EFICACIA DEL CONTROL DE LARVAS DE VECTORES DE LA MALARIA CON PECES LARVÍVOROS NATIVOS EN SAN MARTÍN, PERÚ*

Elmer Rojas P[1], Mario Gamboa B[2], Segundo Villalobos R[1], Francisco Cruzado V[1]

RESUMEN

Objetivo: Determinar la eficacia del control larvario de vectores de la malaria con peces larvívoros nativos en San Martín, Perú. ***Material y métodos:*** Estudio experimental que se llevó a cabo en las localidades de Yumbatos, Alianza y San Juan de Shanusi con ocho criaderos cada uno, identificándose las especies nativas *Rivulus urophtalmus* «chuina» y *Pyrrulina brevis* «achualillo» comparados con la eficacia ejercida por *Poecilia reticulata* «guppy». Se midieron variables como temperatura, *p*H, concentración de electrolitos en el agua, densidad de los peces y presencia de otros depredadores. ***Resultados:*** Los peces nativos alcanzaron una eficacia de 98% en el control de larvas de *Anopheles*, cuando se mantuvieron en densidades entre 10 y 15 peces/m^2; estos peces alcanzan longitudes hasta de 8 cm, y tienen similar o mayor voracidad que *Poecilia reticulata*. Asimismo, se evidenció la existencia de peces depredadores, *Hoplias malabaricus* «fasaco» y *Simbranchus marmoratus* «atinga», los que se alimentan de estos peces pequeños. ***Conclusiones:*** Los peces nativos son eficaces para el control de larvas de *Anopheles*; asimismo, se deben tener en cuenta la existencia de otras especies depredadoras, así como la limpieza de la maleza de los criaderos para incrementar la eficacia del control.

Palabras clave: *Control de mosquitos; Control Vectorial; Anopheles; Malaria; Peces Larvífagos; Perú (fuente: BIREME).*

ABSTRACT

Objective: To determine the efficacy of larval control for malaria vectors with larvae feeding native fish in San Martin, Peru. ***Material and methods***: Experimental study performed in Yumbatos, Alianza, and San Juan de Shuani in eight breeding places each, comparing the larvicidal efficacy of the following species: *Rivulus urophtalmus* («chuina») and *Pyrrulina brevis* («achualillo») against *Poecilia reticulata* («guppy»). Variables such as temperature, *p*H, water electrolyte concentration, fish density, and the presence of other predators were measured. ***Results:*** Native fish achieved a 98% efficacy in controlling *Anopheles* larvae when they were maintained in densities ranging from 10 to 15 fish/m^2; these fish reach 8 cm long, and they are more voracious compared to *Poecilia reticulata*. Additionally, it was evidenced that the existence of predating fish, such as *Hoplias malabaricus* («fasaco») and *Simbranchus marmoratus* («atinga») who feed on the aforementioned small fish. ***Conclusions:*** Native fish are efficacious for controlling Anopheles larvae; also, the existence of other predator species should be taken into account, as well as cleaning the weeds in order to improve control efficacy.

Key words: *Mosquito Control; Vector Control;* Anopheles; *Malaria; Larviphage Fishes; Peru (source: BIREME).*

INTRODUCCIÓN

La Región San Martín ubicada al noreste de la selva peruana, con una población de 743 668 habitantes es endémica para diferentes enfermedades metaxénicas, tales como la malaria, fiebre amarilla, dengue, y encefalitis equina, transmitidas por mosquitos de la familia Culicidae, los que se desarrollan en dos medios diferentes (acuático y aéreo). San Martín presenta condiciones ambientales propicias para el desarrollo de mosquitos transmisores de la malaria; tiene importancia el extremo noreste de la región, donde el flujo migratorio expone permanentemente a la población al riesgo de transmisión de la malaria[1-2].

Los éxitos iniciales de los programas de erradicación de insectos vectores de la malaria mediante el uso de insecticidas químicos de síntesis fracasaron, debido al desarrollo de resistencia por parte de algunos vectores[3-6].

Además, la constante presencia de lluvias en esta zona del país es uno de los factores que no permite una residualidad duradera de los productos sobrenadantes (como los insecticidas y las bacterias), por lo que el con-

1 Dirección Regional de Salud. Tarapoto, San Martín, Perú.
2 Ministerio de Pesquería. Tarapoto, San Martín, Perú.
* Este estudio contó con el apoyo técnico-financiero del PROYECTO VIGÍA (MINSA/USAID). «Enfrentando las amenazas de las enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes».

trol biológico con peces larvívoros tiene una gran ventaja, sobre todo porque sus condiciones permiten la reproducción, logrando un control más efectivo sobre las larvas de vectores de la malaria y de otras enfermedades metaxénicas emergentes. Dado que se conoce muy poco acerca de los enemigos naturales de los adultos, el control biológico en anofelinos y otros culicideos está básicamente orientado a reducir las poblaciones en sus estadios inmaduros que se desarrollan en medio acuático[7], por lo que es un período en el que se puede combatir al vector.

Por otra parte, la eficacia de la acción de un depredador está en relación directa con muchos factores tales como la densidad de depredadores y factores de tipo ambiental, como temperatura y humedad relativa. En un hábitat acuático, las formas larvales y pupales de cualquier especie de mosquito representan una gran fuente alimenticia para los organismos depredadores, por lo que en determinado momento y bajo ciertas condiciones ambientales estos estadios de desarrollo representan uno de los mayores componentes alimenticios de un ecosistema acuático[3-8].

Trabajos anteriores demuestran que dentro de la gran diversidad de peces presentes en esta región, los peces larvívoros «guppy» (pez introducido) y «chumillo» (o pez saltarín, nativo de los aguajales o pantanos de San Martín) son depredadores de larvas de insectos vectores de enfermedades emergentes[9-10]. En la región San Martín, al igual que en todo el país, existe la tendencia a cambiar la política del uso de insecticidas químico-sintéticos por el control biológico, por lo que se plantea evaluar la eficacia del control de larvas de vectores de la malaria con peces larvífagos nativos. Según datos registrados de malaria, hubo una reducción de 11 826 casos en 1992 a 1 839 en 1999, debido al constante rociamiento de criaderos y domicilios con insecticidas sintéticos con residualidad de corta duración. Por tal motivo, nuestros esfuerzos están encaminados hacia el logro de nuevas medidas de control biológico que permitan combatir eficazmente las plagas de dípteros hematófagos, sin ocasionar la contaminación ambiental que esto significa y sin riesgos para el hombre y los animales.

En el presente trabajo se estudió la eficacia del control de larvas de vectores de la malaria con peces larvívoros nativos *Rivulus urophtalmus* «chuina» y *Pyrrhulina brevis* «achualillo» en comparación con la ejercida por el pez *Poecilia reticulta* «guppy» en campo, y se determinó las variantes que ofrecen en los criaderos naturales desarrollados en las localidades de Yumbatos, Alianza y San Juan de Shanusi, pertenecientes al Distrito de Pongo de Caynarachi, Provincia de Lamas, Región San Martín, durante el año 2001.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la zona de los Valles del Caynarachi y Shanusi, comprendiendo las localidades de Yumbatos (6° 19´ 30´´LS, 76° 18´ 00´´ LO a 212 msnm), Alianza (6° 07´ 10´´ LS, 76° 16´ 45´´ LO, a 165 msnm) y San Juan de Shanusi (6° 09´ 41´´ LS., 76° 19´ 75´´ LO., a 175 msnm), todos pertenecen al Distrito de Pongo de Caynarachi, Provincia de Lamas, Región San Martín, Perú. Estas localidades están ubicadas en zonas de tránsito entre Tarapoto y Yurimaguas.

DISEÑO

Estudio de diseño experimental. El tamaño de muestra fue estimado por criterio del investigador[11,12], en cada localidad se trabajaron ocho criaderos, los que fueron seleccionados aleatoriamente y distribuidos de la siguiente forma: dos criaderos testigo, dos criaderos para sembrar *Py. brevis* «achualillo» y *R. urophtalmus* «chuina», dos criaderos para sembrar *P. reticulata* «guppy», y dos criaderos para sembrar *P. reticulata* más *Py. brevis* y *R. urophtalmus*.

SELECCIÓN DE CRIADEROS

Los criaderos seleccionados cumplieron con los siguientes criterios: agua permanente, estancadas o ligeras corrientes, el área y las especies de vectores presentes. En total se incluyeron 24 criaderos (ocho por localidad), fueron codificados según localidad: San Juan de Shanusi (desde SJ-1 hasta SJ-8), Alianza (desde A-1 hasta A-8) y Yumbatos (desde Y-1 hasta Y-9).

SIEMBRA DE LOS PECES LARVÍVOROS

Los peces larvívoros biorreguladores fueron capturados en las estaciones pesqueras del Ministerio de Pesquería («guppy») y las especies nativas se capturaron en los aguajales. Antes de la aplicación de los peces en los criaderos, se realizó la identificación taxonómica de las especies nativas[9,10,13]. Con respecto a la captura y transporte de los peces larvívoros a los criaderos, *P. reticulata* «guppy» fue trasladado en bolsas conteniendo 250 a 300 peces (bolsas de 20 L llenas con oxígeno y transportadas dentro de baldes), lográndose transportar vivos a los sitios del estudio 99% de los peces con no más de 10 horas en el contenedor. En tanto que, en el caso de los peces nativos *R. urophtalmus* «chuina» y *Py. brevis* «achualillo», dado que son de mayor tamaño que *P. reticulata* (alcanzan una longitud de 7 cm a 8 cm) son también más frágiles para el transporte, lo que sólo permite poner entre 100 y 150 peces por bolsa, además que no deben permanecer dentro del contenedor por más de 4 a 6 h, puesto que en la defecación concentran gran

cantidad de amoniaco. Si bien, al desarrollar el estudio en un inicio se tuvo una mortalidad entre 20% y 30%, luego de realizarse las modificaciones respectivas, ésta disminuyó entre 1% y 2%.

Para efectuar la siembra de los peces se localizó un criadero como reservorio de estos peces por localidad, los cuales sirvieron de fuente para la siembra. Ésta se realizó durante la primera semana de mayo de 2001, en horas en que el agua tenía temperaturas bajas (principalmente en la mañana). La cantidad de peces sembrados estuvo entre 10 y 15 por m^2, dependiendo de las condiciones existentes en el criadero y de la cantidad de peces en éste. Después de la siembra, se efectuaron chequeos cada 15 días, prestando especial atención a la dinámica de la densidad de las larvas y los peces. Además, se realizaron análisis del contenido estomacal de algunos peces capturados para verificar si se alimentaban de larvas de vectores.

DEFINICIONES OPERACIONALES

Densidad larvaria de Anopheles: Fue determinado mediante el índice de densidad larvaria, a través del método del cucharón[14,15], realizado antes del tratamiento y cada 15 días.

> Índice de Densidad Larvaria (IDL) = Total de larvas/ Número de cucharonadas.

Eficacia de controladores biológicos: calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:

> Número de criaderos positivos a larvas / Total de criaderos tratados x 100.

Variables extrañas de los criaderos: Incluyeron las diversas características de los criaderos que fueron consideradas, éstas se midieron dos veces, antes del tratamiento y a los tres meses; se determinaron los aspectos: físico-químicos (*p*H, dureza total, O_2, NH_3, NH_2, amoniaco, Fe, alcalinidad total, área y volumen, temperatura del agua en cinco puntos diferentes), presencia de vegetación, presencia de depredadores de peces larvívoros (calculado mediante el índice de densidad de peces (IDP) = Total de peces / Número de calcales), presencia de otros controladores biológicos como libélulas (Índice de Densidad de Libélulas = Total larvas de libélula / Número de cucharonadas).

RESULTADOS

En la quebrada de San Roque de Cumbaza se encontró la especie *R. urophtalmus* (Gunther, 1866), nombre común «chuina» o «chumillo» (del género *Rivulus*, familia Rivulidae, suborden Atherimorpha, orden Osteichthyes, clase Cyprinodontiformes); en tanto que en «cochas» de San Juan de Shanusi, además de la especie anterior también se encontró *Py. brevis*, nombre común «achualillo» (del género *Pyrrhulina*, Familia: Lebiasinidae, Clase Charasiformes)[10,16-17] y que es propio de los aguajales (pantanos con plantas de aguaje). Por la convivencia de ambas especies en un mismo hábitat y por el mismo tipo alimenticio que tienen naturalmente, para fines del estudio, se consideraron a los peces «chumillo» y «achualillo» como uno solo (*R. urophtalmus* + *Py. brevis*).

CARACTERÍSTICAS DE LOS CRIADEROS

Se identificaron depredadores de peces larvívoros, especímenes propios de los ecosistemas acuáticos de la región: *Hoplias malabaricus* «Fasaco» y *Symbranchus marmoratus* «Atinga», los que dificultaron el control sobre las densidades de larvas de criaderos. Además, se encontró la presencia de otros controladores biológicos, en un promedio de 2 larvas/m^2 de libélulas (Odonata: Libellulidae), 1 *Tropisternum*/m^2 «escarabajos de agua» (Coleóptera: Hydrophilidae) y chinches de agua 1 *Belostoma*/m^2 (Hemíptera: Belostomatidae)[7,9,13,18-19].

Respecto de las características físico-químicas del agua de los criaderos, se encontró: *p*H entre 3,51 y 6,75; valores de sulfatos entre 48 y 134 ppm; O_2 entre 0,032 y 0,36 ppm, amoniaco = 0,0; dureza entre 0,0 y 160 ppm, fosfatos entre 0,11 y 0,64 ppm, hierro entre 0,0 y 0,89, nitritos entre 0,17 y 1,15 ppm, nitratos entre 0,0 y 0,061 ppm, alcalinidad entre 4,88 y 195,2 ppm y turbidez entre 1,95 y 35,3. Las variaciones de estas características dependieron del grado de descomposición de materia orgánica en estos criaderos.

EVALUACIÓN DEL CONTROL LARVARIO POR LOCALIDAD

En la localidad de Alianza, los criaderos A-4 y A-7 fueron controles (testigos), encontrándose densidades larvarias variables frente a los otros criaderos, los cuales tuvieron densidades larvarias casi siempre más altas (Tabla 1 y figuras 1 y 2).

En la localidad de San Juan de Shanusi**,** los criaderos SJ-7 y SJ-8 fueron testigos, los que presentaron densidades casi siempre más altas que las registradas en los criaderos con peces (Tabla 2 y figuras 3 y 4).

Tabla 1. Resultados de la evaluación del control larvario con peces en la localidad de Alianza, San Martín, Perú.

Criadero	Tipo de cultivo	Controles - Densidad larvas (L) y peces (P)																	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX	
		L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P
A-1	Guppy	0,3	15	1,3	2	0.0	12	0,6	12	1,3	6	0,5t	7	1,5	3	1,0	12	0,0	13
A-2	Gupppy + Achualillo	2,0	15	0,0	15	0,0	14	3,0	0	2,7	6	0,3	13	1,5	6	0,0	15	0,0	15
A-3	Guppy	0,6	15	0,1	14	0,0	14	0,0	9	0,0	6	0,1	15	0,2	15	0,8	15	0,1	15
A-4	Testigo	3,0	---	2,5	---	3,0	---	1,5	---	3,5	---	2,0	---	2,5	---	3,0	---	3,5	---
A-5	Achualillo	0,5	15	0,0	14	0,0	2	0,3	6	0,0	4	0,2	15	0,0	15	0,0	14	0,0	16
A-6	Gupppy + Achualillo	0,0	15	4,8	14	0,0	12	1,2	11	8,0	8	0,0	14	0,0	13	0,0	15	0,0	14
A-7	Testigo	0,5	---	0,8	---	0,3	---	0,5	---	2,7	---	1,3	---	9,5	---	5,8	---	2,7	---
A-8	Achualillo	0,6	15	0,6	15	0.0	13	0,5	3	0,3	15	1,5	13	0,1	14	0,0	14	0,6	15

Guppy = *Poecilia reticulata*
Achualillo = *Rivulus urophtalmus* + *Pyrrhulina brevis*

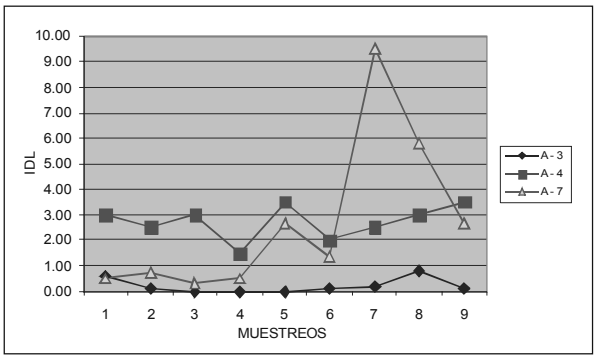

Figura 1. Densidad larvaria de criaderos (tipo charco) A-3 «guppys», A-4 y A-7 testigos, en Alianza, San Martín.

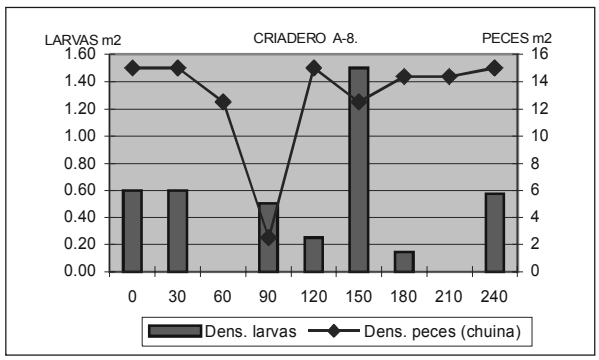

Figura 2. Densidad larvaria frente a la densidad de peces en criaderos (tipo charco) A-8 «chuinas», en Alianza.

Tabla 2. Resultados de la evaluación del control larvario con peces en la localidad de San Juan de Shanusi, San Martín, Perú.

Criadero	Tipo de cultivo	Controles - Densidad larvas (L) y Peces (P)																	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX	
		L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P
SJ-1	Guppy	1,8	10	1,4	10	0,8	12	0,6	15	0,0	15	0,2	15	0,2	15	0,0	14	0,0	14
SJ-2	Gupppy + Achualillo	4,0	15	0,6	14	0,4	11	0,0	13	0,2	15	0,2	16	0,4	15	0,0	15	0,2	15
SJ-3	Achualillo	10,3	15	0,0	15	0,0	15	1,5	12	0,3	15	0,0	15	0,3	15	0,0	15	0,5	15
SJ-4	Guppy	7,5	15	0,0	15	0,0	15	0,0	12	0,0	13	0,2	15	0,2	13	0,0	15	0,0	15
SJ-5	Achualillo	5,2	15	0,0	15	0,0	14	0,0	15	0,2	12	0,0	14	0,0	15	0,3	15	0,0	15
SJ-6	Gupppy + Achualillo	4,2	14	1,6	7	5,0	5	1,8	9	1,0	11	1,3	10	0,0	13	0,5	15	0,3	14
SJ-7	Testigo	3,3	---	1,7	---	2,0	---	3,1	---	2,4	---	2,9	---	3,0	---	2,1	---	2,9	---
SJ-8	Testigo	4,4	---	2,0	---	2,0	---	1,3	---	1,7	---	2,3	---	1,8	---	2,5	---	2,7	---

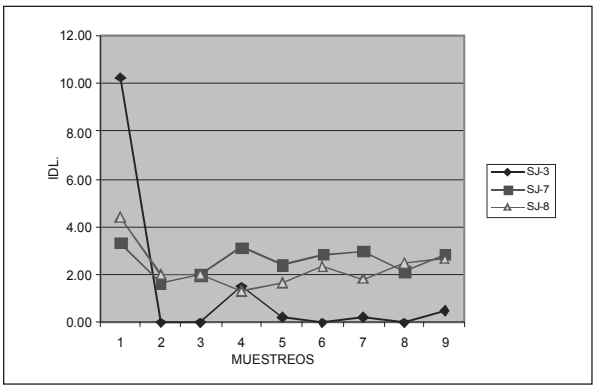

Figura 3. Densidad larvaria de criaderos (tipo charco-aguajal) SJ-3 «chuinas», SJ-7 y SJ-8 testigos, en San Juan de Shanusi.

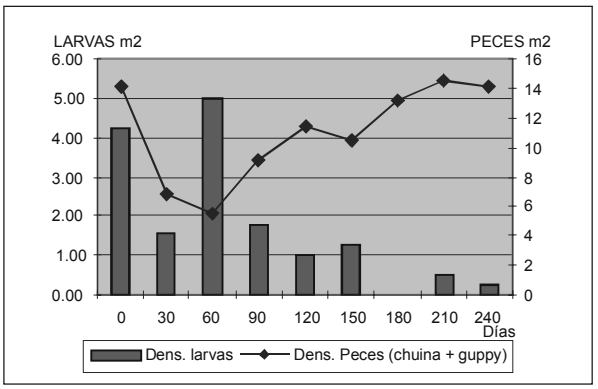

Figura 4. Densidad larvaria frente a densidad de peces en criaderos (tipo charco-aguajal) SJ-6 «chuinas» más «guppys», en San Juan de Shanusi.

En la localidad de Yumbatos, tuvimos dificultades para el cultivo de los peces larvívoros debido a la infestación de peces depredadores de la zona (*S. marmoratus* «atinga» y *H. malabaricus* «fasaco»), se controló con la limpieza de los criaderos y la siembra oportuna hasta obtener una densidad adecuada de peces larvívoros que permitan un control de la densidad larvaria.

En esta localidad se tuvo a los criaderos Y-7 y Y-8 como testigos, los cuales presentaron densidades larvarias similares a los registrados en los criaderos con peces larvívoros (Tabla 3, figuras 5 y 6).

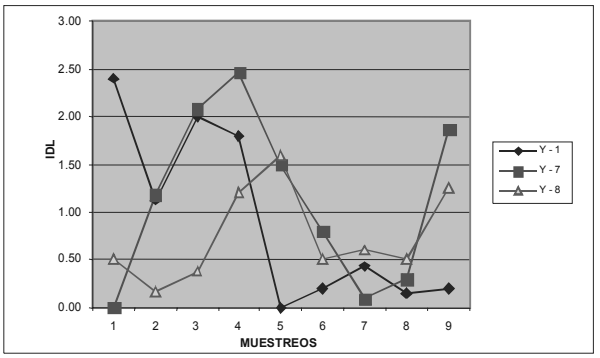

Figura 5. Densidad larvaria de criaderos (tipo piscina) Y-1 «chuinas» y Y-7 y Y-8 testigos, en Yumbatos.

Tabla 3. Resultados de la evaluación del control larvario con peces en la localidad de Yumbatos, San Martín, Perú.

Criadero	Tipo de cultivo	Controles - Densidad larvas (L) y Peces (P)																	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX	
		L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P
Y-1	Achualillo	2,4	15	1,1	5	2,0	2	1,8	9	0,0	13	0,2	14	0,4	12	0,1	12	0,1	11
Y-2	Gupppy + Achualillo	2,4	15	4,5	9	5,3	2	3,9	8	1,5	10	0,0	14	0,1	12	0,5	11	0,3	14
Y-3	Guppy	0,0	15	1,1	9	2,1	2	2,9	1	1,2	9	0,0	12	0,8	14	0,4	15	0,3	14
Y-4	Gupppy + Achualillo	1,0	15	1,0	14	5,0	2	3,4	6	1,0	4	0,0	15	0,0	14	0,2	14	0,4	14
Y-5	Guppy	4,5	15	0,5	14	2,8	8	1,8	12	0,0	15	1,4	12	0,3	14	1,0	14	2,5	11
Y-6	Achualillo	2,2	15	0,0	15	0,4	13	3,0	3	0,0	15	0,8	13	0,2	14	0,2	14	0,1	15
Y-7	Testigo	0,0	---	1,2	---	2,1	---	2,5	---	1,5	---	0,8	---	0,1	---	0,3	---	1,9	---
Y-8	Testigo	0,5	---	0,2	---	0,4	---	1,2	---	1,6	---	0,5	---	0,6	---	0,5	---	1,3	---
Y-9	Testigo	1,5	---	0,3	---	1,0	---	2,1	---	0,8	---	0,8	---	0,3	---	0,5	---	1,0	---

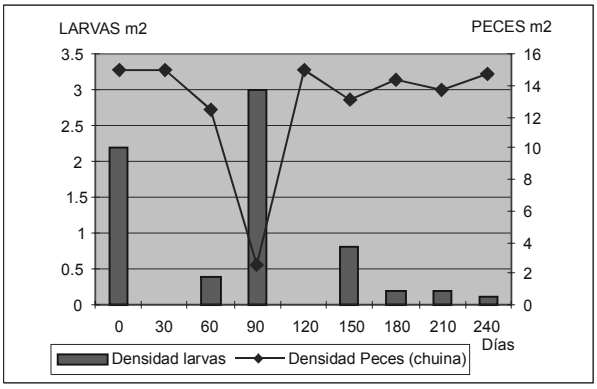

Figura 6. Densidad larvaria frente a la densidad de peces en criaderos (tipo piscina) Y-6 «chuinas» en Yumbatos.

Los charcos donde habitan estos peces se encuentran con índice de densidad larvaria (IDL) entre 0 y 2 larvas/m^2, encontrándose principalmente larvas del I y II estadio; pero si en estos criaderos no existe vegetación, generalmente no presentan larvas.

DISCUSIÓN

Nuestro estudio mostró la eficacia del control larvario de vectores de la malaria con peces larvívoros nativos (*Py. brevis* y *R. urophtalmus)*, los que actúan como organismos biorreguladores[8,15-20]. Dado que se describe que estas especies en proporciones entre 10 y 20 individuos/m^2 pueden controlar larvas de mosquitos de culicideos en criaderos naturales, se utilizó al pez *P. reticulata* «guppy» como referencia para la siembra y control larvario de los peces nativos *Py. brevis* «achualillo» y *R. urophtalmus* «chuina»[8,13,16-17]. Cabe mencionar que entre las características principales de estas especies es que tienen como hábitat principal a los charcos de agua no muy profundos (profundidad máxima 50 cm), rodeados de plantas de *Mauritia flexuosa* «aguaje» (aguajales), viven generalmente agrupados en parejas o formando cardúmenes entre 10 y 15 especímenes, y presentan un mimetismo que los protege de predadores (su color canela es similar al del agua de los charcos en los que habita). Sobre el comportamiento de las especies estudiadas, es importante mencionar que los peces nativos tienen hábitos de alimentación nocturno hasta las primeras horas de la mañana (puede ser debido a las altas temperaturas del agua durante el día), y retardan entre 4 y 6 meses su ciclo de reproducción; en comparación con *P. reticulata* que tiene hábitos de alimentación diurna y puede reproducirse entre 2 y 3 meses, obteniendo gran cantidad de alevinos en poco tiempo. La voracidad de los peces nativos es similar o mayor con respecto a la de *P. reticulata*; sin embargo, la diferencia es que los peces nativos son de mayor tamaño y por tanto presentan mayor dificultad para salir hasta el borde de la orilla del criadero que es precisamente donde se refugian las larvas de los mosquitos. Se observó que tanto los peces nativos como *P. reticulata* pueden compartir el mismo hábitat, logrando mayor competencia por el alimento (larvas de mosquitos), siendo más eficaz el control ejercido sobre éste. Si se tiene como premisa que se considera eficaz el control de los peces sobre larvas de *Anopheles* y otros culicineos cuando no se encuentran larvas de III y IV estadio[8], nuestro estudio encontró que los peces nativos *R. urophtalmus* y *Py. brevis* alcanzaron una eficacia de 98% de control de larvas de *Anopheles*: se encontraron larvas de I y II estadio en 99% (*An. benarrochi, An. dunhami* y *An. rangeli*)[14,21], muy escasas larvas de III y IV estadio, y de 10 a 15 peces nativos/m^2. Ello refleja que el control por estos peces es positivo no solo sobre larvas de *Anopheles* sino también de otros culicideos. Cabe resaltar que las densidades de larvas encontradas estuvieron por debajo de los niveles de riesgo para la transmisión de la malaria[14].

Entre los factores externos que limitan la presencia de peces larvívoros, se tiene a la presencia de peces nativos carnívoros como *H. malabaricus* «fasaco» y *S. marmoratus* «Atinga». En nuestro estudio no se reportó la presencia de otro tipo de depredadores. De otro lado, la temperatura del agua en el día alcanza 35°C, haciendo que los peces se refugien en algunos huecos, sombras de los criaderos o finalmente mueran. Otro factor que influye en el control biológico de peces larvívoros tiene que ver con la variación del área y volumen del agua de los criaderos, dado que en tiempos de lluvia, estos rebasan las áreas que se tienen registradas, haciendo que la densidad de peces disminuya en comparación con el aumento de las nuevas áreas de agua; de otro lado, en períodos secos el área y volumen del agua disminuye provocando el hacinamiento y canibalismo de los especímenes (principalmente contra los alevinos). Asimismo, la vegetación de los criaderos es un factor importante para el control larvario, ya que éstos se refugian en las hierbas (característica común en la zona del estudio), lo que hace que los peces tengan dificultades para localizar a sus presas (larvas). Respecto de otros controladores biológicos de larvas de mosquitos, los muestreos realizados indicaron que estos no influyen en el control de larvas de vectores de malaria dentro de los criaderos. Se reportó la presencia de larvas de libélulas, coleópteros acuáticos y chinches de agua en todos los criaderos; además, que en los criaderos testigos éstos no ejercieron ninguna influencia en la disminución de la densidad de larvas, dado que su consumo es mínimo con relación al de los peces[7, 22-23]. En conclusión, nuestro estudio demuestra la eficacia del control biológico en anofelinos, en la reducción de sus estadios inmaduros que se desarrollan en medio acuáti-

co, por lo que debería tenerse en cuenta esta estrategia para el control vectorial de la malaria del país, teniendo en cuenta que esta forma de control evita además el desequilibrio del medio ambiente, como ocurre con el control químico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Perú, Ministerio de Salud.** Plan maestro en salud 1996-2000. Tarapoto: MINSA; 1996.
2. **Perú, Ministerio de Salud.** Sistema nacional de vigilancia de vectores transmisores de enfermedades. Lima: Dirección General de Salud Ambiental, MINSA; 1998.
3. **Academia Nacional de Ciencias de Cuba.** Fundamentos de control biológico de los dípteros hematófagos en el Archipiélago Cubano. Serie Biología. N°60. La Habana: ANCC; 1976.
4. **Organización Mundial de la Salud.** Manual de ordenamiento del medio para la lucha contra los mosquitos. Ginebra: OMS; 1984.
5. **Organización Panamericana de la Salud.** Biología y ecología de los vectores de la malaria. Washington DC: OPS; 1986.
6. **Fundación CIDEIM.** Manual de entomología médica para investigadores de América Latina. Bogotá: CIDEIM; 1994.
7. **García I, Peña C.** Insectos acuáticos biorreguladores de las larvas de mosquitos presentes en los cuerpos de agua en Santo Domingo, República dominicana. Rev Cub Med Trop 1993; 45(3):213-4.
8. **García-Ávila I, Koldenkova L, Santamarina-Mijares A, Gonzales-Broche R.** Introducción del pez *Poecilia reticulata* (Peters, 1895) (Cyprinodontiformes: Poeciliidae), agente biorregulador de culicidos en lagunas de oxidación y zanjas contaminada en la Isla de la Juventud. Rev Cubana Med Trop 1991; 43(1):45-9.
9. **Montalbán E.** Estudios preliminares para evaluar la capacidad larvívora de peces locales en la Provincia de San Martín y Rioja. San Martín: Ministerio de Salud; 1989. Informe Técnico.
10. **Iannacone J, Alvariño L.** Peces larvívoros con potencial para el control biológico de estados inmaduros de zancudos del Perú. Rev Per Entomol 1997; 40:9-19.
11. **Hernández R, Fernández C, Baptista P.** Metodología de la investigación. 2da ed. México DF: Mc Graw Hills S.A; 2000.
12. **Alarcón J.** Principios y técnicas de la investigación científica. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2001.
13. **Fels JF, de Rham P.** Recentes collectes de *Rivulus* (Cyprinodontidés) au Pérou, avec description de six nouvelles espèces. Rev Fr Aquariol 1982; 8(4): 97-106.
14. **Calderón G.** Módulo de entomología básica y vigilancia vectorial. Lima: Instituto Nacional de Salud; 1998.
15. **Perú, Ministerio de Salud.** Manual de procedimientos para la vigilancia entomológica y de reservorios del Perú. Lima: Dirección General de Salud Ambiental, MINSA; 2001.
16. **Koldenkova L.** Resultados preliminares acerca de la fecundidad del pez larvívoro *Poecilia reticulata* Peters 1815 (Cyprinodontiformes: Poecilidae). Rev Cubana Med Trop 1987; 39(1):67-71.
17. **Koldenkova L, Famyhingoc D, García-Ávila I.** Alimentación de los alevines del pez larvívoro *Poecilia reticulata*, Poep 1860 en un criadero natural de *Culex quinquefasciatus*. Rev Cubana Med Trop 1989; 89(1):40-8.
18. **Roldán G.** Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Antioquia: Universidad de Antioquia; 1988.
19. **Barnes RD.** Zoología de los invertebrados. 7ª ed. México DF: McGraw-Hill; 1996.
20. **García-Ávila I, Koldenkova L, Gonzáles J.** *Cyprinodon variegatus* (Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae) bioregulator of mosquito larvae of *Aedes taeniorhynchus* and *Culex bahamensis* in the isle of Youth, Cuba. Mem Inst Oswaldo Cruz 1992; 87(3):461.
21. **Consoli R, de Oliveira R.** Principais mosquitos de importancia sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 1994.
22. **Santamarina M. A.** Los Odonatos como biorreguladores de las fases larvales de los mosquitos. Rev Cubana Med Trop 1986; 38(1):89-97.
23. **Santamarina M. A.** Valoración de la capacidad depredadora del *Dineutes longimanus* Olivier, 1840 (*Coleoptera: Gyrinidae*) en condiciones de laboratorio. Rev Cubana Med Trop 1987; 39(1):59-62.

Correspondencia: *Elmer Rojas P.*
Dirección Regional de Salud San Martín. Jr. Cahuide 146. Tarapoto. San Martín, Perú.
Teléfono: (511)-042-523215
Correo electrónico: elmerrojas@mixmail.com