

# EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL PERIODO DE SECA SOBRE LA POBLACIÓN DE VECTORES DE MALARIA

---

EVALUATION OF THE EFFECT OF DRY PERIOD ON POPULATION OF MALARIA VECTORS

*José M. Rivas Gelacio<sup>1</sup>  
Pedro Zamora Romero<sup>2</sup>*

Fecha de recepción: 03 febrero 2014

Fecha de aceptación: 09 septiembre 2014

## **Resumen**

*Existen evidencias que los casos de malaria en la Costa Norte del Perú guardan una relación con la cercanía de las poblaciones a los valles arroceros. Como estrategia de prevención, se ha diseñado una técnica de modificación del riego tradicional por inundación de los campos de cultivo por periodos de seca durante la fase vegetativa de este cultivo.*

*Con la finalidad de determinar el periodo de seca más óptimo y validar las intervenciones realizadas con secas de ocho días en el distrito de Pítipo en la campaña arrocera 2005 - 2006 y en la campaña 2006 - 2007, considerando además a los distritos de Mochumí y Chongoyape. En cuanto a la reducción larvaria del vector de la malaria se decidió investigar tres periodos de seca; de cuatro, ocho y doce días; comparadas con el riego tradicional. El ensayo se realizó en los campos experimentales de la Estación Vista Florida - INIEA durante la campaña arrocera*

---

1 Biólogo, Dirección de Salud Ambiental (DESA), Ciclayo-Perú, jmrviasg@hotmail.com

2 Biólogo, Consultor Ambiental, pedrozar\_1@yahoo.es

2007 - 2008, que tuvo cuatro tratamientos con cuatro repeticiones midiendo la cantidad de larvas de III y IV estadio y pupas a los cinco días de cada riego. Los resultados mostraron que el periodo de seca mas efectivo en la reducción del vector de la malaria fue el de doce días seguido del de ocho días. El porcentaje de reducción promedio para las larvas de III y IV estadio fueron de 93,75%; 80,00% y 19,38% para los periodos de doce, ocho y cuatro días de seca.

**Palabras clave:** arroz, cultivo, Malaria, manipulación ambiental, reducción larvaria, riego intermitente, secas intermitentes.

### **Abstract**

There are evidences that malaria cases on the north coast of Peru have a relationship with the proximity of populations to rice valleys. As a prevention strategy, we have designed a modification technique of the traditional flood irrigation of agricultural fields during dry periods the vegetative phase of the crop. In order to determine the optimum dry period to validate the interventions with eight dry days in the Pítipo district in the 2008 - 2009 and the 2010 - 2011 paddy season, also the Mochumí and Chongoyape districts were considered. As for the larval reduction of malaria vector it was decided to investigate three periods of, four, eight and twelve dry days, compared to traditional irrigation. The trial was conducted in the experimental fields of the Vista Florida - INIEA Station during the rice season 2010 - 2011, which had four treatments with four repetitions, measuring the amount of III and IV larvae and pupae stage for five days of each irrigation.

The results showed that the most effective dry period in the reduction of the malaria vector was the twelve days period followed by eight days period. The average reduction percentage for larval stage III and IV were 93.75%, 80.00% and 19.38% for the twelve, eight and four dry days periods.

**Keywords:** Malaria, rice, cultivation, intermittent, dry intermittent irrigation, environmental manipulation, larval reduction.

## **1. Introducción**

La malaria considerada como una enfermedad endémica en el Perú, la cual tiene un patrón definido que lo caracteriza por ser cíclico y estacional y estar asociado geográfica y ecológicamente a zonas tropicales y desérticas irrigadas en la costa norte. Las estadísticas demuestran que el 32% de la población nacional se encuentra en riesgo de contraer malaria. El área de transmisión de malaria involucra al 75% del territorio nacional, distribuidos

en tres grandes escenarios epidemiológicos; la cuenca amazónica, valles occidentales de la costa norte, y valles interandinos hasta los 2300 m.s.n.m.

La Malaria en el Departamento de Lambayeque a través de los años se ha presentado en forma cíclica describiendo una curva con características similares año tras año, notándose el incremento de casos en los meses de verano, relacionándose así la presencia y/o incremento del vector con los factores climatológicos como son la temperatura elevada, la humedad, precipitaciones pluviales, vientos, etc.; factores que se acentúan con los fenómenos climatológicos como el niño y la niña.

En la Región Lambayeque, en el año 2005 se reportaron 449 casos para malaria vivax, siendo Motupe y Salas los distritos más afectados con 127 y 118 casos; en el año 2006, se reportaron 125 casos en los distritos de Motupe y Chochope 12 casos y en Salas con 09 casos; en el 2007 se notificaron 147 casos teniendo como distritos más afectados a Chochope y Motupe con 15 casos y Salas con 12 casos; y en lo que respecta a malaria falciparum en el 2005 no se registró ningún caso, en el 2006 y 2007 fue solo el distrito de Motupe que reportó 01 caso. (Oficina de Epidemiología de la DIRESA Lambayeque)

En la Región en mención, tenemos dos especies de vectores principales para malaria, *Anopheles albimanus* y *Anopheles pseudopunctipennis*, el primero se ha encontrado usualmente en forma extra domiciliaria y peri domiciliaria muy poco intra domiciliario y al segundo se le ha encontrado en el intradomicilio y a diferencia de la especie *A. albimanus*, éste se incrementa cuando la humedad y temperatura son más elevadas que lo normal en la estación de verano como sucedió en la época del Fenómeno El niño en el año 1998 y fue a causa de este problema de la naturaleza que el vector de la malaria se dispersó por todo el Departamento.

Los agroecosistemas irrigados del arroz se consideran como los puntos de origen para las enfermedades transmitidas por mosquitos vectores debido a la presencia numerosa de éstos. Por todo el mundo, más de 89 especies de anófeles se asocian al cultivo del arroz (06), y por lo menos 23 especies ocurren en una variedad de habitats acuáticos presentes en los agroecosistemas africanos del arroz.

En nuestra costa norte los sembríos de arroz constituyen las principales fuentes para el *Anopheles albimanus*, vector incriminado en la transmisión de malaria y en los últimos años se han incrementado las áreas de cultivo de arroz a otras regiones; de tal forma que en el 2004, al mes de julio, se han cultivado un total de 174 608 hectáreas de arroz, de los cuales 85 681 has. co-

rresponden a los departamentos de Piura, Tumbes, Lambayeque y La Libertad; incrementándose el riesgo de la transmisión de la malaria debido a que estos cultivos se convierten en criaderos potenciales del vector de la malaria.

Las medidas de control probadas en contra del vector de la malaria, tales como el rociado residual en el interior de las viviendas y el uso de mosquiteros impregnados con insecticida, apuntan a la población adulta del mosquito. Sin embargo, hoy en día se habla de una gerencia ambiental que incluye una modificación ambiental (alteración permanente de sitios de reproducción para reducir las altas densidades de los mosquitos vectores) y la manipulación ambiental (alteración temporal de sus habitats acuáticos que crea condiciones desfavorables para la producción del mosquito).

El proyecto de Riego con Secas Intermitentes propone la aplicación de un método alternativo de riego para el cultivo de arroz, cambiando la forma de riego tradicional con inundación permanente del terreno, por riegos con periodos de secas, que impide el desarrollo del vector transmisor de malaria, reduce el consumo de agua de riego y contribuye a la protección del suelo, sin afectar el rendimiento por hectárea basado en experiencias previas tenidas en Piura el año 1994 en la Comunidad San Juan Bautista de Catacaos y en el año 2000 en el CIPCA - Piura. Siendo además el propósito de disminuir la población de larvas y pupas del vector de la malaria del cultivo.

El actual trabajo de investigación, en una primera etapa, pretende determinar experimentalmente en los campos de la Estación Experimental Vista Florida - INIEA el mejor periodo de seca, durante la fase vegetativa del arroz, que permita disminuir las formas inmaduras del vector de malaria sin afectar su rendimiento para posteriormente extenderlo a parcelas comerciales de agricultores del distrito de Pítipo.

La especie *Anopheles albimanus* está relacionada con el cultivo del arroz en nuestra región y en el resto de la costa norte de nuestro país; durante y después del Fenómeno Climatológico El Niño, esta especie de vector fue la causante de brotes epidémicos por malaria falciparum en distritos arroceros como Chongoyape, Pítipo y Oyotún en los años 1998, 2000 y 2003.

En la campaña agrícola 2006 - 2007, se cultivaron en la Región Lambayeque 12 500 Has. de arroz, constituyéndose la actividad económica principal y de subsistencia de 22 distritos, además de ser un alimento básico en la dieta diaria y de gran ocupación de mano de obra cuya técnica de cultivar es transmitida de generación en generación en la cual se hace un uso excesivo del

agua propiciando un ecosistema favorable para la reproducción de numerosos mosquitos vectores y molestos.

Por otro lado tenemos el crecimiento de la población que ha provocado que se vayan urbanizando áreas donde hace un poco tiempo atrás eran solo de cultivo situándose el perímetro de muchas de ellas a escasos metros de los cultivos provocando no solo un problema de riesgo para la salud por la elevada densidad de *An. Albimanus* sino también de tipo social al generar un descontento de sus pobladores por la gran abundancia de zancudos que se genera durante el ciclo del cultivo.

El ciclo biológico del vector de la malaria pasa por dos fases, una acuática para sus formas inmaduras y una aérea para el adulto, similar a los ciclos biológicos de los insectos de plaga del arroz, por lo que al cambiar el tipo de riego tradicional de inundación casi permanente por un riego con periodos de seca no solo tendría impacto en la reducción del vector de la malaria y otros zancudos molestos sino que también contribuiría a la reducción de los insectos plaga, haciendo que los agricultores reduzcan su inversión al disminuir los gastos por aplicaciones químicas espaciales contribuyendo también a la reducción de la contaminación del medio ambiente.

El propósito de esta investigación es disminuir la población de larvas y pupas del vector de la malaria aplicando distintos periodos de seca para finalmente determinar cual de ellos tiene mayor impacto en la reducción de las formas inmaduras del vector sin afectar el rendimiento del cultivo.

Siendo así que la presente investigación tuvo como propósito lograr un control sostenible del vector de la malaria mediante un manejo ambiental; donde se evaluó el efecto de las secas intermitentes sobre la población de vectores de la malaria; y el efecto de las diferentes frecuencias de secas sobre la población de larvas.

## **2. Material y método**

La investigación se realizó tomando como referencia todas las pozas de arroz cultivadas en la Estación Experimental Vista Florida.

De acuerdo al fin que se persiguió, ésta fue: explicativa; y de acuerdo al diseño de investigación fue experimental.

**Material:**

Unidad de Muestreo: Nuestra Unidad de Muestreo fueron las pozas de arroz definitivas para el trasplante diseñadas con dimensiones de 21.5 m. x 10 m.

Muestra: Se tomaron muestras de agua de todas las pozas del experimento, cuatro tratamientos (riego con periodos de secas de cuatro, ocho y doce días y riego convencional) con cuatro repeticiones. (Gráfico N° 01).

**Metodología:**

**Densidad larvaria y de pupas expresada por larvas por m2.:**

Definición operacional:

Durante la fase de trasplante y fase reproductiva, la variable a medir fue el número de larvas de Anopheles sp. de III y IV estadío y el número de pupas, en donde el criterio para asignar los valores permitidos fue la presencia de las mismas en las pozas de arroz instaladas en la Estación Experimental Vista Florida – INIEA.

**Procedimiento de medición:**

La densidad larvaria del vector de la malaria fue medida durante todo el periodo de siembra del arroz, desde el almácigo hasta el retiro del agua para la cosecha. Durante el almácigo se realizó mediciones con la finalidad de estudiar la dinámica poblacional larvaria las cuales fueron realizadas cada siete días contados a partir del inicio del voleo de la semilla. Se instaló una sola poza de almácigo y en todo momento se mantuvo una coordinación con el equipo agronómico.

La técnica de medición durante el almácigo fue la misma que para el trasplante que consistió en ubicar cinco puntos de colecta, cuatro distribuidos a un metro de cada vértice y uno en el centro. En cada punto se tomó cinco muestras de agua o cucharonadas utilizando la técnica de la " X " en un metro cuadrado, una al centro y cuatro en los ángulos, sumando un total de 25 muestras o cucharonadas por poza o tratamiento (Figura 2), contando y anotando en el formato respectivo (Figura 3) las larvas de III y IV estadío de los anofelinos y sus pupas.(Figura 8).

La colecta larvaria durante el trasplante se realizó a partir de las 8 h. desde los siete días de trasplantado hasta el retiro definitivo de la lámina

delgada de agua para la cosecha. Los muestreos se realizaron a los cinco días de regado o repuesto el riego, según los tratamientos de seca, desde el trasplante hasta el encañado o punto de algodón y quincenalmente durante el periodo reproductivo.(Figura 4).

#### **Cálculo del indicador:**

El indicador fue el índice de larvas de anofelinos por m<sup>2</sup>. ( IL x m<sup>2</sup>) y el índice de pupas de anofelinos por m<sup>2</sup>. (IL x m<sup>2</sup>), calculado, el primero, a partir del índice larvario por cucharonada (IL x C) de la siguiente manera:

$$IL \times C = \frac{\text{N}^\circ \text{ de larvas III y IV estadio colectadas}}{\text{N}^\circ \text{ cucharonadas}}$$

$$IL \times m^2 = ( IL \times C ) \times f$$

f = número de cucharonadas que contiene un m<sup>2</sup>.

El índice pupal fue calculado de la siguiente manera:

$$IP \times C = \frac{\text{N}^\circ \text{ de pupas colectadas}}{\text{N}^\circ \text{ cucharonadas}}$$

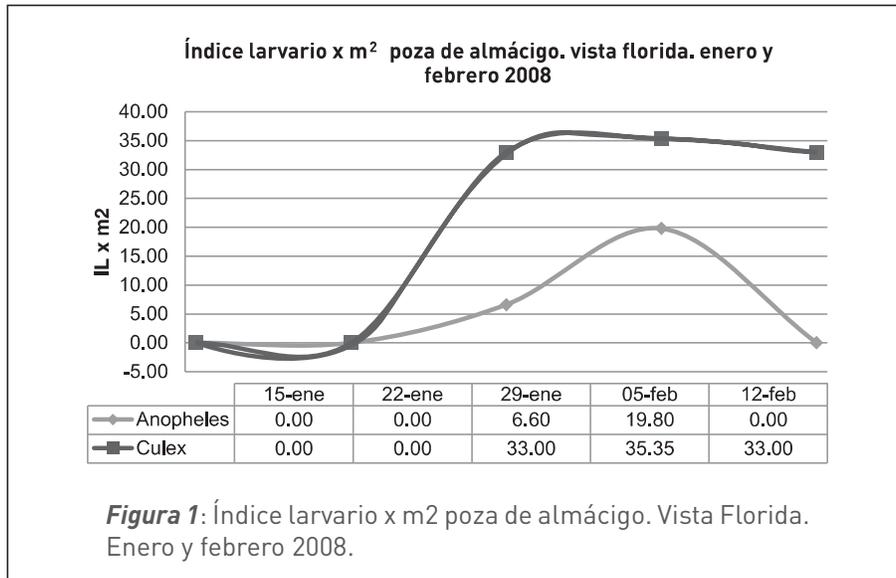
$$IP \times m^2 = ( IP \times C ) \times f$$

f = número de cucharonadas que contiene un m<sup>2</sup>.

### **3.- Resultados**

#### **Almácigo:**

Por error la semilla que voléó el INIEA fue de la variedad Tinajones, debiendo ser IR-43, conocida comercialmente como NIR, según lo planteado inicialmente en el proyecto, dado que para validar en campos comerciales, los agricultores usan esta última variedad. A pesar de ello las evaluaciones entomológicas se dieron y posteriormente las plantulas de arroz que se llevaron a las pozas definitivas del experimento fueron de almácigos de la variedad NIR traída de un campo comercial, no invalidándose entomológicamente el experimento, dado que el impacto de las distintas frecuencias de seca que se quería medir sobre los estadios inmaduros del vector de la malaria se dió a partir del trasplante.

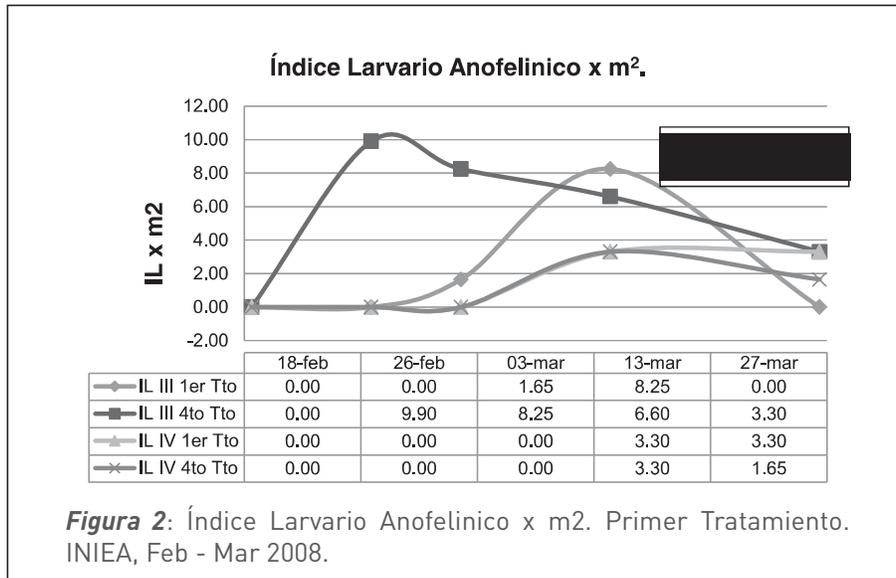


Durante esta etapa que duró un mes aproximadamente, rango aproximado en el cultivo de arroz, se evidenció actividad larvaria a los 21 y 28 días de voleada la semilla, procedimiento que consiste en esparcir con la mano la semilla tirándola de un puñado en las pozas destinadas para almácigo, siendo sus índices larvarios por m<sup>2</sup> para *Anopheles sp.* 6,60 y 19,80 respectivamente; para finalmente a los 35 días reducirse a cero, producto de las aplicaciones químicas al cultivo, las cuales no se registraron en campo por el responsable agrónomo ya que agrónomicamente se descartó este almácigo por ser de otra variedad. Durante esta etapa no se pudo observar larvas de los primeros estadios, pero sin embargo, si se encontraron larvas de los últimos estadios, tres del tercer y una del cuarto estadio.

#### Trasplante:

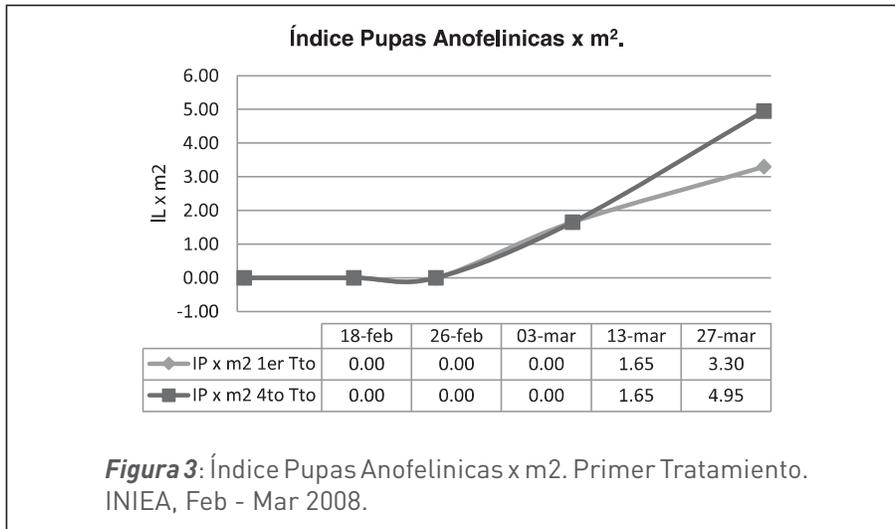
#### Fase Vegetativa.-

Durante esta etapa se ensayaron cuatro tratamientos, tres frecuencias de seca mas uno de riego convencional, con cuatro repeticiones al azar, resultando con mayor impacto en la reducción larvaria el tratamiento tres seguido del tratamiento dos.

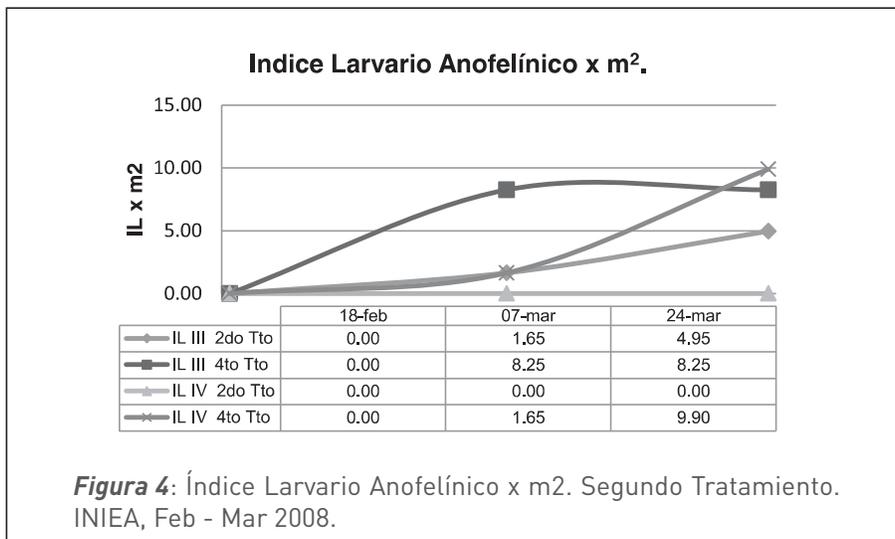


**Figura 2:** Índice Larvario Anofelinico x m<sup>2</sup>. Primer Tratamiento. INIEA, Feb - Mar 2008.

Durante el primer tratamiento, después de los periodos de seca, se observó presencia de larvas de III estadio a comienzos y mediados del mes de marzo y larvas de IV estadio a mediados y finales del mes de marzo, los índices larvarios del III estadio por m<sup>2</sup>, a mediados de marzo, resultaron mayores en las pozas con seca que en las con riego tradicional y los índices larvarios del IV estadio por m<sup>2</sup>, resultó igual a mediados de marzo y mayor a finales de marzo en las pozas con seca que en las con riego tradicional (Ver figura N° 2), debido a que conforme el suelo se va saturando de agua, hace que se mantenga húmedo con espejos de agua favoreciendo la sobrevivencia de larvas que completarían su ciclo biológico con ayuda de la reposición del riego.

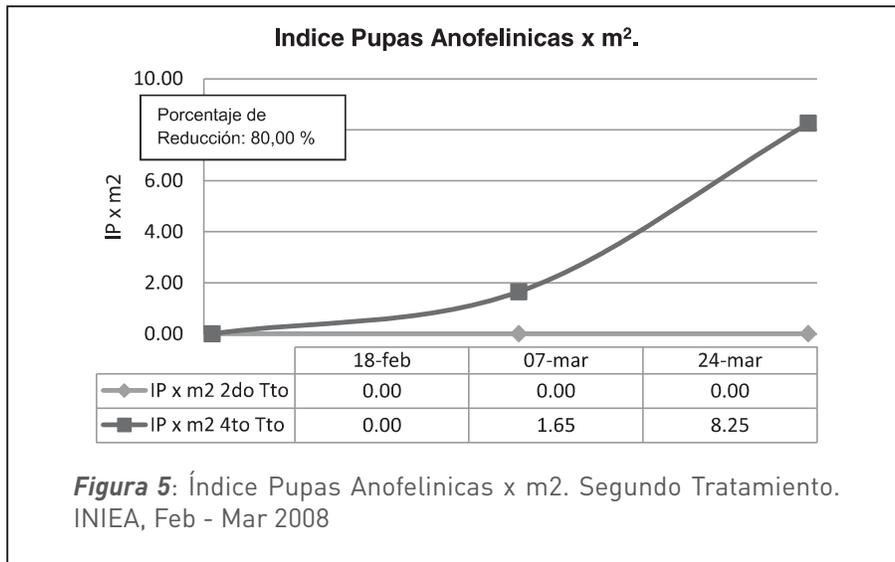


En el primer tratamiento, hacia finales de la fase vegetativa, se evidenció la presencia de pupas del vector de la malaria, siendo similares los índices pupales comparados con el riego tradicional, por lo que este tratamiento no resultó eficaz en la interrupción de su ciclo biológico. ( Ver figura N° 3).

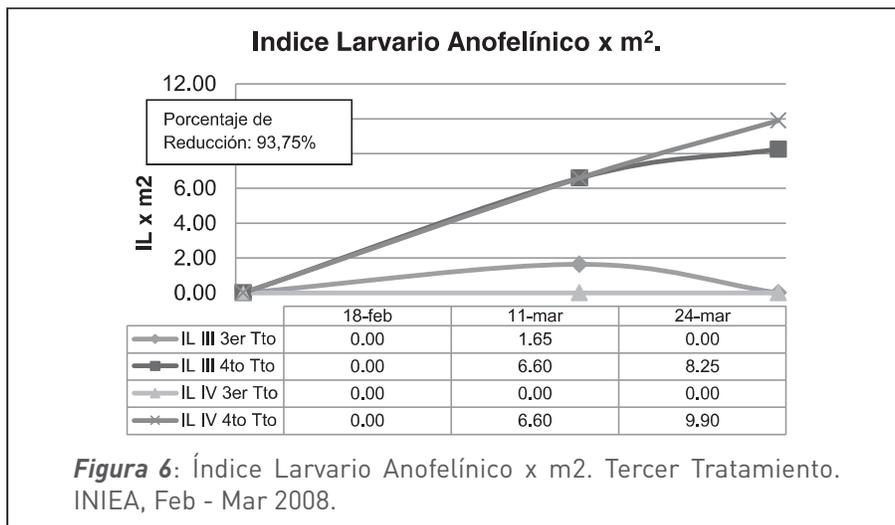


En el segundo tratamiento, después de cada periodo de seca, los índices larvarios del III estadio por m<sup>2</sup> de las pozas se mostraron inferiores a los

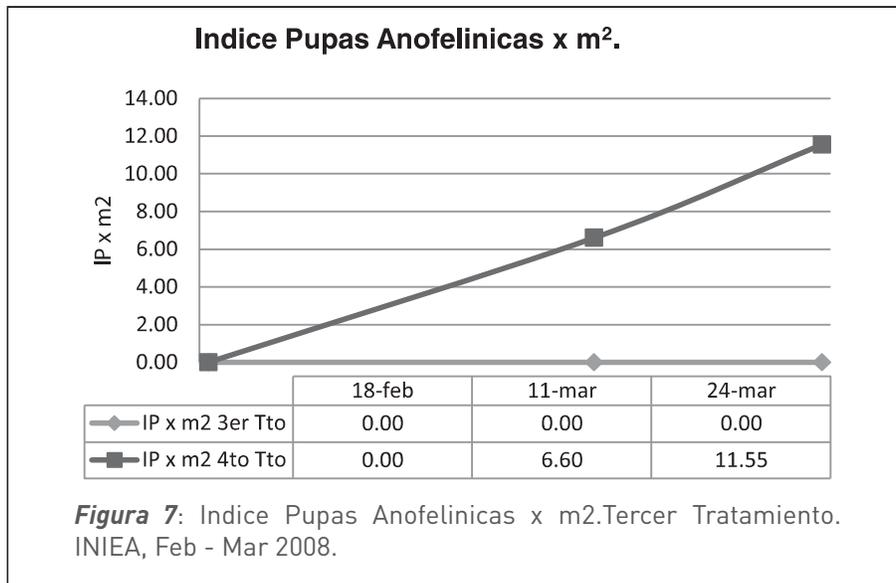
índices de las pozas que estuvieron bajo el riego tradicional, (Ver figura N° 4).  
 En todas las evaluaciones de las pozas de este segundo tratamiento dos no se encontraron larvas de IV estadio.



No se evidenció presencia de pupas del vector de la malaria durante la fase vegetativa del segundo tratamiento, lográndose interrumpir el ciclo biológico del vector de la malaria.



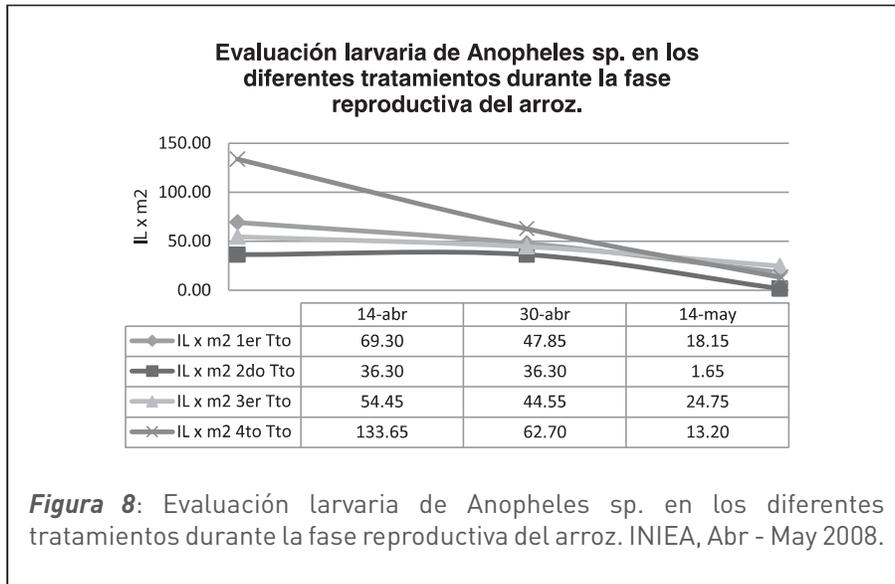
En el tercer tratamiento, después de cada periodo de seca, los índices larvarios del III estadio por metro cuadrado, se mostraron inferiores a los índices de las pozas que estuvieron bajo el riego tradicional, (Ver figura N° 6). En todas las evaluaciones de las pozas del tercer tratamiento no se encontraron larvas de IV estadio ni presencia de pupas. (Ver figura N° 7)



Los tratamientos tres y dos se mostraron como los de mayor impacto en la reducción larvaria y como los que mejor interrumpen el ciclo biológico del vector de la malaria al no encontrarse larvas de IV estadio ni pupas en ninguna de sus evaluaciones.

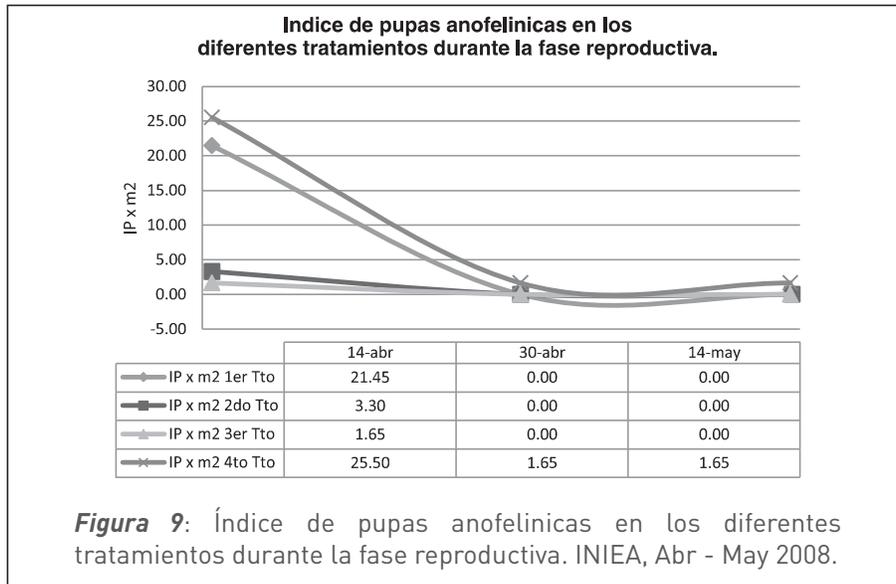
#### Fase reproductiva.-

En esta etapa del cultivo, en la cual el arroz llegó al punto de encañado o punto de algodón, los periodos de secas finalizaron y todos los tratamientos se mantuvieron con lámina delgada de agua, para la maduración de la panoja. Los índices larvarios encontrados tendieron a disminuir conforme avanzaron en el tiempo. (Ver figura N° 8).



A mediados de abril los estadios larvarios encontrados fueron de I, II, III y IV; siendo mas numerosas las larvas de III y IV estadio en el cuarto tratamiento o con riego tradicional. A finales de abril se observó una reducción de las larvas de cuarto estadio en todos los tratamientos mientras que las del tercer estadio aumentaron en el segundo y tercer tratamiento. Al final de la primera quincena de mayo la densidad larvaria disminuyó notablemente por estadio.

En todos los tratamientos se observó actividad larvaria, siendo mas intensa en los tratamientos uno y cuatro con presencia mayor de larvas de tercer y cuarto estadio, y menos intensa con presencia de larvas de los primeros estadios en el tercer tratamiento seguido del segundo tratamiento.



La densidad de pupas anofelinicas del primer y cuarto tratamiento, al inicio de este periodo se mostraron similares a diferencia del segundo y tercer tratamiento que fueron mucho menos. A finales de abril y quincena de mayo no se evidenció presencia de pupas.

En este periodo el arroz ha alcanzado un buen macollamiento y altura por lo que las larvas del vector de la malaria se ubican cercanas a los bordos o laterales de las pozas y muy pocas o ninguna al interior de las pozas.

#### 4. Discusión

Durante la primera semana del almácigo no se evidenció actividad larvaria del vector de la malaria por la muy baja densidad del vector adulto, sin embargo si se observó su presencia a partir de la tercera semana de voleada la semilla. Las larvas encontradas fueron del tercer y cuarto estadio, tiempo que tiene relación con el ciclo biológico del vector. Los insumos químicos aplicados durante el almácigo influyen negativamente en la densidad de las larvas lo que se evidenció en la última evaluación posterior a una fumigación con fipronil.

Entre las distintas frecuencias de secas evaluadas durante la fase vegetativa, después del trasplante, con la finalidad de disminuir significativamente al vector de la malaria de una manera sostenible, la frecuencias de

seca de 12 y 08 días se mostraron como las más eficientes en la interrupción del ciclo biológico del vector, al disminuir en un 93,75% y 80,00% las larvas de III y IV estadio y en un 100% la presencia de pupas, quedando la frecuencia de seca de 04 días como no eficiente para el objetivo propuesto con solo una reducción larvaria de los mismos estadios de 19,38% y una reducción pupal de 6,67%.

Las dos primeras frecuencias de seca son suficientes para garantizar la no aparición de larvas de IV estadio y pupas mientras que la frecuencia de seca de 04 días no resultó eficiente por la aparición de larvas de IV estadio y pupas al mantenerse espejos de agua, relacionados a la saturación del agua en el suelo, que facilitan su supervivencia.

Estos resultados obtenidos guardan relativa similitud con el estudio realizado en la campaña agrícola 1993 – 1994 en la Comunidad San Juan Bautista de Catacaos - Piura en donde se probaron tres periodos de seca; tres, seis y nueve días; encontrándose reducción significativa de los diferentes estadios del vector de la malaria en todos los tratamientos, pero la similitud es mayor con la experiencia realizada en el CIPCA – Piura en la campaña agrícola 1999 – 2000, en donde las frecuencias de secas que fueron más largas, como las de nueve días, resultaron mas eficaces en la reducción larvaria. (07).

Durante la fase reproductiva del arroz, regado con una lámina delgada de agua, se observó que inicialmente los tratamientos uno y cuatro se mostraron similares en las densidades larvarias de los estadios III y IV y densidades de pupas a diferencia de los tratamientos tres y cuatro que tuvieron densidades menores. Hacia finales de la fase reproductiva tanto la población de larvas como de pupas disminuyeron notablemente en todos los tratamientos. La lámina delgada de agua favoreció a este detrimento de larvas y pupas conjuntamente con la altura de la planta y macollamiento que cierran la superficie de la poza impidiendo que las hembras se posen en su superficie para ovipositar. Este macollamiento impide la entrada de luz a la poza por lo que las larvas prefieren ubicarse en el perímetro.

## 5. Conclusiones

- Durante la fase de almácigo la densidad larvaria para *Anopheles sp.*, empieza a ser notoria a los 21 días de voleada o esparcida la semilla, sin embargo con las aplicaciones químicas que se realizaron al cultivo influyeron en su densidad, no llegando a observarse en la última evaluación.

- El primer y cuarto tratamiento aplicados durante y después del trasplante hasta el punto de algodón o encañado mostraron similitud no influyendo en el control de las formas inmaduras del vector de la malaria. La reducción de larvas de III y IV estadio fue de 19,38% y de pupas fue de 6,67% para el primer tratamiento.
- El segundo y tercer tratamiento aplicado durante la fase vegetativa del arroz fueron los que tuvieron el impacto esperado en el control de las formas inmaduras del vector de la malaria. La reducción de los estadios III y IV fueron de 80,00% y 93,75% respectivamente y de 100% la reducción de pupas.

## 6. Referencias

- Chandler, J., Highton, R. y Hill, M. (1975). Mosquitoes of the Kano plain, Kenya 1. Results of indoor collections in irrigated and non-irrigated areas using human bait and light traps. *J Med Entomol.* 12, 504-510.
- Chandler, J. A. y Highton, R. B. (1975). The succession of mosquito species (Diptera, Culicidae) in ricefields in the Kisumu area of Kenya, and their possible control. *Bull Ent Res.* 65, 295-302.
- Fillinger, U. y Lindsay, S.W. (2006). Suppression of exposure to malaria vectors by an order of magnitude using microbial larvicides in rural Kenya. *Trop Med Int Health.* 11, 1629-1642.
- Killeen, G. F., Seyoum, A., Knols, B.G. (2004). Rationalizing historical successes of malaria control in Africa in terms of mosquito resource availability management. *Am J Trop Med Hyg* 71 (Suppl. 2), 87-93.
- Kitron, U. y Spielman, A. (1989). Suppression of transmission of malaria through source reduction: antianopheline measures applied in Israel, the United States, and Italy. *Rev Infect Dis* 11, 391-406.
- Lacey, L. A. y Lacey, C.M. (1990). The medical importance of Riceland mosquitoes and their controlling alternatives to chemical insecticides. *J Am Mosq Contr Assoc.* 6, 1-93.
- Ministerio de Salud, Proyecto Vigía. (2002). *Salud y Agricultura Sostenibles: Un reto del futuro.*

- Ministerio de Salud – Dirección General de Salud Ambiental. (2002). *Manual de Campo para la Vigilancia Entomológica*.
- Muturi, J., Shililu, J., Jacob, B., Githure, J., Gu, W. y Novak, R. (2006). Mosquito Species diversity and abundance in relation to land use in a rice land agro-ecosystem in Mwea, Kenya. *J Vector Ecol.* 31, 129-137.
- Snow, W. (1983). Mosquito production and species succession from an area of irrigated rice fields in The Gambia, West Africa. *J Trop Med Hyg.* 86, 237-245.
- Utzinger, J., Tozan, Y. y Singer, B.H. (2001). Efficacy and cost effectiveness of environmental management for malaria control. *Trop Med Int Health* 6, 677-687.
- Vargas, J. (2003). Prevención y control de la malaria y otras enfermedades transmitidas por vectores en el Perú. *Revista Peruana de Epidemiología.* 11(1)