

Bol. Centro Invest. Biol. 35(2) 95-107

DESARROLLO DE *Lemna* sp. EN TANQUES DE METAMORFOSIS DE LA *Rana catesbeiana*, EN CUBA

Teresita Romero, Mercedes Blanco, Claudio García
y Eduardo González

Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Pesquera.
Barlovento, Santa Fe, Playa, C. Habana, Cuba. Telf: 53 (7) 29 7107.
Fax: 53 (7) 24 5895 / 24 9827. E-mail: terges@mixmail.com /
tizol@cip.fisnavy.inf.cu

Resumen. Se hizo un estudio del desarrollo de *Lemna* sp., en los tanques de metamorfosis de la *Rana catesbeiana*, del ranario "Niña Bonita", situado en Ciudad de la Habana, Cuba. El rendimiento de *Lemna* sp. en base seca fue de 4,0 y 5,5 kg/tanque (1,0 y 1,3 kg/m²), con un intervalo de extracción de 4 y 3 días respectivamente, lo que representó un aproximado de 168 y 227 kg de peso seco (40,9 y 55,2 kg/m²), cosechando los 46 tanques que conforman el área de metamorfosis. Los niveles de NT (entre 6,8 y 10,4 mg/L); N-NH₄ (entre 0,06 y 3,2 mg/L); PT (entre 0,06 y 3,2 mg/L) y PO₄⁻³ (entre 0,02 y 1,4 mg/L) del agua no resultaron limitantes para el desarrollo de *Lemna* sp. que mantuvo un valor nutricional semejante al de muchos ingredientes usados en la alimentación animal, con un contenido de proteína de 20%; de grasa 0,8% y de ceniza de 31,5%, con una humedad de 10,6%. Se concluyó que el desarrollo de *Lemna* sp. no provoca condiciones adversas que puedan afectar el hábitat de los renacuajos de la *Rana catesbeiana*. *Recibido:* 13 Junio 2000, *aceptado:* 30 Abril 2001.

Palabras clave: *Lemna* sp., metamorfosis, nutrición, *Rana catesbeiana*, renacuajos.

DEVELOPMENT OF *Lemna* sp. OF *Rana catesbeiana*, IN METAMORPHOSIS TANKS IN CUBA

Abstract. The development of *Lemna* sp. of *Rana catesbeiana* metamorphosis tanks was studied on the Niña Bonita Farm, Havana City, Cuba. The yield of *Lemna* sp. on a basis of dry matter was 4.0 and 5.5 kg/tank (1,0 and 1,3 kg/m²), with an extraction interval of 4 and 3 days respectively. This represents approximately 168 and 227 kg of dry weight harvest (40,9 and 55,2 kg/m²) in the 46 tanks present in the metamorphosis area. The levels of TN (between 6,8 and 10,4 mg/L); NH₄-N (between 0,06 and 3,2 mg/L; PT (between 0,06 and 3,2 mg/L) and PO₄⁻³ (between 0,02 and 1,4 mg/L) of the water did not limit the development of *Lemna* sp. And they maintained a similar nutritional value as many other ingredients used in the animal feeding. The protein content was 20%; fat 0,8% and ash 31,5% with a moisture level of 10,6 %. It was concluded that the culture of *Lemna* sp. does not provoke adverse conditions that could affect the development of the tadpoles of *Rana catesbeiana*. Received: 13 June 2000, accepted: 30 April 2001.

Key words: *Lemna* sp., metamorphosis, *Rana catesbeiana*, tadpole, nutrition.

INTRODUCCIÓN

Lemna sp., conocida comúnmente como lenteja de agua, ha existido durante miles de años en varias regiones del planeta.

En Estados Unidos, por citar un ejemplo, desde 1985, se ha utilizado para purificar aguas servidas municipales, aunque debido a sus propiedades excepcionales, su uso se ha ampliado no sólo para el tratamiento de aguas residuales, sino también para la alimentación de peces, animales domésticos, aves y otros (Skillicorn *et al.* 1993), por lo que muchos especialistas han caracterizado el producto seco en cuanto a contenido proteico, mineral, composición lipídica, etc. (Rusoff 1980, Truax 1972).

En Cuba existen planes de cultivo dirigidos fundamentalmente a obtener una biomasa alta de *Lemna* con fines alimenticios (Pérez *et al.* 1992). En la granja Niña Bonita destinada a la cría intensiva de la *Rana catesbeiana*, se ha desarrollado accidentalmente en los tanques

de metamorfosis *Lemna* sp. Atendiendo el beneficio integral que aporta *Lemna* sp., se evaluó su crecimiento en tanques de metamorfosis y en tanques de experimentación sin renacuajos, haciendo énfasis en la utilidad que tiene su uso en la alimentación animal. También se caracterizó su contenido bromatológico y se evaluaron las consecuencias que podría ocasionar su crecimiento explosivo sobre el desarrollo de los renacuajos que se cultivan.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la parte más occidental de la Ciudad de la Habana, Cuba, se encuentra ubicada una granja experimental, a cargo del Ministerio de la Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR), que se dedica al estudio del desarrollo de *Rana catesbeiana*.

El ranario posee cuatro áreas: reproducción, metamorfosis, ceba y moscarío. El área de metamorfosis, donde se desarrollan los renacuajos, cuenta con 46 tanques de hormigón de 3 m³ cada uno, de los cuales 20 tienen fondo de arena, todos se abastecen con agua cruda procedente de la presa "Niña Bonita", situada a 1 km de la instalación. Estos tanques se encuentran tapados con malla de kaprón, con paso de luz de 4 mm.

Los huevos y renacuajos de la *Rana catesbeiana* son colectados del medio natural y colocados en estos tanques, donde se realizan manejos específicos para su cría, lo que incluye el suministro de dietas artificiales con calidades diferentes: pienso para peces, para los renacuajos en tanques con fondo de tierra y pienso para camarones, para los renacuajos de los tanques sin tierra. Una vez culminado el proceso de metamorfosis y convertidos los renacuajos en ranas adolescentes, son trasladadas al área de ceba. Para el momento de la experimentación solo se encontraban activos los 26 tanques con fondo sin tierra.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se analizó el comportamiento de *Lemna* sp., por un período de seis meses, de acuerdo al tiempo de duplicación (TD), se asignó una

frecuencia de extracción, para evitar su proliferación desmesurada y poder utilizar esa biomasa para enriquecer el pienso que se utiliza en la granja.

El rendimiento del crecimiento por unidad de área se evaluó utilizando cuatro tanques disponibles con igual capacidad. A cada uno se le adicionó la misma cantidad de *Lemna* sp., de manera que cubriera un 5% del total de la superficie, se fertilizaron dos tanques con pienso para peces y los restantes con pienso para camarón, ambos con una frecuencia semanal de 1 kg por tanque.

Diariamente se tomaron muestras duplicadas, para cuantificar el peso húmedo de *Lemna* sp. con la ayuda de un tamiz de 314 cm² de área, según el método del punto cuadrado de Brown descrito por Voisin (1966), que se relaciona con encuestas y mediciones de la vegetación y estudia con precisión y claridad la forma de medir la superficie cubierta por diferentes plantas.

Después de escurrido el material durante 30 min, se procedió a medir el peso húmedo, permitiendo el cálculo del peso correspondiente al porcentaje de superficie cubierta del tanque en ese momento.

Para determinar el peso seco, se estableció una ecuación de regresión con diferentes tamaños de muestras húmedas y los valores obtenidos después de someter a la planta bajo la influencia de la energía solar para eliminar parte de la humedad existente.

Al agua de los tanques, se le midió la Temperatura (T°C) y el Oxígeno Disuelto (OD), se determinó además el Nitrógeno Total (NT); Nitrógeno Amoniacal (N- NH₄⁺), Fósforo Total (PT) y Fósforo Inorgánico (PO₄⁻³), según los métodos descritos en el Manual de Control para Muestreo de Aguas Residuales (1981).

Referente a los restantes tanques destinados a la producción de renacuajos, igualmente se hizo un estudio de la calidad del agua que comprendió los nutrientes ya citados y la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), por el método de las diluciones del APHA (1993) y se siguió el comportamiento de *Lemna* sp. en los tanques con y sin tierra en el fondo.

Para determinar si la densidad de *Lemna sp.* provocaba condiciones adversas al desarrollo de los renacuajos, se aplicó un análisis de regresión, considerando el crecimiento de la planta y la cantidad de renacuajos muertos.

Se realizó, además, una determinación del contenido bromatológico de *Lemna sp.* en el que se incluyó la humedad, ceniza, grasa y proteína, siguiendo los métodos estándar. Por último, considerando, el peso seco y el peso húmedo de *Lemna sp.*, se analizó su rendimiento por superficie cubierta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CRECIMIENTO DE *Lemna sp.*

De los 20 tanques cubiertos con fondo de tierra, solamente seis de ellos se cubrieron de *Lemna sp.* total o parcialmente, apareciendo las primeras plantas entre el día 8 y día 15. El TD de las plantas en esta fase de su desarrollo fue de 4 días.

En los 26 tanques, activos, sin fondo de tierra, en ocho de ellos apareció *Lemna sp.* a los 10 días de convivencia de los ejemplares en el nuevo medio; posteriormente en siete tanques entre los 10 y 20 días, en cinco tanques entre 20 y 30 días, en tres tanques entre 30 y 40 días y en los tres últimos tanques entre los 50 y 60 días. En más del 50% de los tanques, la aparición de *Lemna sp.* coincidió con los 30 primeros días de iniciada la metamorfosis.

El tiempo que demoró cada grupo de tanques en alcanzar del 90 al 100% de la superficie cubierta por *Lemna sp.*, a partir del surgimiento de las primeras plantas fueron los 10 primeros días para siete tanques; entre 11 y 20 días, para seis tanques; entre 21 y 30 días para cinco tanques; entre 31 y 40 días para tres tanques y entre 40 y 80 días para cinco tanques, corroborándose así que *Lemna sp.* tiende a adaptarse mayoritariamente en un período aproximado de 30 días.

Según los reportes del crecimiento diario, se pudo apreciar que la planta logra desarrollarse exponencialmente en un período máxi-

mo de cinco días, después de estabilizado su crecimiento, tamándose como norma extraer el 70% de la biomasa cada 3 ó 4 días.

El hecho de encontrarse la superficie del tanque totalmente cubierta de *Lemna* sp., no ocasionó problema alguno en la supervivencia de los renacuajos, demostrado por el análisis de regresión entre los valores de superficie cubierta y la mortalidad por tanques, que fue de 0,002 ($P < 0,05$).

La calidad del agua donde habitaban los renacuajos fue similar en todos los tanques activos, con una DBO que fluctuó en un intervalo entre 15 y 35 mg/L, superior al agua de la presa que abastece al ranario (DBO entre 3 y 5 mg/L), que al mezclarse con los productos de excreción de los renacuajos y los nutrientes que conforman el pienso, elevaron su concentración.

Referente a los tanques evaluados donde no existían renacuajos, en dos de ellos, fertilizados con pienso para peces, el TD se mantuvo entre 1 y 4 días, para alcanzar el 70% de la superficie cubierta de *Lemna* sp. a los 19 días aproximadamente. Al cabo de los 5-7 días de mantenerse en ese porcentaje, los tanques fueron invadidos por un limo verde que hizo desaparecer totalmente la planta en cuestión.

En los dos tanques fertilizados con pienso para camarones, a los 30 días de efectuada la siembra de *Lemna* sp., el porcentaje de superficie cubierta estaba por encima del 50%, incrementándose paulatinamente hasta lograr la totalidad del área cubierta a los 50 días de experimentación.

Haciendo una interpretación de estos resultados, se deduce que la variabilidad en el comportamiento de *Lemna* sp. en los dos grupos de tanques pudo estar dada por el tipo de pienso que se utilizó como fertilizante (Tabla 1), que bien pudo desplazar el ciclo del nitrógeno a su fase nitrificante, facilitando el crecimiento del limo y retardando el de *Lemna* sp., ya que las restantes condiciones como fueron la cantidad y especie de *Lemna* sp. inoculada, la fuente y volumen de agua utilizada y la radiación solar a que se sometieron los cultivos fueron iguales.

TABLA 1. Composición bromatológica de los piensos utilizados en la alimentación de los renacuajos.

COMPONENTE (%)	PIENSO PARA PECES	PIENSO PARA CAMARONES
Proteína	10-15	30-36
Humedad	-	8-12
Lípidos	3,89	3-10
Cenizas	-	9-14
Fibra	-	2-5
Carbohidratos	31,85	-

La temperatura del agua tomada a las 11:00 a.m. osciló en un intervalo entre 22°C y 29°C, la que fluctuó en dependencia del estado del tiempo.

El O.D. al comienzo de los ensayos, presentó valores entre 8,0 y 10,0 mg/L, similares a la concentración del agua de la presa y con el transcurso de los días, este contenido de oxígeno fue disminuyendo hasta niveles muy bajos (de 1,0 a 2,0 mg/L) al finalizar las pruebas, disminución que se debe, según mediciones preliminares, a que la respiración de *Lemna sp.* con un valor de 1,2 mg O₂/g/hora es alta, si se considera una fotosíntesis bruta de 0,52 mg O₂/g/hora frente a una fotosíntesis neta de 0,3 mg O₂/g/hora, factores que de conjunto con la tasa de oxigenación del agua da un balance desfavorable a la concentración de oxígeno resultante.

Este fenómeno es esbozado por Skillicorn *et al.* (1993) cuando plantean que manteniendo densa la masa de *Lemna*, se garantiza una concentración de oxígeno baja y un rango medio de pH, lo cual facilita la disminución del crecimiento de microalgas por minimización de la producción de dióxido de carbono por las algas y su consiguiente elevación del pH. Al disminuir el oxígeno, se reduce la actividad de las bacterias nitrificadoras y se incrementan las anaerobias, que mejoran los procesos desnitrificadores y desplazan el balance del nitrógeno en favor del amonio que es la forma preferida de las *Lemna*

ceae, revirtiendo el ciclo a favor de su desarrollo y por tanto facilitando su crecimiento competitivo.

NUTRIENTES DEL AGUA

El agua que alimenta los tanques del área de metamorfosis, posee concentraciones de NT de 2,66 mg/L (Tabla 2), que según algunos autores se considera como excesivo para estimular el crecimiento del plancton (Mackenthun 1969). De los compuestos inorgánicos del NT, 0,03 mg/L correspondieron al $N-NH_4^+$.

El PT, con un valor de 0,4 mg/L, es adecuado para inducir un desarrollo notable de las plantas verdes. Por su parte, el PO_4^{-3} se presentó con concentraciones de 0,09 mg/L, muy similar a los encontrados en algunas regiones eutróficas del Lago Michigan (Mackenthun 1969).

El incremento de los nutrientes se le atribuye fundamentalmente a los productos de excreción (heces) de los animales, que contienen grandes cantidades de amonio en su forma ionizada y no ionizada, que al parecer no provocan pérdidas en los renacuajos.

El NT en los tanques con renacuajos fluctuó en un intervalo entre 4,7 y 6,8 mg/L y el $N-NH_4^+$ entre 1,2 y 1,7 mg/L. El PT se mantuvo entre 2,8 y 3,2 mg/L y el PO_4^{-3} entre 1,3 y 1,4 mg/L.

En los tanques donde solamente se desarrolló *Lemna* sp. sin la presencia de renacuajos, el NT se enmarcó en un rango entre 0,4 y

TABLA 2. Concentraciones de diferentes nutrientes del agua de la presa y tanques del área de metamorfosis.

PROCEDENCIA	Nt (mg/L)	NH_4^+ (mg/L)	PT (mg/L)	PO_4^{-3} (mg/L)
Agua de la presa	2,66	0,03	0,4	0,09
Agua de los tanques con renacuajos	4,7- 6,8	1,2-1,7	2,8-3,2	1,3-1,4
Agua de los tanques sin renacuajos	0,4-0,8	0,06-0,15	0,06-0,12	0,02-0,05

0,8 mg/L; N-NH₄⁺ entre 0,06 y 0,15 mg/L; el PT entre 0,06 y 0,12 mg/L y el PO₄⁻³ entre 0,02 y 0,05 mg/L.

No obstante a estos valores, el desarrollo de *Lemna sp.* fue comparable al de los tanques con renacuajos, hecho que demuestra que esta planta es capaz de asimilar fluctuaciones considerables de nutrientes, y los niveles encontrados no resultaron limitantes para su crecimiento.

ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE *Lemna sp.*

En la Tabla 3 se comparan los resultados de los análisis bromatológicos realizados a *Lemna sp.* del ranario, con los obtenidos de especies similares.

Comparativamente, el valor proteínico de esta *Lemna sp.* es semejante al de muchos ingredientes usados en la alimentación animal, incluyendo *Lemna minor* (Tabla 4). Tal es el caso de la proteína bruta, que se mantiene en un rango entre 8,3 y 24,1% para el arroz, maíz, centeno, cebada, trigo, soya y *Lemna minor*, por citar algunos ejemplos. *Lemna sp.* del ranario, promedió un contenido proteico de 20%, grasa de 0,8%; cenizas de 31,5%, con una humedad de 10,6%, lo que sugiere considerar la posibilidad de incorporar esta planta al alimento de diversos animales y al de los propios renacuajos del área.

TABLA 3. Composición química de *Lemna sp.* cultivada en diferentes regiones, incluyendo al ranario de Cuba (parte de la información recopilada de Dudley y Epps 1973).

COMPONENTE	REGION				
	Lousiana	Arkansas	Minesota	Norte Dakota	Ranario Cuba
Proteína (%)	25,9	14,3	43,2	21,1	20,0
Grasa (%)	5,7	1,8	3,0	1,1	0,8
Ceniza (%)	14,5	24,8	12,0	14,7	31,5
Humedad (%)	-	-	-	-	10,6

TABLA 4. Contenido bromatológico de algunos alimentos comparados con la harina de *Lemna* sp. (parte de la información recopilada de FAO1987).

ALIMENTO	PRESENT.	PROTEINA (%)	GRASA (%)	CENIZA (%)	HUMEDAD (%)
Arroz	Grano	8,3	1,6	4,4	11,2
	Salvado	12,2	11,8	3,1	10,0
Maíz	Grano	9,6	3,9	1,5	12,2
	Harina	9,0	4,5	2,5	12,5
Centeno	Grano	11,2	1,5	1,7	13,0
	Salvado	15,9	2,9	4,5	11,1
Cebada	Grano	10,5	1,8	2,6	12,4
	Salvado	11,6	3,4	5,0	10,0
Trigo	Grano	12,0	1,7	1,7	12,1
	Salvado	14,7	4,0	5,8	12,1
Soya	Con cáscara	24,1	10,0	6,6	8,8
	Sin cáscara	37,8	17,8	4,8	9,1
<i>Lemna minor</i>	Harina	20,9	4,1	13,6	10,0
<i>Lemna</i> sp.	Harina	20,0	0,8	31,5	10,6

RENDIMIENTO

El estimado del peso húmedo de *Lemna* sp. para un tanque del área de metamorfosis, con un 100% de superficie cubierta fue de 5,3 kg (1,3 kg/m²), lo que representa 3,7 kg (0,9 kg/m²) si se cuantifica solamente la cosecha en un 70%, permaneciendo el 30% restante en el tanque, para garantizar el ciclo reproductivo posterior.

Este rendimiento, que resultó de 25 g/m²/día (250 kg/ha/día) peso húmedo, está por debajo del alcanzado por Pérez *et al.* (1992), donde la productividad de *Lemna* húmeda osciló entre 80 y 100 g/m²/día, así como en Bangladesh con 1 Ton/ha/día (Robson 1992), donde fertilizan el agua sistemáticamente con residuales de diversas procedencias.

Este peso húmedo, expresado en peso seco con el auxilio de la ecuación de regresión $Y = 0,1314 + 0,05275 X$; donde Y = peso seco de *Lemna sp.* (g) y X = peso húmedo de *Lemna sp.* (g), fue de 0,2 kg aproximadamente.

Haciendo un balance del número de cosechas que se pueden realizar en los cuatro meses que demora el ciclo de vida de los renacuajos en el área de metamorfosis, y tomando como norma que en la mayoría de los tanques la totalidad de la superficie cubierta se produce entre los 40 días de trasladados los ejemplares del medio natural, se estima que se pueden lograr 5,5 kg de *Lemna sp.* seca/tanque ($1,3 \text{ kg/m}^2$) si la extracción es realizada cada 3 días y de 4,0 kg/tanque ($1,0 \text{ kg/m}^2$) si es cada 4 días (Tabla 5).

Esto representa un aproximado de 140 y 104 kg ($34,1$ y $25,1 \text{ kg/m}^2$) respectivamente en los 26 tanques que se mantuvieron activos en el período de experimentación.

De ser utilizados 42 tanques de los 46 tanques que comprenden esa área, se lograría una cosecha de 227 ó 168 kg de *Lemna sp.* seca ($55,2$ y $40,9 \text{ kg/m}^2$) como promedio para un intervalo de extracción

TABLA 5. Estimado de la producción de *Lemna sp.* durante los cuatro meses de permanencia de los renacuajos en los tanques de metamorfosis.

	1 TANQUE		26 TANQUES		42 TANQUES	
	3	4	3	4	3	4
Estimado de extracción (días)						
Peso húmedo (kg/tanque)	100	74	2603	1929	4204	3116
Peso húmedo (Kg/m^2)	24,3	18	633,3	469,3	1022,9	758,2
Peso seco (kg/tanque)	5,5	4	140	104	227	168
Peso seco (kg/m^2)	1,3	1,0	34,1	25,1	55,2	40,9

de 3 y 4 días, que pudiera aportar un beneficio considerable si se tomara como ingrediente de la dieta de algunos animales de la instalación o de la propia *Rana catesbiana*.

CONCLUSIONES

Lemna sp. crece satisfactoriamente en los tanques de metamorfosis del ranario, no interfiriendo en la supervivencia de los renacuajos que ahí se desarrollan. Por sus propiedades bromatológicas, se puede utilizar como ingrediente dietético de muchos animales, incluyendo a la de *Rana catesbeiana*.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la extracción del 70% de *Lemna* sp. cada 3 ó 4 días en el ranario, una vez que la superficie de los tanques se halla cubierto totalmente, representando una cosecha de 168 ó 227 kg/año, dependiendo del intervalo de extracción y la utilización del sol como fuente energética en el secado de *Lemna* sp.

Se deben realizar pruebas de nutrición animal, contemplando esta especie de *Lemna* en la dieta de los ejemplares de experimentación, valorando su composición química que es comparable a la de otros ingredientes usados para estos fines.

LITERATURA CITADA

- APHA. 1993. Standard methods for the examination of wastes and wastewaters. 18th Ed. American Public Health Associations. Washington D.C. USA. 984 pp.
- BLANCO, M. (CP). CIP. Centro de Investigaciones Pesqueras (MIP). C. Habana. Cuba
- DUDLEY, D. D. y EPPS, A. E. 1973. Use of duckweed for waste treatment and animal feed. Jour. Wat. Poll. Cont. Fed. Vol. 45 (2): 337-347
- FAO. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual. 2. Nutrient sources and composition. Brasilia, Brasil. 129 pp.

- MACKENTHUN, M. K. 1969. The practice of water pollution biology. USDI. Fed. Wat. Poll. Cont. Adm. Div. of Tech. Supp. 281 pp.
- MIP. 1981. Manual de control para muestreo de aguas residuales. CIP-CITIP. C. Habana. 54 pp.
- PEREZ, R. J; GUTIERREZ, D. J. y SANTIAGO, J. F. 1992. Alternativas para la producción de proteínas a partir de residuales porcinos. CUBAIDIS'92. XXIII Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cuba. Tomo I (1): 311-322
- ROBSON, E. 1992. Lentejas de agua: Una planta humilde que encuentra una función importante en la limpieza de los desperdicios y en la creación de proteínas. Revista Fuente, PNUD: 22-26
- RUSOFF, L. 1980. Duckweeds (Lemnaceae family): a potential source of protein and amino acids. Journal of Agric. Chem. 25-30
- SKILLICORN, P; SPIRA, W. y JOURNEY, W. 1993. Duckweed Aquaculture. A new aquatic farming system for developing countries. The World Bank. Publication, USA. 76 pp.
- TRUAX, E. 1972. Duckweed for chick feed. Louisiana Agriculture. 26 (1). 32:38
- VOISIN, A. 1966. Dinámica de los pastos. Ed. Granma. La Habana. Cuba. 452 pp.