



Estimación del efecto de las variabilidad climática en el patrón epidemiológico de la malaria por *Plasmodium vivax* en un área endémica de Panamá

LA. Hurtado, JE. Calzada, P. Ortiz.
Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud
Centro Nacional del Clima , Cuba

INTRODUCCIÓN

En Panamá, el control de la malaria representa una de los grandes retos para la salud pública. El registro de casos clínicos revela una reducción de la carga morbilidad. Sin embargo, persisten brotes esporádicos en poblados aislados que mantienen una alta endemidad y donde no se ha logrado controlar la transmisión. En estas localidades habría que explorar si las variaciones climáticas podrían estar favoreciendo focos de infección activa.



MATERIALES Y MÉTODO

Área de Estudio

Se consideró la Región de Salud de Panamá Este, la cual es una de las principales contribuyentes de casos de malaria, mantiene la circulación de cepas tanto de *Plasmodium falciparum* como de *Plasmodium vivax* y a la vez cuenta con la información representativa del clima de la localidad.



Fig. 1. Localización del área de estudio.

Datos

El proceso de modelación cubrió la serie histórica mensual desde 1980 a 2012 de los casos de malaria, índice de *P. vivax* anual e Índice Parasitario Anual registrados por el MINSA. Además, se consideraron las variables climáticas de la estación meteorológica de Tocumén proporcionada por ETESA.

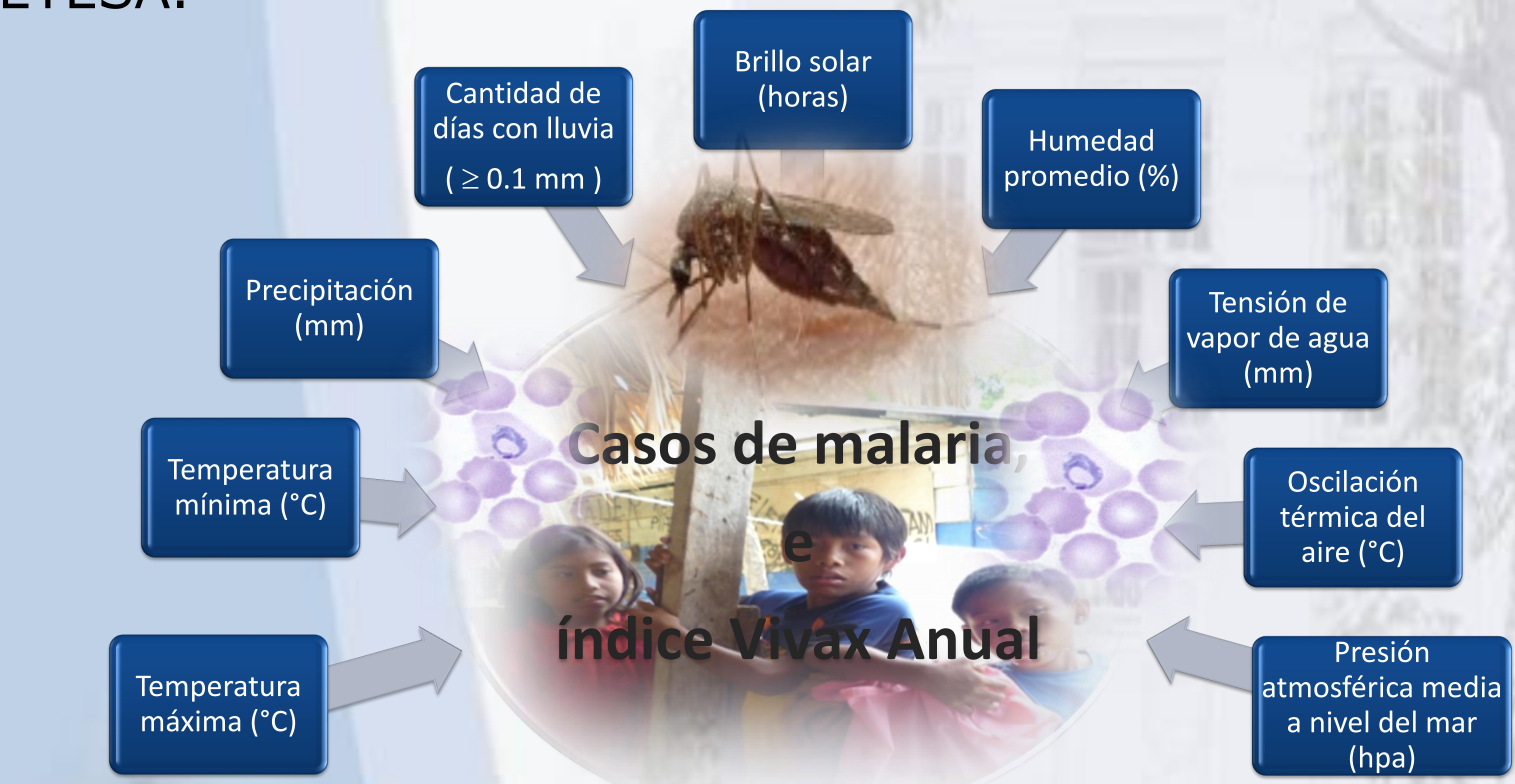


Fig. 2. Variables utilizadas en el análisis.

Análisis Estadístico

- a. Índice climático: Todas las variables constituyen las series de entrada para la conformación del índice que describe el clima ($IB_{r,p}$), el cual se genera a partir de la aplicación de funciones ortogonales empíricas.
- b. Formulación modelo: Basándonos en el análisis de series de tiempo se construyó, para la modelación de los efectos del clima sobre los patrones epidemiológicos de la malaria por *P. vivax*, un Modelo Autoregresivo Generalizado con varianza no constate y variables exógenas no lineales ($IB_{r,p}$).

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

ε_t es un proceso distribuido $N(0,1)$; Los parámetros $\alpha_0 > 0$ y $\alpha_i \geq 0$ donde $i=1...q$, y, la suma de todos los parámetros es menor que la unidad; y_t es condicionalmente normal y su varianza es σ_t^2 .

RESULTADOS

Las nueve variable se resumieron en dos índices que explican aproximadamente el 75% de la variabilidad total. Debido a la fotosensibilidad de los mosquitos se observa la contribución relevante de la insolación y la presión atmosférica que actúan sobre el brillo solar (Fig. 3).

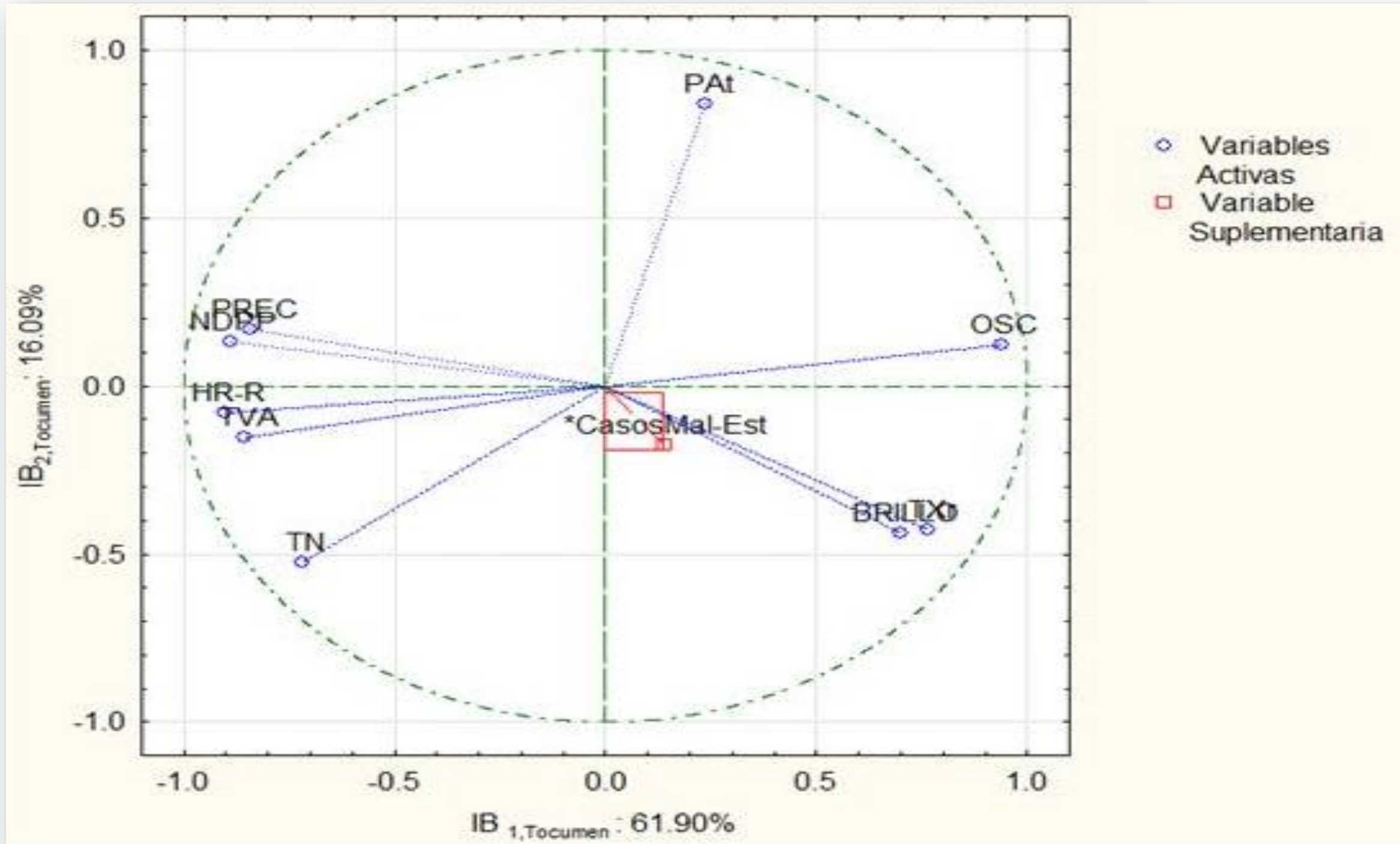


Fig. 3 Contribución de la variabilidad climática al patrón de los casos de malaria por *P. vivax* dada por los Índices $IB_{1,Tocumen}$ e $IB_{2,Tocumen}$.

Los resultados indican que en Panamá Este se presenta en el estación seca un incremento sustancial de la malaria, registrándose valores de condiciones epidémicas. De mayo a septiembre ocurren casos pero no al mismo nivel ni intensidad que se registran a partir de octubre donde comienza un rápido ascenso y un cambio en el patrón de los casos. (Fig. 4). Se puede conceptuar que el modelo logra predecir la ocurrencia de los brotes epidémicos de la enfermedad(Fig. 5)

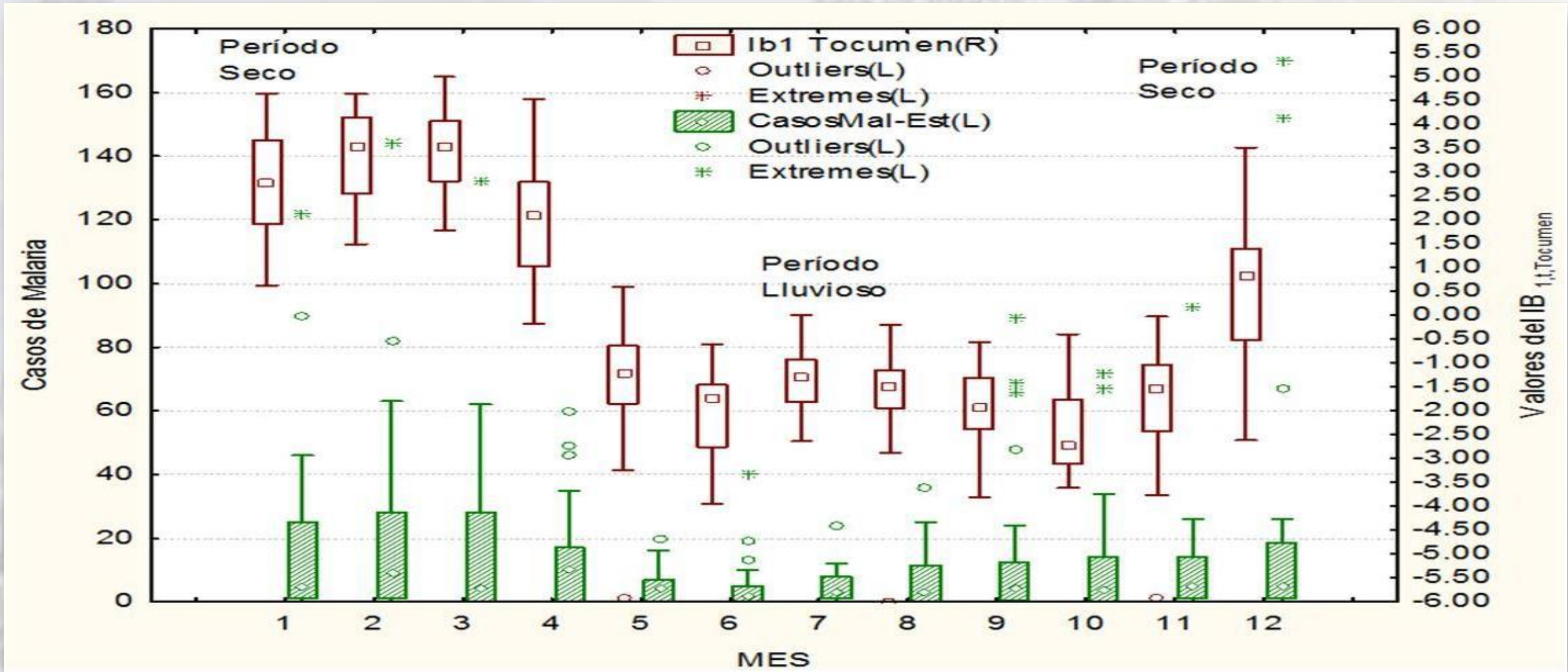


Fig. 4. Variación estacional de los casos de malaria por *Plasmodium vivax*.

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.450196	0.079806	5.641166	0.0000
IB 1,t,Tocumen (-2)	-0.078884	0.014051	-5.614258	0.0000
IPA	34.03395	0.058804	578.7645	0.0000
AR(1)	0.520181	0.008421	61.77053	0.0000
AR(6)	0.107430	0.006800	15.79940	0.0000
SAR(12)	0.431915	0.004699	91.91471	0.0000
Variance Equation				
C	0.360377	0.029233	12.32782	0.0000
ARCH(1)	5.599748	0.377873	14.81911	0.0000
R-squared	0.974422			9.008242
Adjusted R-squared	0.973920			14.93392
S.E. of regression	2.411747			3.789959
Sum squared resid	2070.682			3.875610
Log likelihood	-681.7725			1937.492
Durbin-Watson stat	2.011953			0.000000
Inverted AR Roots	.93	.82	.81	.47i
	.47	.47	.44	.57i
	.00	.00	.27	.58i
	.47	.47	.27	.58i
	.81	.93	.62	.81

Fig. 5. Simulación del comportamiento de los casos de Malaria en Panamá Este, a partir de la variabilidad climática expresada mediante el índices $IB_{1,Tocumen}$.

CONCLUSIÓN

- Se evidencia que el clima influye en la variabilidad estacional de casos de malaria por *Plasmodium vivax* contribuyendo a explicar los cambios de varianza de la serie de casos dados por el índice $IB_{2,t,pe}$.
- Los índices complejos que describen las anomalías y variabilidad del clima como un todo resultan adecuados para simular el comportamiento de las señales del clima en los casos de malaria por *P. vivax*.
- Se propone un modelo de varianza no constate con variables exógenas que simula el comportamiento de los casos de malaria combinado con el índice parasitario para la región de estudio.

Agradecimiento:

Los autores agradecen a:
Gerencia de Hidrometeorología de ETESA y
Departamento de Control de Vectores del Ministerio de Salud de Panamá por la información suministrada.

