of lipids, the statistical comparison grouped together, in decreasing order, the soybean, rice, peanut, sunflower, corn, wheat bran, meat and bone, yucca, citric and yellow corn bran meals. The lowest digestibility of the lipids was observed in the marine alga and sorghum meals. All the results obtained for the sea bream are similar to those found with fish meal, wheat bran and cooked corn for the channel catfish and other fish species (Cruz, 1975; Cho *et al.*, 1982). The beneficial differences of the lipids in foodstuffs depend on their degree of unsaturation; the most unsaturated lipids are better digested (Dupree, 1969; Austreng *et al.*, 1980).

There were statistical differences ($P \leq 0.01$) in the analysis of variance of the digestibility coefficient of energy. Tukey's test showed that the fish, soybean and meat meals have the highest coefficient and they are statistically different from the rice, corn, yucca, sorghum, yellow corn bran and wheat bran meals. This indicates that the sea bream can generally better digest the crude energy of animal products than those of vegetal origin; similar results were observed for the channel catfish (Cruz, 1975).

The metabolizable energy of the fish meal obtained for the sea bream in this bioassay is similar to the values obtained for this same meal in species such as the channel catfish, trout and tilapia (Cruz, 1975; Cho *et al.*, 1982; Hanley, 1987; Smith *et al.*, 1980, 1995). Furthermore, the metabolizable energy of the soybean, corn and wheat bran meals obtained in this bioassay for the sea bream were higher than those reported for other species of fish (Cruz, 1975; Cho *et al.*, 1982; Smith *et al.*, 1980, 1995) (table 2).

coeficiente las harinas de pescado, soya y carne, siendo éstas diferentes estadísticamente a las harinas de arroz, maíz, yuca, sorgo, nepe de maíz y afrecho de trigo. Esto indica que el sargo rayado puede digerir generalmente mejor la energía bruta de los productos animales que la de los vegetales, como fue encontrado en el bagre de canal (Cruz, 1975).

La energía metabolizable para la harina de pescado obtenida en la alimentación del sargo rayado en el presente bioensayo es similar a los valores obtenidos para esa misma harina en especies como bagre de canal, truchas y tilapias (Cruz, 1975; Cho *et al.*, 1982; Hanley, 1987; Smith *et al.*, 1980, 1995). Asimismo, las energías metabolizables de las harinas de soya, maíz y afrecho de trigo obtenidas en este bioensayo con el sargo rayado fueron superiores a las señaladas en otras especies de peces (Cruz, 1975; Cho *et al.*, 1982; Smith *et al.*, 1980, 1995) (tabla 2).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que en la alimentación del sargo rayado, *A. rhomboidalis*, los contenidos de materia seca, proteína, lípidos y energía de las harinas de origen animal son mayormente digeribles que las harinas de origen vegetal. La harina de pescado es el ingrediente mejor aprovechado en la alimentación de esta especie, mientras que los ingredientes con mayores contenidos de fibra bruta no son recomendados porque aceleran la tasa de pasaje en el sistema digestivo.

REFERENCIAS

- Almodóvar, L. and Pagán, F. (1971). Notes on a mangrove lagoon and mangrove channels at La Parguera, Puerto Rico. Cont. Dep. Mar. Sci., Univ. Puerto Rico, 10: 19-51.
- Andrews, J.W. (1977). Protein requirements. In: R.R. Stickney and R.T. Lovell (eds.), Nutrition and Feeding of Channel Catfish. Bull. Southern Coop. Ser., 218: 10-13.
- AOAC (1992). Official Methods of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Austin, H. and Austin, S. (1971). The feeding of some juvenile marine fishes from the mangroves of western Puerto Rico. Cont. Dep. Mar. Sci., Univ. Puerto Rico, 10: 91-98.
- Austreng, E., Skrede, A. and Eldegard, A. (1980). Digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and mink. Aquaculture, 19: 93-95.
- Bondi, A., Spandorf, A. and Calmi, R. (1957). The Bamidgeh, 9(1): 13-18.
- Cabrera, S.J. (1993). Sobrevivencia de larvas del pez sargo *Archosargus rhomboidalis* en diferentes salinidades. Tesis de licenciatura, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Venezuela, 60 pp.
- Cho, C.Y., Slinger, S.J. and Bayley, H.S. (1982). Bioenergetics of salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity. Comp. Biochem. Physiol., 13(1): 25-41.
- Cruz, E.M. (1975). Determination of nutrient digestibility in various classes of natural and purified feed materials for channel catfish. Ph.D. dissertation, Auburn University, 82 pp.
- Díaz, M. (1988). Ensayos de cultivo de juveniles de cagalona *Archosargus rhomboidalis* (L.) (Pisces: Sparidae) en estanques de concreto. Tesis de licenciatura, Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Venezuela, 120 pp.
- Dupree, H.K. (1969). Influence of corn oil and beef tallow on growth of channel catfish. US Bur. Sport Fish. Wildlife, Tech. Paper, 27: 1-12.
- FAO (1978). Species identification sheets for fisheries purposes. Western Central Atlantic (fishing area 31). W. Fischer (ed.), IV, Rome, 278 pp.
- Gómez, A., Rodríguez, J., Gómez, O., Millán, J. y Marante, Y. (1992). Ensayo de levante de larvas de *Archosargus rhomboidalis* (Pisces: Sparidae) en la Isla de Margarita, Venezuela. VII Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Univ. Centro

CONCLUSIONS

It can be concluded that for the sea bream, *A. rhomboidalis*, the dry matter, protein, lipids and energy from meals of animal origin present better digestibility than the meals of vegetal origin. Fish meal is the most beneficial ingredient in feeds for this species, whereas ingredients with higher contents of crude fiber are not recommended, since they accelerate the gastric evacuation rate in the digestive system.

English translation by Jennifer Davis.

- Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela, pp. 235-240.
- Hanley, F. (1987). The digestibility of foodstuffs and the effects of feeding selectivity on digestibility determinations in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture*, 66: 163-179.
- Hilton, J.W., Atkinson, J.L. and Slinger, S.J. (1983). Effect of increased dietary fibre on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 81-85.
- Houde, E. (1974). Effects of temperature and delayed feeding on growth and survival of larvae of three species of subtropical marine fishes. *Mar. Biol.*, 26: 271-285.
- Houde, E. and Potthoff, T. (1976). Eggs and larval development of the sea bream *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus) (Pisces: Sparidae). *Mar. Biol.*, 26: 506-529.
- Houde, E. and Schekter, R. (1978). Simulated food patches and survival of larvae bay anchovy *Anchovia mitchilli* and sea bream *Archosargus rhomboidalis*. *Fish. Bull.*, 76(2): 506-529.
- Houde, E. and Schekter, R. (1980). Feeding by marine fish larvae; developmental and functional responses. *Env. Biol. Fish.*, 5(4): 315-334.
- Houde, E. and Schekter, R. (1983). Comparative bioenergetics among three species of marine fish larvae. *Mar. Biol.*, 72: 283-293.
- Inaba, D., Ogino, C., Takamatsu, C., Sugano, S. and Hata, H. (1962). Digestibility of dietary components of fishes. II. Digestibility of dietary protein and rainbow trout. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 29: 242-244.
- Korringa, P. (1974). De la pesca al cultivo en el mar. Seminario interdisciplinario de acuicultura marina. *Inf. Téc. Inst. Invest. Pesq.*, (14): 125-151.
- Law, A.T. (1986). Digestibility of low-cost ingredients in pelleted feed by grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture*, 51: 97-103.
- Lovell, R.T. (1977). Digestibility of nutrients in feedstuffs for catfish. In: R.R. Stickney and R.T. Lovell (eds.), *Nutrition and Feeding of Channel Catfish*. *Bull. Southern Coop. Ser.*, 218: 33-37.
- McDonald, P., Edwards, R.A. y Greenhalgh, J.F. (1988). *Nutrición Animal*. Acribia, España, 518 pp.
- Millán, J. (1992). Policultivo de peces marinos en estanques, Isla de Margarita, Venezuela. Tesis de ascenso, Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Venezuela, 106 pp.
- Nose, T. and Mamiya, H. (1963). Protein digestibility of flatfish meal in rainbow trout. *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.*, 12(2): 1-4.
- Randall, J. (1968). *Caribbean Reef Fishes*. Bernice Inst. Mar. Biol., Univ. of Hawaii, 318 pp.
- Reigh, R.C., Braden, S.L. and Craig, R. (1990). Apparent digestibility coefficients for common feedstuffs in formulated diets for red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. *Aquaculture*, 84: 321-334.
- Rodríguez, Y., Gómez, A. y Millán, J. (1992). Reproducción inducida de *Archosargus rhomboidalis* (Sparidae) en la Isla de Margarita. VII Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Univ. Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela, pp. 262-265.
- Sandell, E.B. (1959). *Colorimetric determination of traces of metals*. 3rd ed. Interscience Publishers, New York, 149 pp.
- Shcherbina, M.A. (1964). Determination of the digestibility of artificial foodstuffs of pond fish with help of inert substances. *Vopr. Ikhtiol.*, 4: 672-678.
- Smith, R., Montle, C.P. and Allred, A.C. (1980). Effect of leaching on apparent digestion coefficients of feedstuffs for salmonids. *Prog. Fish-Cult.*, 42(4): 195-199.
- Smith, R.R., Winfree, R.A., Rumsey, G.W., Allred, A. and Peterson, M. (1995). Apparent digestion coefficients and metabolizable energy of feed ingredients for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *J. World Aquaculture Soc.*, 26(4): 432-437.
- Sokal, R. y Rohlf, F.J. (1979). *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. H. Blume, Madrid, España, 832 pp.
- Stepien, W. (1976). Feeding of laboratory-reared larvae of sea bream *Archosargus rhomboidalis* (Sparidae). *Mar. Biol.*, 38: 1-16.
- Valdiviezo, D. (1981). Aspectos de la reproducción de *Archosargus unimaculatus* (Pisces: Sparidae). Tesis de licenciatura, Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Venezuela, 60 pp.
- Vaughan, F. (1978). Food of the sea bream *Archosargus rhomboidalis* (Linnaeus) and comparative growth on plant and animal food. *Bull. Mar. Sci.*, 28(3): 527-536.