



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL
DESARROLLO BIOLÓGICO DE UNA PLAGA CUARENTENARIA
(*Ceratitis capitata*), COTOPAXI, 2021 - 2022”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autor:
Alarcon Chuque Alvaro Patricio

Tutor:
Jácome Mogro Emerson Javier Ing. Ph.D.

LATACUNGA – ECUADOR

Marzo 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Alvaro Patricio Alarcon Chuque, con cédula de ciudadanía N°: **120770077-2**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Análisis del efecto de la temperatura sobre el desarrollo biológico de una plaga cuarentenaria (*Ceratitis capitata*), Cotopaxi, 2021-2022”, siendo el Ingeniero, Ph.D. Emerson Javier Jácome Mogro, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 14 de marzo del 2022

Alvaro Patricio Alarcon Chuque
Estudiante
CC: 1207700772

Ing. Ph.D. Emerson Javier Jácome Mogro
Docente Tutor
CC: 0501974703

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ALARCON CHUQUE ALVARO PATRICIO**, identificado con cédula de ciudadanía No **1207700772**, de estado civil **soltero**, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Análisis del efecto de la temperatura sobre el desarrollo biológico de una plaga cuarentenaria (*Ceratitis capitata*), Cotopaxi, 2021-2022**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Inicio de la carrera: Octubre 2016 – Marzo 2017

Finalización de la carrera: Octubre 2021-Marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 7 de enero del 2022

Tutor. - Ing. Ph.D. Emerson Javier Jácome Mogro

Tema: “**Análisis del efecto de la temperatura sobre el desarrollo biológico de una plaga cuarentenaria (*Ceratitis capitata*), Cotopaxi, 2021-2022**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 14 días del mes de marzo del 2022.

Alvaro Patricio Alarcon Chuque

EL CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESARROLLO BIOLÓGICO DE UNA PLAGA CUARENTENARIA (*Ceratitis capitata*), COTOPAXI, 2021-2022” de Alarcon Chuque Alvaro Patricio, de la carrera de Ingeniería Agronómica, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 14 de marzo del 2022

Ing. Ph.D. Emerson Javier Jácome Mogro

DOCENTE TUTOR

CC: 0501974703

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Alarcon Chuque Alvaro Patricio, con el título de Proyecto de Investigación: “ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESARROLLO BIOLÓGICO DE UNA PLAGA CUARENTENARIA (*Ceratitis capitata*), COTOPAXI, 2021-2022”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autorizan los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 14 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizquete

CC: 0502409725

Lector 2

Ing. Ph.D. Carlos Javier Torres Miño

CC: 0502329238

Lector 3

Ing. Mg. Cristian Santiago Jiménez Jácome

CC: 0501946263

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecerle de todo corazón a Dios por darme la vida y salud, por la oportunidad de haberme permitido cumplir mi tan anhelada meta el llegar a ser ingeniero agrónomo, por haber estado conmigo en cada uno de mis pasos, por ser mi fortaleza, agradezco también a mis padres por todo el cariño que me han brindado por los valores que me han inculcado y el apoyo incondicional.

A mi tutor el Ing. Mg. Emerson Jácome PhD, por su apoyo incondicional, quien con todo el mejor de los ánimos, su amabilidad y su vasta experiencia ha sabido guiarme para poder culminar mis estudios con éxito, a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a todos los docentes quienes formaron parte de todo mi camino hacia mi formación académica como profesional.

Alvaro Patricio Alarcon Chuque

DEDICATORIA

Se lo dedico a mi padre celestial quien me dio la vida, así como la sabiduría y la fortaleza junto con la perseverancia necesaria para superar cada uno de los problemas y obstáculos que se presentaron durante mi formación académica.

Este trabajo la dedico a mis padres quien con su apoyo infinito y desinteresado lograron que este sueño se haga realidad, a mi madre Mariana Chuque quien ha sido el pilar fundamental en todo este camino, a mi padre que en paz descansa Felipe Alarcon quien desde el inicio estuvo conmigo en cada uno de mis pasos. A mis hermanos Elvia y Diego quienes influyeron directamente en mi proceso de formación y en especial a toda mi familia quienes nunca me han dejado solo en ningún instante.

A mi tutor Ing. Mg. Emerson Jácome PhD, por todo su apoyo incondicional, así como su disposición para guiarme en la elaboración y culminación de mi trabajo de titulación

Alvaro Alarcon

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESARROLLO BIOLÓGICO DE UNA PLAGA CUARENTENARIA (*Ceratitis capitata*), COTOPAXI, 2021-2022”

AUTOR: Alarcon Chuque Alvaro Patricio

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Latacunga, ubicada en la provincia de Cotopaxi, haciendo énfasis al análisis del efecto de la temperatura sobre el desarrollo biológico de una plaga cuarentenaria (*Ceratitis capitata*), Cotopaxi, 2021-2022, para esto con la ayuda del software RStudio se crearon tablas de vida de tipo cohorte, guiándose de la literatura publicada sobre el ciclo de vida de la mosca de la fruta dependientes de la temperatura, en los cuales los resultados obtenidos muestran, tablas de vida de tipo cohorte para inmaduros con una muestra de $n=100$ individuos y para etapas maduras de $n=50$, luego se generó el modelo fenológico para ello se introdujo tablas de vida que incluían, huevo, larva, pupa, macho, hembra y oviposición, una vez colocadas en orden, se obtuvo gráficas de cada etapa con los modelos que sobresalieron, en este caso Weibull con valores de Akaike (AIC) de= 3703.84, 6446.77, 5483.77 con valores $p= 0.000016, 1.03, 0.51$ y lognormal, (AIC) de 2395.36, el modelo fenológico, estos mostraron que (*Ceratitis capitata*) alcanza un desarrollo óptimo a temperaturas de 22 a 25 °C, y que además a rangos menores de 9 °C y mayores a 32 °C el aumento de mortalidad incrementa drásticamente, los mapas de índices de riesgos para Ecuador, muestra como la plaga está presente en este país, actualmente está asentada en la zona tropical y subtropical, dejando como área libre a la zona del callejón interandino o la región sierra, el uso de softwares especializados a la agricultura son importantes ya que generan modelos predictivos por tal razón, es imprescindible implementar el uso de estos en el plan de estudios de estudiantes y docentes investigadores.

Palabras claves: *Ceratitis capitata*, modelo fenológico, cohorte, tablas de vida.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "ANALYSIS OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE BIOLOGICAL DEVELOPMENT OF A QUARANTINE PEST (*Ceratitis capitata*), COTOPAXI, 2021-2022"

AUTHOR: Alarcon Chuque Alvaro Patricio

ABSTRACT

The present work was carried out in the city of Latacunga, located in the province of Cotopaxi, emphasizing the analysis of the effect of temperature on the biological development of a quarantine pest (*Ceratitis capitata*), Cotopaxi, 2021-2022, for this with the help of RStudio software, cohort type life tables were created, guided by the published literature on the life cycle of fruit flies dependent on temperature, in which the results obtained show, cohort type life tables for immature with a sample of n=100 individuals and for mature stages of n=50, then the phenological model was generated for this, life tables were introduced that included, egg, larva, pupa, male, female and oviposition, once placed in order, graphs were obtained for each stage with the models that stood out, in this case Weibull with Akaike (AIC) values of= 3703. 84, 6446.77, 5483.77 with p= values of 0.000016, 1.03, 0.51 and lognormal, (AIC) of 2395. 36, the phenological model, these showed that (*Ceratitis capitata*) reaches an optimum development at temperatures of 22 to 25 °C, and that also at ranges lower than 9 °C and higher than 32 °C the increase of mortality increases drastically, the maps of risk indexes for Ecuador, show how the pest is present in this country, The use of specialized software for agriculture is important because it generates predictive models. For this reason, it is essential to implement the use of this software in the curriculum of students and teacher-researchers.

Keywords: *Ceratitis capitata*, phenological model, cohort, life tables.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESÚMEN	x
ABSTRAC.....	xi
ÍNDICE DE CONTENIDO	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
4.1. Beneficiarios directos	4
4.2. Beneficiarios indirectos	4
5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
6.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
7. TABLA DE ACTIVIDADES POR OBJETIVO	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1. LA MOSCA DE LA FRUTA (<i>Ceratitis capitata</i>).....	7
8.1.1. ORIGEN	7
8.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA	7
8.3. LA MOSCA DE LA FRUTA EN ECUADOR.....	8
8.4. BIOLOGÍA DE LA MOSCA DE LA FRUTA (<i>Ceratitis capitata</i>).....	8

8.5.	EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO SOBRE LA PLAGA	8
8.6.	EFEECTO DEL CAMBIO CLIMATICO	9
8.7.	LA TEMPERATURA	9
8.8.	HÁBITAT.....	9
8.9.	CICLO BIOLÓGICO DE LA MOSCA DE LA FRUTA (<i>Ceratitits capitata</i>)	10
8.9.1.	CICLO DE VIDA.....	10
8.10.	DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS.....	10
8.10.1.	Adulto.....	10
8.10.2.	Mosca adulta hembra	10
8.10.3.	Mosca adulta macho	11
8.10.4.	Huevo	11
8.10.5.	Larva	11
8.10.6.	Pupa.....	11
8.11.	TABLAS DE VIDA.....	11
8.11.1.	Puntos más importantes	12
8.12.	SOFTWARES DE USO RELACIONADOS A LA AGRICULTURA	12
8.12.1.	SOFTWARE ESTADÍSTICO (R y R Studio).....	12
8.13.	SOFTWARE ILCYM (Insect Life Cycle Modeling)	12
8.13.1.	SUBMÓDULOS	14
8.13.2.	Project (Proyecto).....	14
8.13.3.	Modelling (Modelamiento)	14
8.13.4.	Compilation (Compilación).....	14
8.13.5.	Simulation (Simulación)	14
8.14.	Mapas de Riesgos.....	15
8.16.	CICLO DE VIDA Y DESARROLLO DE LA MOSCA DE LA FRUTA (<i>Ceratitits capitata</i>) A DISTINTAS TEMPERATURAS	15
8.17.	FASE INMADURA.....	16
8.17.1.	Etapa 1: Huevo.....	16
8.17.2.	Etapa 2: Larva	16
8.17.3.	Etapa 3: Pupa	18
8.18.	Fase de Oviposición.....	18
8.18.1.	Hembra	18
8.19.	Fase de Longevidad	20
8.19.1.	Hembra	20
8.19.2.	Macho.....	20

8.20.	Mortalidad	21
8.20.1.	Huevos.....	21
8.20.2.	Larva	21
8.20.3.	Pupa.....	22
8.21.	Resumen de la búsqueda bibliográfica del ciclo biológico de (<i>Ceratitis capitata</i>) a distintas temperaturas	22
8.22.	ArcGIS 10.5.....	23
9.	PREGUNTA CIENTÍFICA.....	23
10.	METODOLOGÍA	24
10.1.	Ubicación del proyecto.....	24
10.2.	Materiales.....	25
10.3.	PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....	25
10.3.1.	MÉTODO DEDUCTIVO – DESCRIPTIVO	25
10.4.	TÉCNICA	26
10.4.1.	TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	26
10.5.	PROCEDIMIENTO	26
10.5.1.	Revisión bibliográfica.....	26
10.5.2.	Elaboración de tablas de vida	27
10.5.3.	Modelamiento fenológico de (<i>Ceratitis capitata</i>) con ILCYM	28
10.5.4.	Generación de mapas de Índices de Riesgo para Ecuador.....	29
11.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
11.1.	Tablas de vida de (<i>Ceratitis capitata</i>)	30
11.2.	Modelamiento Fenológico de (<i>Ceratitis capitata</i>).....	34
11.3.	Tiempo de Desarrollo (Development Time) con relación a la supervivencia....	34
11.3.1.	Huevo	35
11.3.2.	Larva	36
11.3.3.	Pupa.....	37
11.3.4.	Hembra	39
11.3.5.	Macho.....	39
11.4.	Tasa de Desarrollo (Development Rate).....	40
11.4.1.	Huevo	40
11.4.2.	Larva	41
11.4.3.	Pupa.....	41
11.5.	Mortalidad (Mortality)	42

11.5.1.	Huevo	42
11.5.2.	Larva	43
11.5.3.	Pupa.....	45
11.6.	Senescencia (Senescence).....	46
11.6.1.	Hembra	46
11.6.2.	Macho.....	47
11.7.	Longevidad de adultos	47
11.7.1.	Hembra	48
11.7.2.	Macho.....	48
11.8.	Tiempo de Oviposición (Oviposition Time)	49
11.8.1.	Hembra	49
11.9.	Oviposición Total (Total Oviposition)	50
11.9.1.	Hembra	51
11.10.	Simulaciones de los parámetros de vida de (<i>Ceratitis capitata</i>).....	52
11.10.1.	Simulación Constante para Tasa de Reproducción Neta (Ro) y Tiempo Generacional (T).....	52
11.10.2.	Simulación Geográfica por Puntos (Coordenadas).....	54
11.10.3.	Simulación Geográfica por Coordenadas de presencia de la mosca de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i>) para el sector Pucayacu	55
11.11.	Generación de Mapas de del posible riesgo de (<i>Ceratitis capitata</i>) para Ecuador	56
11.11.1.	Índice del posible Establecimiento	56
11.11.2.	Índice de la posible Generación	57
11.11.3.	Índice de la posible Actividad.....	58
12.	CONCLUSIONES	60
13.	RECOMENDACIONES.....	60
14.	BIBLIOGRAFÍA	61
15.	ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Zonas de adaptación para (<i>Ceratitis capitata</i>).....	9
Tabla 2.	Desarrollo huevo/día de (<i>Ceratitis capitata</i>) a distintas temperaturas.....	16
Tabla 3.	Desarrollo larvario/día de (<i>Ceratitis capitata</i>) a distintas temperaturas	17
Tabla 4.	Desarrollo pupal/día de (<i>Ceratitis capitata</i>) a distintas temperaturas	18
Tabla 5.	Oviposición hembra/día de (<i>Ceratitis capitata</i>) a distintas temperaturas	19
Tabla 6.	Porcentaje de mortalidad huevos (<i>Ceratitis capitata</i>)	21
Tabla 7.	Porcentaje de mortalidad larvas de (<i>Ceratitis capitata</i>)	21
Tabla 8.	Porcentaje de mortalidad pupas de (<i>Ceratitis capitata</i>)	22
Tabla 9.	Resumen de la revisión bibliográfica del ciclo biológico de (<i>Ceratitis capitata</i>) a distintas temperaturas.....	22
Tabla 10.	Coordenadas georreferenciales del sitio.....	24
Tabla 11.	Coordenadas de presencia de (<i>Ceratitis capitata</i>)	25
Tabla 12.	Coordenada de simulación geográfica para el sector Pucayacu.....	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa de ubicación del sitio	24
Gráfico 2. Extracto de tabla de vida del tipo cohorte de la etapa inmadura huevo de (<i>Ceratitis capitata</i>) dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio	30
Gráfico 3. Extracto de tabla de vida del tipo cohorte de la etapa inmadura larva de (<i>Ceratitis capitata</i>) dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio	31
Gráfico 4. Extracto de tabla de vida del tipo cohorte de la etapa inmadura pupa de (<i>Ceratitis capitata</i>) dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio	32
Gráfico 5. Extracto de tabla de vida del tipo cohorte de la etapa madura hembra de <i>Ceratitis capitata</i> dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio.....	32
Gráfico 6. Extracto de tabla de vidas del tipo cohorte de la etapa madura macho de <i>Ceratitis capitata</i> dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio.....	33
Gráfico 7. Extracto de tabla de oviposición del tipo cohorte de la etapa madura macho de <i>Ceratitis capitata</i> dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio.....	34
Gráfico 8. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa huevo	35
Gráfico 9. Desarrollo y supervivencia basado en temperaturas: Huevo	35
Gráfico 10. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa larva	36
Gráfico 11. Desarrollo y supervivencia basado en temperaturas: Larva	37
Gráfico 12. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa pupa.....	37
Gráfico 13. Desarrollo y supervivencia basado en temperaturas: Pupa.....	38
Gráfico 14. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa hembra.....	39
Gráfico 15. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa macho	39
Gráfico 16. Modelo de tasa de desarrollo para la etapa huevo	40
Gráfico 17. Modelo de tasa de desarrollo para la etapa larva	41
Gráfico 18. Modelo de tasa de desarrollo para la etapa pupa	41
Gráfico 19. Modelo de mortalidad para la etapa huevo	42
Gráfico 20. Mortalidad basada en temperaturas: Huevo	43
Gráfico 21. Modelo de mortalidad para la etapa larva	43

Gráfico 22. Mortalidad basada en temperaturas: Larva	44
Gráfico 23. Modelo de mortalidad para la etapa pupa	45
Gráfico 24. Mortalidad basada en temperaturas: Pupa.....	45
Gráfico 25. Modelo para senescencia de la hembra adulta	46
Gráfico 26. Modelo para senescencia del macho adulto	47
Gráfico 27. Longevidad basada en temperaturas: Hembra	48
Gráfico 28. Longevidad basada en temperaturas: Macho	48
Gráfico 29. Modelo para el tiempo de oviposición de la hembra	49
Gráfico 30. Tiempo de Oviposición basado en distintas temperaturas.....	50
Gráfico 31. Modelo para la oviposición total de la hembra de <i>Ceratitis</i>	51
Gráfico 32. Oviposición total dependiente de las temperaturas.....	51
Gráfico 33. Tasa de Reproducción Neta (muestra el número de nuevas hembras de la segunda generación) de <i>Ceratitis capitata</i>	52
Gráfico 34. Tiempo Generacional	53
Gráfico 35. Tasa de Reproducción Neta para el Sector Pucayacu durante un año.....	53
Gráfico 36. Simulación Geográfica de (<i>Ceratitis capitata</i>).....	55
Gráfico 37. Mapa del posible Índice de Riesgo de Establecimiento según ILCYM	56
Gráfico 38. Mapa del posible índice de Riesgo de Establecimiento en Ecuador	56
Gráfico 39. Mapa del posible Índice de Riesgo de Generación según ILCYM	57
Gráfico 40. Mapa del posible índice de Riesgo de Generación en Ecuador	58
Gráfico 41. Mapa del posible Índice de Actividad según ILCYM	58
Gráfico 42. Mapa del posible índice de Riesgo de Actividad en Ecuador.....	59

CAPÍTULO I

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Análisis del efecto de la temperatura sobre el desarrollo biológico de una plaga cuarentenaria (*Ceratitis capitata*), Cotopaxi, 2021-2022”.

Fecha de inicio:

Octubre del 2021.

Fecha de finalización:

Marzo del 2022.

Lugar de ejecución:

Barrio Salache – Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga – Provincia de Cotopaxi.

Facultad que auspicia

- Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agronómica.

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto “Estudio de Plagas de Importancia Económica caso Mosca de la Fruta”.

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. PhD. Jácome Mogro Emerson Javier.

Autor: Alarcon Chuque Alvaro Patricio

Lector 1: Ing. Mg. Chasi Vizuete Wilman Paolo

Lector 2: Ing. Ph.D. Torres Miño Carlos Javier

Lector 3: Ing. Mg. Jiménez Jácome Cristian Santiago

Teléfono: 0968153811

Correo electrónico: alvaro.alarcon0772@utc.edu.ec

Área de Conocimiento:

Agricultura - Agricultura, silvicultura y pesca - producción agropecuaria

Línea de investigación:

Línea 1: Análisis, conservación y aprovechamiento de la agrobiodiversidad local.

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, en la medicina, en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad local, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, bioquímica y usos ancestrales de los recursos naturales locales. Esta información será fundamental para establecer planes de manejo, de producción y de conservación del patrimonio natural.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

a.- Caracterización de la biodiversidad

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto de investigación se enfoca en aprender sobre el desarrollo de (*Ceratitis capitata*) a condiciones de temperaturas distintas y por ende mejorar las condiciones de producción de los fruticultores del Ecuador, la investigación se basa en la creación de tablas de vida de tipo cohorte donde se visualizan el desarrollo de cada etapa dependiendo de la temperatura, además en el modelamiento fenológico de *Ceratitis*, que mediante sus gráficas predictivas compuestas permitirán conocer los rangos de temperaturas que son óptimas para su perfeccionamiento biológico y al final poder crear mapas de índices de riesgos como; establecimiento, generación y actividad, en todo el país.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Conocer la temperatura con la dinámica poblacional de los insectos es sumamente importante, tomando en cuenta el caso de las plagas cuarentenarias (*Ceratitis capitata*), que implica un alto riesgo para los productores frutícolas del Ecuador

Algunas plagas se caracterizan desde algunos puntos de vista térmicos, porque se desarrollan bajo condiciones de temperatura mínima, óptima y máxima, gracias a esto se puede predecir el número de generaciones o la duración del ciclo en sí, mediante el registro de temperaturas se puede ajustar al control de plagas. (RAIF, 2019).

Cierta cantidad de plagas, detienen su desarrollo, alimentación, o a su vez reducen su población, cuando las temperaturas superan los 33-35°C, permitiendo así reducir el manejo de insumos fitosanitarios para controlar dichas plagas, entonces si se conoce la etapa máxima de desarrollo y el umbral térmico de dicha plaga sus niveles de población disminuirían e incluso podrían desaparecer (RAIF, 2019).

La presente investigación se realizará con la finalidad conocer como la fluctuación de temperaturas inciden sobre el desarrollo biológico de una plaga cuarentenaria en este caso de (*Ceratitis capitata*).

Debido al escaso conocimiento sobre el desarrollo de la plaga, cuando está expuesto a diferentes temperaturas, se opta por realizar un modelamiento fenológico de *Ceratitis*, con lo que se puede además generar el estudio de riesgo de la mosca en sectores frutícolas.

Esta investigación se ejecutó bajo la necesidad de generar información sobre la distribución potencial actual y bajo los efectos de diferentes temperaturas para (*Ceratitis capitata*) en el Ecuador.

El uso de programas informáticos relacionados con el modelamiento de insectos plaga en la agricultura, permiten elaborar modelamientos fenológicos y obtener una predicción para lograr tener una concepción de lo que puede suceder con la distribución poblacional de la plaga.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

4.1. Beneficiarios directos

Docentes y Estudiantes de la Carrera de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi

4.2. Beneficiarios indirectos

Agricultores del sector frutícola y población en general

5. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La evidencia a nivel mundial y nacional indica que la temperatura promedio está en aumento, debido a las actividades humanas, la concentración de gases contaminantes como el Co en la atmósfera ha aumentado constantemente, este fenómeno denominado el "efecto invernadero" tienen la capacidad de alterar los modelos climáticos de todo el planeta (MAE, 2013).

El cambio climático es una anomalía determinada por cambios significativos y duraderos en los patrones ambientales locales o globales. Este es un asunto que está estrechamente relacionado con el acrecentamiento de la temperatura del sistema climático, y a este proceso se le denomina calentamiento global (López-Latorre & Neira, 2016).

La temperatura un factor en la propagación de plagas y enfermedades, y que también influencia directamente el crecimiento del comercio en el mundo, este fenómeno puede afectar a, el volumen de la población, la supervivencia, la distribución geográfica y la intensidad, desarrollo, distribución de los insectos plaga y enfermedades (Carvajal-Yepes et al. 2019).

El efecto que provoca el clima en las poblaciones de insectos, hace que su dinámica poblacional se vea directamente influenciada por algunos factores, además con vectores de dispersión como el agua y viento, podría ocurrir una redistribución de la población de insectos plaga (Vásquez, 2015).

El principal factor de contraste en la distribución potencial de varios organismos es el clima, ya que como respuestas a las condiciones extremas, se tienen en cuenta una sucesión de índices de estrés, que estiman la amenaza que representan para las especies las prolongadas condiciones climáticas extremas, frías, cálidas y húmedas (García et al. 2015).

Varios investigaciones han demostrado que la ocurrencia de plagas varía tanto en zonas templadas como tropicales, ya que están asociadas con eventos de un período de sequía y una combinación de sequía y alta humedad relativa (Quiroga, 2020).

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el efecto de la temperatura sobre el desarrollo biológico de una plaga cuarentenaria (*Ceratitis capitata*), Cotopaxi, 2021-2022.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar tablas de vida basadas en el efecto de la temperatura sobre el ciclo biológico de (*Ceratitis capitata*)
- Generar el modelamiento fenológico de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*)
- Elaborar los mapas del posible índice de riesgo de (*Ceratitis capitata*) para Ecuador

7. TABLA DE ACTIVIDADES POR OBJETIVO

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACION
Elaborar tablas de vida basadas en el efecto de la temperatura sobre el ciclo biológico de (<i>Ceratitis capitata</i>)	Revisión bibliográfica y creación tablas de vida individuales de cada etapa fenológica incluyendo: <ul style="list-style-type: none"> • Huevo • Larva • Pupa • Adulto hembra • Adulto macho además, la tabla de oviposición total, usando el software estadístico RStudio, y se anotarán las fases de: huevo, larva, pupa, macho, hembra, oviposición	Tablas de vida creadas mediante la revisión bibliográfica de cada etapa según las temperaturas	Tablas de vida de las etapas fenológicas de (<i>Ceratitis capitata</i>), creadas en formato “txt” de la revisión bibliográfica
Generar el modelamiento fenológico de la mosca de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i>)	Se creará el modelo fenológico para (<i>Ceratitis capitata</i>) de cada una de las etapas como: <ul style="list-style-type: none"> • Huevo • Larva • Pupa • Hembra • Macho • Oviposición utilizando el software ILCYM. Revisión de las	Modelamiento fenológico de (<i>Ceratitis capitata</i>) con todos los parámetros establecidos en las actividades, desde el tiempo de desarrollo hasta la oviposición total	Modelo fenológico de <i>Ceratitis</i> representado por gráficas

	gráficas sobre: tiempo y tasa de desarrollo, mortalidad, senescencia, oviposición y oviposición total a cargo del tutor.		
Elaborar los mapas del posible índice de riesgo de (<i>Ceratitis capitata</i>) para Ecuador	Utilizar los archivos raster generador por ILCYM para generar una franja para ArcMap 10.5	Se obtienen los mapas de índices de riesgos: ERI, GI y AI	Mapas de índices de riesgos

CAPÍTULO II

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. LA MOSCA DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*)

8.1.1. ORIGEN

Desde hace tiempos, existía una cita que ya mencionaba a (*Ceratitis capitata*), en unos antiguas anotaciones que ya mencionaban a esta plaga de los frutos en la costa meridional de Francia, en el año 1972 cuando Wiedemann lo descubrió por primera vez, además anotaba qué estas podrían venir o ser originarias de las Indias Orientales, y esto era lo que le daba excelentes facultades para adaptarse (Pedro & Amador, 2006).

8.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA

(*Ceratitis capitata*), es considerada como un problema importante y permanente en algunos países del Mediterráneo, por los mismos daños que provocan al sector frutícola, gracias a la gran cantidad de investigaciones realizadas en laboratorios sobre esta plaga ha hecho que se adquiere el conocimiento básico del insecto para poder combatirlo ya sea de forma biológica o química (Daza Gil Criado A, 1984).

8.3. LA MOSCA DE LA FRUTA EN ECUADOR

En el Ecuador el cultivo de los frutales es de suma importancia para el agro, entre ellos los de la región sierra, mora, pepino dulce, tomate de árbol y la uvilla, cuya extensión productiva se ha ido aumentando, alargándose hasta las zonas donde anteriormente se sembraba solo maíz y hortalizas, algunos caducifolios como la manzana, el durazno, aún se conservan, aunque se ha simplificado las áreas productivas, y algunos cultivos como, el maracuyá, el melón, la papaya, la sandía, etc. Son también de gran importancia (Molineros et al. 1992).

Algunos daños directos de esta plaga son destrucción de la pulpa del fruto, esto provoca la disminución del valor y gracias a esto tiene facilidad el ataque de hongos y otros agentes, los daños indirectos que pueden aparecer son el incremento de los costes de producción por efecto de la aplicación de medidas de control, afectan el mercado internacional en cuanto a fruto fresco ya que algunas de estas especies son de carácter cuarentenario (Molineros et al. 1992).

8.4. BIOLOGÍA DE LA MOSCA DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*)

Ceratitis capitata, puede adaptarse al invierno manteniéndose como pupa enterrándose en el suelo, y a finales de este aparece y ocasiona daños a los frutales especialmente a los cítricos, cuando los parámetros de temperatura y humedad son óptimos o favorables, la pupa se abre y sale el adulto para alcanzar su desarrollo sexual (Syngenta, 2020).

En el proceso de reproducción la hembra oviposiciona sus huevos en la fruta a través de su aparato ovopositor y estos cumplen su eclosión entre 1 o 2 días, por el piquete de la mosca se da entrada a los microorganismos patógenos que dañan en totalidad la fruta y por ende caen al suelo (Syngenta, 2020).

8.5. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO SOBRE LA PLAGA

Según Solares, (2018). Anota que: el fenómeno climático es un proceso significativo en el comportamiento del clima ya sean en un sitio determinado o a nivel global, además este fenómeno es de acumulación de vapores de efecto invernadero, provocando consecuencias antropogénicas, directamente por la mano del hombre, como resultado incide directamente el progreso de la plaga cuarentenaria, de acuerdo a

los factores como; temperatura, lluvia, la presión atmosférica, y generalmente la fenología del cultivo hospedante.

8.6. EFECTO DEL CAMBIO CLIMATICO

Para Bateman, (1972). El factor temperatura incide directamente en el comportamiento de las poblaciones de la plaga (*Ceratitis capitata*), ya que en el tiempo seco o verano la reproducción aumenta y en invierno se reduce.

8.7. LA TEMPERATURA

Este factor es considerado el más importante dentro del cambio climático ya que afecta directamente al desarrollo de los insectos, tomando como referencia a *Ceratitis* que es poiquilotermo, quiere decir que no puede regular su temperatura interna, debido a esto la mosca responde directamente a la temperatura del ambiente, eso quiere decir que a mayor temperatura el período de vida se acorta y por ende se tiene mayor número de generaciones anuales (Solares, 2018g).

8.8. HÁBITAT

Según Bodenheimer, (1951). La incidencia de la humedad relativa y temperatura sobre el desarrollo o comportamiento de la plaga, además, anotó y estableció 4 zonas en las cuales se puede observar la dinámica del insecto.

Tabla 1. Zonas de adaptación para (*Ceratitis capitata*)

Zonas	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Zona óptima (A)	16-32	75-85
Zona favorable (B)	10-35	60-90
Zona no favorable (C)	2-38	40-100
Zona imposible (D)	2-40	40

Fuente: (Bodenheimer, 1951).

Se destaca como zona imposible (D), en rangos de temperatura entre 2 y 40 °C, donde se impide los daños en cierta localidad, En zonas no favorables clasificadas como (C) donde el rango varía desde 2-38 °C, una zona favorable (B) es donde la temperatura

tiene un rango de 10 y 35 °C, en una zona óptima (A), con rangos de 16 a 32 °C, donde la plaga se desarrolla con mayor facilidad (Bodenheimer, 1951).

8.9. CICLO BIOLÓGICO DE LA MOSCA DE LA FRUTA (*Ceratitis capitata*)

8.9.1. CICLO DE VIDA

La mosca de la fruta (*Ceratitis capitata*), llega a tener hasta un total de 7 a 8 generaciones en el año, además la duración del ciclo etológico de la plaga se reduce si la temperatura desciende, también si esta pasa los 14°C se pone en marcha, en algunas zonas donde predomina el clima tropical o suave puede llegar a tener de 6- 8 procreaciones en el año (Pedro & Amador, 2006).

Solares, (2018). Expresa que: la temperatura incide directamente a la calidad del insecto, y además de esto demostró que *Ceratitis* no se desarrolla por debajo de 10,2 °C y que temperaturas entre los 14 °C inciden negativamente en el peso de la pupa, obteniendo mayor porcentaje de mortandad.

8.10. DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS

8.10.1. Adulto

Pedro & Amador, (2006). Manifiesta que: el adulto de mosca de la fruta es de tamaño menor a la de las moscas comunes, de colores llamativos como el blanco, negro y amarillo, con una cabeza que tiene grandes ojos de color verde, tórax de contrastes grises con manchas y pelos, abdomen con cintas amarillas y grises, patas de colores amarillos y alas irisadas.

8.10.2. Mosca adulta hembra

García, (2018). La mosca adulta hembra llega a su madurez sexual 4 a 5 días después de comenzar el estado de oviposición en un periodo de 7 a 9 días después de su nacimiento a temperaturas de 24 a 27 °C, tradicionalmente oviposiciona 20 huevos al día y en todo su desarrollo alcanza un promedio de 300 huevecillos, aunque puede lograr poner hasta 800 huevos si las situaciones de temperaturas son óptimas para el insecto.

8.10.3. Mosca adulta macho

La mosca adulta macho al igual que las hembras completa su estado maduro a los 3 o 4 días, el desprendimiento de la sustancias llamada lek para llamar la atención a las hembras, le sirve para aparearse (García, 2018).

8.10.4. Huevo

Pedro & Amador, (2006). Describe que el huevo es de una forma ovoide de un color blanco perlino, para luego cambiar de color amarillado, a lo que, (García, 2018). Acota que: es alargada y de forma cónico con un corto micrópilo, con unas dimensiones de 1mm x 0,2 mm, y que el lapso de incubación va desde los 2 a 7 días en periodo seco y de 20 a 30 en húmedo.

8.10.5. Larva

Para Pedro & Amador, (2006). La larva es de color blanco de forma alargada sin extremidades, fino en la parte anterior y gruesa en la parte posterior, su tamaño es aproximado de 9 mm x 2 mm.

García, (2018). Describe que en este estado o fase la larva pasa por tres etapas o instares (1, 2,3), luego de completada su periodo de 6 - 11 días en condiciones de temperatura de 24 a 26 °C.

8.10.6. Pupa

Pedro & Amador, (2006). Una vez alcanzada el último cambio, esta pasa a una forma de cubierta de color castaño, dentro de ella se dan procesos de cambio en toda la estructura del insecto hasta llegar al adulto completo A su vez (García, 2018). Anota que: esta es de un color café y en forma de barril su tamaño es de 3 a 10 mm x 1.25 a 3.25 mm, esta fase dura de 9 a 11 días a 24.4° C.

8.11. TABLAS DE VIDA

Las tablas de vida y su construcción nos permiten observar y a su vez comprender la dinámica poblacional, estudiar la tasa de supervivencia y reproducción, así también conocer los aspectos biológicos del insecto, que incluye además el desarrollo y fecundidad. Las tablas de vida ayudan a representar en una forma sintética y numérica las características principales de una población estudiada, que constituyen una herramienta básica cuando se elabora estrategias de control (Herrera et al. 2017).

En las tablas de vida, se pueden registrar datos de vida y muerte de una población, en esta se puede resumir la probabilidad para los organismos de una población que vivan, mueran o se reproduzcan en todas sus etapas biológicas. (ROSSI et al. 2016).

8.11.1. Puntos más importantes

- Sirve para predecir si una especie aumenta o disminuye, permite conocer tasas de natalidad y mortalidad.
- Esta resume población y mortandad de todos los organismos investigados en las diferentes etapas.
- Se obtiene graficas de curvas de supervivencia que muestran la supervivencia de una población a la que continua.

8.12. SOFTWARES DE USO RELACIONADOS A LA AGRICULTURA

8.12.1. SOFTWARE ESTADÍSTICO (R y R Studio)

R es un programa de licencia libre de GNU, con una expresión de sistematización con su propio entorno de trabajo, que están definidos u orientados para el cálculo estadístico y creación de gráficas compuestas. Este programa usa una programación que nos brinda una alta gama de técnicas y recursos en cuanto a estadística analítica y gráfica, este tiene una amplia variedad de desarrolladores, investigadores y usuarios (Jiménez, 2019).

R proporciona algunas instrumentales para el estudio de datos, además de trabajar en modelos lineales y no lineales, para obtener regresiones, pruebas estadísticas, análisis de series temporales, algoritmos para clasificar y el agrupamiento de gráficos. RStudio, está desarrollado con (IDE) para el software R, este es de licencia libre de carácter GLP_{v3}, además se puede ejecutar en una amplia variedad de plataformas como (Windows, Mac, o Linux, o incluso en la web, usando RStudio Server (Jiménez, 2019).

8.13. SOFTWARE ILCYM (Insect Life Cycle Modeling)

El programa de Modelamiento del Ciclo de Vida de Insectos (ILCYM por sus siglas en inglés, Versión 3.0, permite desarrollar modelos fenológicos de insectos y proporciona herramientas de análisis para el estudiar la ecología de poblaciones. Los insectos requieren una cierta cantidad de calor para pasar de una etapa a otra en su ciclo de vida (Sporleder et al. 2020).

Su tasa de desarrollo, que es un valor recíproco del tiempo de desarrollo, se determina por la tasa metabólica, que refleja la velocidad de la bioquímica de suministro de energía los procesos en el organismo. Además del desarrollo, otros procesos que determinan la historia de vida de una especie de insectos, como la supervivencia y la reproducción, son también fuertemente influenciadas por temperatura. Por lo tanto ILCYM se basa en la aplicación de relaciones no lineales de dependientes de la temperatura para representar todos los procesos del desarrollo de los insectos (Sporleder et al. 2020).

Este software es un programa que se usa para el desarrollo y creación de los modelos fenológicos, que están relacionados a la temperatura con aplicaciones regionales y evaluaciones de los riesgos de las plagas, con una técnica avanzada de modelamiento para todas las poblaciones de insectos en general, con mayor énfasis en los considerados plaga (Gamarra, 2019).

ILCYM trabaja según los datos de temperatura, esta además puede calcular índices que determinan los riesgos del asentamiento o aumento poblacional de la plaga, los resultados que se alcanzan deben ser contrastados con el conocimiento del ciclo biológico y manejo del insecto (Gamarra et al. 2020).

ILCYM consta de dos módulos principales, uno de ellos, el "constructor del modelo" (model builder), que facilita el desarrollo de modelos de fenología del insecto sobre la base de los datos de temperatura experimentales de una plaga específica. Este módulo también proporciona instrumentales para el análisis de tablas de vida de insectos y para validar los modelos desarrollados. En el segundo módulo se implementa el modelo de fenología en un entorno al Sistema de Información Geográfica (GIS) y permite una simulación espacial, global o regional de las actividades de la plaga ("mapeo de riesgo de plagas"). El objetivo del programa ILCYM es proporcionar instrumentos de código abierto asistido por un ordenador que facilite el desarrollo de modelos de fenología utilizando técnicas avanzadas de modelamiento (Sporleder et al. 2020).

8.13.1. SUBMÓDULOS

8.13.2. Project (Proyecto)

En este submódulo se pueden encontrar dos opciones principales que son: seleccionar un proyecto o a su vez la creación del mismo, dependiendo el requerimiento se activan algunos parámetros; se describen para seleccionar proyecto, se usa la opción anclada a ubicación del proyecto, esto se abre con ayuda del software R, en una ventana emergente. Y para creación del proyecto, se tienen algunas opciones, como nombre del proyecto, hasta la fecha de creación, y seguido de eso, el paso para subir y cargar las tablas de vida del objeto en estudio, una vez creado el proyecto nos da la opción de seleccionar la variable para comenzar el modelamiento (Sporleder et al. 2020).

8.13.3. Modelling (Modelamiento)

En este submodelo, se encuentra algunas opciones, en primer lugar, Current stage evaluated (Etapa actual evaluada), que es donde se puede escoger la etapa específica para el modelamiento, luego se encuentra la selección de los modelos generados por defecto, también están las opciones rangos de “x” y rangos de “y” que sirven para hacer arreglos al gráfico del modelo seleccionado, con esto se da detalles cómodos, el botón “OK”, para registrar el modelo y al final el botón “Save” para guardar el modelo en la carpeta del proyecto (Sporleder et al. 2020).

8.13.4. Compilation (Compilación)

En este submodelo se encuentran dos opciones, la primera; Phenology progress (Progreso de la Fenología), que sirve para verificar el progreso del modelamiento, dentro de este se muestra un botón llamado Refresh (Refrescar) y se muestran además dos tablas donde se verifica el porcentaje de avance. Luego está la segunda opción: Phenology summary (Resumen de la Fenología), donde se encuentra los resultados de modelamiento; estos están conformados de tablas, principalmente del tiempo de desarrollo (Development time) en días de huevo, larva y pupa, además de la longevidad de macho y hembra (Sporleder et al. 2020).

8.13.5. Simulation (Simulación)

En este submódulo, se puede encontrar algunas opciones para trabajar en el modelamiento del insecto, el primero: “Constant Simulation” (Simulación constante), dentro de este se encuentra: el número de insectos, días, intervalos y el botón de estimación. El segundo “Fluctuating simulation” se ingresa el número de insectos,

además el botón para cargar la tabla de temperaturas fluctuantes de una localidad, las dimensiones del eje “x” y el botón para estimar y obtener el modelo. El tercero “Validation” (Validación), botón 1, este permite cargar la tabla de temperaturas fluctuantes dadas en la cría del insecto, seguido del botón 2, que carga la tabla de vida fluctuante del insecto, la redirección del eje “x” y el botón 3 que es estimar. El cuarto “Geographical Simulation” Simulación Geográfica, dentro de esta esta la opción seleccionar si: cargar o predecir un raster, luego permite cargar las temperaturas de un sitio en formato FLT, también permite colocar un nombre al archivo, como siguiente está el botón 1 que genera el raster. El siguiente botón “Generate Risk Map” se crea los archivos para mapa de riesgo, los conectores “Establishment Index”, “Generation Index” y “Activity Index”, trabajan en conjunto y forman los archivos para general los archivos necesarios para generar mapas de riesgo de asentamiento del insecto. El quinto; “Geographical Simulation by Points”, Simulación Geográfica por Puntos, este permite cargar el archivo de temperaturas de un sitio en formato FLT, y adjunta también la tabla de las coordenadas donde se encuentra asentada la plaga o insecto, y el botón “Generate Prediction” Generar Predicción y con la ayuda de Google maps se puede obtener datos para predecir usando (AI, GI, ERI), (Sporleder et al. 2020).

8.14. Mapas de Riesgos

Los mapas de índices de riesgos engloban instrumentos informativos que engloban todo tipo de información descriptiva con indicadores precisos para ser analizados y evaluados durante periodos críticos (García, 1994).

Los mapas de riesgos son instrumentos informativos dinámicos que permiten conocer los factores probables y de riesgo en una localidad o sitio de trabajo (García, 1994).

8.16. CICLO DE VIDA Y DESARROLLO DE LA MOSCA DE LA FRUTA

(*Ceratitis capitata*) A DISTINTAS TEMPERATURAS

Según Bermejo, (2012). El ciclo vida de *Ceratitis* a temperaturas de 25 °C, se cumple de la siguiente manera: en la etapa de huevo unos 2 a 5 días, en la fase de larva de 8 a 10 días, en la etapa puparia dura de 6 a 13 días, con un total de 16 a 25 días totales del ciclo de reproducción y vida.

8.17. FASE INMADURA

8.17.1. Etapa 1: Huevo

Guzmán-Plazola, (2010). Afirma que: las temperaturas extremas para la sobrevivencia de los huevos son 9 ± 0.2 y 38.6 ± 0.5 °C.

Charcopa, (2020). Anota que la etapa de huevo al ser expuesto a temperatura de 22.82 °C y con una HR de 46.5% obtuvo una media de 3.68 días con un error estándar de 1.07 días, con un CV de 29%. Esto para una cantidad de n= 660, con una mortalidad promedio de 0.040 %.

Gil & Muñiz, (1984). Han descrito en su investigación, cría y desarrollo de (*Ceratitis capitata*), a cinco temperaturas para el desarrollo del estado huevo, escribieron los siguientes resultados: para ello se realiza la siguiente tabla.

Tabla 2. Desarrollo huevo/día de (*Ceratitis capitata*) a distintas temperaturas

Temp. °C	Huevo/día	E_Est	N
31	3.00	0.10	300
28	3.25	0.10	300
25	3.00	0.15	300
22	3.45	0.14	300
19	5.16	0.32	300

Fuente: (Gil & Muñiz, 1984).

8.17.2. Etapa 2: Larva

Guzmán-Plazola, (2010). Acota que, “la fase de larva puede durar 6 - 11 días a temperaturas de 13 a 28 °C. Las larvas pasan a través de tres instares. Además de la temperatura, el tipo y la condición de los frutos influyen la longitud del estado larvario, por ejemplo, en limón maduro puede tardar 14 a 26 días, mientras que en durazno verde puede demorar 10 a 15 días”.

Además Guzmán-Plazola, (2010), anota que; “en la investigación de Conti en el 1988, qué estudió el desarrollo de larvas y adultos a temperaturas de 13, 15, 18, 20, 25, 30,

33 y 35°C, observó que el periodo de desarrollo de ambos estados decreció con el incremento en la temperatura.

Charcopa, (2020). Describe que al colocar las larvas a temperatura de 22.08 °C y con una HR de 46.5%, obtuvo que el estadio II obtuvo un promedio de 2.07 días con un error estándar de 0,48 días y un CV de 23%. Total, n= 660, se anota una mortalidad de 0.010 %.

Muñiz & M.a P, (1993). Describen que: al realizar el experimento a la temperatura de 25° C \pm 1 °C y una HR de 65% \pm 5%, en cuanto a número diario de larvas/hembra, se alcanzó un promedio de 30.01 días, ponderando se alcanzó, un promedio de días 3.01 con un error experimental de 1.01 días, con un n= 39. También se anota la mortalidad que obtuvo un promedio de 0.0002% en esta fase.

Al exponer a una temperatura de 26 °C a las larvas de *Ceratitis*, este arrojó una media promedio de 2.02 días, con un error estándar de 0.75 días, con una n= 108, se anota la mortalidad con un valor de 0.010% para esta temperatura. (Muñiz & Andrés, 1993).

Gil & Muñiz, (1984). Anotan en su investigación, cría y desarrollo de la (*Ceratitis capitata*), a cinco temperaturas para el desarrollo del estado larvario, escribieron los siguientes resultados: para ello se realiza la siguiente tabla.

Tabla 3. Desarrollo larvario/día de (*Ceratitis capitata*) a distintas temperaturas

Temp. °C	Desarrollo/día	E_Est	N
31	5.00	0.18	300
28	5.25	0.15	300
25	5.00	0.10	300
22	6.45	1.14	300
19	10.16	1.32	300

Fuente: (Gil & Muñiz, 1984).

8.17.3. Etapa 3: Pupa

Bermejo, (2012). Anota que: a temperaturas de 25°C, la duración del estado pupal se da entre 6 a 13 días. Mientras que para (MOSCAMED, 2013). El período de pupa es de 9 - 11 días a 24.4° C.

Charcopa, (2020). Describe que: en esta fase al estar expuesta a una temperatura de 25,08°C y 72,33 % HR, la pupa alcanzo una media de 13.76 días, con un error de 2.33 días y un CV de 17%. Total, n= 660, con la mortalidad de 0.018 %.

Muñiz & M.a P, (1993). Anotan que: en cuanto a la etapa puparia, cuando esta estuvo expuesta a temperatura de 25° C \pm 1 °C y una HR de 65% \pm 5%, se alcanzó una media promedio de 18.23 días, con un error estándar de 4.82 días, con una n= 20, alcanzando la mortalidad promedio de 0.012 %.

Gil & Muñiz, (1984). Anotan en su investigación, cría y desarrollo de (*Ceratitis capitata*), a cinco temperaturas para el desarrollo del estado pupa, escribieron los siguientes resultados: para ello se realiza la siguiente tabla.

Tabla 4. Desarrollo pupal/día de (*Ceratitis capitata*) a distintas temperaturas

Temp. °C	Desarrollo/día	E_Est	N
31	6.30	0.14	300
28	6.53	0.11	300
25	7.61	0.19	300
22	9.56	0.17	300
19	15.31	0.20	300

Fuente: (Gil & Muñiz, 1984).

8.18. Fase de Oviposición

8.18.1. Hembra

Muñiz & M.a P, (1993). Describen que en su investigación que: *Ceratitis* adulta alcanza un promedio de oviposición o puesta de 46.42 huevos días, teniendo un error estándar de 4.81 días, a temperatura de 25° C \pm 1 °C y una HR de 65% \pm 5%, esto para un n= 39.

Al exponer a temperatura de 23 °C, se alcanzó una media promedio de 32.19 huevos/día, con un error estándar de 0.17 días y con una n= 108 (Muñiz & Andrés, 1993).

Charcopa, (2020). Describe los resultados alcanzados en su investigación cuando la oviposición estuvo expuesta a temperatura de 25,08°C y 72,33 % HR, los datos registrados fueron los siguientes: 55.10 huevos/día, con un error estándar de 1.20 días y con una n= 660.

Gil & Muñiz, (1984). Describen en su investigación sobre el desarrollo y cría de (*Ceratitis capitata*), cuando evaluaron la oviposición diaria de las hembras a cinco temperaturas distintas, se lograron los siguientes resultados: a continuación, se presenta una tabla donde se desglosan los resultados alcanzados en la investigación, esto a la edad de ocho días para las hembras.

Tabla 5. Oviposición hembra/día de (*Ceratitis capitata*) a distintas temperaturas

Temp. °C	Dato Ovip/día (%)	E_Est	n
31	88.00/2	2.06	300
28	86.10/2	2.15	300
25	83.47/2	1.84	300
22	53.85/2	3.14	300
19	26.05/2	3.97	300

Fuente: (Gil & Muñiz, 1984).

Suárez et al. (2007). Acotan que: en su investigación realizada sobre la evaluación de cintas de colores para la oviposición de (*Ceratitis capitata*), al exponer a las hembras a temperatura de 23 °C, con una HR del 70%, se lograron obtener los siguientes resultados en cuanto a la oviposición diaria, se registran un media promedio de 10, 83 huevos/día/hembra, con un error estándar de 1.70 días, esto a partir de una n= 150.

8.19. Fase de Longevidad

8.19.1. Hembra

Charcopa, (2020). Describe que al estar expuesto la hembra de *Ceratitis* a temperatura de 25.08°C y 72.33 % HR, alcanzó una media de 30.82, con un error estándar de 5.80 días y un CV de 45%. Total, en estudio n= 933 hembras.

Santaballa et al. (1990). Señalan qué: el desarrollo de huevo promedio fue de 23.3 días al pasar a pupa, con un error estándar de 0,32 días, a una temperatura en laboratorio de 25 °C, colocados a una dieta específica en limones españoles, con una duración de 33.30 días, en una n= 1000.

Muñiz & M.a P, (1993). Describen que: en cuanto a la longevidad de la mosca adulta de *Ceratitis capitata* la media promedio que se obtuvo a temperatura de 25° C ± 1 °C y una HR de 65% ± 5%, fue de: 34.87 días, con un error estándar de 2.11, con una n= 23.

Al estar expuestas los adultos hembras de moscas a temperatura de 26 °C, esto arrojo una media promedio de 40.86 días, con un error estándar de 0.74 días con una n= 257 (Muñiz & Andrés, 1993).

8.19.2. Macho

Charcopa, (2020). Anota que al exponer a la mosca macho adulta a temperatura de 25.08°C y 72.33 % HR, alcanzo una media de duración de 35.33 días, con un error estándar de 2.82 días y un CV de 24%. Total, en estudio n= 567 machos.

Muñiz & M.a P, (1993). Anotan que: expuestos los machos de la mosca adulta a temperatura de 25° C ± 1 °C y una HR de 65% ± 5%, obtuvo una media promedio de 34.87 días con un error estándar de 7,77 días, con una n= 23.

En cuanto a longevidad para el macho adulto de mosca, al exponer a estos a temperatura de 23°C, se obtuvo una media promedio de 30.03 días, con un error estándar de 5.34, con una n= 11 (Muñiz & Andrés, 1993).

Santaballa et al. (1990). Señalan qué: el desarrollo de huevo promedio fue de 34.14 días, con un error estándar de 2,32 días, a una temperatura en laboratorio de 28 °C, colocados a una dieta específica en limones españoles, en una n= 1000.

8.20. Mortalidad

8.20.1. Huevos

Gil & Muñiz, (1984). Describen en su investigación, para el parámetro de porcentaje de mortandad en la cría y desarrollo de (*Ceratitis capitata*), para huevos, cuando se estudiaron cinco temperaturas diferentes se alcanzaron los siguientes resultados: a continuación, se desglosa una tabla con los datos de mortalidad.

Tabla 6. Porcentaje de mortalidad huevos (*Ceratitis capitata*)

Temp. °C	Mortalidad (%)	n
31	1.00	300
28	0.057	300
25	0.090	300
22	0.050	300
19	0.050	300

Fuente: (Gil & Muñiz, 1984).

8.20.2. Larva

Gil & Muñiz, (1984). Anotan que: para el parámetro de porcentaje de mortandad en la cría y desarrollo de (*Ceratitis capitata*), para larva, cuando se estudiaron cinco temperaturas diferentes se alcanzaron los siguientes resultados: a continuación, se desglosa una tabla con los datos de mortalidad.

Tabla 7. Porcentaje de mortalidad larvas de (*Ceratitis capitata*)

Temp. °C	Mortalidad (%)	n
31	0.064	300
28	0.049	300
25	0.001	300
22	0.030	300
19	0.040	300

Fuente: (Gil & Muñiz, 1984).

8.20.3. Pupa

Gil & Muñiz, (1984). Anotan que: para el parámetro de porcentaje de mortandad en la cría y desarrollo de (*Ceratitis capitata*), para pupa, cuando se estudiaron cinco temperaturas diferentes se obtuvo los siguientes resultados: a continuación, se desglosa una tabla con los datos de mortalidad.

Tabla 8. Porcentaje de mortalidad pupas de (*Ceratitis capitata*)

Temp. °C	Mortalidad (%)	n
31	0.05	300
28	0.020	300
25	0.015	300
22	0.025	300
19	0.041	300

Fuente: (Gil & Muñiz, 1984).

8.21. Resumen de la búsqueda bibliográfica del ciclo biológico de (*Ceratitis capitata*) a distintas temperaturas

Tabla 9. Resumen de la revisión bibliográfica del ciclo biológico de (*Ceratitis capitata*) a distintas temperaturas

T° C	Hospederos Proteína	Tiempo de Desarrollo			Mortalidad		
		Egg	Larva	Pupa	Egg	Larva	Pupa
19	Dieta artificial (agua, salvado de trigo, sacarosa, trigo)	5.16	10.16	15.31	0.5	0.4	0.41
22		3.45	6.45	9.56	0.5	0.3	0.25
22.08	Dieta artificial (salvado de trigo, sacarosa, levadura cervecera, nipagin sódico, agua destilada)	3.68	2.07	18.23	0.4	0.1	0.012
25	Dieta artificial (agua, salvado de trigo, sacarosa, trigo)	3.00	3.01	7.61	0.9	0.01	0.015
28	Limón maduro y durazno	3.25	5.25	6.53	0.57	0.49	0.21

	<i>verde</i>						
31	<i>Dieta artificial (agua, salvado de trigo, sacarosa, trigo)</i>	3.00	5.00	6.30	1.00	0.64	0.48
		Longevidad/Senescencia			Oviposición		
Ma	Hospederos	Male		Female		Female	
23	<i>Dieta artificial (agua, salvado de trigo, sacarosa, trigo)</i>	29.82		30.03		32.19	
25	<i>Limonos españoles</i>	33.30		34.87		46.42	
25.08	<i>Dieta artificial (salvado de trigo, sacarosa, levadura cervecera, nipagin sódico, agua destilada)</i>	30.82		35.33		55.10	
28	<i>Dieta artificial (agua, salvado de trigo, sacarosa, trigo)</i>	34.87		34.14		43.10	
32	<i>Dieta larvaria a base de (levadura nutribio)</i>	30.23		30.45		55.00	

Para estados inmaduros: se puede evaluar que a las distintas proteínas u hospederos el rango no es mayor de **3** días para la etapa huevo a los rangos de temperaturas evaluadas, para la etapa larva se encuentra un rango máximo de **6** días, para pupa un rango de días de **6** días (*tabla 9, sec: In*). Para los estados maduros: hembra una diferencia de **5** días, para macho un rango de diferencia de **4** día máximos y para la oviposición una diferencia de **22,91** huevos/día. Todo esto para temperaturas evaluadas en la (*tabla 9, sec: Ma*)

Elaborado por: (Alarcon, 2022)

8.22. ArcGIS 10.5

Los SIG, son un conjunto de aplicaciones creadas para elaborar mapas, donde ArcGIS, es un completo sistema que recopila, organiza, analiza y comparte información geográfica, este lo pueden utilizar personas de todo el mundo gracias a su interfaz de fácil manejo, puede ser usado en diversos ámbitos como: agricultura, educación, y demás (ArcGIS, 2012).

9. PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Cómo incide la temperatura sobre el desarrollo biológico de (*Ceratitis capitata*)?

CAPÍTULO III

10. METODOLOGÍA

10.1. Ubicación del proyecto

Este proyecto de investigación, se llevó a cabo en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, la matriz.

Gráfico 1. Mapa de ubicación del sitio



Fuente: Google Earth Pro

Tabla 10. Coordenadas georreferenciales del sitio

Coordenadas georreferenciadas del sitio	
Longitud	764419.36
Latitud	9896857.03
Altitud	2774 msnm

Fuente: Google Earth Pro

10.2. Materiales

- **Coordenadas**

Las coordenadas registradas a continuación fueron recolectadas en base a los sitios de investigación de trabajo realizados anteriormente sobre temas relacionados a (*Ceratitis capitata*).

Tabla 11. Coordenadas de presencia de (*Ceratitis capitata*)

Sitio	Longitud	Latitud	Cita
Patate	-78.506315	-1.308312	(Álvarez, 2021)
Puñapi	-78.482051	-1.380018	(Alajo, 2019)
Pucayacu	-79.1096	-0.6772	(González, 2017)
Pueblo Viejo	-79.532287	-1.567835	(Zambrano, 2019)

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

- **Temperaturas**

Estas se tomaron usando el software virtual de Data Access Viewer - NASA POWER, del cual se descargaron temperaturas mínimas y máximas durante un año. Para ello se toma como referencia la coordenada de la localidad Pucayacu (NASA, 2021).

10.3. PROCESO DE INVESTIGACIÓN.

10.3.1. MÉTODO DEDUCTIVO – DESCRIPTIVO

El método deductivo que es aquel que nos permite determinar características de la realidad particular, estudiadas (Abreu, 2014). Además, este consiste en extirpar la conclusión como una premisa basada en sucesión de propuestas que se toman como verdaderas, utilizando la lógica para obtener un resultado cierto, yendo de lo general a lo particular, sin olvidar que la conclusión obtenida dependerá de la eficacia de la investigación (Westreicher, 2020).

El método utilizado en esta investigación será un descriptivo, ya que asume y busca el conocimiento inicial de la realidad y el conocimiento obtenido mediante la recitación o publicación de las averiguaciones contribuidas por otros autores, con el objetivo de

mostrar con mayor severidad metodológica, la información verídica sobre la realidad en estudio, (Abreu, 2014).

10.4. TÉCNICA

10.4.1. TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Se aplicará esta técnica en esta investigación, ya que esta recopila toda la información de las publicaciones previas, tales como; libros, revistas, artículos científicos, simposios y además que se emplea instrumentos según las fuentes, o lo que ya existe sobre el tema de indagación (Rojas, 2011).

10.5. PROCEDIMIENTO

10.5.1. Revisión bibliográfica

Para completar esta tarea, se inició buscando libros, artículos científicos, folletos, boletines y demás archivos que nos brinden información verídica acerca del desarrollo biológico de la plaga cuarentenaria (*Ceratitis capitata*): una vez encontrada esta, se procedió a recopilar por cada etapa con su respectiva temperatura de desarrollo (desde 19 a 31 °C), esto incluye tiempo de desarrollo de (huevo, larva y pupa), esto incluido su mortalidad, luego se registró datos de la longevidad de los adultos tanto para hembras y machos, luego la oviposición correspondiente a las hembras.

Estos datos se iban registrando en una matriz de Excel, anotando, el tiempo en el que duro en días el cambio de etapa (DT), el error o desviación estándar (E.E_DT) y la muestra (n). Esto para las tres etapas principales (huevo, larva y pupa), a esto se le agrega la mortalidad para todas las etapas nombradas: la mortalidad se iba registrando con los parámetros temperaturas y la mortalidad en porcentaje.

Luego se fue registrando datos de longevidad para adultos de (hembra y macho), con los parámetros de: temperatura, longevidad, E.E_Longevidad y (n), luego de la misma forma para oviposición, anotando temperaturas, oviposición, E.E_Oviposición, y el número de individuos hembras (n). Con todos estos datos recopilados, se realizó y se completó la matriz del ciclo de vida de (*Ceratitis capitata*), de acuerdo a su desarrollo con cada una de las temperaturas encontradas.

10.5.2. Elaboración de tablas de vida

Para la elaboración de las tablas de vida, se procedió a usar el software estadístico RStudio, con ello, y la ayuda de comandos, se comienza, primero definiendo la dirección de la carpeta matriz llamada: C:/Curso ILCYM 2020/Tablas de vida de Fuentes Bibliográficas, donde se encuentra la carpeta ILCYM, donde se almacena todos los archivos, para la simulación y modelamiento *Ceratitis*.

Una vez direccionada la carpeta, se procede a usar el script recomendado y anteriormente dispuesto, se comienza especificando la etapa huevo, se coloca las temperaturas (Temp) a renglón seguido y entre paréntesis y separados por comas, en la siguiente línea se coloca el desarrollo (xm), con paréntesis y separados por comas.

Después se hace lo mismo con las muestras (n1), luego con la desviación estándar (xsd) y al final con la mortalidad correspondiente (x1mort). Este procedimiento se repite para larva y pupa.

Al final de cada una de las principales etapas se coloca el comando “TablaF<-lifeTableSimul (Temp, xm, n1, xsd, x1mort)”, solo que nos permitirá crear las tablas de vida semi completa, luego con el comando “dat<-AFTdata (TablaF, Batch=FALSE)” se crea la tabla final de tipo cohorte completa, luego se guarda esta con el comando write.table en formato “txt”.

Para el caso de longevidad de los adultos (hembra, macho), se hace algo parecido a las etapas anteriores, con la diferencia que en esta no se aplica la última fila que es la de mortalidad, entonces se coloca: temperatura (Temp) la primera línea, segunda línea, la senescencia (xm), tercera línea las muestras y cuarta línea la desviación estándar (xsd).

Inmediatamente se aplica el mismo comando anterior para generar las tablas semicompletas, y luego con el comando “dat”, se genera la tabla completa de tipo cohorte, esto para adultos (hembra y macho).

Para la oviposición, tiene algunas variaciones en las líneas de comandos, para ello se coloca de la siguiente forma: en la primera línea temperaturas (Temp), segunda línea la oviposición (ovip), tercera línea desviación estándar redondeada la que se obtiene para oviposición (ovisd), cuarta línea el dato de longevidad que se obtuvo en adultos

de hembra (xAm), quinta línea la desviación estándar de la longevidad de hembras (xAsd).

Luego se corre el comando “TablaF<-lifeTableOvipSimul(Temp,ovip,n1,ovisd,xAm,xAsd)” que creará la tabla semi completa y con el comando “TablaF[is.na(TablaF)] <- 0” se reemplazar con “0” los datos de NA en la tabla creada con el comando anterior.

Una vez aplicado los comandos “dat0<-read.table("Oviposition_cohorte.txt")” y “dat<-AFTdataOvi(dat0)” se creara la tabla completa, una vez aplicado esto se guarda la tabla con el comando write.table en formato “txt”.

10.5.3. Modelamiento fenológico de (*Ceratitis capitata*) con ILCYM

Una vez obtenidas las tablas de vidas preparadas, se procedió a realizar el modelamiento fenológico de la plaga, para ello como paso principal es abrir el software ILCYM Web 4.0, del aplicativo “run” de la subcarpeta ILCYM 4.0 LogTime de la carpeta general CURSO ILCYM 2020, una vez abierto la interfaz web, se procedió a crear el proyecto, este se llamó CERATITIS2021, cuando se creó el proyecto, se procedió a cargar las tablas de vida, en orden específico comenzando por: huevo, larva, pupa, hembra, macho y oviposición, una vez cargadas, se procedió a cargar.

Ya creado el proyecto, se procedió a seleccionar este, para comenzar con el modelamiento, para ello en el módulo “proyecto” se seleccionó la variable, tiempo de desarrollo o Development Time, una vez seleccionado, nos dirigimos al módulo “modelamiento”, ahí se seleccionó la etapa de huevo (Egg) y se procedió a escoger el modelo por defecto aparece Weibull, y se dio clic en ok para poder seleccionar el modelo adecuado según criterio estadístico, en la lista de indicadores, aparecen tres modelos aparte del ya nombrado, está el loglogistic y lognormal, entonces se observa en el indicador AIC, se escogió el de menor valor, en este caso para esta fase se escogió el lognormal.

De la misma manera se realiza con las demás etapas, para larva también se escogió el modelo Lognormal, para pupa se obtuvo el modelo “Weibull”, para la etapa hembra

(female), se escogió el modelo “Lognormal” y al final para macho (male), también se obtuvo el modelo “Lognormal”.

Se continuó en el siguiente parámetro “Tasa de Desarrollo” o “Development Ride”, para las tres etapas inmaduras, se obtuvieron los modelos “Shape &Michelle 3, Janish 1 y Shape &Michelle 12” como resultado para este parámetro.

Para el parámetro Mortalidad “Mortality” se obtuvo como resultado para huevo (Egg), el modelo “Wang 5”, seguido de la etapa larva, se obtuvo el modelo “Taylor”, y para pupa se seleccionó el modelo “Taylor” también.

Continuando con la variable “Senescencia”, para la etapa adulta hembra se escogió el mejor modelo el cuál fue “Exponencial Simple” y para adultos machos el modelo que se escogió fue “Exponencial simple” ya que fue el que mejor características presentaba y se acercaba a la realidad.

En la variable “Tiempo de Oviposición” u “Oviposition Time”, para este caso se trabajó con la etapa adulta de hembra (female), y se seleccionó el modelo “Loglogistic”. En el caso de la variable “Tasa de Oviposición” u “Oviposition Rate”, se escogió el mejor modelo que fue “Tb Model”. Para la variable “Total Oviposición”, Modelo no lineal.

Para la etapa adulta hembra, se eligió el modelo “Wang 8”, ya que fue el que presentó mejores características. Una vez terminado el modelamiento se procedió a verificar si esta completado todas las variables en el módulo “Compilación”.

Luego se realizó la simulación geográfica, para ello se cargó las temperaturas de Ecuador en formato “FLT”, luego se generó el ráster y después los mapas de riesgo. Para la simulación geográfica por puntos, se cargó las temperaturas de Ecuador “FLT”, adicional se carga la tabla “txt” con las coordenadas de presencia del asentamiento de la plaga y se generó la predicción.

10.5.4. Generación de mapas de Índices de Riesgo para Ecuador

Para la generación de las capas de índices de riesgo en el módulo de simulación, se cargaron temperaturas de Ecuador en formato FLT, y se obtuvo un raster, luego se generó automáticamente los mapas de índices de riesgo de la plaga.

En la carpeta general del proyecto se encuentra la carpeta con el nombre “Risk Index”, que es donde se encuentran los archivos de formato “asc” estas son capas raster con los cuales realizamos los cambios y definimos la con la ayuda de ArcMap.

Cuando se arrastran las capas al ArcMap, se procedió a realizar una reconstrucción a nivel de coordenadas y proyecciones, para obtener los mapas de riesgos de forma visible y de fácil interpretación.

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

(*Ceratitis capitata*), es un insecto dependiente de la temperatura para su desarrollo óptimo, al realizar la presente investigación se han obtenido los siguientes resultados de su ciclo de vida en relación a distintas temperaturas.

11.1. Tablas de vida de (*Ceratitis capitata*)

Las tablas de vida de *Ceratitis*, son los resultados de haber introducido en RStudio los datos de desarrollo y mortalidad de cada etapa de vida de esta, relacionado con las diferentes temperaturas, se obtuvieron tablas de tipo cohorte, estas tablas muestran el desarrollo en días basado en temperaturas variables.

Gráfico 2. Extracto de tabla de vida del tipo cohorte de la etapa inmadura huevo de (*Ceratitis capitata*) dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio

HUEVO				
Lote	T°C	Inicia	Para	n
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 2, se presenta la tabla de vida dependiente de la temperatura con (RStudio, 2016), para la etapa inmadura huevo de *Ceratitis*, donde inicia desde los 19,

22, 22.1, 25 hasta los 28 °C para el desarrollo, esta tabla consta de parámetros como: el lote o repeticiones, seguido por la columna de temperaturas, el inicio, el final y la muestra de 100 individuos, habiendo como diferencia mínima de 1 día dentro de los parámetros de inicio y fin, siendo la temperatura de 25 °C donde los valores son más altos.

Gráfico 3. Extracto de tabla de vida del tipo cohorte de la etapa inmadura larva de (*Ceratitis capitata*) dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio

LARVA				
Lote	T°C	Inicia	Para	n
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100
1	19	1	1.01	100

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 3, se presenta la tabla de vida dependiente de la temperatura con (RStudio, 2016), para la etapa inmadura larva de *Ceratitis*, donde inicia desde los 19, 22, 22.08, 25, 26, 28 hasta los 31 °C para el desarrollo, esta tabla consta de parámetros como: el lote o repeticiones, seguido por la columna de temperaturas, el inicio, el final y la muestra de 100 individuos, habiendo como diferencia mínima de 1 día dentro de los parámetros de inicio y fin, siendo la temperatura de 22 °C donde los valores son más altos.

Gráfico 4. Extracto de tabla de vida del tipo cohorte de la etapa inmadura pupa de (*Ceratitis capitata*) dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio

PUPA				
Lote	T°C	Inicia	Para	n
1	19	7	8	100
1	19	8	9	100
1	19	9	10	100
1	19	10	11	100
1	19	10	11	100
1	19	11	12	100
1	19	11	12	100
1	19	11	12	100
1	19	11	12	100
1	19	11	12	100
1	19	11	12	100
1	19	12	13	100

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 4, se presenta la tabla de vida dependiente de la temperatura con (RStudio, 2016), para la etapa inmadura pupa de *Ceratitis*, donde inicia desde los 19, 22, 25, 25.08, 28 hasta los 31 °C para el desarrollo, esta tabla consta de parámetros como: el lote o repeticiones, seguido por la columna de temperaturas, el inicio, el final y la muestra de 100 individuos, habiendo como diferencia mínima de 1 día dentro de los parámetros de inicio y fin, siendo la temperatura de 25.08 °C donde los valores son más altos.

Gráfico 5. Extracto de tabla de vida del tipo cohorte de la etapa madura hembra de *Ceratitis capitata* dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio

HEMBRA				
Lote	T°C	Inicia	Para	n
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 5, se presenta la tabla de vida dependiente de la temperatura con (RStudio, 2016), para la etapa madura hembra de *Ceratitis*, donde inicia desde los

23, 25.08 hasta los 32 °C para su madurez, esta tabla consta de parámetros como: el lote o repeticiones, seguido por la columna de temperaturas, el inicio, el final y la muestra de 50 individuos, habiendo como diferencia mínima de 1 día dentro de los parámetros de inicio y fin, siendo la temperatura de 25.08 °C donde los valores son más altos.

Gráfico 6. Extracto de tabla de vidas del tipo cohorte de la etapa madura macho de *Ceratitis capitata* dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio

MACHO				
Lote	T°C	Inicia	Para	n
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50
1	23	1	1.01	50

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 6, se presenta la tabla de vida dependiente de la temperatura con (RStudio, 2016), para la etapa madura macho de *Ceratitis*, donde inicia desde los 23, 25.08 hasta los 32 °C para su madurez, esta tabla consta de parámetros como: el lote o repeticiones, seguido por la columna de temperaturas, el inicio, el final y la muestra de 50 individuos, habiendo como diferencia mínima de 1 día dentro de los parámetros de inicio y fin, siendo la temperatura de 25.08 °C donde los valores son más altos.

Gráfico 7. Extracto de tabla de oviposición del tipo cohorte de la etapa madura macho de *Ceratitis capitata* dependiente de las temperaturas con el uso de RStudio

OVIPOSICIÓN				
Lote	T°C	Inicia	Para	n
1	23	1	1.01	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20
1	23	1	2	20

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 7, se presenta la tabla de oviposición dependiente de la temperatura con (RStudio, 2016), para la etapa oviposición de la hembra de *Ceratitis*, donde inicia desde los 23, 25.08 hasta los 32 °C para su madurez, esta tabla consta de parámetros como: el lote o repeticiones, seguido por la columna de temperaturas, el inicio, el final y la muestra de 50 individuos, habiendo como diferencia mínima de 1 día dentro de los parámetros de inicio y fin, siendo la temperatura de 25.08 °C donde los valores son más altos.

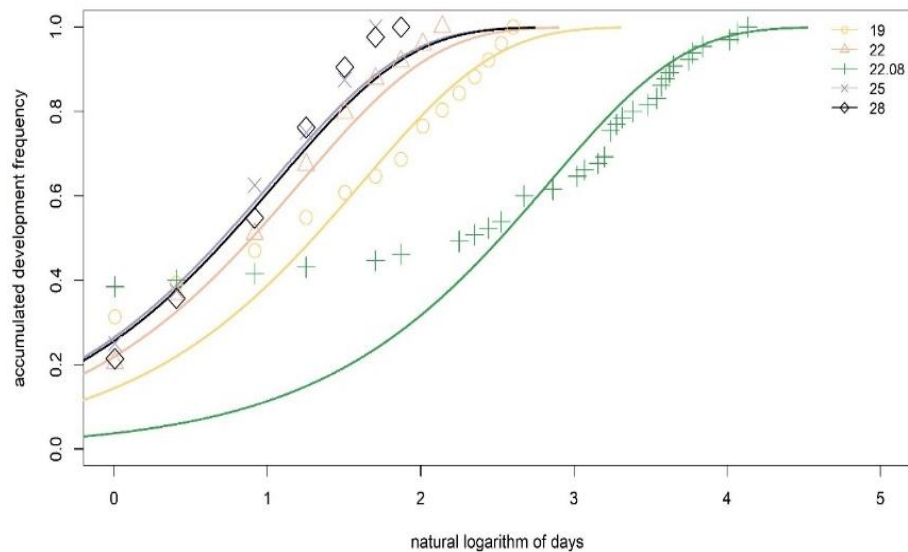
11.2. Modelamiento Fenológico de (*Ceratitis capitata*)

11.3. Tiempo de Desarrollo (Development Time) con relación a la supervivencia

Para los estadios inmaduros del insecto en el caso de huevo y larva se utilizó la curva lognormal debido a reportan el menor AIC, a diferencia del estado pupa donde se seleccionó el modelo Loglogistik, ya que presentaron los mejores ajustes para describir las frecuencias de tiempo de desarrollo en función de la temperatura.

11.3.1. Huevo

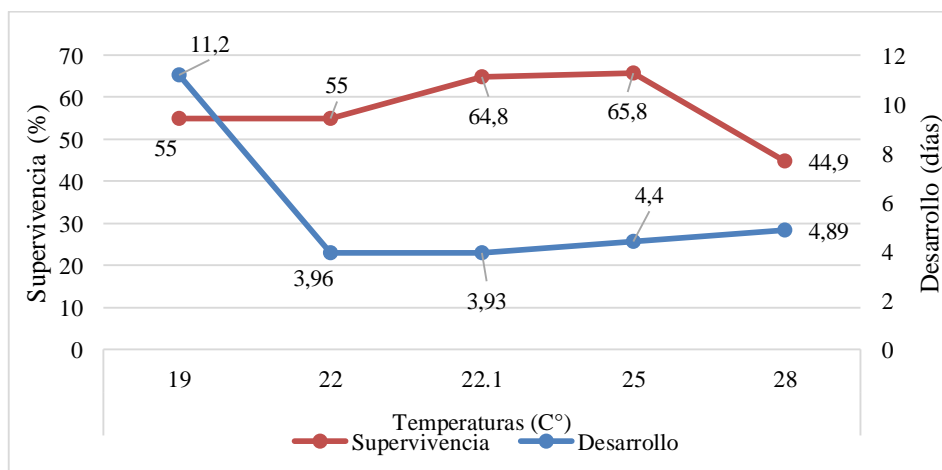
Gráfico 8. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa huevo



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 8, se describe el desarrollo del huevo cuando está expuesto a diferentes temperaturas representados por el modelo Weibull basándose en el valor Akaike (AIC) de 1740.80. Las curvas o líneas muestran el ajuste del modelo y las figuras geométricas la simulación. Siendo la curva de 22.08 °C la que está más cercana a cero en el eje del tiempo de desarrollo y la frecuencia acumulada de desarrollo, lo que significa que el tiempo que necesita para desarrollarse es mucho menor, por ende, las siguientes curvas aparecen de forma decreciente hasta llegar a 19°C.

Gráfico 9. Desarrollo y supervivencia basado en temperaturas: Huevo

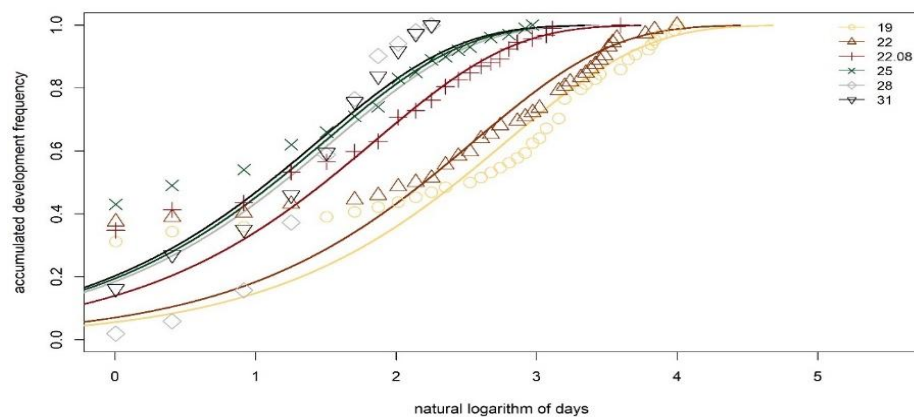


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En cuanto al gráfico 9, para el desarrollo y supervivencia del insecto, en el estado de huevo, donde su desarrollo óptimo se da a los 22.1 °C donde alcanza un valor de 3.93 días en pasar al siguiente estado, alcanzando una supervivencia de 64,8%, mientras que para el valor 19 °C se retrasa su desarrollo tomando este un total de 11,02 días con supervivencia de 55%, verificando que al estar la temperatura en menor rango el proceso de desarrollo se retrasa, estos resultados son semejantes a los de (Guzman-Plazola, 2012), donde indica que el desarrollo de *Ceratitis capitata*, retrasa su desarrollo cuando las temperaturas están bajo los 13 °C.

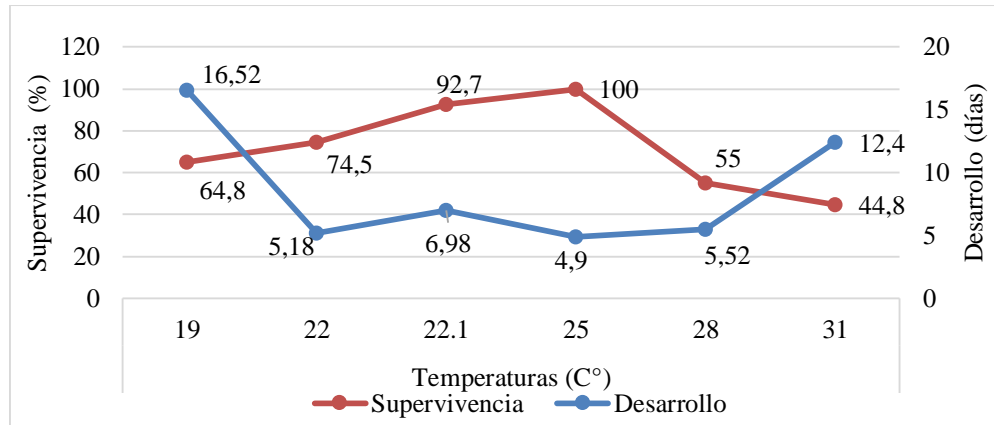
11.3.2. Larva

Gráfico 10. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa larva



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

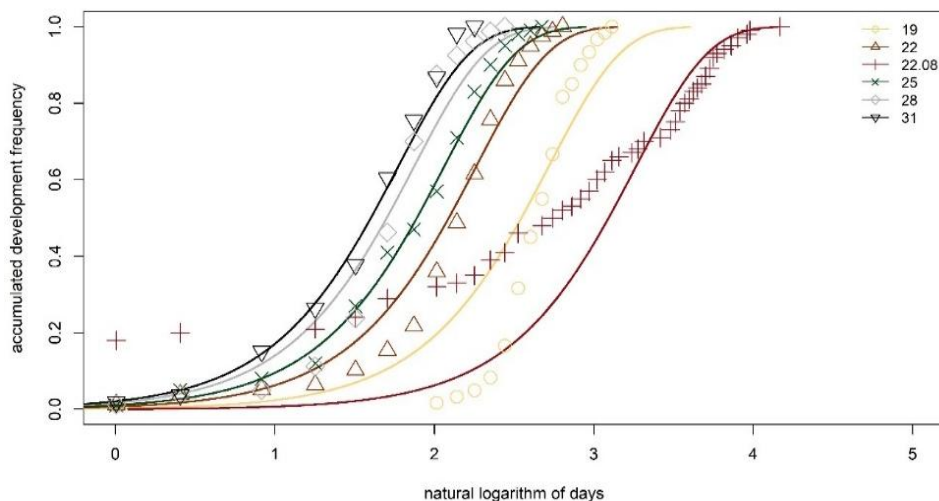
En el gráfico 10, se describe el desarrollo larval cuando está expuesto a diferentes temperaturas representados por el modelo Weibull basándose en el valor Akaike (AIC) de 3649, 02. Las curvas o líneas muestran el ajuste del modelo y las figuras geométricas la simulación. Siendo la curva de 19 °C la que está más cercana a cero en el eje del tiempo de desarrollo y la frecuencia acumulada de desarrollo, lo que significa que el tiempo que necesita para desarrollarse es mucho menor, por ende, las siguientes curvas aparecen de forma decreciente desde los 31 hasta 19°C.

Gráfico 11. Desarrollo y supervivencia basado en temperaturas: Larva

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 11, se muestra el desarrollo y supervivencia en diferentes temperaturas para estado larva: se muestra que a una temperatura de 25 °C se alcanza el desarrollo más corto siendo de 4.9 días con una supervivencia de 100%, mientras que para los 19°C de alarga hasta los 16.52 días con una supervivencia de 64.8%, lo que indica que cuando la temperatura disminuye el periodo se alarga y temperaturas menores a las evaluadas estas no sobrevivirán. Estos resultados difieren con los (Del Pino & Garrido, 1996), que afirman que cuando las larvas de *Ceratitis capitata*, están expuestas a una temperatura de 0 a 6 °C resisten al menos una semana ya que esta es capaz de aclimatarse, ya que de ser así en la región interandina del Ecuador existiría la infestación de la plaga mencionada.

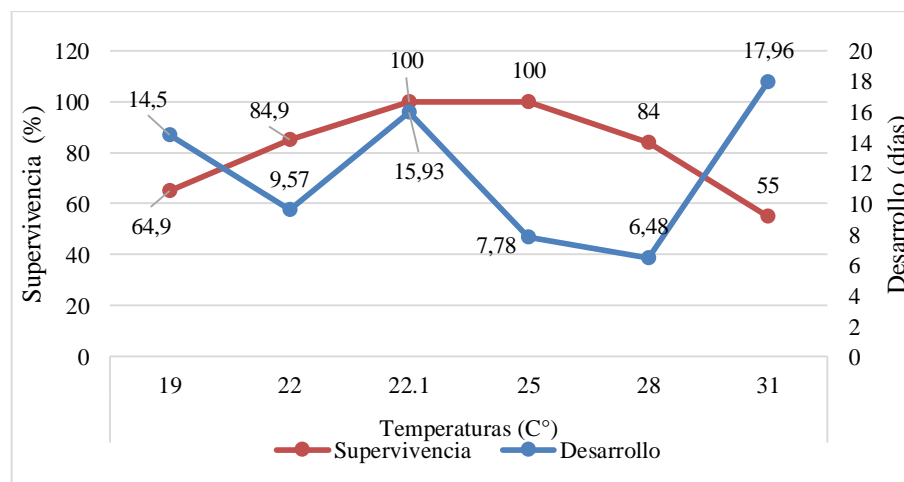
11.3.3. Pupa

Gráfico 12. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa pupa

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 12, se describe el desarrollo pupal cuando está expuesto a diferentes temperaturas representados por el modelo Weibull basándose en el valor Akaike (AIC) de 2984, 52. Las curvas o líneas muestran el ajuste del modelo y las figuras geométricas la simulación. Siendo la curva de 22.08 °C la que está más cercana a cero en el eje del tiempo de desarrollo y la frecuencia acumulada de desarrollo, lo que significa que el tiempo que necesita para desarrollarse es mucho menor, por ende, las siguientes curvas aparecen de forma decreciente desde los 31 hasta 19°C.

Gráfico 13. Desarrollo y supervivencia basado en temperaturas: Pupa

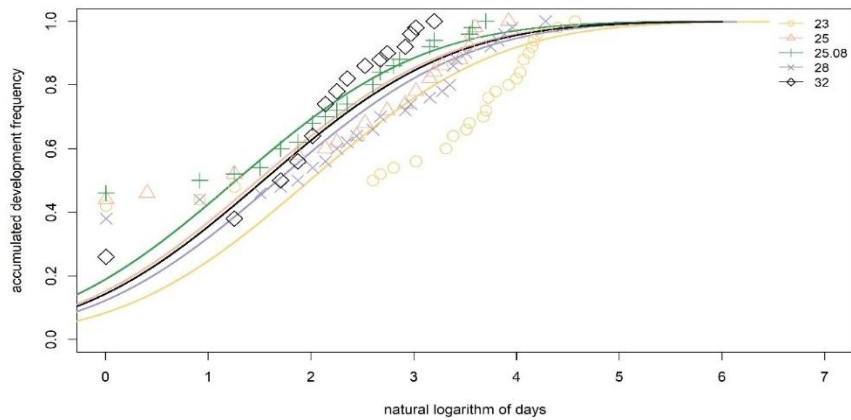


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 13, muestra el desarrollo en días del estado pupa a distintas temperaturas para *Ceratitis*; mostrando que a los 25°C alcanza el menor valor de 7.78 días con una supervivencia de 100%, y temperaturas mayores de 31 y menores de 19 alarga su proceso de desarrollo con vales de (17,96 días con supervivencia de 55%) y (14.5 días y supervivencia de 64.9%), la pupa no se desarrollaría con temperaturas debajo de los 14°C. Estos resultados son parecidos a los de (Solares, 2018), que indica que el desarrollo de *Ceratitis* no se da bajo de los 10.2 °C.

11.3.4. Hembra

Gráfico 14. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa hembra

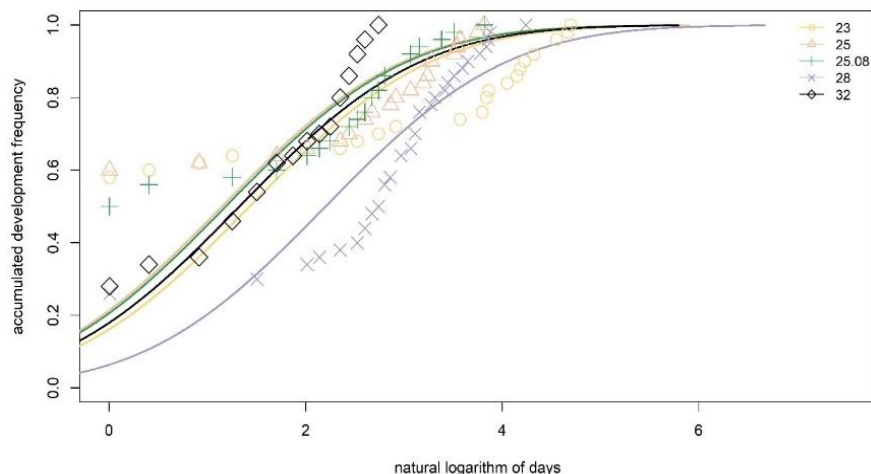


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 14, se describe el desarrollo maduro hembra cuando está expuesto a diferentes temperaturas representados por el modelo Lognormal basándose en el valor Akaike (AIC) de 2597, 38. Las curvas o líneas muestran el modelo ajustado y las figuras geométricas la simulación. Siendo la curva de 23 °C la que está más cercana a cero en el eje del tiempo de desarrollo y la frecuencia acumulada de desarrollo, lo que significa que el tiempo que necesita para desarrollarse es mucho menor, por ende, las siguientes curvas aparecen de forma decreciente desde los 32 hasta 23°C.

11.3.5. Macho

Gráfico 15. Modelo de simulación de desarrollo para la etapa macho



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 15, se describe el desarrollo maduro macho cuando está expuesto a diferentes temperaturas representados por el modelo Lognormal basándose en el valor

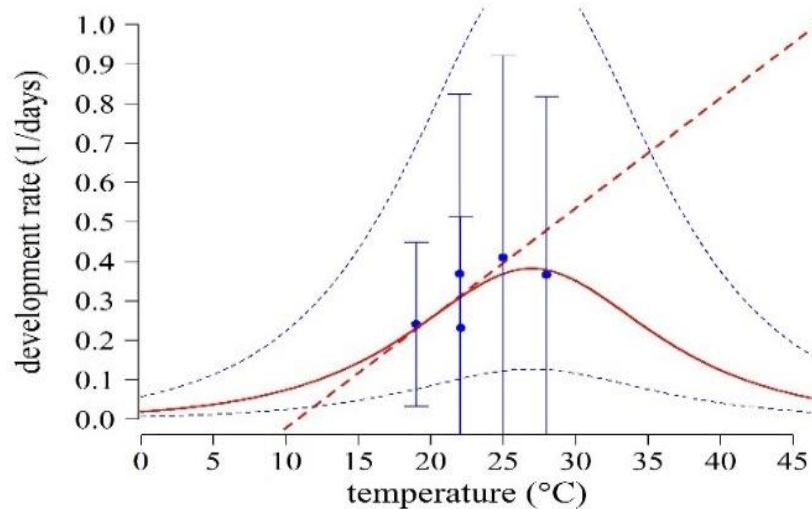
Akaike (AIC) de 2651, 91. Las curvas o líneas muestran el modelo ajustado y las figuras geométricas la simulación. Siendo la curva de 28 °C la que está más cercana a cero en el eje del tiempo de desarrollo y la frecuencia acumulada de desarrollo, lo que significa que el tiempo que necesita para desarrollarse es mucho menor, por ende, las siguientes curvas aparecen de forma decreciente desde los 32 hasta 23°C.

11.4. Tasa de Desarrollo (Development Rate)

La tasa de desarrollo como se relaciona el (1/día) basándose en los mejores modelos para los estados inmaduros (huevo, larva y pupa), se presenta una gráfica en forma de campana, que muestran las líneas azules son los límites de confianza, la línea roja es la predicción del modelo, los puntos azules, son las temperaturas evaluadas.

11.4.1. Huevo

Gráfico 16. Modelo de tasa de desarrollo para la etapa huevo

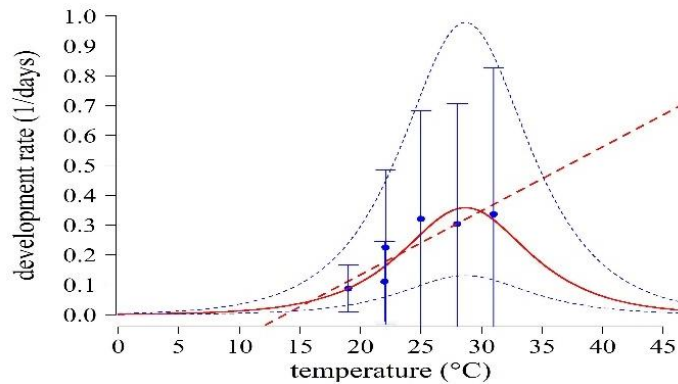


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 16, demuestra que para la tasa de desarrollo del estado inmaduro huevo el mejor modelo es Sharpe & DeMichelle 3, con un criterio de selección basado en Akaike (AIC) de 3.84 con un valor $p = 0.99$, no siendo significativo con un valor $R^2 = 0.038$, según el modelo escogido, los puntos azules son los datos observados, la línea roja hace referencia a la predicción del mismo y las líneas azules punteadas son los límites de confianza y la línea roja punteada es el modelo lineal. El punto óptimo se da a los 25 °C donde alcanza una tasa del 25 % de desarrollo.

11.4.2. Larva

Gráfico 17. Modelo de tasa de desarrollo para la etapa larva

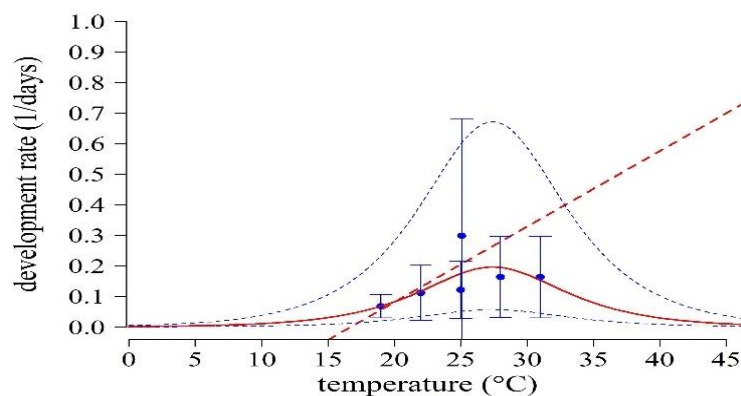


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 17, demuestra que para la tasa de desarrollo del estado inmaduro larva el mejor modelo es Janish-1, con un criterio de selección basado en Akaike (AIC) de 47.02 con un valor $p=0.07$, no siendo significativo con un valor de $R^2=0.82$, según el modelo escogido, los puntos azules son los datos observados, la línea roja hace referencia a la predicción del mismo y las líneas azules punteadas son los límites de confianza y la línea roja punteada es el modelo lineal. El punto óptimo se da a los 25 °C donde alcanza una tasa de desarrollo de 33.33% de desarrollo.

11.4.3. Pupa

Gráfico 18. Modelo de tasa de desarrollo para la etapa pupa



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 18, demuestra que para la tasa de desarrollo del estado inmaduro pupa el mejor modelo es Janish 1, con un criterio de selección basado en Akaike (AIC) de con un valor $p=0.22$, no siendo significativo con un valor de $R^2=0.63$, según el modelo

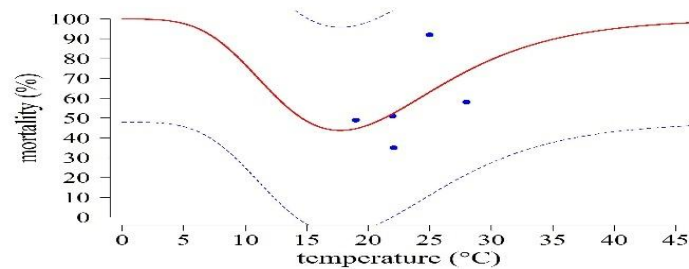
escogido, los puntos azules son los datos observados, la línea roja hace referencia a la predicción del mismo y las líneas azules punteadas son los límites de confianza y la línea roja punteada es el modelo lineal. El punto óptimo se da a los 28 donde alcanza el 50% de desarrollo.

11.5. Mortalidad (Mortality)

Se muestra la mortalidad para los estados inmaduros, con la presentación de un modelo de regresión no lineal, donde se describió los efectos de la temperatura en estas etapas. La línea roja muestra la predicción del modelo, las líneas azules son los límites de confianza y los puntos azules son las temperaturas o datos evaluados.

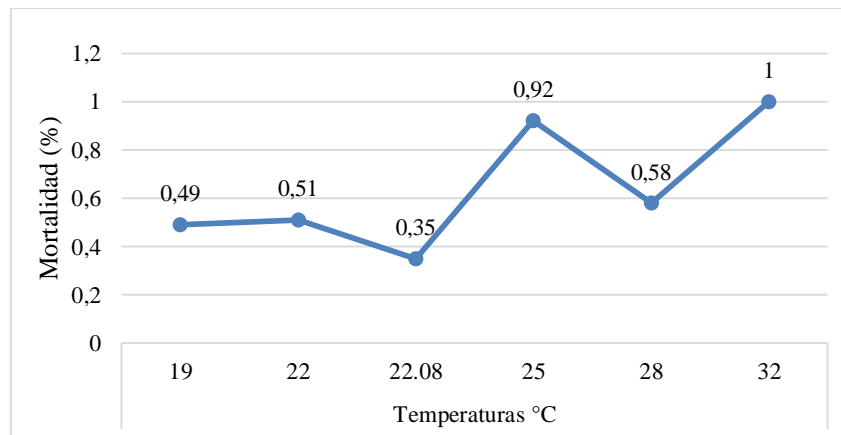
11.5.1. Huevo

Gráfico 19. Modelo de mortalidad para la etapa huevo



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

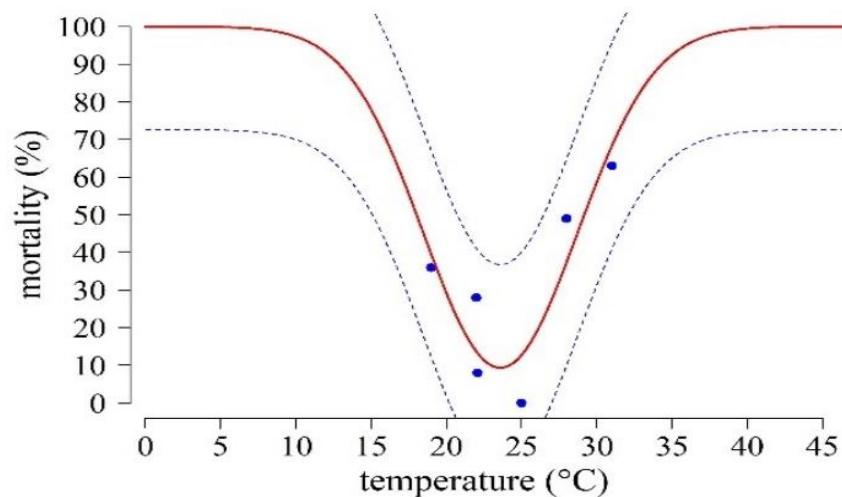
El gráfico 19, muestra la mortalidad del estado inmaduro huevo basado en el modelo de regresión no lineal, (Wang 5) con el criterio de selección de Akaike (AIC) de 0.49 con valor $p=0.099$, y un $R^2= 0.68$, este modelo muestra los puntos azules como los datos observados y la curva de color rojo es la línea predictiva del modelo. El punto más alto de mortalidad se da en la temperatura 19 °C con un 50 % de mortalidad, además es importante notar ya que el punto 25°C esta más alto de la línea de predicción este alcanza una mortalidad del 90% siendo perjudicial para este estado inmaduro.

Gráfico 20. Mortalidad basada en temperaturas: Huevo

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 20, indica la mortalidad del huevo en base a distintas temperaturas, se puede verificar que a los 22.08 °C existe una mortalidad muy baja de 0.35 %, la mortalidad más alta se da a los 32°C con un valor de 1 o 100%, temperaturas mayores a 32 y menores a 19 aumentan drásticamente la mortalidad. Estos resultados afirman con lo que (Guzman-Plazola, 2012), describe que a temperaturas menores a 13.3 °C causan un drástico aumento en la mortalidad del insecto.

11.5.2. Larva

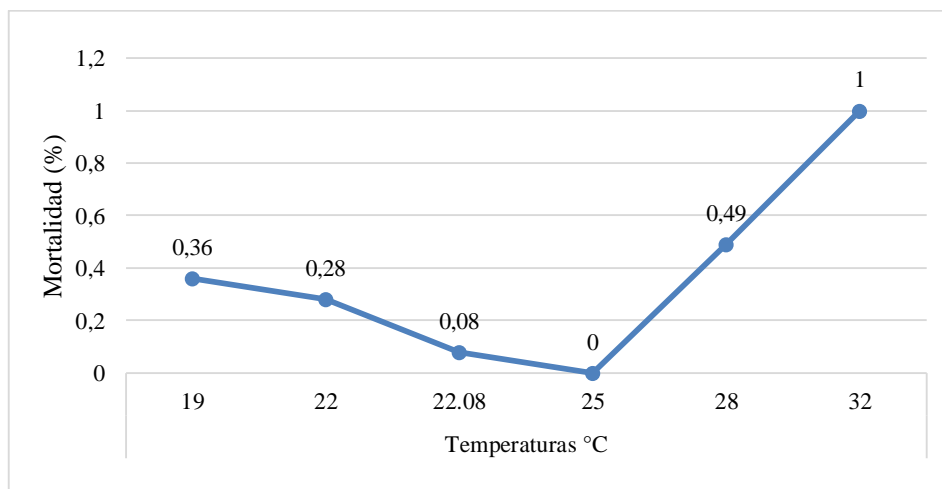
Gráfico 21. Modelo de mortalidad para la etapa larva

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 21, muestra la mortalidad del estado inmaduro larval basado en el modelo de regresión no lineal, (Taylor) con el criterio de selección de Akaike (AIC) de -0.88,

con valor $p=0.0008$, y un $R^2=0.95$, este modelo muestra los puntos azules como los datos observados y la curva de color rojo es la línea predictiva del modelo. El punto más alto es donde existe mayor mortalidad, es a 31°C donde existe mayor mortalidad, con un valor de 63%, sin embargo, para la temperatura de 25°C no existe mortalidad para el estado larva.

Gráfico 22. Mortalidad basada en temperaturas: Larva

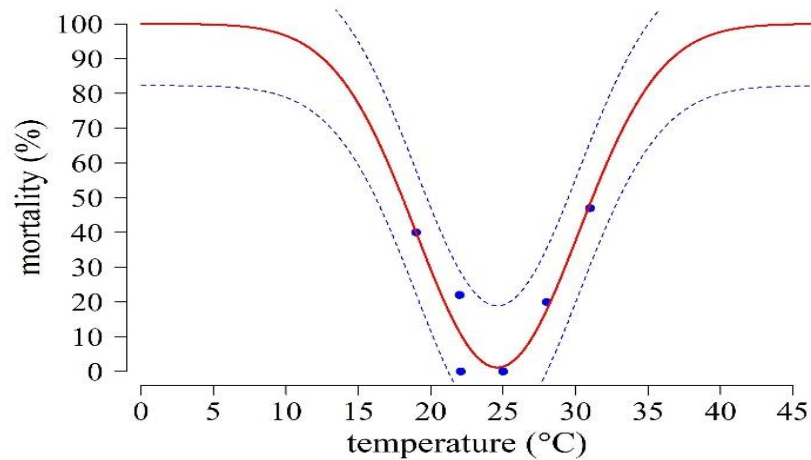


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 22, muestra como la interacción de las distintas temperaturas actúa directamente en el estado larval de *Ceratitis capitata*, se puede estimar que a 25°C no existe mortalidad, por lo que es óptimo este rango, sin embargo, cuando las temperaturas suben o bajan demasiado la mortalidad se incrementa drásticamente, para el caso de 32°C se alcanza el 100% de mortalidad. Estos resultados concuerdan con, (Guzman-Plazola, 2012). Que indica que entre las temperaturas de 13 y 35°C la mortalidad del estado larval se incrementa.

11.5.3. Pupa

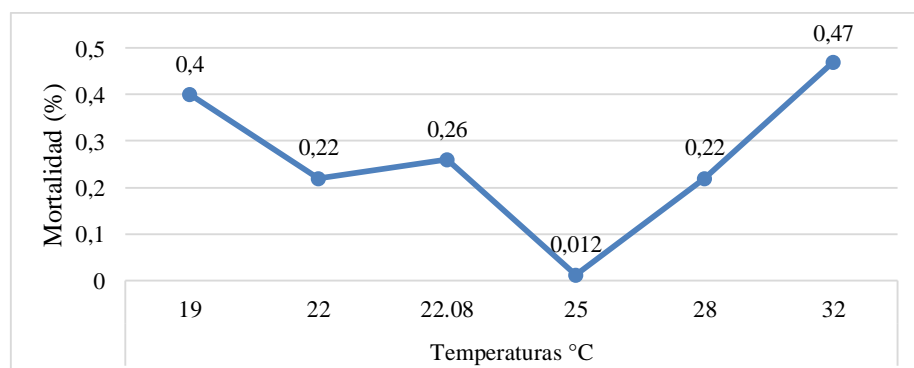
Gráfico 23. Modelo de mortalidad para la etapa pupa



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 23, muestra la mortalidad del estado inmaduro pupa basada en el modelo de regresión no lineal, (Taylor) con el criterio de selección de Akaike (AIC) de -15.81, con valor $p=0.0001$, y un $R^2= 0.97$, el cual muestra los puntos azules como los datos observados y la curva de color rojo es la línea predictiva del modelo. Se puede observar que a la temperatura de 30 °C, existe una mortalidad de 47% siendo perjudicial para esta etapa, sin embargo a los 22.08 y 25 °C no existe mortalidad.

Gráfico 24. Mortalidad basada en temperaturas: Pupa



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 24, describe la mortalidad para el estado pupa en relación a las distintas temperaturas, se puede observar que cuando esta alcanza el rango de 25°C se obtiene la menor mortalidad de 0.012 o 1.2%, mientras que a los 19 y 32 °C se alcanzan

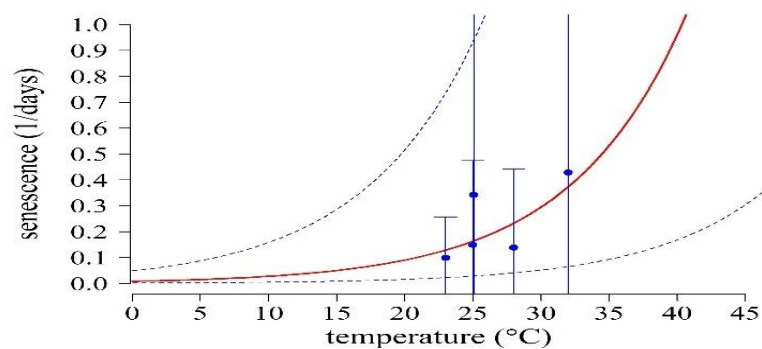
valores de 0.4 y 0.47 respectivamente. Estos resultados son parecidos a los de (Charcopa, 2020), que describe que el estado de pupa a una temperatura de 25.08 °C, alcanzó la mortalidad de 0.018%.

11.6. Senescencia (Senescence)

La Senescencia del estado adulto fue descrito por dos modelos los cuales están representados para hembra con el modelo Exponencial Simple, este modelo explica como el estado maduro tanto hembra y macho pasara en días su estado de envejecimiento. Muestra líneas azules que son los límites de confianza, la línea roja que es el modelo predictivo y los puntos azules que son los datos evaluados.

11.6.1. Hembra

Gráfico 25. Modelo para senescencia de la hembra adulta

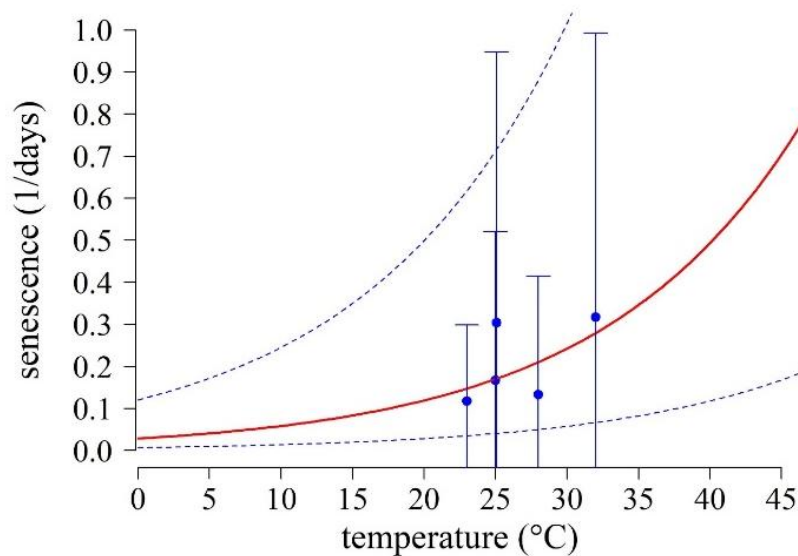


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 25, representa la senescencia de la etapa madura de la hembra, donde está representado por el mejor modelo siendo este el Exponencial simple, que mediante el criterio Akaike (AIC) obtuvo un valor de 35.61, con un valor $p=0.22$ siendo no significativo, y un valor $R^2=0.43$, este modelo muestra los puntos azules como los datos observados, las líneas punteadas azules son el límite de confianza, la curva roja es la línea predictiva del modelo escogido, se puede observar que a los 32 °C es donde alcanza la más alta senescencia siendo esta de 40 días.

11.6.2. Macho

Gráfico 26. Modelo para senescencia del macho adulto



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

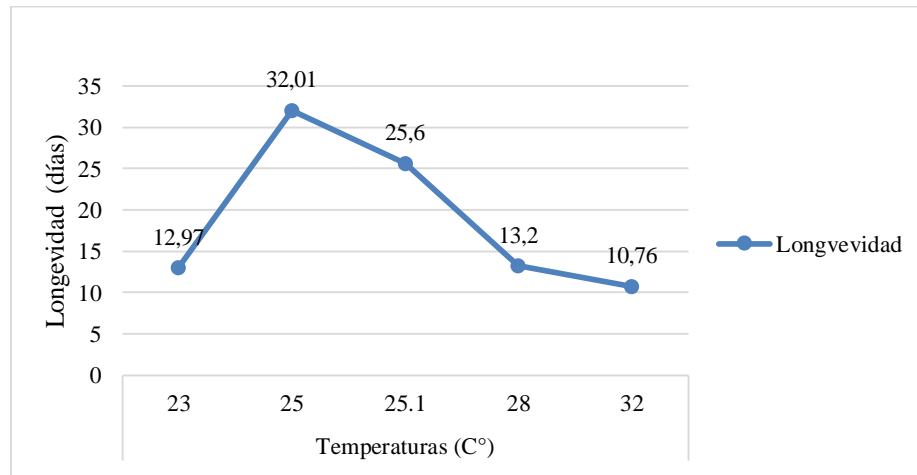
El gráfico 26, representa la senescencia de la etapa madura del macho, donde está representado por el mejor modelo siendo este Exponencial Simple, que mediante el criterio Akaike (AIC) obtuvo un valor de 33.65, con un valor $p=0.35$ siendo no significativo, y un valor $R^2=0.28$, este modelo muestra los puntos azules como los datos observados y la línea roja como la predicción del modelo escogido, se puede observar que a los 25 °C es donde alcanza la mayor senescencia con un valor de 30 días siendo esta menor a comparación de la hembra.

11.7. Longevidad de adultos

Se ha simulado mediante ILCYM, la longevidad basada en tres temperaturas, alcanzando para el estado maduro de hembra la mayor longevidad de 44,73 días a la temperatura de 25.1 °C. Así como también se logró identificar la etapa adulta macho que la longevidad mayor fue de 38.32 días a una temperatura de 26 °C.

11.7.1. Hembra

Gráfico 27. Longevidad basada en temperaturas: Hembra

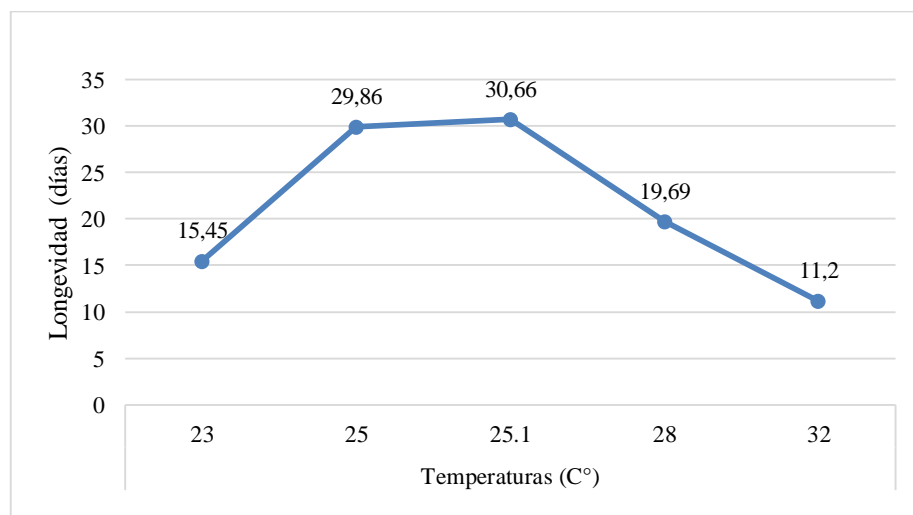


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 27, indica la longevidad de la hembra basado en temperaturas, se puede observar que a los 25 °C alcanza la longevidad máxima de 32.01 días, mientras que a 32°C la longevidad alcanza a los 10.76 días, estos resultados son parecidos a los de (Muñiz & M.a P, 1993), describen que en cuanto a la longevidad de la moscamed esta alcanza un total de 34.87 días a los 25 °C.

11.7.2. Macho

Gráfico 28. Longevidad basada en temperaturas: Macho



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 28, muestra la longevidad del macho dependiente de las temperaturas, se puede observar que a los 25.1 °C alcanza un total de 30.66 días, y a un rango de 32 °C

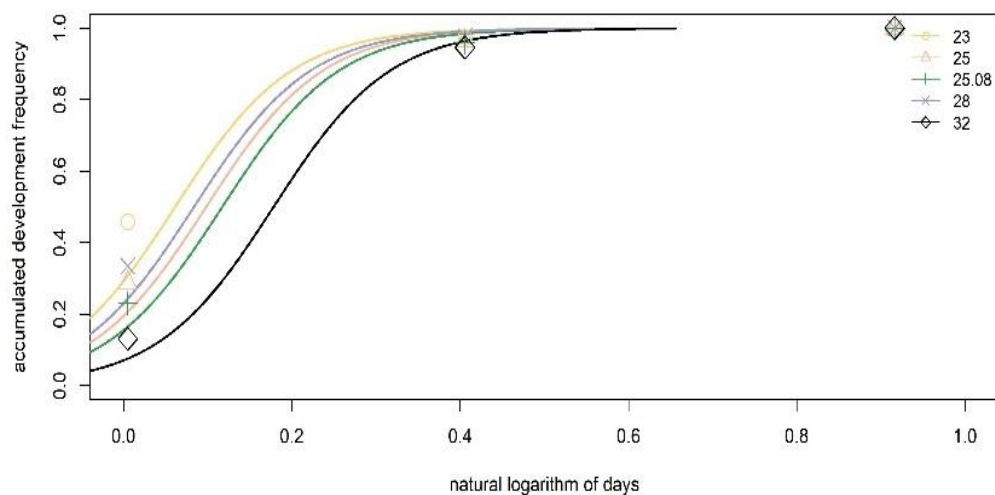
alcanza una longevidad de 11.2 días, sin embargo la longevidad se reduce cuando las temperaturas están bajo los 19 y sobre los 32°C. Estos resultados son parecidos a los de (Santaballa et al., 1990) que anotaron que la longevidad de *Ceratitis* alcanza un total de 33.3 días a una temperatura de 25°C.

11.8. Tiempo de Oviposición (Oviposition Time)

Para el tiempo de oviposición del estado maduro de hembra, se seleccionó el modelo de distribución Log logistic, que muestra una curva pronunciada que muestra la distribución de la oviposición de *Ceratitis* con temperaturas variables, de entre 23 hasta 32 °C.

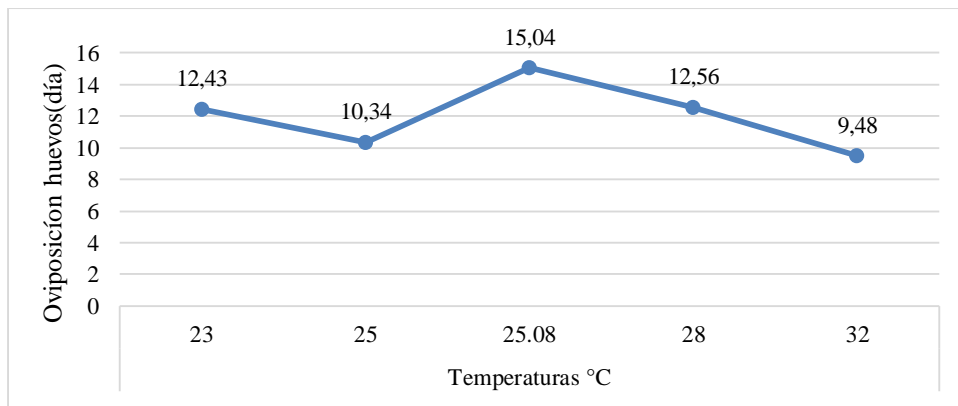
11.8.1. Hembra

Gráfico 29. Modelo para el tiempo de oviposición de la hembra



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 29, muestra el tiempo de oviposición a tres temperaturas del estado maduro de hembra, se seleccionó el modelo de distribución Loglogistic, con criterio Akaike (AIC) de 12051.3 con un valor $p=0$ siendo significativo, con un $R^2=0.069$. Las curvas o líneas muestran el modelo ajustado y las figuras geométricas la simulación. Siendo la curva de 32 °C la más cercana a cero en el eje tiempo de oviposición y la frecuencia acumulada lo que significa que a esa temperatura el periodo de oviposición es más rápido y las siguientes curvas aparecen de forma decreciente de 26 a 25 °C.

Gráfico 30. Tiempo de Oviposición basado en distintas temperaturas

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

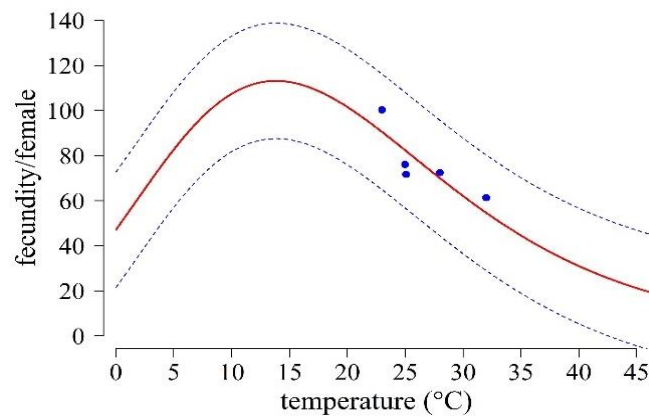
El gráfico 30, muestra la oviposición dependiente de la temperatura, se puede observar que a los 25.08 °C alcanza un valor de oviposición de 15,04 huevos días, siendo esta la temperatura óptima, sin embargo, esta se reduce cuando la temperatura aumenta a 32°C con una puesta de 9.48 y si reduce la temperatura posiblemente se reducirá huevos diarios. Estos resultados son parecidos a los de (Charcopa, 2020), que señala que, *Ceratitis capitata* alcanza un valor de 13.02 huevos/día, a los 25.08 °C.

11.9. Oviposición Total (Total Oviposition)

En cuanto al parámetro de la oviposición total, en el estado maduro dependiente de la temperatura, se seleccionó el modelo de regresión no lineal, el cual mostró la fecundidad de la hembra de *Ceratitis*, en cual se nota una curva tipo campana, donde la temperatura óptima para la fecundidad es de 25°C, luego de esta, se puede ver cómo va descendiendo de una forma suave y prolongada. Se obtiene un valor ($p= 0.049$), que es significativo, y se presenta un R^2 ajustado de 2.1059.

11.9.1. Hembra

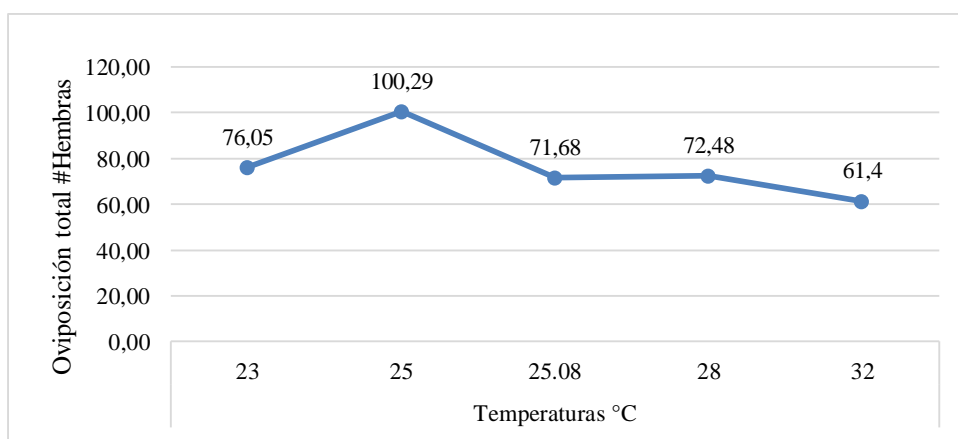
Gráfico 31. Modelo para la oviposición total de la hembra de *Ceratitis*



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 31, presenta un modelo de regresión no lineal (Wang 6) con un criterio Akaike (AIC) de 55.07, con un valor $p=0.0014$ siendo significativo y un valor $R^2=0.96$, para el total de oviposición de la hembra adulta de *Ceratitis*, las líneas azules son los intervalos de confianza, la línea roja es el modelo predictivo y los puntos azules son los datos observados. Además, se puede observar que a la temperatura de 32 °C se anota la menor fecundidad siendo de 61.40 y a 23 °C. alcanza el valor más alto de fecundidad de 100.29.

Gráfico 32. Oviposición total dependiente de las temperaturas



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 32, indica la oviposición basada en temperaturas, se observa que a los 25 °C alcanza una oviposición total de 100.29 huevos, y para temperaturas de 32°C un valor

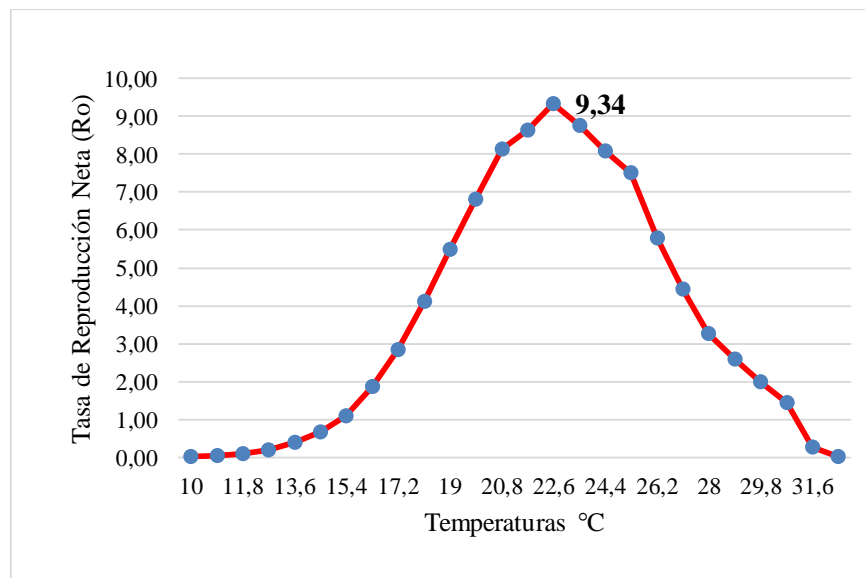
de 61.4 huevos totales. Este resultado es parecido a los de (Gil & Muñiz, 1984) que señalan que cuando *Ceratitis* está expuesta a una temperatura de 25 °C, la oviposición alcanza un valor de 83.47 huevos/diarios en una muestra central de 1/5 individuos.

11.10. Simulaciones de los parámetros de vida de (*Ceratitis capitata*)

11.10.1. Simulación Constante para Tasa de Reproducción Neta (Ro) y Tiempo Generacional (T)

Esta simulación se realizó con el uso de temperaturas fluctuantes donde se obtuvo valores como de: Ro (Tasa de Reproducción Neta) y T (Tiempo Generacional)

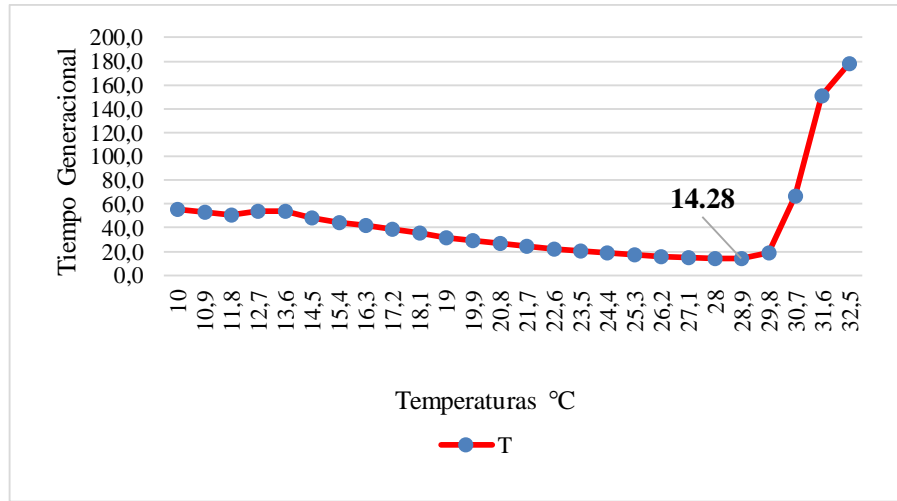
Gráfico 33. Tasa de Reproducción Neta (muestra el número de nuevas hembras de la segunda generación) de *Ceratitis capitata*



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 33, para la simulación de tasa de reproducción neta, se puede observar que la tasa de reproducción neta para la segunda generación alcanzando a la temperatura de 22.6 °C un total de 9.34 hembras de la segunda generación, resultados del software ILCYM 4.0 del módulo de simulación constante.

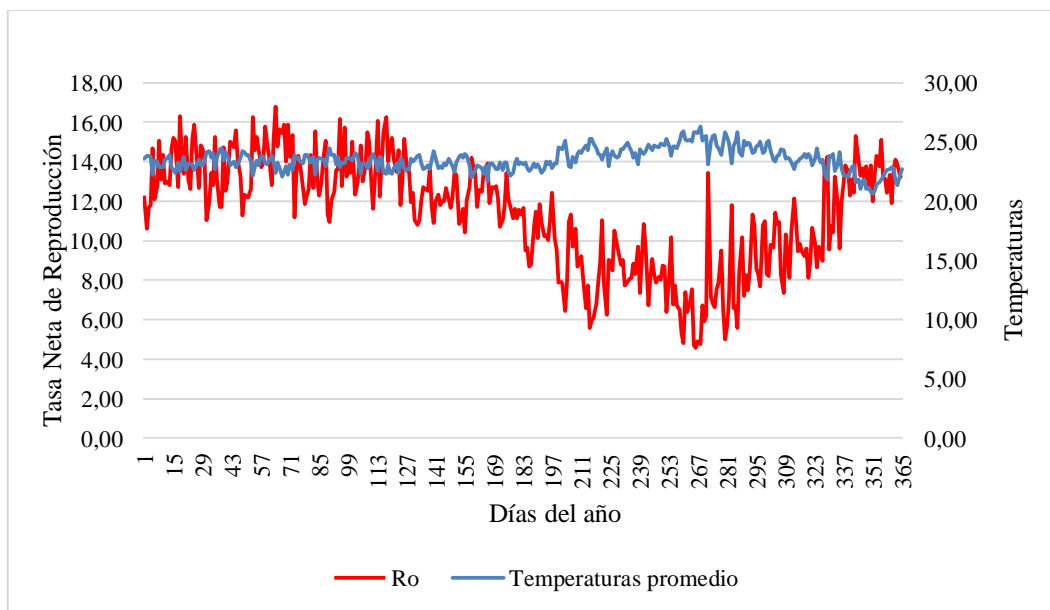
Gráfico 34. Tiempo Generacional



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 34, muestra el tiempo generacional simulado y se describe que cuando existen lugares donde las temperaturas son variables como 22.9°C, el ciclo de vida de (*Ceratitis capitata*) podría reducirse hasta 14,28 días lo que se puede interpretar que en 14.28 días ya existirá un nuevo individuo que incluso podría ovipositar, este intervalo de temperatura presenta riesgo en esta zona, la interpretación es justificable ya que existe cambio climático.

Gráfico 35. Tasa de Reproducción Neta para el Sector Pucayacu durante un año



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 35 muestra la tasa de reproducción neta simulada para el sector Pucayacu, diseñando un modelo lineal básico de color rojo que muestra como la plaga se comportará en el lapso de un año, en este caso se puede observar que existe alto riesgo desde los días 1 hasta 196 comprendiendo los meses de (enero, febrero, marzo, abril, mayo) temporada invernal , (junio y julio (2s) temporada seca o verano, pero se muestra bajo riesgo de generación desde los días 196 hasta 310, que comprende los meses de (julio (2s)), agosto, septiembre, octubre y noviembre (1s)) verano, luego para los día 310 hasta 365, se muestra como el riesgo aumenta en el número de hembras en la segunda generación, resultados que ILCYM ha predecido con data climática de temperaturas del sector Pucayacu, se puede también prevenir el riesgo de la plaga basándose en el ciclo del cultivo, específicamente en la etapa de fructificación que es donde la plaga ataca.

11.10.2. Simulación Geográfica por Puntos (Coordenadas)

Para simular la presencia, actividad y generación del asentamiento de la plaga, se necesita de coordenadas donde esta esté presente, se simuló la presencia geográfica de (*Ceratitis capitata*), para el cantón Patate.

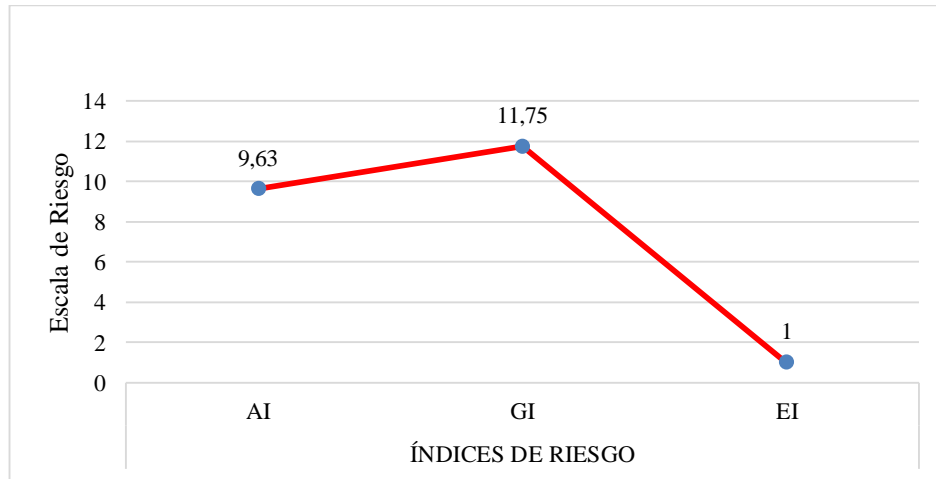
Tabla 12. Coordenada de simulación geográfica para el sector Pucayacu

Lugar	Longitud	Latitud	AI	GI	ERI
Pucayacu	-79.10	-0.67	9.63	11.75	1

Elaborado por: (Alarcon, 2022).

11.10.3. Simulación Geográfica por Coordenadas de presencia de (*Ceratitis capitata*) para el sector Pucayacu

Gráfico 36. Simulación Geográfica de (*Ceratitis capitata*)



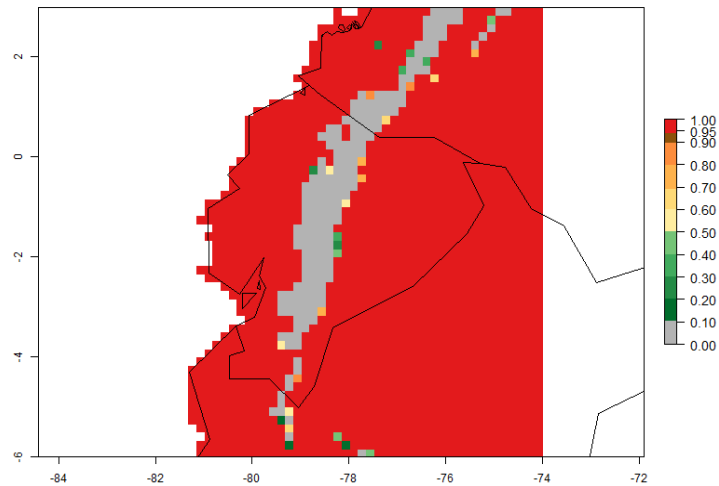
Elaborado por: (Alarcon, 2022).

El gráfico 33, muestra los parámetros de simulación para *Ceratitis* que comprenden; el (AI) índice de actividad que alcanza un valor de 9.63 de actividad en un año, seguido por el índice de generación (GI) con un valor de 11.75 , lo que quiere decir que en el año habrá 11 generaciones *Ceratitis* y al final el índice de establecimiento (ERI) que alcanzó un valor de 1, que indica que si existe esta plaga en el sector nombrado anteriormente, estos datos se obtuvieron mediante la simulación geográfica del ILCYM.

11.11. Generación de Mapas de del posible riesgo de (*Ceratitits capitata*) para Ecuador

11.11.1. Índice del posible Establecimiento

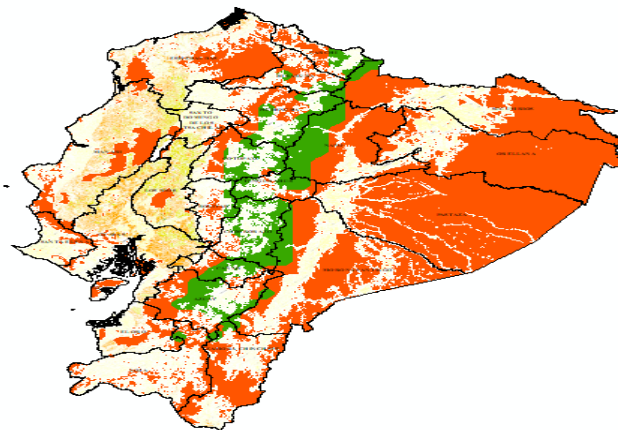
Gráfico 37. Mapa del posible Índice de Riesgo de Establecimiento según ILCYM



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el grafico 40, se puede observar el mapa de riesgo de índice de establecimiento de (*Ceratitits capitata*) para Ecuador, este es de dos colores distintivos entre rojo y plomo, este resultado arroja el programa ILCYM en la sección generación de mapas de riesgo donde 1 es presencia y 0 es ausencia de la plaga.

Gráfico 38. Mapa del posible índice de Riesgo de Establecimiento en Ecuador

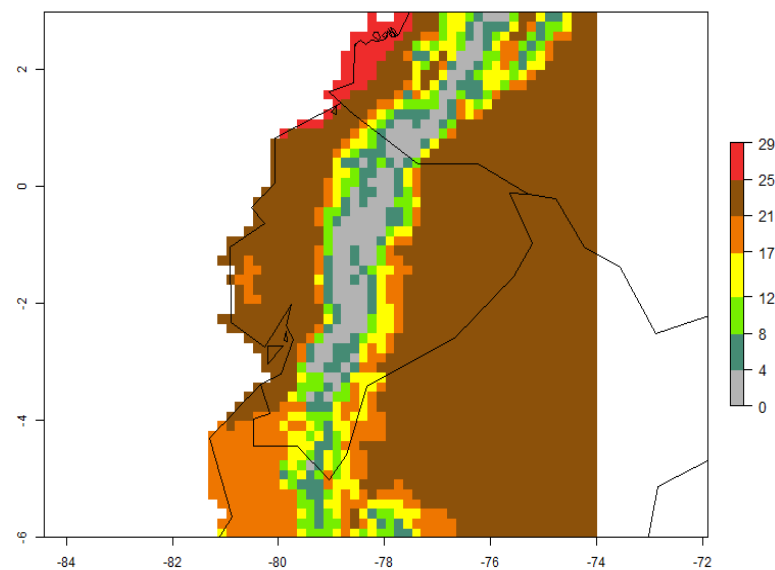


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 41, mapa de riesgo de índice de establecimiento de (*Ceratitis capitata*), se puede definir que el color anaranjado que se atribuye a que la plaga está actualmente asentada en los territorios del trópico y subtropical, el color verde muestra las áreas libres de la mosca de la fruta por casi todo el callejón interandino o región sierra, las manchas amarillentas muestran la capa del cultivo de mango como hospedero de *Ceratitis*

11.11.2. Índice de la posible Generación

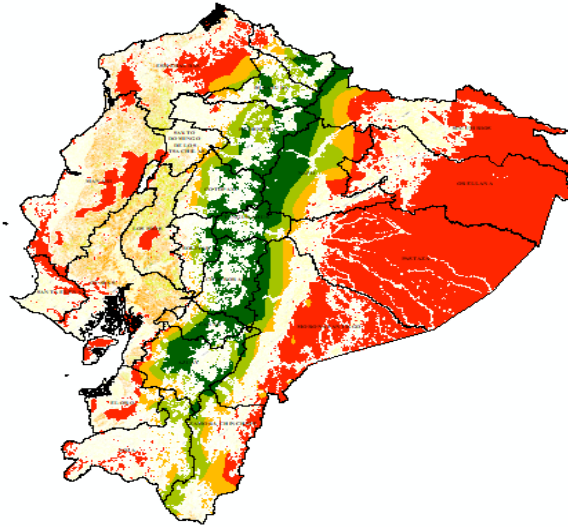
Gráfico 39. Mapa del posible Índice de Riesgo de Generación según ILCYM



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 42 se puede observar el mapa de riesgo de índice de generación de (*Ceratitis capitata*) para Ecuador, este es de 7 colores distintivos entre rojo, marrón, naranja, amarillo, verde agua, azul oscuro y plomo, este resultado arroja el programa ILCYM en la sección generación de mapas de riesgo. Donde el rojo siendo el de mayor contraste llega a tener hasta 29 generaciones al año, el café de 21 a 25 generaciones y el plomo estando libre de la plaga.

Gráfico 40. Mapa del posible índice de Riesgo de Generación en Ecuador

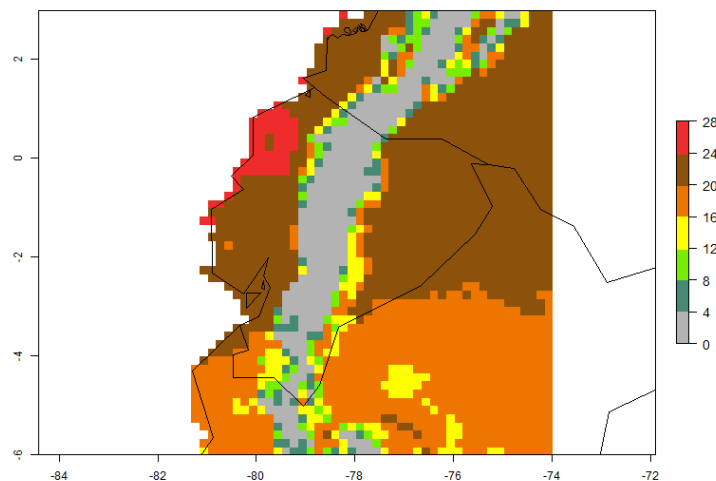


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el grafico 43 mapa de riesgo de índice de generación de (*Ceratitis capitata*), se puede definir que el color rojo que se atribuye al asentamiento de la plaga en esos territorios del trópico y subtrópico con la presencia de la plaga, el color naranja muestra una probabilidad de presencia del insecto, seguido por el color verde agua que indica poca probabilidad de presencia y el verde muestra una zona libre del insecto.

11.11.3. Índice de la posible Actividad

Gráfico 41. Mapa del posible Índice de Actividad según ILCYM

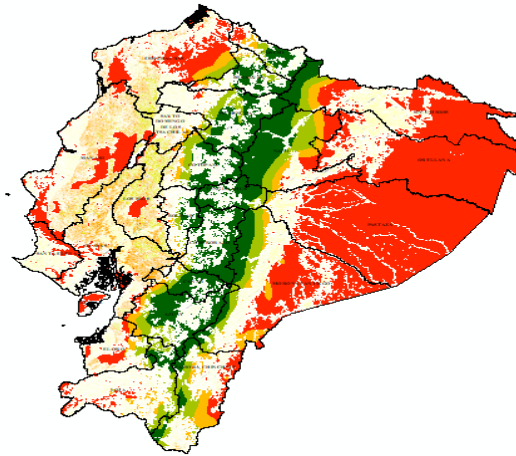


Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el grafico 44, se puede observar el mapa de riesgo de índice de actividad siendo el crecimiento poblacional de (*Ceratitis capitata*) para Ecuador, este es de 7 colores

distintivos entre rojo, marrón, naranja, amarillo, verde agua, azul oscuro y plomo, este resultado arroja el programa ILCYM en la sección generación de mapas de riesgo. Este color rojo muestra que llegará hasta 28 generaciones anuales, mientras que el color plomo estaría libre de la plaga.

Gráfico 42. Mapa del posible índice de Riesgo de Actividad en Ecuador



Elaborado por: (Alarcon, 2022).

En el gráfico 45, mapa de riesgo de índice de actividad siendo el crecimiento poblacional de (*Ceratitis capitata*), se puede definir que el color rojo que se atribuye al asentamiento de la plaga en esos territorios del trópico y subtropical con alta presencia de la plaga, el color naranja muestra una probabilidad de presencia del insecto, seguido por el color verde agua que indica poca probabilidad de presencia y el verde muestra una zona libre del insecto, esto debido a que se trata de una zona del callejón interandino.

12. CONCLUSIONES

Se concluye que la temperatura influye directamente en el ciclo biológico de la mosca de la fruta, mostrando rangos de supervivencia entre los 22 a 25 °C, además es posible generar tablas de vida para la mosca (*Ceratitis capitata*) a través de revisión bibliográfica de investigaciones o estudios publicados mediante el uso de RStudio.

El modelamiento fenológico de (*Ceratitis capitata*), presenta gráficas que se ajustan a las etapas del ciclo biológico se ven influenciadas por el cambio de las temperaturas, señalando que las temperaturas donde se desarrolla perfectamente el insecto son de 22 a 25 °C, y que cuando las temperaturas están bajo de los 9 °C o por encima de los 32 °C, hay incremento drástico de mortalidad.

La generación de mapas de riesgos indica la posible incidencia de (*Ceratitis capitata*) para el Ecuador en las regiones tropical y subtropical, debido al comportamiento del insecto frente a la temperatura, en la zona frutícola fría o región sierra se encuentra libre de plaga de *Ceratitis*.

13. RECOMENDACIONES

Realizar tablas de vida del comportamiento etológico de (*Ceratitis capitata*) en relación de la temperatura para la validación del modelo, además usando el logaritmo de búsqueda “ciclo biológico” se puede encontrar información para generar tablas de vida de revisión bibliográfica.

Utilizar softwares especializados en la agricultura en la formación académica de estudiantes y docentes de investigación para generar modelos fenológicos y de simulación geográfica predictivos de un insecto plaga.

Se recomienda usar ILCYM para realizar modelamientos fenológicos de los insectos plaga de importancia económica, para prevenir el posible riesgo potencial que estos representarían en la en cultivos del Ecuador.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. (2014). El Método de la Investigación. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 9(3), 195–204.
- Alajo, A. (2019). “ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN EN CAMPO DEL MACHO ESTÉRIL DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (*CERATITIS CAPITATA*) EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA EN EL PERIODO MARZO – AGOSTO 2019” [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6321/6/PC-000697.pdf>
- Álvarez, O. (2021). *Influencia de las fases lunares en la población de mosca Ceratitis capitata en Patate* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7613/1/MUTC-000905.pdf>
- ArcGIS. (2012). *¿Qué es ArcGIS? | ArcGIS Resource Center*. ArcGIS Resources. <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Bateman, M. A. (1972). The Ecology of Fruit Flies. *Annual Review of Entomology*, 17(1), 493–518. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.17.010172.002425>
- Bermejo, J. (2012). *Ceratitidis capitata | Agrológica*. Agrológica. <https://www.agrológica.es/informacion-plaga/mosca-fruta-ceratitidis-capitata/>
- Bodenheimer, F. S. (1951). Citrus Entomology. *Citrus Entomology*, 49(0), 6221. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-5218-3>
- Carvajal-Yepes, M., Cardwell, K., Nelson, A., Garrett, K. A., Giovani, B., Saunders, D. G. O., Kamoun, S., Legg, J. P., Verdier, V., Lessel, J., Neher, R. A., Day, R., Pardey, P., Gullino, M. L., Records, A. R., Bextine, B., Leach, J. E., Staiger, S., & Tohme, J. (2019). A global surveillance system for crop diseases: Global preparedness minimizes the risk to food supplies. *Science*, 364(6447), 1237–1239. <https://doi.org/10.1126/science.aaw1572>
- Charcopa, J. (2020). DETERMINACIÓN DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Ceratitidis capitata* (DIPTERA-TEPHRITIDAE) EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS. In *REPOSITORIO UG*. [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48788/1/Charcopa Baque Jenniffer Jackeline.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48788/1/Charcopa%20Baque%20Jenniffer%20Jackeline.pdf)

- Daza Gil Criado A, M. M. (1984). *Desarrollo y reproducción de Ceratitis capitata (Wied.) en condiciones artificiales.*
- Del Pino, G., & Garrido, S. (1996). Evaluación de puesta de *Ceratitidis capitata* Wied ., con temperaturas variables en campo y constantes en laboratorio. *Boletín Del Servicio de Plagas e Inspección Fitopatológica*, 22(1979), 401–410. http://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/7515/1996_Del-Pino_Evaluación.pdf?sequence=1
- Gamarra, H. (2019). *Introducción y aplicación del software Insect Life Cycle Modeling (ILCYM) para el modelamiento de la fenología de plagas y la evaluación de riesgo.* Centro Internacional de La Papa.
- Gamarra, Heydi, Carhuapoma, P., Fonseca, C., Flores, P., Panchi, N., Gonzalez, M. A., Pradel, W., Rodriguez, H., & Velasco, C. (2020, October 15). *El software ILCYM 4.0.* Repository of Agricultural Research Outputs; CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/111452>
- García, Magali, Soplín, H., Alegre, J., Rodríguez, A., Cantos, M., Veneros, J., Vilatuña, J., & Salas, D. (2015). Modelando a *Ceratitidis Capitata* (Diptera: Thepirtidae) para Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 2(3), 2–8. <https://doi.org/10.26423/rctu.v2i3.54>
- García, Mario. (2018). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL DOCUMENTO DE GRADUACIÓN.* [http://www.repositorio.usac.edu.gt/10383/1/DOCUMENTO DE GRADUACION.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/10383/1/DOCUMENTO%20DE%20GRADUACION.pdf)
- García, Montserrat. (1994). Los mapas de riesgos. concepto y metodología su elaboracion. *Revista Sanitaria de Higiene Publica*, 68, 443–453. https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL68/68_4_443.pdf
- Gil, A., & Muñoz, M. (1984). Desarrollo y reproducción de *Ceratitidis capitata* (Wied.) en condiciones artificiales. *Boletín Del Servicio Contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 2, 10–103.

- González, E. (2017). *UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Director*.
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4172/1/UTC-PC-000129.pdf#page=45&zoom=100,109,712>
- Guzman-Plazola, R. (2012). *FICHA TÉCNICA Ceratitis capitata (Wiedemann) Mosca del mediterráneo*. Ficha Técnica Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria.
- Guzmán-Plazola, R. (2010). *FICHA TÉCNICA Ceratitis capitata (Wiedemann) Mosca del Mediterráneo*. SAGARPA.
http://www.cesavep.org/descargas/MNF/08_FichaT_Ceratitiscapitata.pdf
- Herrera, M., Dagatti, C., & Vecerra, V. (2017). Tabla de vida y parámetros poblacionales de *Lobesia botrana* (Den. et Schiff.) en condiciones de laboratorio. *Sociedad Entomológica Argentina*, 76(3–4), 27–32.
https://www.redalyc.org/journal/3220/322053335012/html/#redalyc_322053335012_ref4
- Jiménez, J. (2019). *Introducción a R y RStudio*.
<https://ridda2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/9428/manual-introduccion-R.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López-Latorre, M. A., & Neira, M. (2016). Influencia del cambio climático en la biología de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) mosquito transmisor de arbovirosis humanas. *Revista Ecuatoriana De Medicina Y Ciencias Biologicas*, 37(2), 11–21.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6369419>
- MAE. (2013). *Ecuador tiene políticas sobre el Cambio Climático – Ministerio del Ambiente y Agua*. Ministerio de Ambiente y Agua. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-tiene-politicas-sobre-el-cambio-climatico/>
- Molineros, J., Tigreiro, J., & Sandoval, D. (1992). *Diagnostico de la Situacion actual del Problema de las Moscas de lafruta en el Ecuador* (J. Molineros & J. Tigreiro (eds.); 5th ed., p. 60). COMISIÓN ECUATORIANA DE ENERGÍA ATÓMICA.
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/5459>
- MOSCAMED. (2013). Programa Moscamed Guatemala. In *PROGRAMA MOSCAMED*.
<https://moscamed-guatemala.org.gt/?secc=Informacion>

- Muñiz, M., & Andrés, M. (1993). Efectos de la edad de la generación parental en la biología reproductiva de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Trypetidae). *Boletín Del Servicio Contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 19, 455–474.
- Muñiz, M., & M.a P, A. (1993). Reproducción en condiciones controladas de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Trypetidae) en función de su actividad sexual. *Boletín Del Servicio Contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 19, 597–607.
- NASA. (2021). *POWER Data Access Viewer*. NASA POWER. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Pedro, J., & Amador, R. (2006). *LA MOSCA MEDITERRANEA DE LA FRUTA, Ceratitís capitata* Wied. *Biología y métodos de control*.
- Quiroga, I. A. (2020). *Impactos del cambio climático en la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos - CropLife Latin America*. CropLife LATIN AMERICA. <https://www.croplifela.org/es/actualidad/articulos/impactos-del-cambio-climatico-en-la-incidencia-de-plagas-y-enfermedades-de-los-cultivos>
- RAIF. (2019). *Influencia de las altas temperaturas sobre las plagas - Inicio - Junta de Andalucía*. RED DE ALERTA E INFORMACIÓN FITOSANITARIA DE ANDALUCÍA. https://www.juntadeandalucia.es/agriculturapescajdesarrollorural/raif/inicio?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=3180049&_101_type
- Rojas, R. (2011). Elementos Para El Diseño De Técnicas De Investigación: Una Propuesta De Definiciones Y Procedimientos En La Investigación Científica. *Tiempo de Educar*, 12(24), 277–297.
- ROSSI, M., MACIÁ, A., & MARINO DE REMES LENICOV, A. M. (2016). Life table and population parameters of *Lacertinella australis* (Insecta-Hemiptera-Fulgoromorpha). *Revista de La Sociedad Entomológica Argentina*, 75, 117–126. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322049136002>
- RStudio. (2016). *Uso básico de R: construcción de una tabla de vida*. ARES. <http://ares.inf.um.es/ecologia1617/seminario2/tablaVida/construccionTablaVida.html>

- Santaballa, E., García, M., & R, L. (1990, January 25). Evolución y desarrollo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* wied. sobre limones españoles. *Sanidad Vegetal Valencia*, 16, : 613-618.
- Solares, A. (2018, July 16). IMPACTO DEL CLIMA SOBRE POBLACIONES DE (*Ceratitis capitata*) EN LA REGIÓN SUR DE GUATEMALA. *FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS*, 49. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrca/2018/06/03/Solares-Alvaro.pdf>
- Sporleder, M., Carhuapoma, P., Juárez, H. S., Gamarra, H., Simon, R., Kroschel, J., & Kreuze, J. (2020). ILCYM – Modelado del Ciclo de Vida de los Insectos 4.0. *Centro Internacional de La Papa*, 110. <https://doi.org/10.4160/9789290605461>
- Suárez, L., Molina, A., Murúa, F., Carlos Acosta, J., Moyano, B., & Escobar, J. (2007). EVALUACIÓN DE COLORES PARA LA OVIPOSICIÓN DE *CERATITIS CAPITATA* Evaluación de colores para la oviposición de *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) en Argentina. *Rev. Peru. Biol.*, 14(2), 291–293. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htmRev.peru.biol.14>
- Syngenta. (2020). *Mosca de la fruta, una amenaza para las cosechas - Syngenta*. ALIMENTANDO CON INNOVACIÓN. <https://blog.syngenta.es/ceratitis-capitata-una-amenaza-para-los-arboles-frutales/>
- Vásquez, L. (2015). *Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes*. (C. Álvarez & R. Pérez-Hernández (eds.); Issue December). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). https://www.researchgate.net/publication/286626651_Vazquez_L_L_Cambio_climatico_incidencia_de_plagas_y_practicas_agroecologicas_resilientes_pp75-101_En_Compiladores_H_Rios_D_Vargas_F_Funes-Monzote_Innovacion_agroecologica_adaptacion_y_mitigacion_del_c
- Westreicher, G. (2020). *Método deductivo*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/metodo-deductivo.html>
- Zambrano, F. (2019). *Determinación de los hospederos de mosca de la fruta (Díptera - Tephritidae) en el cantón Pueblo Viejo, Provincia de los Ríos*. [Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5998/TE-UTB-FACIAG->

ING AGRON-000168.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Abreu, J. (2014). El Método de la Investigación. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 9(3), 195–204.
- Alajo, A. (2019). “ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN EN CAMPO DEL MACHO ESTÉRIL DE LA MOSCA DEL MEDITERRÁNEO (*CERATITIS CAPITATA*) EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA EN EL PERIODO MARZO – AGOSTO 2019” [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6321/6/PC-000697.pdf>
- Álvarez, O. (2021). *Influencia de las fases lunares en la población de mosca Ceratitis capitata en Patate* [Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7613/1/MUTC-000905.pdf>
- ArcGIS. (2012). *¿Qué es ArcGIS? | ArcGIS Resource Center*. ArcGIS Resources. <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Bateman, M. A. (1972). The Ecology of Fruit Flies. *Annual Review of Entomology*, 17(1), 493–518. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.17.010172.002425>
- Bermejo, J. (2012). *Ceratitidis capitata | Agrológica*. Agrológica. <https://www.agrológica.es/informacion-plaga/mosca-fruta-ceratitidis-capitata/>
- Bodenheimer, F. S. (1951). Citrus Entomology. *Citrus Entomology*, 49(0), 6221. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-5218-3>
- Carvajal-Yepes, M., Cardwell, K., Nelson, A., Garrett, K. A., Giovani, B., Saunders, D. G. O., Kamoun, S., Legg, J. P., Verdier, V., Lessel, J., Neher, R. A., Day, R., Pardey, P., Gullino, M. L., Records, A. R., Bextine, B., Leach, J. E., Staiger, S., & Tohme, J. (2019). A global surveillance system for crop diseases: Global preparedness minimizes the risk to food supplies. *Science*, 364(6447), 1237–1239. <https://doi.org/10.1126/science.aaw1572>
- Charcopa, J. (2020). DETERMINACIÓN DEL CICLO BIOLÓGICO DE *Ceratitidis capitata* (DIPTERA-TEPHRITIDAE) EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS. In *REPOSITORIO UG*. [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48788/1/Charcopa Baque Jenniffer Jackeline.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48788/1/Charcopa%20Baque%20Jenniffer%20Jackeline.pdf)

- Daza Gil Criado A, M. M. (1984). *Desarrollo y reproducción de Ceratitis capitata (Wied.) en condiciones artificiales.*
- Del Pino, G., & Garrido, S. (1996). Evaluación de puesta de *Ceratitidis capitata* Wied ., con temperaturas variables en campo y constantes en laboratorio. *Boletín Del Servicio de Plagas e Inspección Fitopatológica*, 22(1979), 401–410. http://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/7515/1996_Del-Pino_Evaluación.pdf?sequence=1
- Gamarra, H. (2019). *Introducción y aplicación del software Insect Life Cycle Modeling (ILCYM) para el modelamiento de la fenología de plagas y la evaluación de riesgo.* Centro Internacional de La Papa.
- Gamarra, Heydi, Carhuapoma, P., Fonseca, C., Flores, P., Panchi, N., Gonzalez, M. A., Pradel, W., Rodriguez, H., & Velasco, C. (2020, October 15). *El software ILCYM 4.0.* Repository of Agricultural Research Outputs; CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/111452>
- García, Magali, Soplín, H., Alegre, J., Rodríguez, A., Cantos, M., Veneros, J., Vilatuña, J., & Salas, D. (2015). Modelando a *Ceratitidis Capitata* (Diptera: Thepirtidae) para Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 2(3), 2–8. <https://doi.org/10.26423/rctu.v2i3.54>
- García, Mario. (2018). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE CARRERA DE AGRONOMÍA TROPICAL DOCUMENTO DE GRADUACIÓN.* [http://www.repositorio.usac.edu.gt/10383/1/DOCUMENTO DE GRADUACION.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/10383/1/DOCUMENTO%20DE%20GRADUACION.pdf)
- García, Montserrat. (1994). Los mapas de riesgos. concepto y metodología su elaboracion. *Revista Sanitaria de Higiene Publica*, 68, 443–453. https://www.sanidad.gob.es/biblioPublic/publicaciones/recursos_propios/resp/revista_cdrom/VOL68/68_4_443.pdf
- Gil, A., & Muñoz, M. (1984). Desarrollo y reproducción de *Ceratitidis capitata* (Wied.) en condiciones artificiales. *Boletín Del Servicio Contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 2, 10–103.

- González, E. (2017). *UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Director*.
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4172/1/UTC-PC-000129.pdf#page=45&zoom=100,109,712>
- Guzman-Plazola, R. (2012). *FICHA TÉCNICA Ceratitis capitata (Wiedemann) Mosca del mediterráneo*. Ficha Técnica Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria.
- Guzmán-Plazola, R. (2010). *FICHA TÉCNICA Ceratitis capitata (Wiedemann) Mosca del Mediterráneo*. SAGARPA.
[http://www.cesavep.org/descargas/MNF/08_FichaT_Ceratitis capitata.pdf](http://www.cesavep.org/descargas/MNF/08_FichaT_Ceratitis%20capitata.pdf)
- Herrera, M., Dagatti, C., & Vecerra, V. (2017). Tabla de vida y parámetros poblacionales de *Lobesia botrana* (Den. et Schiff.) en condiciones de laboratorio. *Sociedad Entomológica Argentina*, 76(3–4), 27–32.
https://www.redalyc.org/journal/3220/322053335012/html/#redalyc_322053335012_ref4
- Jiménez, J. (2019). *Introducción a R y RStudio*.
<https://ridda2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/9428/manual-introduccion-R.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López-Latorre, M. A., & Neira, M. (2016). Influencia del cambio climático en la biología de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) mosquito transmisor de arbovirosis humanas. *Revista Ecuatoriana De Medicina Y Ciencias Biologicas*, 37(2), 11–21.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6369419>
- MAE. (2013). *Ecuador tiene políticas sobre el Cambio Climático – Ministerio del Ambiente y Agua*. Ministerio de Ambiente y Agua. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-tiene-politicas-sobre-el-cambio-climatico/>
- Molineros, J., Tigrero, J., & Sandoval, D. (1992). *Diagnostico de la Situacion actual del Problema de las Moscas de lafruta en el Ecuador* (J. Molineros & J. Tigrero (eds.); 5th ed., p. 60). COMISIÓN ECUATORIANA DE ENERGÍA ATÓMICA.
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/5459>

- MOSCAMED. (2013). Programa Moscamed Guatemala. In *PROGRAMA MOSCAMED*. <https://moscamed-guatemala.org.gt/?secc=Informacion>
- Muñiz, M., & Andrés, M. (1993). Efectos de la edad de la generación parental en la biología reproductiva de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Trypetidae). *Boletín Del Servicio Contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 19, 455–474.
- Muñiz, M., & M.a P, A. (1993). Reproducción en condiciones controladas de *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Trypetidae) en función de su actividad sexual. *Boletín Del Servicio Contra Plagas e Inspección Fitopatológica*, 19, 597–607.
- NASA. (2021). *POWER Data Access Viewer*. NASA POWER. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Pedro, J., & Amador, R. (2006). *LA MOSCA MEDITERRANEA DE LA FRUTA, Ceratitís capitata* Wied. *Biología y métodos de control*.
- Quiroga, I. A. (2020). *Impactos del cambio climático en la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos - CropLife Latin America*. CropLife LATIN AMERICA. <https://www.croplifela.org/es/actualidad/articulos/impactos-del-cambio-climatico-en-la-incidencia-de-plagas-y-enfermedades-de-los-cultivos>
- RAIF. (2019). *Influencia de las altas temperaturas sobre las plagas - Inicio - Junta de Andalucía*. RED DE ALERTA E INFORMACIÓN FITOSANITARIA DE ANDALUCÍA. https://www.juntadeandalucia.es/agriculturapescayderollorural/raif/inicio?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=3180049&_101_type
- Rojas, R. (2011). Elementos Para El Diseño De Técnicas De Investigación: Una Propuesta De Definiciones Y Procedimientos En La Investigación Científica. *Tiempo de Educar*, 12(24), 277–297.
- ROSSI, M., MACIÁ, A., & MARINO DE REMES LENICOV, A. M. (2016). Life table and population parameters of *Lacertinella australis* (Insecta-Hemiptera-Fulgoromorpha). *Revista de La Sociedad Entomológica Argentina*, 75, 117–126. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322049136002>

- RStudio. (2016). *Uso básico de R: construcción de una tabla de vida*. ARES. <http://ares.inf.um.es/ecologia1617/seminario2/tablaVida/construccionTablaVida.html>
- Santaballa, E., García, M., & R, L. (1990, January 25). Evolución y desarrollo de la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* wied. sobre limones españoles. *Sanidad Vegetal Valencia*, 16, : 613-618.
- Solares, A. (2018, July 16). IMPACTO DEL CLIMA SOBRE POBLACIONES DE (*Ceratitis capitata*) EN LA REGIÓN SUR DE GUATEMALA. *FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS*, 49. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrkd/2018/06/03/Solares-Alvaro.pdf>
- Sporleder, M., Carhuapoma, P., Juarez, H. S., Gamarra, H., Simon, R., Kroschel, J., & Kreuze, J. (2020). ILCYM – Modelado del Ciclo de Vida de los Insectos 4.0. *Centro Internacional de La Papa*, 110. <https://doi.org/10.4160/9789290605461>
- Suárez, L., Molina, A., Murúa, F., Carlos Acosta, J., Moyano, B., & Escobar, J. (2007). EVALUACIÓN DE COLORES PARA LA OVIPOSICIÓN DE CERATITIS CAPITATA Evaluación de colores para la oviposición de *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) en Argentina. *Rev. Peru. Biol.*, 14(2), 291–293. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>Rev.peru.biol.14
- Syngenta. (2020). *Mosca de la fruta, una amenaza para las cosechas - Syngenta*. ALIMENTANDO CON INNOVACIÓN. <https://blog.syngenta.es/ceratitis-capitata-una-amenaza-para-los-arboles-frutales/>
- Vásquez, L. (2015). *Cambio climático, incidencia de plagas y prácticas agroecológicas resilientes*. (C. Álvarez & R. Pérez-Hernández (eds.); Issue December). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). https://www.researchgate.net/publication/286626651_Vazquez_L_L_Cambio_climatico_incidencia_de_plagas_y_practicas_agroecologicas_resilientes_pp75-101_En_Compiladores_H_Rios_D_Vargas_F_Funes-Monzote_Innovacion_agroecologica_adaptacion_y_mitigacion_del_c
- Westreicher, G. (2020). *Método deductivo*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/metodo-deductivo.html>

Zambrano, F. (2019). *Determinación de los hospederos de mosca de la fruta (Díptera - Tephritidae) en el cantón Pueblo Viejo, Provincia de los Ríos*. [Universidad Técnica de Babahoyo]. http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5998/TE-UTB-FACIAG-ING_AGRON-000168.pdf?sequence=1&isAllowed=y

15. ANEXOS

Anexo 1. AVAL DE TRADUCCIÓN

CENTRO
DE IDIOMAS***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de titulación cuyo título versa: **"ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL DESARROLLO BIOLÓGICO DE UNA PLAGA CUARENTENARIA (Ceratitis capitata), COTOPAXI, 2021-2022"** presentado por: **Alarcon Chuque Alvaro Patricio**, estudiante de la Carrera de **Ingeniería Agronómica** perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, 17 marzo del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marco Paúl Beltrán Semblantes', is written over a blue circular stamp.

CENTRO
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

Anexo 2. CREACIÓN DE TABLAS DE VIDA CON RStudio

The screenshot shows the RStudio interface with the following R code in the script editor:

```

1 #####
2 # Cargando las funciones
3 DIR<- "C:/Curso ILCYM 2020/Tablas de vida de Fuentes Bibliograficas"
4 setwd(DIR)
5 source("Funciones de simulacion y transformacion.r")
6
7 #####
8 # Egg #####
9
10 Temp<-c(19,22,22.08,25,28,31)
11 xm<-c(5.16,3.45,3.68,3.00,3.25,3.00) # tiempo de desarrollo
12 n1<-c(300,300,660,300,300,300)
13 xsmort<-ceiling(c(0.32,0.14,1.07,0.15,0.10,0.10)*sqrt(n1))
14 xlmort<-c(0.05,0.05,0.04,0.09,0.057,1) # mortalidades
15
16 TablaF<-lifetablesimul(Temp,xm,n1,xsd,xlmort)
17 #write.table(TablaF,"Egg_cohorte.txt",row.names = FALSE,col.names = FALSE)
18 dat<-AFYdata(TablaF,Batch=FALSE)
19 write.table(dat,"Egg.txt",row.names=FALSE,col.names=FALSE)
20

```

The console output shows the execution of the code and the resulting life table data:

```

> xm<-c(5.16,3.45,3.68,3.00,3.25,3.00) # tiempo de desarrollo
> n1<-c(300,300,660,300,300,300)
> xsd<-ceiling(c(0.32,0.14,1.07,0.15,0.10,0.10)*sqrt(n1))
> xlmort<-c(0.05,0.05,0.04,0.09,0.057,1) # mortalidades
> TablaF<-lifetablesimul(Temp,xm,n1,xsd,xlmort)
> TablaF
  Temp day  N freq
2 19.00  1 100  28
3 19.00  2 100   5
4 19.00  3 100   3
5 19.00  4 100   7
6 19.00  5 100   5
7 19.00  6 100   5
8 19.00  7 100   3
9 19.00  8 100   6
10 19.00  9 100   8
11 19.00 10 100   6

```

The Environment pane on the right shows the 'TablaF' object with 86 observations and 4 variables. The 'Values' pane displays the first few rows of the data.

Egg: Bloc de notas			Larva: Bloc de...			Pupa: Bloc...			Female: F...			Male: Bloc...			Oviposition: Bloc d...																					
Archivo	Edición	Formato	Archivo	Edición	Formato	Archivo	Edición	Formato	Archivo	Edición	Formato	Archivo	Edición	Formato	Archivo	Edición	Formato																			
1	19	1	1.01	100		1	19	8	9	1	1	1	25	7	8	1	25	1	1.01	200																
1	19	1	1.01	100		1	19	9	10	1	1	1	1	25	10	1	1	25	1	1.01	200															
1	19	1	1.01	100		1	19	9	10	1	1	1	1	1	25	14	1	1	25	7	8	5	1	25	1	1.01	200									
1	19	1	1.01	100		1	19	9	10	1	1	1	1	1	1	25	15	1	1	25	14	15	1	25	1	2	200									
1	19	1	1.01	100		1	19	9	10	1	1	1	1	1	1	1	25	15	1	1	25	17	18	1	25	1	2	200								
1	19	1	1.01	100		1	19	9	10	1	1	1	1	1	1	1	1	25	17	1	1	25	20	21	1	25	2	3	200							
1	19	1	1.01	100		1	19	9	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	18	1	1	25	22	23	1	25	2	3	200						
1	19	1	1.01	100		1	19	10	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	18	1	1	25	24	25	1	25	2	3	200					
1	19	1	1.01	100		1	19	10	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	20	2	1	25	27	28	1	25	3	4	200				
1	19	1	1.01	100		1	19	11	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	20	2	1	25	31	32	1	25	4	5	200			
1	19	1	1.01	100		1	19	11	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	21	2	1	25	33	34	1	25	4	5	200		
1	19	1	1.01	100		1	19	11	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	21	2	1	25	36	37	1	25	5	6	200	
1	19	1	1.01	100		1	19	11	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	22	2	1	25	42	43	1	25	5	6	200

Macho

MACHO				
Lote	Temp	Inicia	Termina	Muestra
1	25	1	1.01	50
1	25	1	1.01	50
1	25	7	8	50
1	25	14	15	50
1	25	17	18	50
1	25	20	21	50
1	25	22	23	50
1	25	24	25	50
1	25	27	28	50
1	25	31	32	50
1	25	33	34	50
1	25	36	37	50
1	25	42	43	50
1	25	44	45	50
1	25	45	46	50
1	25	47	48	50

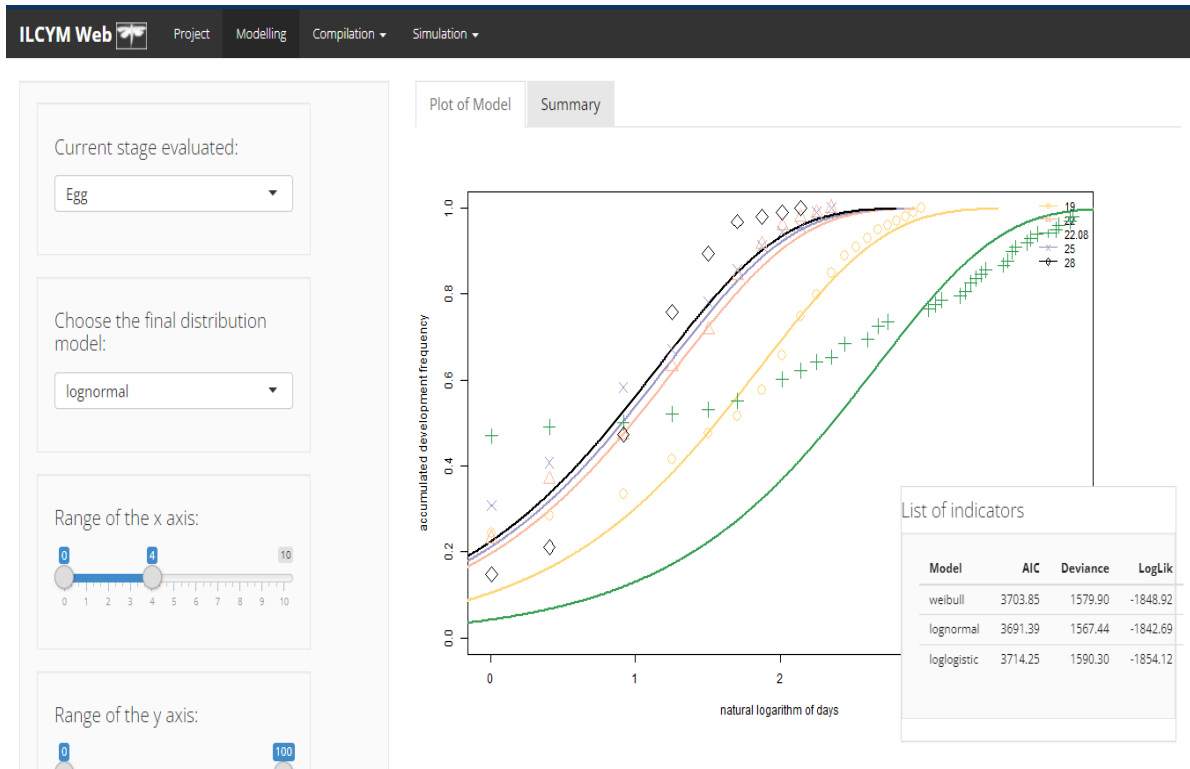
Oviposición

OVIPOSICIÓN				
Lote	Temp	Inicia	Termina	Muestra
1	25	1	1.01	200
1	25	1	1.01	200
1	25	1	1.01	200
1	25	1	2	200
1	25	1	2	200
1	25	2	3	200
1	25	2	3	200
1	25	2	3	200
1	25	3	4	200
1	25	4	5	200
1	25	4	5	200
1	25	5	6	200
1	25	5	6	200
1	25	5	6	200
1	25	6	7	200
1	25	6	7	200

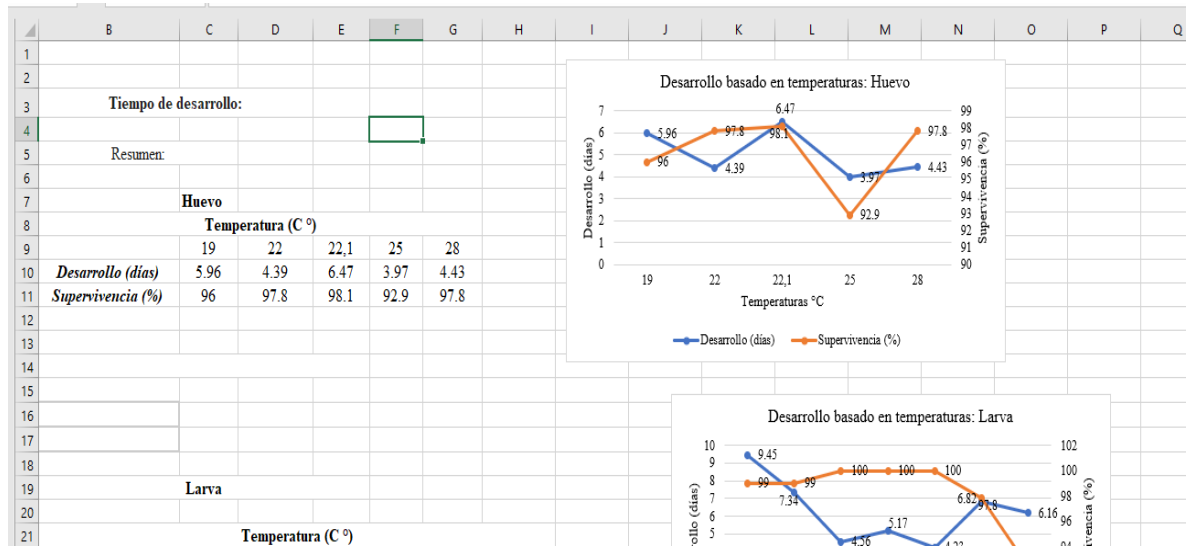
Link de archivos de tablas de vida en Google drive:

<https://drive.google.com/drive/folders/1prVumXmGgNS6xZhJTDuskIz2HXUI--HT?usp=sharing>

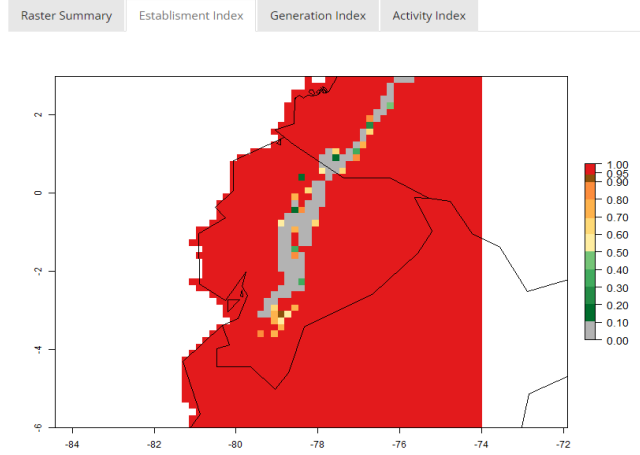
Anexo 4. MODELAMIENTO FENOLÓGICO (*Ceratitis capitata*) CON ILCYM



Anexo 5. MATRIZ PROCESAMIENTO DE DATOS CON EXCEL



Anexo 6. MAPAS DE POSIBLES RIESGOS EN ECUADOR SEGÚN ILCYM



Anexo 7. MAPAS DE LOS POSIBLES ÍNDICES DE RIESGO EN ECUADOR SEGÚN ArcMap

