

# HALLAZGOS DE LA DIVERSIDAD Y FENOLOGÍA DE CULÍCIDOS PROCEDENTES DE LA VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA EN LAS ISLAS CANARIAS

Trabajo de Fin de Grado

**Autora:** Laura Correa Oliva

**Tutor:** Antonio del Castillo Remiro

**Co-tutora:** Irene Serafín Pérez

**Área de Conocimiento:** Parasitología

**Facultad de Farmacia**

**Curso académico:** 2022 - 2023

## Índice

---

Resumen .....	1
Abstract.....	2
1. Introducción.....	3
2. Objetivos.....	7
3. Materiales y métodos.....	8
3.1 Área de estudio .....	9
3.2 Selección de las muestras .....	10
3.3 Identificación morfológica .....	11
3.4 Predictores ambientales .....	12
4. Resultados y discusión .....	13
4.1 Resultados por punto de entrada.....	13
4.1.1 Adultos.....	14
4.1.2 Larvas .....	17
4.2 Resultados totales .....	21
5. Conclusiones.....	23
6. Bibliografía.....	24

## Resumen

---

Como otros insectos hematófagos, la familia Culicidae tiene gran importancia en salud pública por incluir especies transmisoras de enfermedades infecciosas como Dengue, Filariasis linfática, Fiebre amarilla o Malaria.

Como consecuencia de ello, se crearon Sistemas de Vigilancia Entomológica, que consisten en un conjunto de actividades orientadas al registro de información de vectores y su medio ambiente que permita la detección temprana de la introducción de vectores transmisores de enfermedades, ya que, con frecuencia, resulta más fácil controlar las poblaciones del vector transmisor de la enfermedad que al agente infeccioso, debido a que no hay vacunas ni medicamentos específicos contra la mayoría de enfermedades transmitidas por mosquitos.

Comprender la variación temporal en los patrones de abundancia y diversidad de vectores, así como los factores abióticos asociados a estos patrones (temperatura, precipitaciones y humedad relativa), permite obtener la información necesaria para crear medidas estratégicas dirigidas a prevenir la transmisión de las enfermedades que propagan estos organismos, estableciendo las áreas de riesgo en un territorio.

## Abstract

---

Like other hematophagous insects, the Culicidae family has great importance in public health because it includes species that transmit infectious diseases such as Dengue, Lymphatic Filariasis, Yellow Fever or Malaria.

As a consequence of this, Entomological Surveillance Systems were created, which consist of a set of activities aimed at recording information on vectors and their environment that allows early detection of the introduction of disease-transmitting vectors, since it is often easier to control the disease-transmitting vector populations than the infectious agent, because there are no vaccines or specific drugs against most vector-borne diseases.

Understanding the temporal variation in the patterns of abundance and diversity of vectors, as well as the abiotic factors associated with these patterns (temperature, rainfall, and relative humidity), provides the necessary information to create strategic measures aimed at preventing the transmission of diseases spread by these organisms, establishing risk areas in a territory.

## 1. Introducción

A finales del siglo XX, los mosquitos como vectores de enfermedades generalmente se consideraban limitados a los trópicos. Sin embargo, a principios del siglo XXI, el panorama cambió. El mundo cada vez más conectado a través de viajes, comercio y turismo, implicó en Europa una transferencia regular de enfermedades transmitidas por mosquitos. Además, se suma un momento de cambio ambiental, creación de lugares húmedos, drenaje urbano sostenible, infraestructuras de espacios verdes y azules, junto a cambios climáticos, con una mayor incidencia de fenómenos meteorológicos extremos. Estos factores influyen tanto a los hábitats acuáticos de los mosquitos como a la tasa de exposición humana. (1)

Las enfermedades de transmisión vectorial representan más del 17% de todas las enfermedades infecciosas. Cada año se registran más de 700.000 muertes por enfermedades como el paludismo, el dengue, la tripanosomiasis africana humana, la leishmaniasis, la enfermedad de Chagas, la fiebre amarilla, la encefalitis japonesa y la oncocercosis. (2)

Se ha propiciado la dispersión de mosquitos invasores y transmisores de enfermedades debido a factores como el aumento de la temperatura y la globalización. Además, los mosquitos invasores tienen una gran capacidad para colonizar nuevos territorios, un ejemplo es *Aedes albopictus*, el denominado mosquito tigre asiático, cuya expansión no ha cesado desde 1990 (Figura 1). (3)

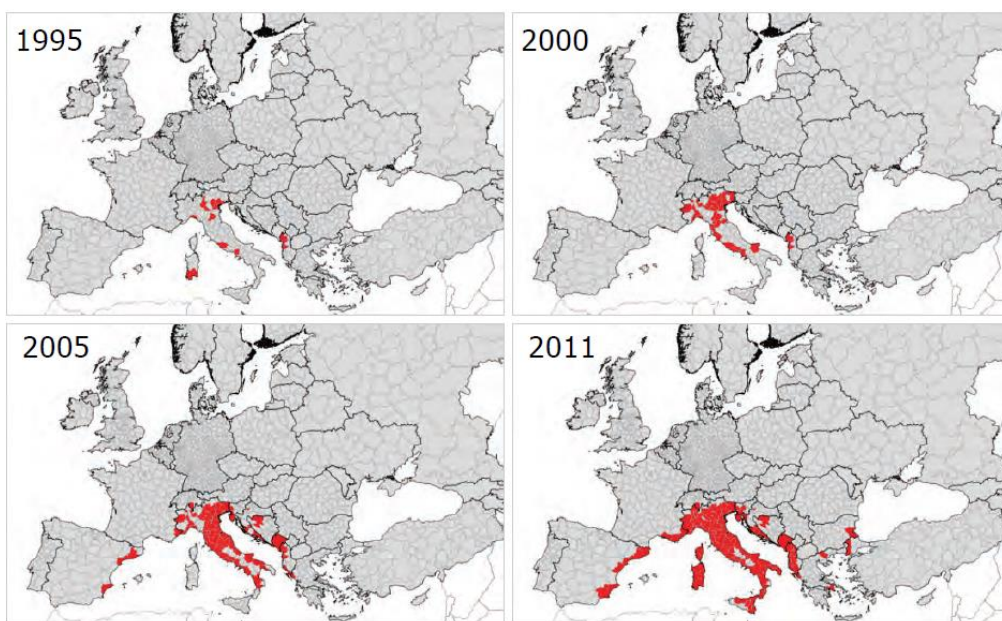


Figura 1. Expansión del mosquito tigre asiático *Ae. albopictus* en Europa, 1995-2011 (3)

La mayoría de las enfermedades transmitidas por vectores se pueden prevenir mediante un control (4). En 2017 la Asamblea Mundial de la Salud aprobó la Respuesta mundial para el control de vectores 2017-2030, que contiene orientaciones estratégicas para los países, cuyo objetivo es reforzar el control de vectores como enfoque prioritario para prevenir enfermedades y hacer frente a los brotes. Siendo uno de los aspectos más importantes el fortalecimiento de los sistemas de Vigilancia Entomológica (VE). (2)

En 2008, Canarias se incorporó al Programa de Cooperación Transnacional con la finalidad de crear mapas de riesgo de enfermedades transmitidas por mosquitos. Lo que dio lugar al desarrollo del primer estudio de vectores transmisores de enfermedades tropicales, realizado por el Instituto Universitario de Enfermedades Tropicales y Salud Pública de la Universidad de La Laguna cuyos resultados evidenciaron la presencia de especies nativas ya conocidas en las islas siendo las principales especies detectadas *Culex pipiens*, *Culex theileri* y *Culiseta longiareolata*, sin que se detectara la presencia de *Aedes aegypti* ni de *Ae. albopictus*, mosquitos que son vectores de varias enfermedades tropicales. (5)

Posteriormente, en 2013 se firmó el convenio del Ministerio con el Gobierno de Canarias, incluyendo a Canarias en las actividades de VE en aeropuertos y puertos frente a vectores importados de enfermedades infecciosas exóticas (*Tabla 1*). (5)

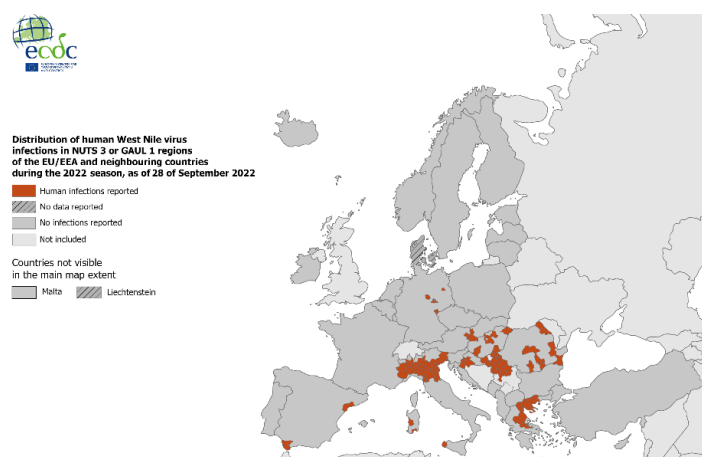
*Tabla 1. Lista de enfermedades transmitidas por mosquitos (2)*

<b>Vector</b>	<b>Enfermedad que causa</b>	<b>Tipo de patógeno</b>
<b><i>Aedes</i></b>	Fiebre chikungunya	Virus
	Dengue	Virus
	Filariasis linfática	Parásito
	Fiebre del Valle del Rift	Virus
	Fiebre amarilla	Virus
	Enfermedad por el virus de Zika	Virus
<b><i>Anopheles</i></b>	Filariasis linfática	Parásito
	Paludismo	Parásito
<b><i>Culex</i></b>	Encefalitis japonesa	Virus
	Filariasis linfática	Parásito
	Fiebre del Nilo Occidental	Virus

Las actividades de muestreo de mosquitos deben ser efectuadas por medio de prospecciones entomológicas y la aplicación y revisión de dispositivos para captura de adultos, larvas o huevos de mosquitos. Para ello se tomaron como referencia las guías del Centro Europeo para la Prevención y el Control de las Enfermedades (ECDC) para la vigilancia y control de especies de mosquitos tanto nativas como invasoras de importancia en salud pública.

La VE es una herramienta útil para la detección temprana de vectores invasores transmisores de enfermedades como *Ae. aegypti*, para lo cual, se establecen una serie de actividades de forma activa mediante la colocación de trampas que permitan detectar la presencia de adultos o de huevos, y pasiva, a través de la cual se promueve la participación de la población con el fin de comunicar el hallazgo de mosquitos o picaduras que pudieran relacionarse con especies invasoras. (6)

El desarrollo de dicha vigilancia aporta además datos de la diversidad y abundancia de la fauna de culícidos característica de una zona. A través de esta información se puede relacionar la abundancia de culícidos con su fenología, así como realizar diversos estudios relacionados con la influencia de determinados factores sobre la abundancia, diversidad, fenología, distribución o patógenos que transmiten estas especies. Ejemplo de ello es la investigación de Rosà et al. (7) sobre fenología y abundancia de la especie *Cx. pipiens* en el noroeste de Italia. Asimismo permite la creación de mapas de distribución de casos de enfermedades en humanos como hace el ECDC con el virus del Nilo Occidental (8). Este virus es el agente causante de la Fiebre del Nilo Occidental cuyos últimos casos en humanos se recogieron en septiembre de 2022 en Europa, teniendo lugar 4 de ellos en España en dicho año (*Figura 2*) siendo su vector *Cx. pipiens*, un mosquito nativo en las islas Canarias y de abundante frecuencia.



*Figura 2. Fiebre del Nilo Occidental en Europa en 2022 - Casos en humanos 28 de septiembre 2022 (8)*

Los predictores ambientales de cara al análisis de las poblaciones de mosquitos tienen una relevancia que se demuestra en investigaciones como la de Rosà et al. (7) en el que se asociaron las temperaturas cálidas a principio de año y precipitaciones tardías con temporadas de mosquitos más largas. Precipitaciones iniciales aumentaban la abundancia pero retrasaban y acortaban la temporada de mosquitos. Otros trabajos como el de Dhimal et al. (9) manifiestan el efecto significativo de variables como temperatura, precipitaciones y humedad relativa en la abundancia de especies de mosquitos.

Este estudio se desarrolló con los datos obtenidos de la VE en la isla de Tenerife por ser la que cuenta con mayor número de especies citadas en Canarias y más Puntos de Entrada (PdE) muestreados de todas las islas. Es importante conocer la diversidad y la fenología de esos puntos para poder establecer las posibles áreas de riesgo.



## 2. Objetivos

---

El presente trabajo se ha centrado en el estudio de las capturas procedentes de la VE pertenecientes a la familia Culicidae en la isla de Tenerife.

Los objetivos propuestos han sido los siguientes:

- Aprendizaje de la identificación de las especies procedentes de la VE de Canarias mediante el uso de claves taxonómicas, tanto de larvas como adultos.
- Determinar la diversidad y fenología de las especies de culícidos presentes en los PdE de la isla de Tenerife, identificando los factores ambientales que influyan en las poblaciones de mosquitos.
- Comprobar la eficacia de la metodología empleada actualmente en Canarias ante la introducción de especies invasoras.

### 3. Materiales y métodos

Mediante Punto Q, base de datos de la Universidad de La Laguna, se realizó una búsqueda de bibliografía relacionada con el estudio incluyendo trabajos como el de Rosà et al. (7) Dhimel et al. (9). Se utilizaron Guías de vigilancia de mosquitos del ECDC para mosquitos nativos e invasores.

Se realizaron muestreos en zonas de interés de la isla de Tenerife con el fin de detectar la entrada de posibles mosquitos invasores, así como estudiar la diversidad, abundancia y fenología de los culícidos ya establecidos en la isla.

Las muestras analizadas para el estudio fueron recopiladas empleando las siguientes trampas en aeropuertos, puertos e invernaderos:

- Ovitrampas para la detección de huevos y larvas. Consisten en un recipiente pequeño con agua con una paleta de madera donde las hembras pondrán los huevos (*Figura 3*).
- BG-Sentinel para la captura de adultos. Posee un sistema de atracción basado en la simulación de la superficie de piel humana y flujos de aire generados por un ventilador interior (*Figura 4*).
- Criaderos para la captura de larvas, basados en un contenedor de agua.



*Figura 3. Ovitrampa (10)*

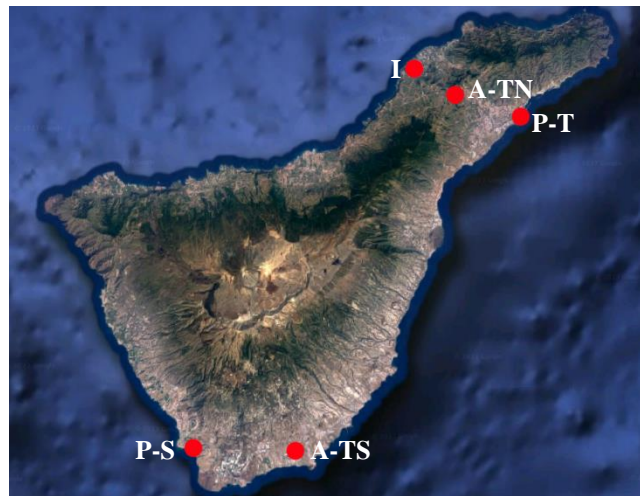


*Figura 4. BG-Sentinel (11)*

Se emplearon las claves taxonómicas de Becker (Clave para los mosquitos hembra (12) y Clave para las larvas de cuarto estadio de mosquito (13)) para la identificación de adultos y larvas de culícidos, y se recogieron datos de los informes mensuales de estaciones de observación meteorológica de la AEMET.

### 3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la isla de Tenerife, abarcando 2.034 km<sup>2</sup>. Los puntos muestreados se eligieron por ser zonas de intercambio de mercancías, equipajes, personas, viveros, lugares capaces de retener agua que favoreciesen la reproducción, introducción o establecimiento de mosquitos invasores. En total son 5 PdE analizados: el Aeropuerto de Tenerife Norte (A-TN), el Aeropuerto de Tenerife Sur (A-TS), Puerto de Santa Cruz (P-T), Puerto de los Cristianos (P-S), y los Invernaderos Catesa y Aloha Flor (I) (*Figura 5*).



*Figura 5. PdE de la isla de Tenerife (Imagen adaptada)*

### 3.2 Selección de las muestras

Se eligieron las muestras recogidas de los PdE de Tenerife en el periodo de un año, desde abril 2022 hasta abril 2023.

La frecuencia de muestreos es de 10 días, siendo semanal en los puntos donde se detectaron especies invasoras, ya que toma aproximadamente 7-10 días para completar el ciclo de vida como máximo hasta la fase de pupa, sin llegar a la emergencia del adulto. (14)

Se analizaron muestras tanto de ovitrampas como BG-Sentinel, además de la revisión de criaderos naturales y artificiales (*Tabla 2*).

*Tabla 2. Número de trampas por PdE en la isla de Tenerife (elaboración propia)*

<b>Puntos de Entrada</b>	<b>Ovitrampas</b>	<b>BG-Sentinel</b>	<b>Criaderos</b>
<b>Aeropuerto Norte</b>	32	2	1
<b>Aeropuerto Sur</b>	41	3	-
<b>Puerto de Santa Cruz*</b>	99	23	3
<b>Puerto de los Cristianos</b>	5	1	-
<b>Invernaderos</b>	40	2	2

\*Desde enero de 2023 debido a la detección de *Ae. aegypti*.

### 3.3 Identificación morfológica

Utilizando las claves de Becker se pudo diferenciar los diferentes géneros y especies de larvas y adultos de mosquitos.

En las larvas, el género se diferencia mediante el sifón respiratorio, y el número y posición de las setas. (13)

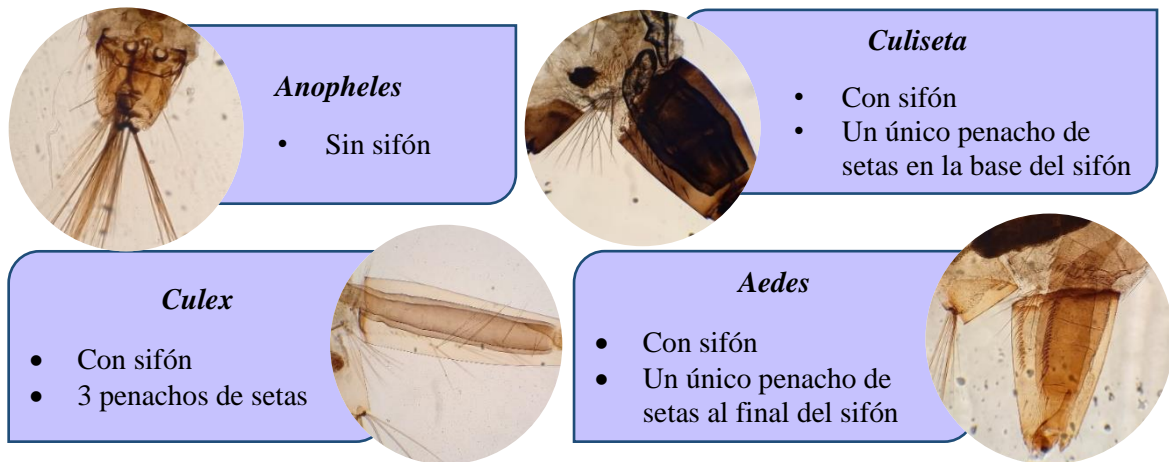


Figura 6. Clave de identificación del género de larvas (elaboración propia)

En los mosquitos adultos, el género se diferencia viendo el tamaño de los palpos respecto a la probóscide, la forma de la vena anal en las alas (Figura 7), la ausencia o presencia de setas espiraculares (Figura 8) y de escamas en el paraterguito. (12)

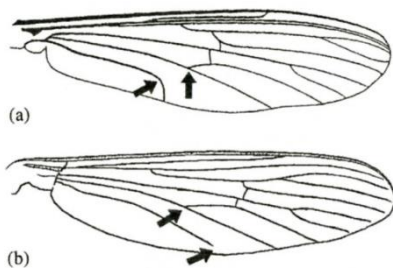


Figure 6.2. Wing of: (a) *Ur. unguiculata*; (b) *Ae. vexans*

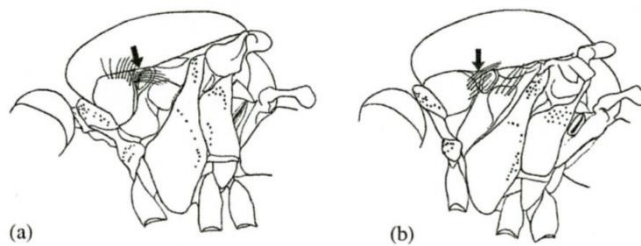


Figure 6.3. Lateral view of thorax of: (a) *Cs. annulata*; (b) *Oc. geniculatus*

Figura 7. Vena anal (12)

Figura 8. Presencia y ausencia de setas espiraculares (12)

### 3.4 Predictores ambientales

Los factores ambientales seleccionados para los análisis realizados en este estudio fueron la media de temperatura, media de precipitaciones totales y de humedad relativa de cada mes, tomados de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), durante el periodo de abril 2022 a abril 2023 de las estaciones más cercanas a cada PdE, siendo las elegidas la estación de Santa Cruz de Tenerife, los Rodeos, Tacoronte, Tenerife Sur y La Caldera (Adeje) (*Figura 9*). (15)



*Figura 9.* Estaciones meteorológicas de la AEMET en la isla de Tenerife (*Imagen adaptada*) (15)

## 4. Resultados y discusión

Se recogieron un total de 2.242 mosquitos adultos y 917 larvas, pertenecientes a 8 especies distintas de la familia Culicidae.

### 4.1 Resultados por punto de entrada

Con los datos obtenidos a partir de los muestreos realizados se han creado gráficas de abundancia relativa de mosquitos mensualmente en relación a los factores abióticos a lo largo del periodo estudiado en cada PdE.

Para ello en cada gráfica se muestra la evolución de las especies capturadas, tanto de mosquitos adultos como larvas respecto a las variables de temperatura, precipitaciones y humedad relativa (*Figuras 10 - 18*).

El rango de temperaturas se mantuvo relativamente constante durante todo el año en cada uno de los PdE, con una diferencia máxima de 8°C. Se observaron variaciones en las precipitaciones en los diferentes meses del año. Por último en la humedad relativa hubo una variación máxima del 27% (*Tabla 3*).

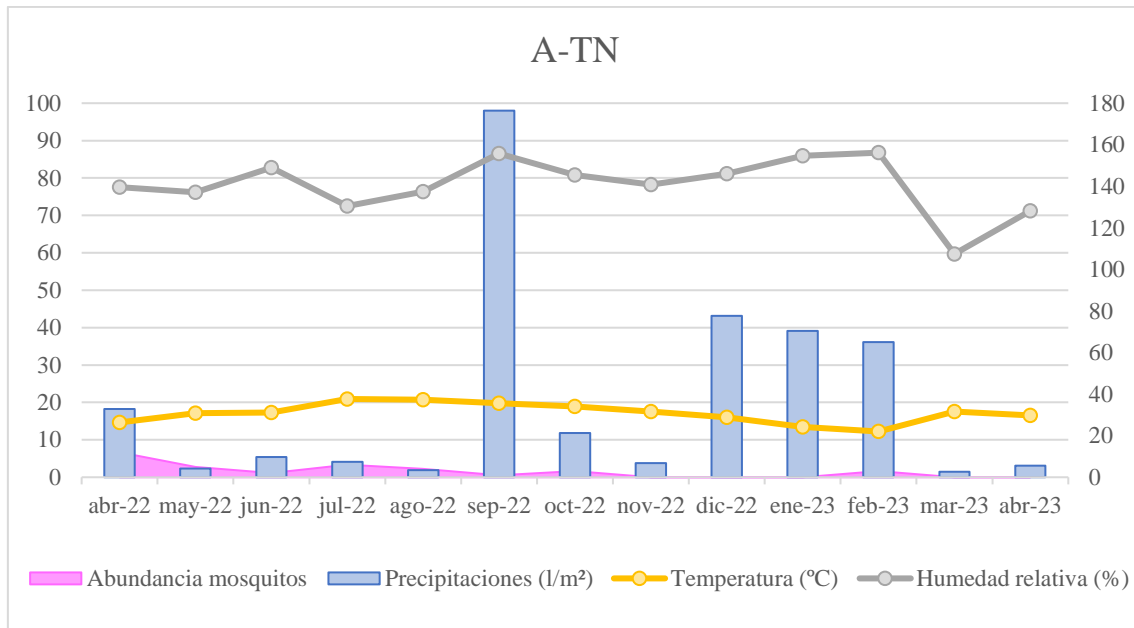
*Tabla 3. Rangos de factores abióticos por PdE (elaboración propia)*

<b>Punto de Entrada</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Precipitaciones (l/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>
<b>Aeropuerto Norte</b>	12,23-20,23	2,6-176,4	59,71-86,77
<b>Aeropuerto Sur</b>	17,3-24,77	0-108,6	61,17-70,15
<b>Puerto de Santa Cruz</b>	18,02-25,84	0-116,6	54,9-68,72
<b>Puerto de los Cristianos</b>	17,16-23,95	0-112,4	64,04-75,53
<b>Invernaderos</b>	14,92-21,73	3-85,6	64,7-80,83

### 4.1.1 Adultos

En los siguientes gráficos, todos ellos de elaboración propia, se representan por cada PdE, en el periodo de un año (abril 2022-abril 2023), los siguientes factores:

- Eje izquierdo: humedad relativa y temperatura.
- Eje derecho: precipitaciones y abundancia de mosquitos.



**Figura 10.** Abundancia de mosquitos adultos respecto a factores abióticos en Aeropuerto Norte (elaboración propia)

En el PdE Aeropuerto Norte se observa el pico máximo de abundancia en abril 2022, con una recogida de 12 mosquitos a una temperatura de 14,6°C, una humedad del 77,56% y precipitaciones de 32,8 l/m<sup>2</sup> (Figura 10).



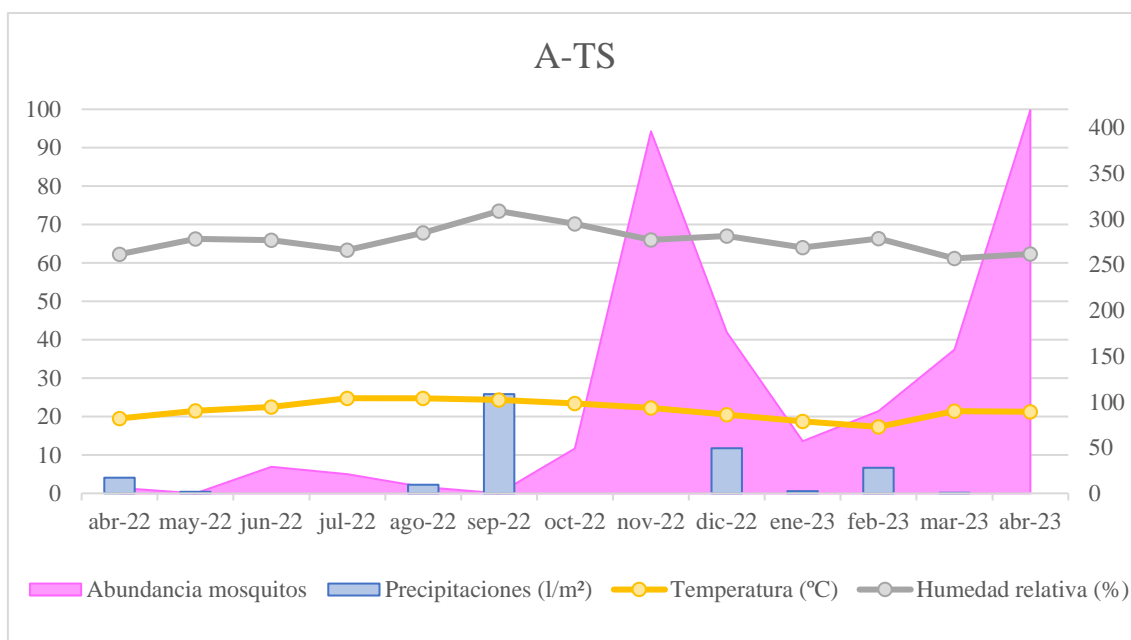
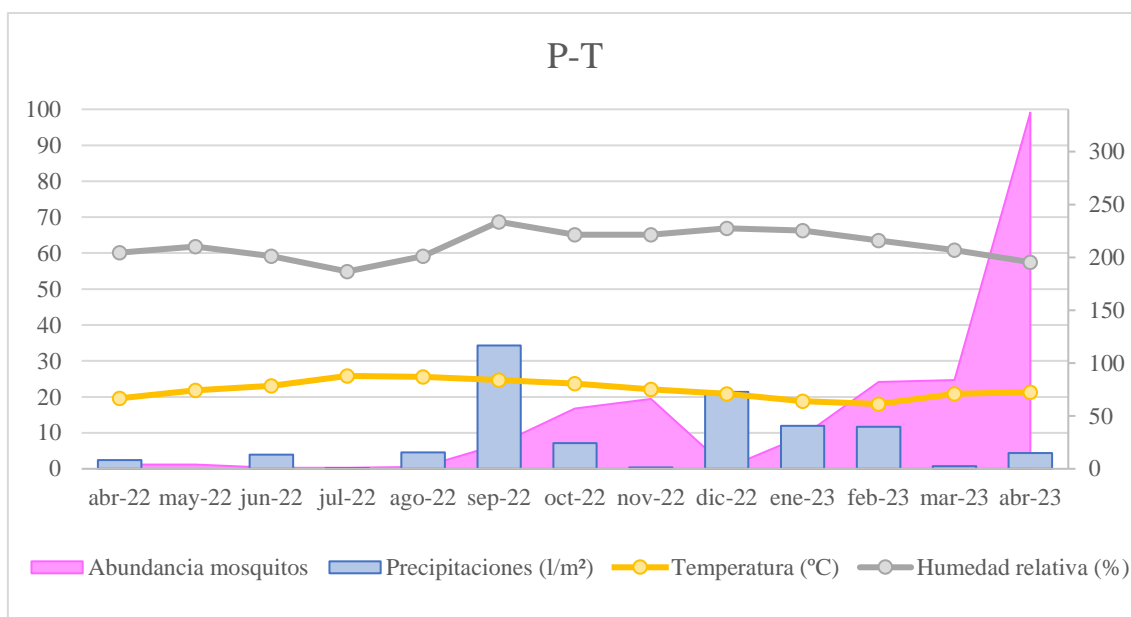


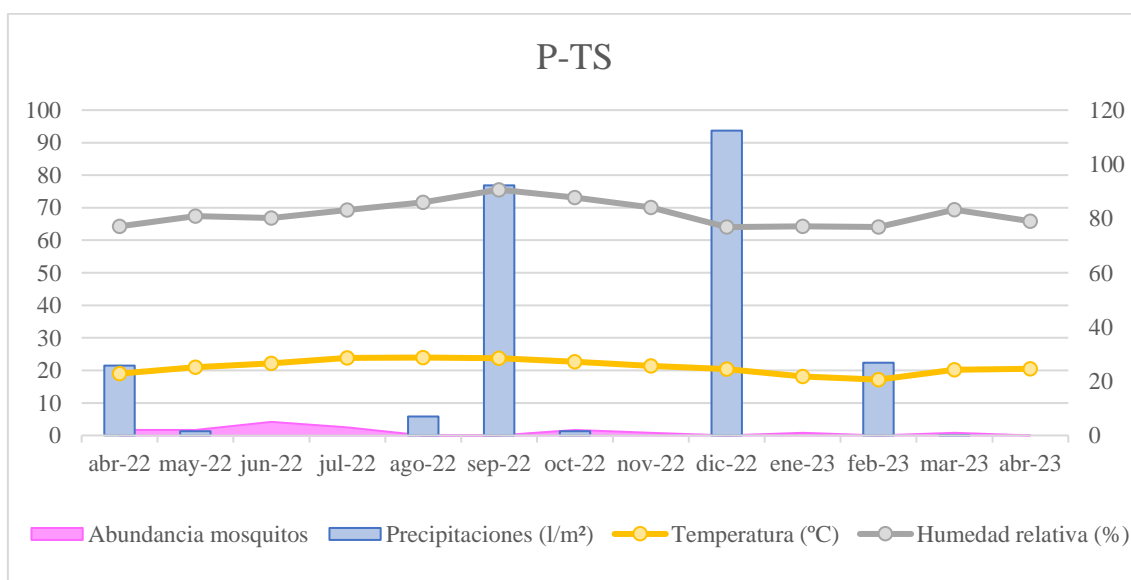
Figura 11. Abundancia de mosquitos adultos respecto a factores abióticos en Aeropuerto Sur (elaboración propia)

La mayor cantidad de mosquitos adultos se recogió en el PdE Aeropuerto Sur, con un total de 1407 mosquitos, con picos máximos en abril y noviembre, en ambos casos hubo una ausencia de precipitaciones, la temperatura osciló en un rango de 21 - 22°C y la humedad relativa fue del 66,4% en abril y del 62,3% en noviembre (Figura 11). Según Ciota et al. (16) en general un incremento de la temperatura acelera el desarrollo del mosquito, este efecto es mayor si la temperatura se encuentra por debajo de los 24°C, lo que coincidiría con este caso, ya que hay una gran abundancia con un máximo de 22,23°C.



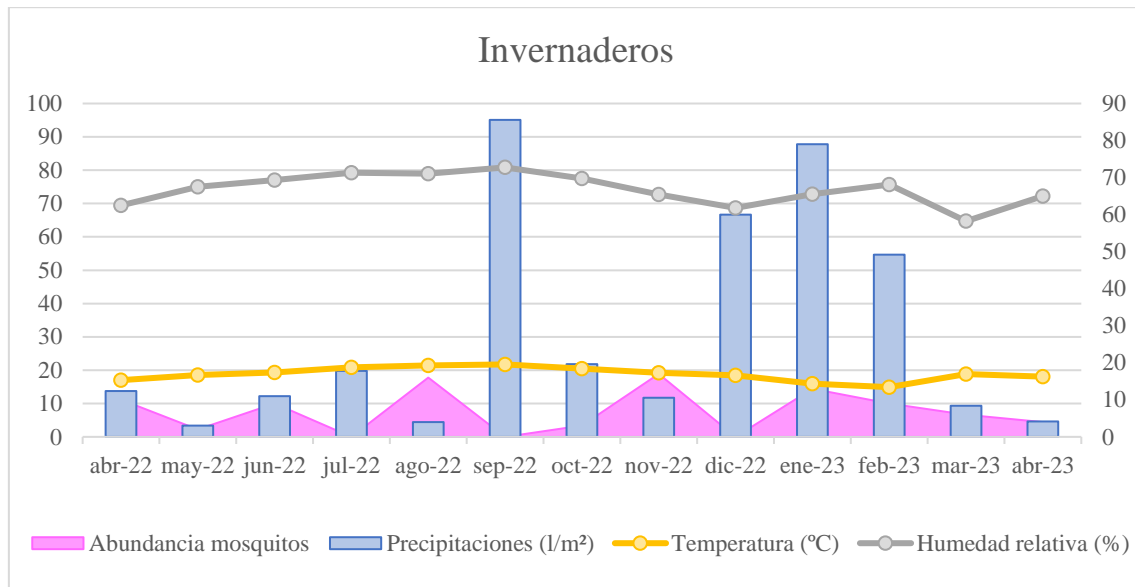
**Figura 12.** Abundancia de mosquitos adultos respecto a factores abióticos en Puerto de Santa Cruz de Tenerife (elaboración propia)

En el PdE Puerto de Santa Cruz se recogieron un total de 693 mosquitos adultos, con el pico máximo en abril 2023 a una temperatura de 21,29°C, una humedad relativa del 57,5% y precipitaciones de 15 l/m<sup>2</sup>. Además se observa que a temperaturas de 18-22°C, precipitaciones entre 1,4 y 39,6 l/m<sup>2</sup> y humedad de 60,84-65,08% se recoge en los meses de noviembre, febrero y marzo picos menores con cantidades de 66-84 mosquitos (Figura 12).



**Figura 13.** Abundancia de mosquitos adultos respecto a factores abióticos en Puerto de los Cristianos (elaboración propia)

El Puerto de los Cristianos fue el PdE con menor abundancia, recogiendo un total de 17 mosquitos en todo el periodo, siendo el pico máximo en junio con 5 mosquitos a una temperatura media de 22,18°C, humedad del 66,85% y sin precipitaciones (*Figura 13*).



*Figura 14. Abundancia de mosquitos adultos respecto a factores abióticos en Invernaderos (elaboración propia)*

En el PdE Invernaderos los picos de abundancia tuvieron lugar en agosto y noviembre con temperaturas de 21,4 y 19,2°C, humedades del 78,92 y 72,76% y precipitaciones de 4 y 10,6 l/m<sup>2</sup> (*Figura 14*).

Dado que las trampas para adultos (BG-Sentinel) se encuentran en espacios interiores, las capturas no se van a ver tan afectadas por los factores ambientales. Además de que este tipo de trampa está orientada a la detección de especies invasoras como *Ae. aegypti*, por lo que no son las ideales para la captura de las especies nativas de la isla.

#### 4.1.2 Larvas

Las especies alcanzan un pico máximo en abril en todos los PdE, posiblemente debido al desarrollo de las larvas hibernantes, disminuyendo hasta alcanzar un segundo pico en noviembre, correspondiéndose con las temporadas de actividad de mosquitos de primavera y otoño (*Figuras 15 - 18*).

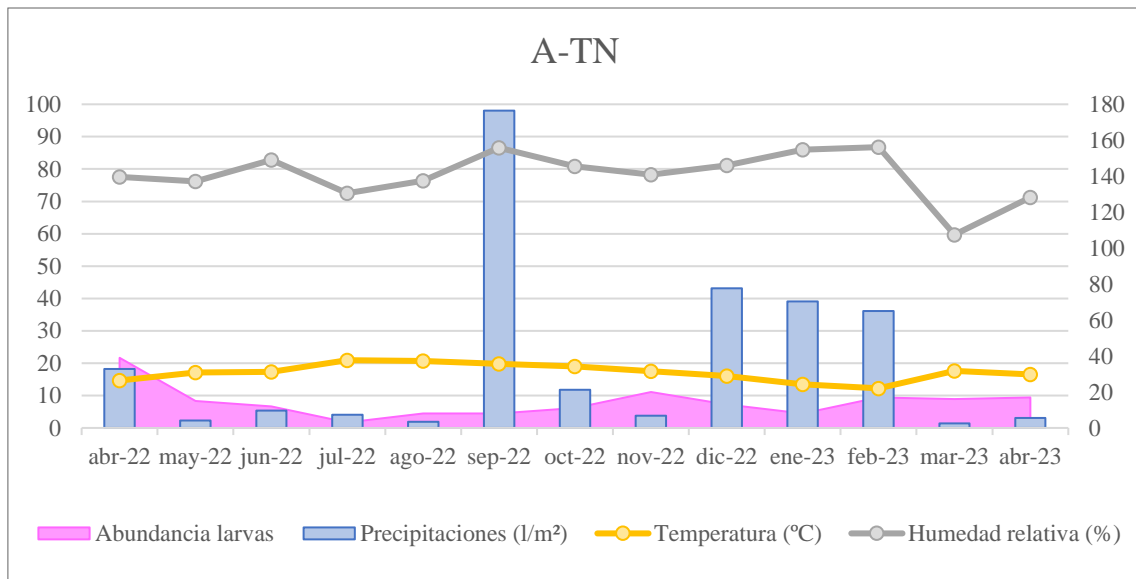


Figura 15. Abundancia de larvas de mosquitos respecto a factores abióticos en Aeropuerto Norte (elaboración propia)

En el PdE Aeropuerto Norte los datos recogidos son homogéneos, presencia de larvas con escasa variación en su abundancia. Los picos de abril 2022 y noviembre tuvieron una temperatura de 14,61 y 17,53°C, precipitaciones de 32,8 y 6,8 l/m<sup>2</sup>, y humedad relativa del 77,56 y 78,28% (Figura 15).

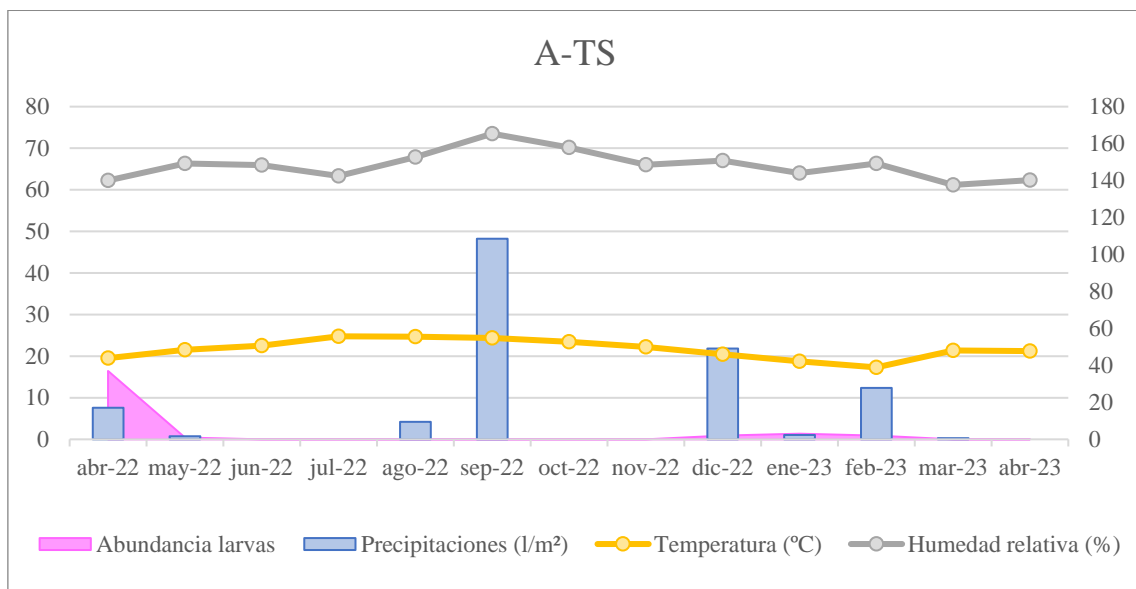


Figura 16. Abundancia de larvas de mosquitos respecto a factores abióticos en Aeropuerto Sur (elaboración propia)

En el PdE Aeropuerto Sur la abundancia de larvas fue mínima, destacando un pico de 37 larvas en abril 2022 a una temperatura de 19,53°C, precipitaciones de 17,1 l/m<sup>2</sup> y humedad del 62,27%, el resto del periodo de estudio se caracteriza por la ausencia de larvas hasta enero donde se recogieron 3 larvas, en el que se reproducen

factores parecidos de temperatura (18,73°C) y humedad (64,05%), pero menor precipitación (2,3 l/m<sup>2</sup>) (Figura 16).

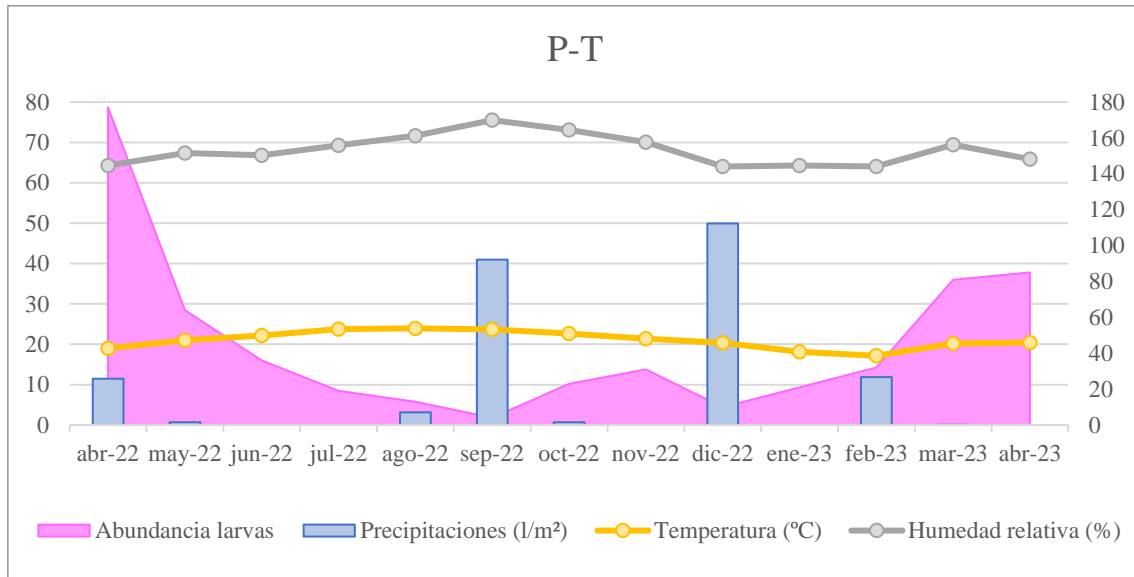
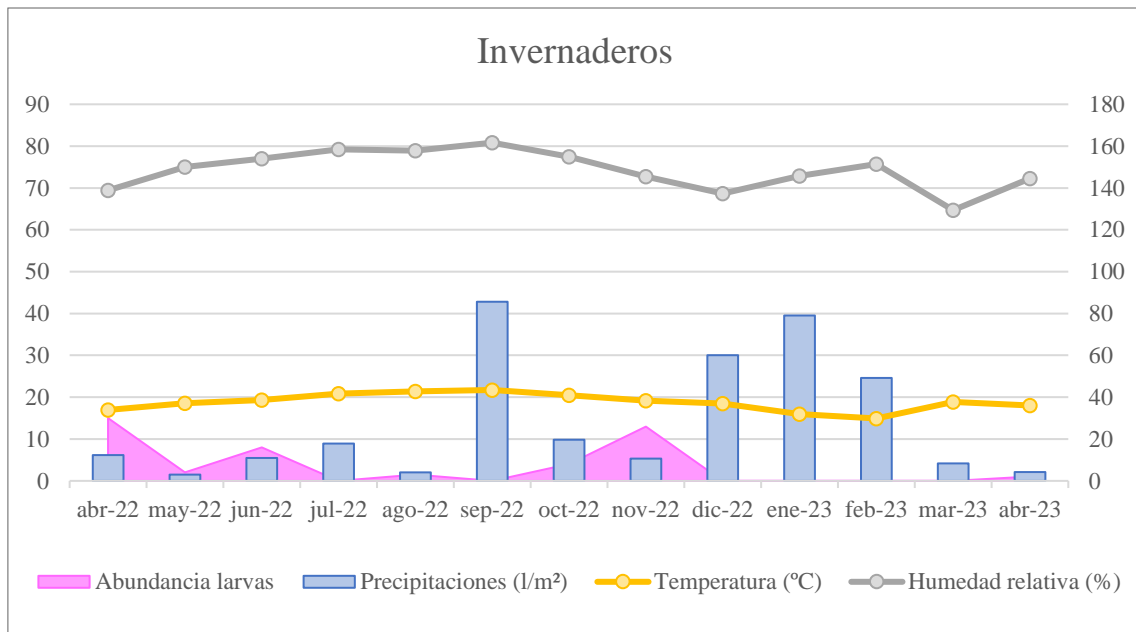


Figura 17. Abundancia de larvas de mosquitos respecto a factores abióticos en Puerto de Santa Cruz (elaboración propia)

En el PdE Puerto de Santa Cruz se produce la mayor abundancia de larvas de todos los puntos, los picos de mayor abundancia se dieron en abril de 2022 a una temperatura de 19,02°C, precipitaciones de 25,8 l/m<sup>2</sup> y humedad del 64,28% y en marzo y abril 2023, con temperaturas de 20,19 y 20,45°C humedad de 69,43 y 65,88% y sin precipitaciones. Además se observa que ante un incremento de temperatura y humedad descende la presencia de larvas y a medida que los valores se vuelven a estabilizar entre los 19-20°C y humedades del 64-69% se incrementa la presencia de larvas (Figura 17).



*Figura 18. Abundancia de larvas de mosquitos respecto a factores abióticos en Invernaderos (elaboración propia)*

En el PdE Invernaderos los picos de abundancia se dieron en abril 2022 y noviembre con 30 y 26 larvas, temperaturas de 16,97 y 19,2°C, precipitaciones de 12,4 y 10,6 l/m<sup>2</sup>, y humedad relativa del 69,44 y 72,76% respectivamente (*Figura 18*).

Las ovitrampas, al encontrarse en el exterior se ven expuestas a los factores ambientales, por lo que la abundancia de larvas se va a ver influenciada por el clima.

## 4.2 Resultados totales

Tabla 4. Abundancia de especies de culícidos en los diferentes PdE (elaboración propia)

PUNTOS DE ENTRADA	Nº total ind.	<i>Cs. longiareolata</i>	<i>Ae. aegypti</i>	<i>Cx. laticinctus</i>	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. Spp</i>	<i>Cx. Theileri</i>	<i>Ae. eatoni</i>	<i>An. cinereus hispaniola</i>	<i>An. Sergentii</i>
Aeropuerto Norte	223	143	0	2	70	0	0	8	0	0
Aeropuerto Sur	1452	70	0	7	1361	11	2	0	1	0
Puerto SC	1286	249	3	99	902	3	2	0	18	10
Puerto los Cristianos	20	1	0	2	14	0	3	0	0	0
Invernaderos	178	65	0	35	73	1	3	1	0	0
<b>Nº individuos totales</b>	<b>3159</b>	<b>528</b>	<b>3</b>	<b>145</b>	<b>2420</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>10</b>
<b>Porcentajes</b>		<b>16,71</b>	<b>0,09</b>	<b>4,59</b>	<b>76,60</b>	<b>0,47</b>	<b>0,31</b>	<b>0,28</b>	<b>0,60</b>	<b>0,31</b>
<b>Total puntos de muestreo</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Porcentajes</b>		<b>100</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>20</b>

De las 8 especies muestreadas, la especie más abundante es *Cx. pipiens* con un 76,6% del total de especies seguido por *Cs. longiareolata* con un 16,71% del total de mosquitos adultos y larvas, encontrándose en todos los PdE muestreados (Tabla 4). Hay que tener en cuenta la abundancia de *Cx. pipiens* al ser vector del Virus del Nilo Occidental por lo que estas zonas son de riesgo de transmisión de este tipo de arbovirus.

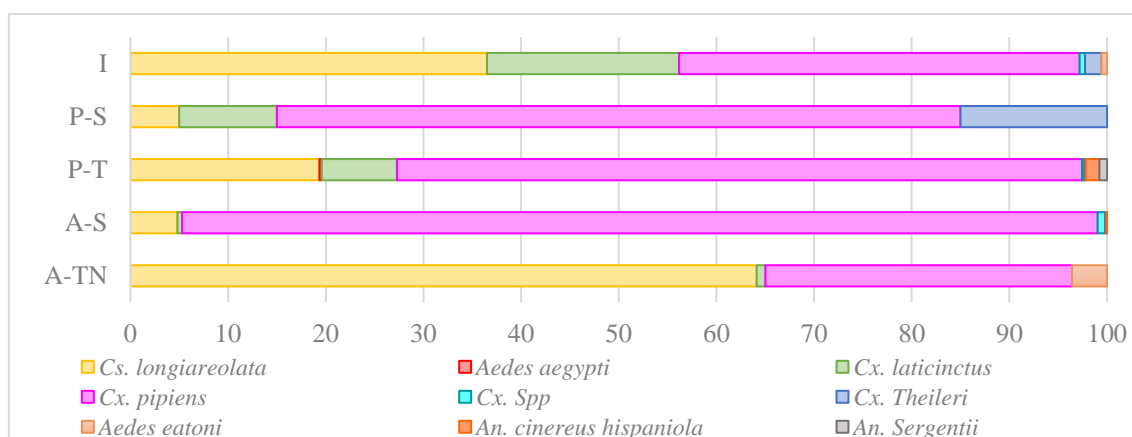


Figura 19. Diversidad de especies de culícidos por PdE (elaboración propia)

El PdE con mayor variabilidad de especies recogidas es el Puerto de Santa Cruz, con 8 especies (Figura 19). Este PdE registra la menor humedad relativa (54,9-68,72%),

comparándose con otros PdE, como Invernaderos, se observa que por encima del 78% de humedad relativa la presencia de mosquitos disminuye.

Como especies invasoras se encontraron 3 ejemplares de *Ae. aegypti* vector de dengue y fiebre chikungunya, y solo en el PdE del Puerto de Santa Cruz de Tenerife en diferentes meses del año (diciembre, febrero y marzo), razón por la que se instauró una alerta y se aumentó el número de trampas (*Figura 19*). En el estudio de Dhimal et al. (9) que se centra en *Ae. aegypti* y su relación con factores abióticos en el centro de Nepal, se demuestra que a mayor temperatura aumenta la abundancia, y que mayores precipitaciones y humedad relativa la disminuyen. En el caso de Tenerife, se encontró adultos de *Ae. aegypti* a temperaturas de 18,02-20,89°C, con pocas precipitaciones en marzo, y mayores en diciembre y enero, y una humedad relativa de 60,84-66,92%. En este caso se trata de una especie invasora, por lo que es más probable que su presencia se deba a los medios de transporte, intercambio de mercancías que se producen en el PdE Puerto de Santa Cruz, sin embargo las condiciones climatológicas serían propicias para su desarrollo según lo observado en el estudio de Nepal, por lo que la VE es clave para el control de la especie invasora.

En comparación con los resultados del estudio de Rosà et al. (7) los datos sobre precipitaciones obtenidos en Tenerife no parecen afectar a la temporada de mosquitos, pero hay que tener en cuenta que el clima continental es diferente al que se dan en las islas, ya que estas tienen temperaturas más estables a lo largo del año.

Por otro lado, la influencia de las precipitaciones no se refleja tan marcada en la abundancia de mosquitos por tomar los datos mensualmente. Para definir la influencia de las precipitaciones en próximos estudios, tomar estos datos en cada fecha de muestreo podría otorgar más detalles.

Las trampas BG-Sentinel están orientadas a la detección de especies invasoras, concretamente *Ae. aegypti*, por ser especies de hábitos diurnos. Sin embargo, las especies autóctonas en las islas son nocturnas, por lo que lo óptimo para futuros estudios sería complementar con otro tipo de trampas como las CDC cuyo diseño incluye una luz como atrayente.



## 5. Conclusiones

---

1. El empleo de claves taxonómicas ha resultado efectivo en la identificación de la mayoría de las muestras procedentes de la VE, considerándose como una herramienta útil y práctica para llevar a cabo la identificación a nivel de especie.
2. El PdE que más variabilidad de especies presenta fue el Puerto de Santa Cruz, encontrado 8 especies. Además fue el PdE donde se recogió *Ae. aegypti*, la especie invasora.
3. Se observa que valores de humedad relativa por encima del 78% disminuyen la presencia de mosquitos, mientras que rangos menores, como en el PdE Puerto de Santa Cruz, aumentan la variabilidad y abundancia.
4. Las épocas de mayor abundancia fueron los meses de marzo, abril y noviembre, coincidiendo con primavera y otoño.
5. La mayor abundancia de recogida de mosquitos adultos se produce a temperaturas de 21-22°C, con precipitaciones mínimas o ausentes y con una variación en la humedad relativa del 57 al 78%, siendo la especie más abundante en todos los PdE *Cx. pipiens*, especie transmisora de arbovirus como la Fiebre del Nilo Occidental.
6. Las trampas para adultos BG-Sentinel están orientadas a la detección de *Ae. aegypti*, por lo que para un estudio más exhaustivo de especies autóctonas habría que optar por otro tipo de trampas como las CDC.
7. La globalización ha provocado un aumento en el intercambio de mercancías, de personas, incrementando el movimiento de vectores transmisores de enfermedades, por lo que se comprueba la importancia y eficacia de los Sistemas de VE con la detección de *Ae. aegypti*, fundamentando su mantenimiento frente a futuras introducciones de este tipo de vector.

## 6. Bibliografía

---

1. ECDC. Guidelines for the surveillance of native mosquitoes in Europe [Internet]. ecdc.europa.eu. [consultado el 10 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/surveillance-of%20native-mosquitoes%20-guidelines.pdf>
2. Molano Cetina LG. Enfermedades transmitidas por vectores. Biomedica [Internet]. 2011 [consultado el 7 de mayo de 2023];31(sup3.1):110. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
3. ECDC. Guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe [Internet]. ecdc.europa.eu. [consultado el 10 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/TER-Mosquito-surveillance-guidelines.pdf>.
4. Global vector control response 2017–2030 [Internet]. Who.int. [consultado el 31 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259205/9789241512978-eng.pdf;jsessionid=7BB01F2AE5EA5038D4613D429ACE2B2B?sequence=1>
5. SCS. Vigilancia Mosquitos Invasores [Internet]. Gobiernodecanarias.org. 2017 [consultado el 7 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/contenidoGenerico.jsp?idDocumento=5dd36d41-df0f-11e7-ac18-a995147ba80a&idCarpeta=0428f5bb-8968-11dd-b7e9-158e12a49309>
6. Dirección General de Salud Pública. Programa de Vigilancia Entomológica y Control Sanitario-Ambiental del mosquito tigre (Aedes albopictus) en la Comunidad de Madrid [Internet]. Comunidad de Madrid. 2021 [consultado el 1 de mayo de 2023]. Disponible en: [https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/samb/programa\\_de\\_vigilancia\\_entomologica\\_y\\_control\\_mosquito\\_tigre\\_2021.pdf](https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/sanidad/samb/programa_de_vigilancia_entomologica_y_control_mosquito_tigre_2021.pdf)
7. Rosà R, Marini G, Bolzoni L, Neteler M, Metz M, Delucchi L, et al. Early warning of West Nile virus mosquito vector: climate and land use models successfully explain phenology and abundance of Culex pipiens mosquitoes in

- north-western Italy. *Parasit Vectors* [Internet]. 2014;7(1):269 [consultado el 17 de abril de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/1756-3305-7-269>
8. ECDC. West Nile virus in Europe in 2022 - human cases, updated 28 September 2022 [Internet]. *ecdc.europa.eu*. 2022 [consultado el 15 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/west-nile-virus-europe-2022-human-cases-updated-28-september-2022>
  9. Dhimal M, Gautam I, Joshi HD, Hara O, Ahrens RB, Kuch B. Risk Factors for the Presence of Chikungunya and Dengue Vectors (*Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*), Their Altitudinal Distribution and Climatic Determinants of Their Abundance in Central Nepal. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2015;16(2015). [consultado el 15 de junio de 2023]. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosntds/article/file?id=10.1371/journal.pntd.0003545&type=printable>
  10. Canario P. Trampas y colaboración ciudadana: la estrategia contra el mosquito ‘*Aedes aegypti*’ en La Palma [Internet]. *Planeta Canario*. 2022 [consultado el 16 de abril de 2023]. Disponible en: <https://planetacanario.com/trampas-y-colaboracion-ciudadana-la-estrategia-contra-el-mosquito-aedes-aegypti-en-la-palma/>
  11. BG-Sentinel 2 - 1 [Internet]. *Killgerm.es*. [consultado el 16 de abril de 2023]. Disponible en: <https://catalogo.killgerm.es/trampa-para-mosquitos-bg-sentinel-2-1>
  12. Becker N, Petrić D, Zgomba M, Boase C, Madon MB, Dahl C, et al. Key to female mosquitoes. En: *Mosquitoes* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2020. p. 103–22. [consultado el 3 de febrero de 2023] Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-11623-1\\_6](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-11623-1_6)
  13. Becker N, Petrić D, Boase C, Lane J, Zgomba M, Dahl C, et al. Key to mosquito fourth-instar larvae. En: *Mosquitoes and Their Control* [Internet]. Boston, MA: Springer US; 2003. p. 133–60. [consultado el 9 de febrero de 2023]. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-5897-9\\_9](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-5897-9_9)

14. CDC. Ciclo de vida de los mosquitos de la especie Culex [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2022 [consultado el 7 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/mosquitoes/es/about/life-cycles/culex.html>
15. Suárez P. Santa Cruz de Tenerife observación meteorológica [Internet]. X-Y.es. 2019 [consultado el 10 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://x-y.es/aemet/prov-santa-cruz-de-tenerife>
16. Ciota AT, Matakchiero AC, Kilpatrick AM, Kramer LD. The effect of temperature on life history traits of Culex mosquitoes. J Med Entomol [Internet]. 2014;51(1):55–62. [consultado el 21 de junio de 2023] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1603/me13003>