

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



“DIVERSIDAD Y DINÁMICA POBLACIONAL DE *Ceratitis capitata*
WIEDEMANN Y *Anastrepha* spp. (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN LA
MOLINA. LIMA, PERÚ”

Presentado por:

JORGE LUIS BERNARDO TAHUA

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima - Perú

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

“DIVERSIDAD Y DINÁMICA POBLACIONAL DE *Ceratitis capitata* WIEDEMANN Y
Anastrepha spp. (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN LA MOLINA. LIMA, PERÚ”

Presentado por:

JORGE LUIS BERNARDO TAHUA

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Jorge Escobedo Álvarez
PRESIDENTE

Dr. Alexander Rodríguez Berrio
PATROCINADOR

Ing. Mg. Sc. Guillermo Sánchez Velásquez
MIEMBRO

Dr. Javier Vásquez Castro
MIEMBRO

Lima - Perú

2014

DEDICATORIA

A mis padres.

AGRADECIMIENTO

Primero me gustaría agradecer a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi asesor de tesis, Dr. Alexander Rodríguez Berrio por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia y paciencia ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional, porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial a mi jurado de tesis: Dr. Jorge Escobedo Álvarez, Dr. Javier Vásquez Castro y al Mg. Sc. Guillermo Sánchez Velásquez, por sus consejos, enseñanzas y más que todo por su amistad.

De igual manera agradecer a mis padres por su apoyo en muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud y consejos que ayudan a formarte como persona.

A toda mi familia del Programa de Frutales, a mis amigos del Grupo de Investigación en Árboles Frutales (GIAF), Miguel Colonia Coral, Roger Ramírez Torres, Enrique Cuya Curo, David De la Cruz Vía, Jorge Cerón Gutiérrez, Jimmy Gómez Carrión, Elvis Padilla Villarreal, Carlos Marca Huamancha, Miguel Gutiérrez Rodríguez, Marcelino Gonzales Medina, Abel Villano Obregón, Juan Miguel Poma Köhel, a todos ellos gracias por hacer que mis últimos días en la universidad valieran la pena.

Y por último, este trabajo no hubiera sido posible de realizar sin la ayuda de Alby Celeste Macavilca León, quien me apoyo en todo momento y fue motivación para seguir adelante, a ella mi gratitud eterna.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	IMPORTANCIA Y DISTRIBUCIÓN	3
2.2.	BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA	4
2.2.1.	COMPORTAMIENTO	6
2.2.2.	DAÑOS OCASIONADOS	8
2.3.	ANTECEDENTES EN EL PERÚ	9
2.4.	HOSPEDANTES EN EL PERÚ	11
2.4.1.	FENOLOGÍA DE LOS HOSPEDANTES	12
2.5.	DINÁMICA DE POBLACIONES	13
2.6.	DIVERSIDAD DE ESPECIES	14
2.6.1.	DIVERSIDAD ALFA	16
a.	Riqueza específica	16
b.	Estructura de la comunidad	17
2.6.2.	DIVERSIDAD BETA	18
2.7.	IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES	19
a.	<i>Ceratitis capitata</i> (Wiedemann, 1824)	19
b.	<i>Anastrepha fraterculus</i> (Wiedemann, 1830)	20
c.	<i>Anastrepha distincta</i> (Greene, 1934)	21
d.	<i>Anastrepha serpentina</i> (Wiedemann, 1830)	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO	23
3.1.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	23
3.1.2.	INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA	24
3.2.	SISTEMA DE EVALUACIÓN (TRAMPEO)	25
3.2.1.	TIPO DE TRAMPA UTILIZADA	25
3.2.2.	SECTORIZACIÓN DEL HUERTO FRUTAL	27
3.2.3.	PREPARACIÓN DEL SUSTRATO ATRAYENTE	27
3.2.4.	INSTALACIÓN DE TRAMPAS	29
3.2.5.	INTERVALO DE EVALUACIÓN	30
3.2.6.	CONSERVACIÓN DE ADULTOS DE MOSCAS DE LA FRUTA	31

3.3.	FLUCTUACIÓN ESTACIONAL	33
3.3.1.	IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES	33
3.3.2.	ÍNDICE MOSCAS TRAMPA DÍA (MTD)	35
3.3.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL	36
3.4.	DIVERSIDAD DE ESPECIES	37
3.4.1.	MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD ALFA	38
a.	Determinación de la riqueza específica	38
b.	Determinación de la estructura de la comunidad	39
3.4.2.	MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BETA	40
3.4.3.	ANÁLISIS NO PARAMÉTRICOS	41
3.4.4.	SISTEMA INFORMÁTICO UTILIZADO	41
3.5.	PERIODO EXPERIMENTAL	41
3.5.1.	FASE DE CAMPO	41
3.5.2.	FASE DE GABINETE	41
3.6.	INSTRUMENTOS DE COLECTA DE DATOS	42
3.6.1.	MATERIALES DE CAMPO	42
3.6.2.	EQUIPOS DE LABORATORIO	42
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	43
4.1.	INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA	43
4.1.	ESPECIES DE MOSCAS DE LA FRUTA	45
4.2.	FLUCTUACIÓN ESTACIONAL DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA	49
4.2.1.	DENSIDADES POBLACIONALES	49
4.2.2.	ÍNDICE MOSCAS TRAPA DÍA (MTD)	55
4.3.	COMPOSICIÓN DE LA DIVERSIDAD ALFA	61
4.4.	COMPOSICIÓN DE LA DIVERSIDAD BETA	68
V.	CONCLUSIONES	71
VI.	RECOMENDACIONES	72
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
VIII.	ANEXOS	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Ciclo biológico de las moscas de la fruta.	7
Cuadro 2: Distribución de trampas en el huerto frutícola.	27
Cuadro 3: Especies de moscas de la fruta registradas en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	45
Cuadro 4: Total de moscas de la fruta capturadas por cultivo hospedante en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	47
Cuadro 5: Capturas mensuales de moscas de la fruta en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	54
Cuadro 6: MTD mensual por cultivo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	58
Cuadro 7: Número de individuos de moscas de la fruta colectados por hábitat de cultivo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	61
Cuadro 8: Índices de diversidad alfa por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.	62
Cuadro 9: Estimadores de muestreo de especies de moscas de la fruta por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.	64
Cuadro 10: Eficiencia de los estimadores de muestreo por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.	65
Cuadro 11: Índices de diversidad beta por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fenología parcial de los frutales en la UNALM, 2011.	12
Figura 2: <i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann. Hembra adulta (a), Tórax (b), Vista del ala (c).	19
Figura 3: <i>Anastrepha fraterculus</i> Wiedemann. Hembra adulta (a), Tórax (b), Subescutelo y medioterguito (c), Punta del ovipositor (d), Vista general del ala (e).	20
Figura 4: <i>Anastrepha distincta</i> Greene. Hembra adulta (a), Tórax (b), Subescutelo y medioterguito (c), Punta del ovipositor (d), Vista general del ala (e).	21
Figura 5: <i>Anastrepha serpentina</i> Wiedemann. Hembra adulta (a), Tórax (b), Subescutelo y medioterguito (c), Punta del ovipositor (d), Vista general del ala (e).	22
Figura 6: Croquis y ubicación de las trampas en los campos frutales de la UNALM.	23
Figura 7: Trampa McPhail.	26
Figura 8: Proteína hidrolizada pura y disuelta utilizada en el trampeo.	28
Figura 9: Limpieza de una trampa McPhail.	28
Figura 10: Trampa McPhail en un árbol.	30
Figura 11: Evaluación de una trampa McPhail.	31
Figura 12: Recolección de moscas para el conteo.	32
Figura 13: Conservación de moscas para su identificación.	32
Figura 14: Identificación de especies de moscas de la fruta.	34
Figura 15: Conteo de moscas de la fruta.	36
Figura 16: Temperatura semanal durante los años 2011 y 2012.	43
Figura 17: Humedad relativa semanal durante los años 2011 y 2012.	44
Figura 18: Proporción de géneros registrados en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	46
Figura 19: Relación entre hospedantes y especies de moscas de la fruta en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	48
Figura 20: Regresión lineal entre la presencia de <i>Ceratitis capitata</i> y la temperatura media.	49
Figura 21: Regresión lineal entre la presencia de <i>Anastrepha</i> spp. y la temperatura media.	50
Figura 22: Regresión lineal entre la presencia de <i>Ceratitis capitata</i> y la humedad relativa.	50

Figura 23: Regresión lineal entre la presencia de <i>Anastrepha</i> spp. y la humedad relativa.	51
Figura 24: Capturas mensuales en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	52
Figura 25: MTD mensual en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	56
Figura 26: MTD mensual por cultivo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	59
Figura 27: Fluctuación estacional de las moscas de la fruta en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	60
Figura 28: Valores de los índices de diversidad alfa por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.	63
Figura 29: Curvas de acumulación de especies en el hábitat de la mandarina en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	65
Figura 30: Curvas de acumulación de especies en el hábitat del lúcumo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	66
Figura 31: Curvas de acumulación de especies en el hábitat de los cítricos en La Molina. Lima, Perú.	66
Figura 32: Curvas de acumulación de especies en el hábitat del duraznero en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	67
Figura 33: Curvas de acumulación de especies en el hábitat del palto en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	67
Figura 34: Curvas de acumulación de especies en toda el área de influencia del estudio en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	68
Figura 35: Dendrograma de similitud de hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.	69
Figura 36: Análisis de factor de correspondencia por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Especies de moscas de la fruta del género <i>Anastrepha</i> en el Perú.	78
Anexo 2: Lista de frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta para el Perú.	80
Anexo 3: Temperatura, humedad y precipitación semanal en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	82
Anexo 4: Capturas semanales de moscas de la fruta en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	85
Anexo 5: Aplicaciones fitosanitarias en los campos frutales en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	88
Anexo 6: Análisis de regresión lineal entre la cantidad de individuos de <i>Ceratitis capitata</i> vs Temperatura media.	91
Anexo 7: Cuadro ANVA (<i>Ceratitis capitata</i> vs Temperatura media).	91
Anexo 8: Análisis de regresión lineal entre la cantidad de individuos de <i>Ceratitis capitata</i> vs Humedad relativa.	91
Anexo 9: Cuadro ANVA (<i>Ceratitis capitata</i> vs Humedad relativa).	91
Anexo 10: Análisis de regresión lineal entre la cantidad de individuos de <i>Anastrepha</i> spp. vs Temperatura media.	92
Anexo 11: Cuadro ANVA (<i>Anastrepha</i> spp. vs Temperatura media).	92
Anexo 12: Análisis de regresión lineal entre la cantidad de individuos de <i>Anastrepha</i> spp. vs Humedad relativa.	92
Anexo 13: Cuadro ANVA (<i>Anastrepha</i> spp. vs Humedad relativa).	92
Anexo 14: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo de la mandarina en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	93
Anexo 15: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo del lúcumo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	96
Anexo 16: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo de los cítricos en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	99
Anexo 17: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo del duraznero en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	101
Anexo 18: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo del palto en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	103

Anexo 19: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el toda el área de influencia del estudio en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.	105
Anexo 20: Cuadro de análisis de similitud.	108
Anexo 21: Cuadro de análisis de factor de correspondencia.	108

RESUMEN

“DIVERSIDAD Y DINÁMICA POBLACIONAL DE *Ceratitis capitata* WIEDEMANN Y *Anastrepha* spp. (DIPTERA: TEPHRITIDAE) EN LA MOLINA. LIMA, PERÚ”

La finalidad del presente trabajo fue analizar la fluctuación estacional y la diversidad de especies de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) bajo el ámbito de influencia de los campos de cultivo del Programa de Frutales de la Universidad Nacional Agraria La Molina en el distrito de La Molina (Lima - Perú), durante febrero de 2011 a marzo de 2012. Se efectuó evaluaciones con una periodicidad semanal, instalando una red de trampas del tipo McPhail, monitoreando la presencia de esta plaga por hábitat; entre los cultivos principales se determinaron: mandarina, lúcumo, duraznero, palto y una colección de cítricos. Se calculó el MTD y los índices de diversidad alfa y beta. Se determinó cuatro especies de moscas de la fruta: *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha distincta* y *Anastrepha serpentina*. La población más alta corresponde a *Ceratitis capitata*, que en febrero de 2012 alcanzó un MTD semanal de 12.06; mientras que la población más baja ocurrió en noviembre con un MTD semanal de 0.11. Con respecto al complejo *Anastrepha*, la población más alta ocurrió en febrero de 2012, con un MTD semanal de 3.28; sin registrarse capturas en octubre y noviembre. Las especies más abundantes fueron *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*, representando el 88.02 y 11.86 por ciento respectivamente de la muestra. El esfuerzo de muestreo determinado mediante curvas de acumulación de especies, en toda el área de influencia del estudio alcanzó un 91.33 por ciento de eficiencia. En cuanto a la similitud, los cítricos y el palto presentaron mayor similitud (92.77 por ciento), seguidos del duraznero y el lúcumo (85.08 por ciento). El cultivo de la mandarina presentó la menor similitud con los demás cultivos alcanzando solo un 51.08 por ciento de especies compartidas.

Palabras clave: diversidad, fluctuación, Ceratitis capitata, Anastrepha.

SUMMARY

"DIVERSITY AND POPULATION DYNAMICS of *Ceratitis capitata* Wiedemann and *Anastrepha* spp. (DIPTERA: TEPHRITIDAE) IN LA MOLINA. LIMA, PERÚ"

The purpose of this study was to analyze the seasonal fluctuation and diversity of species of the fruit flies (Diptera: Tephritidae), under the influence of the fields in the Fruit Program at Universidad Nacional Agraria La Molina, located in La Molina (Lima - Peru) during february 2011 to march 2012. The evaluations were performed on a weekly basis, installing a network of McPhail traps, monitoring the presence of this pest by habitat; between the main crops that were studied, we have: tangerine, lúcumo, peach, avocado and a collection of citrus. The MTD and the alpha and beta diversity indices were also calculated. Four species of fruit flies were determined: *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha serpentina* and *Anastrepha distincta*. The largest population corresponds to *Ceratitis capitata*, on february 2012, it reached a weekly MTD of 12.06; and the lowest population occurred in november with a weekly MTD of 0.11. Making a reference to *Anastrepha* complex, we had the largest population on february 2012, with a weekly MTD of 3.28; but without registering catches in october and november. The most abundant species were *Ceratitis capitata* and *Anastrepha fraterculus*, reaching 88.02 and 11.86 percent respectively of the sample. The take of samples was determinated by curves of species accumulation in all the catchment area of study, reaching a 91.33 percent efficiency. In terms of similarity, citrus and avocado trees were really close (92.77 percent), followed by peach and lúcumo (85.08 percent). Tangerine cultivation had the lowest similarity to other crops reaching only 51.08 percent of shared species.

Key words: diversity, fluctuation, Ceratitis capitata, Anastrepha.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Especies de moscas de la fruta del género *Anastrepha* en el Perú.

N°	Especie	Lugar de colecta	Hospedante
1	<i>Anastrepha alveata</i> Stone, 1942	Tumbes, Junín	Desconocido
2	<i>Anastrepha atrox</i> Aldrich, 1925	Cajamarca, Ancash	Lúcumo
3	<i>Anastrepha bahiensis</i> Lima, 1937	Cajamarca, Ucayali	Desconocido
4	<i>Anastrepha barnesi</i> Aldrich, 1925	Junín	Desconocido
5	<i>Anastrepha chiclayae</i> Greene, 1934	Lambayeque, Piura	Passifloraceae
6	<i>Anastrepha cryptostrepha</i> Hendel, 1914	Cuzco	Desconocido
7	<i>Anastrepha curitis</i> Stone, 1942	Loreto	Passifloraceae
8	<i>Anastrepha dissimilis</i> Stone, 1942	Cajamarca	Passifloraceae
9	<i>Anastrepha distans</i> Hendel, 1914	Cuzco	Desconocido
10	<i>Anastrepha distincta</i> Greene, 1934	Lambayeque, Cajamarca, Ucayali, Ayacucho, Ancash, Loreto, Piura	Inga sp.
11	<i>Anastrepha fraterculus</i> Wiedemann, 1830	Piura, Lambayeque, Ucayali, Huancayo, Ayacucho, Moquegua, San Martín	Mango, Guayabo, Cítricos
12	<i>Anastrepha freidbergi</i> Norrbon, 1993	Madre de Dios	Celtis sp.
13	<i>Anastrepha grandis</i> Macquart, 1846	Piura, Ancash, Junín, Ucayali	Cucurbitaceae
14	<i>Anastrepha hermosa</i> Norrbon, 1988	Pasco	Desconocido
15	<i>Anastrepha kuhlmanni</i> Lima, 1934	Huánuco	Bombacaceae, Sapotaceae

16	<i>Anastrepha lambda</i> Hendel, 1914	Madre de Dios	Desconocido
17	<i>Anastrepha lanceola</i> Stone, 1942	Lambayeque, Cajamarca	Passifloraceae
18	<i>Anastrepha leptozoma</i> Hendel, 1914	Junín, Ucayali	Sapotaceae
19	<i>Anastrepha macrura</i> Hendel, 1914	Cajamarca	Desconocido
20	<i>Anastrepha manihoti</i> Lima, 1934	Piura, Cajamarca	Yuca
21	<i>Anastrepha montei</i> Lima, 1934	Junín, Cuzco	Yuca
22	<i>Anastrepha nigripalpis</i> Hendel, 1914	Cuzco	Desconocido
23	<i>Anastrepha obliqua</i> Macquart, 1835	Tumbes, Piura, Ucayali, Lambayeque	Anacardiaceae
24	<i>Anastrepha ornata</i> Aldrich, 1925	Piura, Ucayali	Desconocido
25	<i>Anastrepha pickeli</i> Lima, 1934	Lambayeque	Yuca
26	<i>Anastrepha pseudoparalella</i> Loew, 1873	Cajamarca	Desconocido
27	<i>Anastrepha schultzi</i> Blanchard, 1938	Cajamarca, Huancavelica	Desconocido
28	<i>Anastrepha serpentina</i> Wiedemann, 1830	Ucayali, Junín	Sapotaceae
29	<i>Anastrepha shannoni</i> Stone, 1942	Lambayeque	Desconocido
30	<i>Anastrepha steyskali</i> Korytkowski, 1975	Desconocido	Desconocido
31	<i>Anastrepha striata</i> Schiner, 1868	Piura, Ancash, Loreto, Ucayali, Cajamarca, Junín, Madre de Dios	Myrtaceae
32	<i>Anastrepha tecta</i> Zucchi, 1979	Cajamarca	Desconocido
33	<i>Anastrepha turicai</i> Blanchard, 1961	Lambayeque	Desconocido
34	<i>Anastrepha willei</i> Korytkowski, 2001	Junín	Desconocido

FUENTE: Korytkowski (2001).

Anexo 2: Lista de frutas y hortalizas hospedantes de moscas de la fruta para el Perú.

Nº	Nombre Común	Nombre Técnico	Familia
1	Aceituna	<i>Olea europea</i>	Oleaceae
2	Ají	<i>Capsicum frutescens</i>	Solanaceae
3	Arazá	<i>Eugenia stripita</i>	Myrtaceae
4	Café	<i>Coffea arábica</i>	Rubiaceae
5	Caigua	<i>Cyclantera pedata</i>	Cucurbitaceae
6	Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Sapotaceae
7	Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidaceae
8	Chirimoya	<i>Annona cherimolia</i>	Anonaceae
9	Ciruella	<i>Spondia</i> spp.	Anacardiaceae
10	Cocona	<i>Solanun</i> spp.	Solanaceae
11	Damasco / Albaricoque	<i>Prunus armeniaca</i>	Rosaceae
12	Dátil	<i>Phoenix dactylifera</i>	Clusiaceae
13	Falso Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae
14	Granada	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
15	Granadilla	<i>Passiflora ligularis</i>	Pasifloraceae
16	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	Anonaceae
17	Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	Myrtaceae
18	Higo	<i>Ficus carica</i>	Moraceae
19	Lima dulce	<i>Citrus limetta</i>	Rutaceae
20	Limón dulce	<i>Citrus limettioides</i>	Rutaceae
21	Limón rugoso	<i>Citrus jambhiri</i>	Rutaceae
22	Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	Sapindaceae
23	Lúcuma	<i>Lucuma obovata</i>	Sapotaceae
24	Mamey	<i>Mammea americana</i>	Gutiferae
25	Mandarina	<i>Citrus</i> spp.	Rutaceae
26	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
27	Mangostino	<i>Garcinia mangostana</i>	Clusiaceae
28	Manzana	<i>Malus sylvestris</i>	Rosaceae
29	Maracuyá	<i>Passiflora edulis</i>	Pasifloraceae
30	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae
31	Melocotón / Durazno	<i>Prunus persica</i>	Rosaceae
32	Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>	Rosaceae
33	Naranja china	<i>Fortunella</i> spp.	Rutaceae
34	Naranjo agrio	<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae
35	Naranjo dulce	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
36	Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae
37	Nogal	<i>Juglans regia</i>	Juglandaceae

38	Pacae / Guaba	<i>Inga</i> spp.	Leguminosaceae
39	Papaya	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae
40	Pera	<i>Pyrus communis</i>	Rosaceae
41	Pimiento / Páprika	<i>Capsicum annum</i>	Solanaceae
42	Pomarrosa	<i>Eugenia</i> spp.	Myrtaceae
43	Pomelo	<i>Citrus máxima</i>	Rutaceae
44	Rocoto	<i>Capsicum pubescens</i>	Solanaceae
45	Taperibá (mango-ciruelo)	<i>Spondia cytherea</i>	Anacardiaceae
46	Tomate	<i>Lycopersicum sculentum</i>	Solanaceae
47	Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	Rutaceae
48	Tumbo costeño	<i>Passiflora quadrangularis</i>	Pasifloraceae

FUENTE: Decreto Supremo N° 009-2000-AG. Reglamento para el control, supresión y erradicación de las moscas de la fruta.

Anexo 3: Temperatura, humedad y precipitación semanal en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

Evaluaciones	Fecha	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Precipitación total (mm)
		Máxima	Mínima	Media		
1	25/02/2011	28.29	18.46	22.95	75.24	0.00
2	04/03/2011	26.85	18.47	22.56	75.26	0.00
3	11/03/2011	29.04	18.93	23.59	70.90	0.10
4	18/03/2011	28.63	18.17	22.71	74.00	0.00
5	25/03/2011	27.83	18.24	22.24	76.18	0.50
6	01/04/2011	26.91	17.56	21.40	80.36	0.00
7	08/04/2011	26.84	18.26	21.73	78.90	0.00
8	15/04/2011	27.56	17.21	21.56	80.69	0.00
9	22/04/2011	25.60	16.60	20.45	82.39	0.00
10	29/04/2011	25.80	16.29	20.24	83.41	0.10
11	06/05/2011	23.74	15.07	18.64	86.66	0.10
12	13/05/2011	23.51	15.11	18.69	87.10	0.20
13	20/05/2011	22.20	15.64	18.16	86.30	0.00
14	27/05/2011	21.01	15.87	17.80	88.05	0.10
15	03/06/2011	21.20	14.09	17.35	89.06	0.10
16	10/06/2011	21.70	16.53	18.46	88.16	0.30
17	17/06/2011	20.87	14.87	17.64	86.19	0.40
18	24/06/2011	20.91	15.96	17.96	91.16	0.00
19	01/07/2011	19.40	14.40	17.82	90.60	1.40
20	08/07/2011	17.66	15.01	15.87	97.64	2.80
21	15/07/2011	18.46	14.86	16.09	95.79	1.50

22	22/07/2011	19.45	15.80	17.04	97.04	0.00
23	29/07/2011	19.18	13.95	15.83	89.68	0.00
24	05/08/2011	18.80	14.07	15.60	94.19	0.00
25	12/08/2011	17.84	13.24	14.92	94.72	0.00
26	19/08/2011	17.67	13.43	14.99	92.92	0.00
27	26/08/2011	16.84	13.07	14.51	89.26	0.00
28	02/09/2011	16.44	12.44	14.27	90.27	0.00
29	09/09/2011	17.99	13.14	14.80	87.79	0.00
30	16/09/2011	19.87	12.21	15.33	85.32	0.00
31	23/09/2011	19.11	12.93	15.36	85.05	0.00
32	30/09/2011	20.49	12.47	15.74	82.14	0.00
33	07/10/2011	21.20	13.51	16.48	82.27	0.00
34	14/10/2011	19.40	13.99	15.92	83.99	0.00
35	21/10/2011	20.41	13.19	16.08	80.68	0.00
36	28/10/2011	21.51	13.20	16.97	78.83	0.00
37	04/11/2011	21.94	14.26	17.72	80.36	0.00
38	11/11/2011	21.36	15.87	18.18	80.22	0.00
39	18/11/2011	19.10	17.50	17.80	82.75	0.00
40	25/11/2011	22.97	16.03	18.55	80.69	0.00
41	02/12/2011	23.69	14.97	18.79	78.76	0.00
42	09/12/2011	24.17	16.97	19.97	79.24	0.00
43	16/12/2011	24.34	16.77	19.91	72.59	0.00
44	23/12/2011	26.19	17.33	21.03	74.64	0.00
45	30/12/2011	25.01	17.51	20.81	78.44	0.00

46	06/01/2012	27.71	18.79	22.95	72.23	0.00
47	13/01/2012	27.11	17.86	22.04	76.94	0.00
48	20/01/2012	28.04	17.57	22.45	72.00	0.00
49	27/01/2012	27.94	18.09	22.75	70.42	0.00
50	03/02/2012	27.73	18.43	22.51	73.39	0.00
51	10/02/2012	28.47	19.63	23.40	75.09	0.70
52	17/02/2012	29.53	19.76	24.40	70.11	0.00
53	24/02/2012	28.80	19.51	23.79	72.36	1.80
54	02/03/2012	29.07	18.63	23.35	68.79	0.00
55	09/03/2012	28.56	19.40	23.35	74.98	0.10
56	16/03/2012	29.16	20.50	24.06	76.75	0.00
57	23/03/2012	28.57	20.04	23.52	73.45	1.80

FUENTE: SENAMHI, Estación meteorológica "Alexander Von Humbolt".

Anexo 4: Capturas semanales de moscas de la fruta en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

Evaluaciones	Fecha	Cantidad de individuos capturados					Índice poblacional (MTD)				
		<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.			Total	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.			Total
			<i>A. fraterculus</i>	<i>A. distincta</i>	<i>A. serpentina</i>			<i>A. fraterculus</i>	<i>A. distincta</i>	<i>A. serpentina</i>	
1	25/02/2011	258	148	1	0	407	2.46	1.41	0.01	0.00	3.88
2	04/03/2011	189	40	0	0	229	1.80	0.38	0.00	0.00	2.18
3	11/03/2011	221	67	0	0	288	2.10	0.64	0.00	0.00	2.74
4	18/03/2011	480	73	0	0	553	4.57	0.70	0.00	0.00	5.27
5	25/03/2011	356	78	0	0	434	3.39	0.74	0.00	0.00	4.13
6	01/04/2011	258	35	0	0	293	2.46	0.33	0.00	0.00	2.79
7	08/04/2011	270	77	1	0	348	2.57	0.73	0.01	0.00	3.31
8	15/04/2011	383	40	1	0	424	3.65	0.38	0.01	0.00	4.04
9	22/04/2011	398	30	0	0	428	3.79	0.29	0.00	0.00	4.08
10	29/04/2011	317	7	2	0	326	3.02	0.07	0.02	0.00	3.10
11	06/05/2011	213	16	3	0	232	2.03	0.15	0.03	0.00	2.21
12	13/05/2011	228	12	0	0	240	2.17	0.11	0.00	0.00	2.29
13	20/05/2011	241	8	0	0	249	2.30	0.08	0.00	0.00	2.37
14	27/05/2011	261	0	0	1	262	2.49	0.00	0.00	0.01	2.50
15	03/06/2011	341	16	1	0	358	3.25	0.15	0.01	0.00	3.41
16	10/06/2011	461	8	0	0	469	4.39	0.08	0.00	0.00	4.47
17	17/06/2011	711	40	1	0	752	6.77	0.38	0.01	0.00	7.16
18	24/06/2011	304	4	0	0	308	2.90	0.04	0.00	0.00	2.93
19	01/07/2011	137	11	0	0	148	1.30	0.10	0.00	0.00	1.41
20	08/07/2011	27	0	0	0	27	0.26	0.00	0.00	0.00	0.26

21	15/07/2011	231	10	0	0	241	2.20	0.10	0.00	0.00	2.30
22	22/07/2011	29	2	0	0	31	0.28	0.02	0.00	0.00	0.30
23	29/07/2011	88	9	0	0	97	0.84	0.09	0.00	0.00	0.92
24	05/08/2011	170	3	0	0	173	1.62	0.03	0.00	0.00	1.65
25	12/08/2011	75	2	0	0	77	0.71	0.02	0.00	0.00	0.73
26	19/08/2011	76	5	0	0	81	0.72	0.05	0.00	0.00	0.77
27	26/08/2011	58	5	0	0	63	0.55	0.05	0.00	0.00	0.60
28	02/09/2011	27	1	0	0	28	0.26	0.01	0.00	0.00	0.27
29	09/09/2011	67	4	1	0	72	0.64	0.04	0.01	0.00	0.69
30	16/09/2011	107	6	1	0	114	1.02	0.06	0.01	0.00	1.09
31	23/09/2011	111	6	3	0	120	1.06	0.06	0.03	0.00	1.14
32	30/09/2011	130	6	0	0	136	1.24	0.06	0.00	0.00	1.30
33	07/10/2011	46	2	0	0	48	0.44	0.02	0.00	0.00	0.46
34	14/10/2011	19	1	0	0	20	0.18	0.01	0.00	0.00	0.19
35	21/10/2011	27	2	0	0	29	0.26	0.02	0.00	0.00	0.28
36	28/10/2011	22	0	0	0	22	0.21	0.00	0.00	0.00	0.21
37	04/11/2011	34	2	1	0	37	0.32	0.02	0.01	0.00	0.35
38	11/11/2011	25	1	0	0	26	0.24	0.01	0.00	0.00	0.25
39	18/11/2011	19	0	1	0	20	0.18	0.00	0.01	0.00	0.19
40	25/11/2011	12	2	0	0	14	0.11	0.02	0.00	0.00	0.13
41	02/12/2011	30	1	0	0	31	0.29	0.01	0.00	0.00	0.30
42	09/12/2011	32	2	0	0	34	0.30	0.02	0.00	0.00	0.32
43	16/12/2011	82	4	0	0	86	0.78	0.04	0.00	0.00	0.82
44	23/12/2011	217	3	0	0	220	2.07	0.03	0.00	0.00	2.10

45	30/12/2011	231	3	0	0	234	2.20	0.03	0.00	0.00	2.23
46	06/01/2012	1038	56	0	0	1094	9.89	0.53	0.00	0.00	10.42
47	13/01/2012	1096	133	1	0	1230	10.44	1.27	0.01	0.00	11.71
48	20/01/2012	1034	113	1	0	1148	9.85	1.08	0.01	0.00	10.93
49	27/01/2012	1073	70	1	0	1144	10.22	0.67	0.01	0.00	10.90
50	03/02/2012	1266	141	0	0	1407	12.06	1.34	0.00	0.00	13.40
51	10/02/2012	1245	269	2	0	1516	11.86	2.56	0.02	0.00	14.44
52	17/02/2012	1127	344	0	0	1471	10.73	3.28	0.00	0.00	14.01
53	24/02/2012	400	231	0	0	631	3.81	2.20	0.00	0.00	6.01
54	02/03/2012	161	38	1	0	200	1.53	0.36	0.01	0.00	1.90
55	09/03/2012	180	56	0	0	236	1.71	0.53	0.00	0.00	2.25
56	16/03/2012	343	57	1	0	401	3.27	0.54	0.01	0.00	3.82
57	23/03/2012	314	31	0	0	345	2.99	0.30	0.00	0.00	3.29

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 5: Aplicaciones fitosanitarias en los campos frutales en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

Semana de evaluación		Ingrediente activo aplicado				
Inicio	Fin	Mandarina	Lúcumo	Cítricos	Duraznero	Palto
18/02/2011	24/02/2011	Abamectina, Metomil				Detergente potásico
25/02/2011	03/03/2011	Malation, Dimetoato, Carbendazima		Abamectina, Dimetoato		Detergente potásico
04/03/2011	10/03/2011	Malation, Detergente potásico	Propargite, Dimetoato	Abamectina, Procloraz		
11/03/2011	17/03/2011	Abamectina, Dimetoato		Dimetoato		
18/03/2011	24/03/2011	Abamectina, Malation, Dimetoato				
25/03/2011	31/03/2011	Fention, Mancozeb, Malation	Malation			
01/04/2011	07/04/2011	Triclorfon, Dimetoato, Imidacloprid		Imidacloprid		
08/04/2011	14/04/2011			Acetamiprid		
15/04/2011	21/04/2011	Fention, Spinosad		Acetamiprid		
22/04/2011	28/04/2011	Fention, Acetamiprid				
29/04/2011	05/05/2011	Fention		Fention		
06/05/2011	12/05/2011	Malation				
13/05/2011	19/05/2011	Malation				Carbendazima
20/05/2011	26/05/2011	Malation				
27/05/2011	02/06/2011					
03/06/2011	09/06/2011					
10/06/2011	16/06/2011					
17/06/2011	23/06/2011			Abamectina		
24/06/2011	30/06/2011			Abamectina		
01/07/2011	07/07/2011					
08/07/2011	14/07/2011					

15/07/2011	21/07/2011				Detergente potásico	
22/07/2011	28/07/2011				Detergente potásico	
29/07/2011	04/08/2011				Cianamida hidrogenada	
05/08/2011	11/08/2011				Cianamida hidrogenada	
12/08/2011	18/08/2011	Detergente potásico				
19/08/2011	25/08/2011	Detergente potásico				
26/08/2011	01/09/2011	Detergente potásico				
02/09/2011	08/09/2011	Detergente potásico				
09/09/2011	15/09/2011	Oxicloruro de cobre				Detergente potásico
16/09/2011	22/09/2011		Detergente potásico		Metomil	Abamectina
23/09/2011	29/09/2011		Detergente potásico			
30/09/2011	06/10/2011	Imidacloprid	Detergente potásico			
07/10/2011	13/10/2011	Imidacloprid, Procloraz				
14/10/2011	20/10/2011					
21/10/2011	27/10/2011					Dicloran
28/10/2011	03/11/2011	Dicloran				
04/11/2011	10/11/2011	Metomil				
11/11/2011	17/11/2011	Cyhexatin		Imidacloprid		
18/11/2011	24/11/2011					
25/11/2011	01/12/2011	Metomil, Fention			Fention	
02/12/2011	08/12/2011	Metomil			Malation	Metomil
09/12/2011	15/12/2011	Oxicloruro de cobre				
16/12/2011	22/12/2011	Metomil, Oxicloruro de cobre		Abamectina, Metomil		
23/12/2011	29/12/2011				Triclorfon	Imidacloprid

30/12/2012	05/01/2012	Oxicloruro de cobre				
06/01/2012	12/01/2012	Detergente potásico				
13/01/2012	19/01/2012	Detergente potásico, Clorpirifos				
20/01/2012	26/01/2012	Detergente potásico, Clorpirifos		Cyhexatin		
27/01/2012	02/02/2012	Detergente potásico, Clorpirifos				
03/02/2012	09/02/2012	Mancozeb				
10/02/2012	16/02/2012	Mancozeb				
17/02/2012	23/02/2012					
24/02/2012	01/03/2012	Malation				
02/03/2012	08/03/2012			Carbendazima		
09/03/2012	15/03/2012	Cyhexatin	Malation			
16/03/2012	22/03/2012	Cyhexatin	Malation			

FUENTE: Datos proporcionados por el Programa de Frutales - UNALM.

Anexo 6: Análisis de regresión lineal entre la cantidad de individuos de *Ceratitis capitata* vs Temperatura media.

Modelo estadístico ($y = a + bx$)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de determinación (R^2)
$y = 65.54x - 960.43$	0.59	0.35

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 7: Cuadro ANVA (*Ceratitis capitata* vs Temperatura media).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F_{cal}	$F_{tab} = F_{(0.95,1,55)}$
Regresión	1	2302887.99	2302887.99	29.49	4.01
Error	55	4295132.04	78093.31		
Total	56	6598020.04			

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 8: Análisis de regresión lineal entre la cantidad de individuos de *Ceratitis capitata* vs Humedad relativa.

Modelo estadístico ($y = a + bx$)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de determinación (R^2)
$y = - 21.04x + 2024.24$	- 0.47	0.22

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 9: Cuadro ANVA (*Ceratitis capitata* vs Humedad relativa).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F_{cal}	$F_{tab} = F_{(0.95,1,55)}$
Regresión	1	1438200.72	1438200.72	15.33	4.01
Error	55	5159819.32	93814.90		
Total	56	6598020.04			

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 10: Análisis de regresión lineal entre la cantidad de individuos de *Anastrepha* spp. vs Temperatura media.

Modelo estadístico ($y = a + bx$)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de determinación (R^2)
$y = 14.53x - 238.75$	0.65	0.42

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 11: Cuadro ANVA (*Anastrepha* spp. vs Temperatura media).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F_{cal}	$F_{tab} = F_{(0.95,1,55)}$
Regresión	1	113096.93	113096.93	39.98	4.01
Error	55	155569.74	2828.54		
Total	56	268666.67			

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 12: Análisis de regresión lineal entre la cantidad de individuos de *Anastrepha* spp. vs Humedad relativa.

Modelo estadístico ($y = a + bx$)	Coefficiente de correlación (r)	Coefficiente de determinación (R^2)
$y = - 4.90x + 442.09$	- 0.54	0.29

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 13: Cuadro ANVA (*Anastrepha* spp. vs Humedad relativa).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F_{cal}	$F_{tab} = F_{(0.95,1,55)}$
Regresión	1	78003.29	78003.29	22.50	4.01
Error	55	190663.38	3466.61		
Total	56	268666.67			

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 14: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo de la mandarina en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

S m	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Simpson Mean
1	1.32	0.32	0.14	1.36	1.63	1.32	1.63	1.32	0	1.32	0.09	
2	1.46	0.3	0.12	1.53	2.03	1.46	1.46	1.65	1.65	1.56	0.1	1.07
3	1.62	0.3	0.24	1.64	2.15	1.62	1.62	1.89	1.99	1.75	0.11	1.07
4	1.7	0.26	0.26	1.7	2.13	1.7	1.7	1.96	2.03	1.83	0.11	1.06
5	1.82	0.34	0.28	1.82	2.3	1.82	1.82	2.14	2.23	1.98	0.1	1.05
6	1.88	0.28	0.3	1.88	2.25	1.88	1.88	2.15	2.16	2.02	0.1	1.05
7	1.9	0.22	0.3	1.9	2.2	1.9	1.9	2.12	2.09	2.03	0.1	1.05
8	1.92	0.14	0.24	1.92	2.08	1.92	1.92	2.04	1.9	2.01	0.11	1.05
9	1.96	0.12	0.24	1.96	2.09	1.96	1.96	2.07	1.93	2.05	0.1	1.05
10	1.98	0.1	0.18	1.98	2.09	1.98	1.98	2.07	1.95	2.05	0.1	1.05
11	1.98	0.08	0.14	1.98	1.98	1.98	1.98	2.05	1.96	2.04	0.1	1.05
12	2	0.08	0.14	2	2	2	2	2.07	2	2.06	0.1	1.05
13	2	0.06	0.08	2	2	2	2	2.06	2.03	2.04	0.1	1.05
14	2	0.02	0.1	2	2	2	2	2.02	1.94	2.03	0.1	1.05
15	2	0.02	0.1	2	2	2	2	2.02	1.96	2.03	0.1	1.04
16	2	0	0.08	2	2	2	2	2	1.93	2.02	0.1	1.04
17	2	0	0.04	2	2	2	2	2	1.97	2.01	0.1	1.04
18	2	0	0.02	2	2	2	2	2	1.98	2.01	0.1	1.04
19	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2.01	0.1	1.05
20	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.1	1.05

45	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.1	1.04
46	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.1	1.04
47	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.1	1.04

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 15: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo del lúcumo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

S m	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Simpson Mean
1	1.82	0.26	0.18	1.9	2.7	1.88	2.7	1.82	0	1.82	0.11	1.05
2	2.04	0.18	0.2	2.13	2.92	2.04	2.04	2.35	2.35	2.2	0.12	1.06
3	2.18	0.18	0.2	2.33	2.68	2.18	2.18	2.47	2.54	2.33	0.11	1.05
4	2.24	0.18	0.12	2.37	2.48	2.24	2.24	2.45	2.45	2.36	0.12	1.05
5	2.32	0.24	0.1	2.43	2.59	2.32	2.32	2.59	2.68	2.46	0.12	1.05
6	2.32	0.2	0.04	2.34	2.51	2.32	2.32	2.52	2.59	2.42	0.12	1.06
7	2.34	0.22	0.04	2.36	2.53	2.34	2.34	2.56	2.69	2.44	0.12	1.05
8	2.44	0.3	0.06	2.46	2.75	2.44	2.46	2.76	2.97	2.58	0.12	1.05
9	2.56	0.36	0.1	2.6	2.88	2.56	2.58	2.93	3.16	2.72	0.12	1.05
10	2.58	0.38	0.1	2.62	2.91	2.58	2.6	2.98	3.23	2.75	0.12	1.05
11	2.66	0.44	0.12	2.74	3.29	2.68	2.72	3.13	3.47	2.86	0.12	1.05
12	2.7	0.48	0.1	2.8	3.39	2.74	2.78	3.2	3.54	2.91	0.12	1.05
13	2.74	0.48	0.14	2.84	3.37	2.78	2.82	3.26	3.61	2.96	0.12	1.05
14	2.84	0.56	0.14	2.96	3.53	2.88	2.92	3.43	3.84	3.09	0.12	1.05
15	2.9	0.6	0.14	3.06	3.52	2.98	3.02	3.53	3.96	3.17	0.12	1.05
16	2.92	0.62	0.14	3.08	3.5	3.02	3.06	3.58	4.03	3.19	0.12	1.05
17	2.98	0.66	0.14	3.19	3.45	3.08	3.12	3.68	4.16	3.27	0.12	1.05
18	3.04	0.7	0.16	3.25	3.41	3.14	3.18	3.8	4.34	3.35	0.12	1.05
19	3.06	0.68	0.18	3.27	3.35	3.16	3.2	3.8	4.29	3.37	0.12	1.05
20	3.1	0.72	0.18	3.33	3.39	3.22	3.26	3.88	4.41	3.42	0.12	1.05

21	3.12	0.7	0.2	3.37	3.35	3.24	3.28	3.88	4.37	3.44	0.12	1.05
22	3.16	0.7	0.22	3.43	3.41	3.3	3.34	3.94	4.46	3.49	0.12	1.05
23	3.22	0.7	0.28	3.53	3.51	3.4	3.44	4.02	4.53	3.56	0.12	1.05
24	3.22	0.7	0.24	3.53	3.51	3.4	3.44	4.01	4.49	3.56	0.12	1.05
25	3.28	0.72	0.28	3.63	3.6	3.42	3.48	4.09	4.56	3.63	0.12	1.05
26	3.32	0.76	0.24	3.69	3.66	3.48	3.52	4.13	4.57	3.67	0.12	1.05
27	3.36	0.78	0.2	3.77	3.74	3.54	3.58	4.17	4.61	3.72	0.12	1.05
28	3.4	0.82	0.18	3.85	3.82	3.58	3.62	4.23	4.67	3.77	0.12	1.05
29	3.42	0.82	0.16	3.87	3.84	3.6	3.64	4.25	4.69	3.79	0.12	1.05
30	3.44	0.84	0.16	3.89	3.86	3.62	3.66	4.29	4.77	3.81	0.12	1.05
31	3.46	0.84	0.16	3.93	3.9	3.66	3.7	4.31	4.77	3.84	0.12	1.05
32	3.54	0.88	0.18	4.1	4.06	3.74	3.78	4.43	4.91	3.93	0.12	1.05
33	3.56	0.9	0.18	4.14	4.1	3.76	3.8	4.47	4.97	3.96	0.12	1.05
34	3.58	0.9	0.2	4.18	4.14	3.78	3.82	4.49	4.98	3.99	0.12	1.05
35	3.62	0.92	0.2	4.27	4.22	3.82	3.84	4.53	4.98	4.03	0.12	1.05
36	3.64	0.86	0.24	4.32	4.25	3.78	3.8	4.5	4.83	4.04	0.12	1.05
37	3.64	0.86	0.24	4.32	4.25	3.78	3.8	4.5	4.85	4.04	0.12	1.05
38	3.64	0.86	0.22	4.32	4.25	3.78	3.8	4.5	4.87	4.03	0.12	1.05
39	3.7	0.88	0.24	4.44	4.36	3.82	3.86	4.6	4.99	4.11	0.12	1.05
40	3.78	0.94	0.24	4.61	4.51	3.9	3.94	4.74	5.19	4.22	0.12	1.05
41	3.78	0.94	0.24	4.61	4.51	3.9	3.94	4.74	5.19	4.22	0.12	1.05
42	3.8	0.96	0.2	4.66	4.52	3.92	3.94	4.76	5.28	4.23	0.12	1.05
43	3.84	0.98	0.18	4.75	4.59	3.94	3.96	4.82	5.4	4.27	0.12	1.05
44	3.84	0.98	0.18	4.75	4.58	3.94	3.96	4.82	5.42	4.27	0.12	1.05

45	3.84	0.98	0.18	4.75	4.58	3.94	3.96	4.82	5.42	4.27	0.12	1.05
46	3.86	0.94	0.24	4.79	4.62	3.92	3.96	4.82	5.38	4.29	0.12	1.05
47	3.9	0.96	0.24	4.88	4.69	3.96	3.98	4.86	5.42	4.33	0.12	1.05
48	3.9	0.94	0.18	4.89	4.67	3.94	3.94	4.82	5.38	4.32	0.12	1.05
49	3.96	1	0.14	5.02	4.77	4	4	4.94	5.62	4.39	0.12	1.05
50	3.96	1	0.14	5.02	4.77	4	4	4.94	5.62	4.39	0.12	1.05
51	3.96	1	0.14	5.02	4.75	4	4	4.94	5.68	4.39	0.12	1.05
52	3.96	0.98	0.16	5.02	4.75	3.98	3.98	4.92	5.64	4.38	0.12	1.05
53	3.96	0.98	0.12	5.02	4.74	3.98	3.98	4.92	5.68	4.38	0.12	1.05
54	3.96	0.96	0.1	5.03	4.73	3.96	3.96	4.9	5.66	4.37	0.12	1.05
55	3.98	0.98	0.08	5.07	4.75	3.98	3.98	4.94	5.77	4.39	0.12	1.05
56	3.98	0.98	0.06	5.07	4.74	3.98	3.98	4.94	5.81	4.39	0.12	1.05
57	4	1	0	5.13	4.76	4	4	4.98	5.95	4.41	0.12	1.05

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 16: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo de los cítricos en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

S m	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Simpson Mean
1	1.56	0.4	0.28	1.76	2.11	1.66	2.11	1.56	0	1.56	0.31	
2	1.92	0.18	0.24	2.01	2.84	1.92	1.94	2.24	2.24	2.08	0.41	1.5
3	1.98	0.04	0.1	2	2.27	1.98	1.98	2.13	2.09	2.07	0.43	1.47
4	2	0.02	0.04	2.02	2.1	2	2	2.06	2	2.05	0.44	1.43
5	2	0	0.02	2	2.02	2	2	2.02	1.95	2.02	0.45	1.45
6	2	0	0	2	2	2	2	2	1.97	2.01	0.44	1.42
7	2	0	0	2	2	2	2	2	1.99	2.01	0.45	1.43
8	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.45	1.43
9	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.45	1.43
10	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.46	1.44
11	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.47	1.46
12	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.45
13	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.46
14	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.46
15	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.46
16	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.46
17	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.45
18	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.45
19	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.44
20	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.44

21	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.45
22	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.45
23	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.49	1.45
24	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.49	1.45
25	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.45
26	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.45
27	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.48	1.44
28	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.49	1.45
29	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.49	1.46
30	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.49	1.46
31	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.49	1.46
32	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.49	1.46
33	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.49	1.46
34	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.49	1.46
35	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.5	1.46
36	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.5	1.47
37	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.5	1.47
38	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.5	1.46
39	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.5	1.47
40	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.5	1.47
41	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.5	1.47
42	2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	0.5	1.47

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 17: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo del duraznero en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

S m	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Simpson Mean
1	2.06	0.46	0.1	2.28	3.29	2.1	3.29	2.06	0	2.06	0.48	
2	2.34	0.48	0	2.49	3.19	2.34	2.36	2.65	2.65	2.5	0.47	1.53
3	2.5	0.48	0.06	2.52	2.99	2.5	2.52	2.83	2.94	2.66	0.49	1.53
4	2.6	0.5	0.12	2.6	2.98	2.6	2.6	2.98	3.17	2.77	0.49	1.52
5	2.7	0.58	0.1	2.7	3.11	2.7	2.7	3.16	3.47	2.9	0.5	1.52
6	2.74	0.52	0.18	2.74	3.09	2.74	2.74	3.17	3.42	2.93	0.49	1.49
7	2.76	0.46	0.26	2.76	3.06	2.76	2.76	3.15	3.33	2.94	0.48	1.46
8	2.8	0.4	0.3	2.8	3.05	2.8	2.8	3.15	3.26	2.97	0.47	1.43
9	2.84	0.4	0.28	2.84	3.09	2.84	2.84	3.2	3.32	3.01	0.46	1.41
10	2.88	0.32	0.34	2.88	3.07	2.88	2.88	3.17	3.18	3.03	0.46	1.41
11	2.9	0.28	0.36	2.9	3.18	2.9	2.9	3.15	3.12	3.05	0.45	1.4
12	2.94	0.28	0.32	2.94	3.15	2.94	2.94	3.2	3.19	3.08	0.45	1.39
13	2.96	0.18	0.4	2.96	3.02	2.96	2.96	3.13	2.97	3.08	0.45	1.4
14	2.98	0.2	0.34	2.98	2.98	2.98	2.98	3.17	3.07	3.1	0.46	1.39
15	2.98	0.2	0.3	2.98	2.98	2.98	2.98	3.17	3.1	3.1	0.46	1.4
16	3	0.18	0.28	3	3	3	3	3.17	3.1	3.11	0.46	1.4
17	3	0.18	0.22	3	3	3	3	3.17	3.15	3.11	0.46	1.4
18	3	0.14	0.24	3	3	3	3	3.13	3.06	3.1	0.46	1.4
19	3	0.08	0.26	3	3	3	3	3.08	2.93	3.08	0.46	1.39
20	3	0.08	0.14	3	3	3	3	3.08	3.03	3.06	0.45	1.39

21	3	0.06	0.12	3	3	3	3	3.06	3.01	3.05	0.46	1.39
22	3	0.02	0.16	3	3	3	3	3.02	2.9	3.04	0.46	1.39
23	3	0.02	0.12	3	3	3	3	3.02	2.93	3.04	0.45	1.38
24	3	0.02	0.06	3	3	3	3	3.02	2.98	3.03	0.46	1.39
25	3	0.02	0.04	3	3	3	3	3.02	3	3.03	0.45	1.38
26	3	0.02	0.02	3	3	3	3	3.02	3.02	3.03	0.45	1.38
27	3	0	0.04	3	3	3	3	3	2.96	3.02	0.46	1.39
28	3	0	0.04	3	3	3	3	3	2.96	3.02	0.46	1.39
29	3	0	0.02	3	3	3	3	3	2.98	3.01	0.46	1.39
30	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3.01	0.46	1.39
31	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3.01	0.46	1.39
32	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.46	1.38
33	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.46	1.39
34	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.46	1.39
35	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.45	1.38
36	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.46	1.38

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 18: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el cultivo del palto en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

S m	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Simpson Mean
1	1.84	0.44	0.1	2.06	2.76	1.95	2.76	1.84	0	1.84	0.37	
2	2.32	0.26	0.18	2.41	3.87	2.34	2.41	2.75	2.75	2.54	0.49	1.53
3	2.56	0.4	0.2	2.71	3.22	2.58	2.58	3	3.07	2.79	0.51	1.54
4	2.72	0.46	0.16	2.89	3.29	2.76	2.76	3.19	3.36	2.95	0.54	1.58
5	2.82	0.36	0.24	2.84	3.16	2.82	2.82	3.2	3.32	3.01	0.53	1.54
6	2.88	0.3	0.26	2.9	3.15	2.88	2.88	3.21	3.28	3.05	0.55	1.56
7	2.96	0.3	0.28	2.98	3.24	2.96	2.96	3.32	3.39	3.14	0.53	1.52
8	2.96	0.2	0.26	2.96	3.15	2.96	2.96	3.22	3.2	3.11	0.54	1.52
9	2.98	0.2	0.26	2.98	3.15	2.98	2.98	3.23	3.19	3.12	0.54	1.53
10	3	0.14	0.3	3	3.13	3	3	3.2	3.09	3.13	0.54	1.52
11	3	0.12	0.26	3	3.12	3	3	3.16	3.08	3.11	0.55	1.54
12	3	0.12	0.16	3	3.1	3	3	3.13	3.05	3.09	0.56	1.55
13	3	0.08	0.16	3	3.06	3	3	3.07	2.92	3.07	0.56	1.56
14	3	0.08	0.12	3	3.02	3	3	3.07	3.02	3.06	0.56	1.56
15	3	0.06	0.12	3	3	3	3	3.06	2.98	3.05	0.56	1.55
16	3	0.04	0.12	3	3	3	3	3.04	2.94	3.04	0.56	1.55
17	3	0.02	0.14	3	3	3	3	3.02	2.89	3.04	0.55	1.55
18	3	0.02	0.08	3	3	3	3	3.02	2.94	3.03	0.55	1.54
19	3	0.02	0.02	3	3	3	3	3.02	3	3.02	0.55	1.54
20	3	0.02	0.02	3	3	3	3	3.02	3	3.02	0.55	1.54

21	3	0	0.04	3	3	3	3	3	2.97	3.01	0.55	1.53
22	3	0	0.04	3	3	3	3	3	2.97	3.01	0.55	1.54
23	3	0	0.02	3	3	3	3	3	2.98	3.01	0.55	1.54
24	3	0	0.02	3	3	3	3	3	2.98	3.01	0.55	1.53
25	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.56	1.54
26	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.56	1.54
27	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.54
28	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
29	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
30	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
31	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
32	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
33	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
34	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
35	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
36	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
37	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.56	1.53
38	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.56	1.53
39	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
40	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
41	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53
42	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.52
43	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	0.55	1.53

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 19: Estimadores del número de especies de moscas de la fruta en el toda el área de influencia del estudio en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

S m	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	ACE Mean	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Simpson Mean
1	2.28	0.4	0.08	2.32	3.87	2.28	3.87	2.28	0	2.28	0.29	1.23
2	2.6	0.42	0.16	2.62	3.66	2.6	2.67	2.92	2.92	2.76	0.33	1.25
3	2.76	0.38	0.26	2.82	3.55	2.8	2.89	3.13	3.26	2.94	0.35	1.28
4	2.92	0.46	0.24	3.04	3.49	3	3.01	3.36	3.55	3.12	0.36	1.27
5	3	0.46	0.24	3.12	3.47	3.08	3.1	3.42	3.61	3.19	0.35	1.26
6	3.08	0.38	0.36	3.25	3.43	3.14	3.14	3.43	3.5	3.26	0.35	1.26
7	3.12	0.32	0.28	3.29	3.39	3.16	3.16	3.41	3.44	3.28	0.36	1.26
8	3.16	0.34	0.2	3.35	3.44	3.2	3.2	3.48	3.58	3.32	0.36	1.26
9	3.18	0.26	0.2	3.37	3.38	3.18	3.18	3.45	3.53	3.32	0.36	1.26
10	3.18	0.26	0.08	3.38	3.37	3.18	3.18	3.45	3.63	3.3	0.35	1.25
11	3.22	0.26	0.04	3.46	3.49	3.24	3.24	3.46	3.6	3.33	0.35	1.25
12	3.22	0.24	0.04	3.46	3.47	3.24	3.24	3.44	3.61	3.32	0.36	1.25
13	3.22	0.22	0	3.47	3.41	3.22	3.22	3.42	3.59	3.31	0.36	1.26
14	3.22	0.22	0	3.46	3.42	3.22	3.22	3.42	3.6	3.31	0.36	1.26
15	3.24	0.24	0	3.51	3.46	3.24	3.24	3.46	3.66	3.33	0.36	1.26
16	3.24	0.24	0	3.51	3.46	3.24	3.24	3.47	3.66	3.33	0.36	1.26
17	3.24	0.24	0	3.5	3.47	3.24	3.24	3.47	3.66	3.33	0.36	1.26
18	3.24	0.24	0	3.48	3.47	3.24	3.24	3.47	3.68	3.33	0.37	1.26
19	3.26	0.26	0	3.5	3.51	3.26	3.26	3.51	3.74	3.36	0.37	1.27
20	3.28	0.28	0	3.52	3.55	3.28	3.28	3.55	3.8	3.38	0.37	1.26

21	3.34	0.34	0	3.62	3.67	3.34	3.34	3.66	3.97	3.46	0.37	1.26
22	3.34	0.34	0	3.62	3.67	3.34	3.34	3.66	3.97	3.46	0.37	1.27
23	3.34	0.34	0	3.58	3.67	3.34	3.34	3.67	3.98	3.46	0.37	1.27
24	3.34	0.34	0	3.56	3.67	3.34	3.34	3.67	3.98	3.46	0.37	1.27
25	3.36	0.36	0	3.58	3.71	3.36	3.36	3.71	4.04	3.49	0.37	1.27
26	3.4	0.4	0	3.62	3.79	3.4	3.4	3.78	4.15	3.54	0.37	1.27
27	3.46	0.46	0	3.68	3.92	3.46	3.46	3.9	4.33	3.63	0.37	1.27
28	3.48	0.48	0	3.68	3.94	3.48	3.48	3.94	4.39	3.65	0.37	1.27
29	3.6	0.6	0	3.84	4.16	3.6	3.6	4.18	4.74	3.82	0.37	1.27
30	3.6	0.6	0	3.82	4.12	3.6	3.6	4.18	4.74	3.82	0.37	1.27
31	3.62	0.62	0	3.82	4.1	3.62	3.62	4.22	4.8	3.84	0.37	1.27
32	3.64	0.64	0	3.79	4.12	3.64	3.64	4.26	4.86	3.87	0.37	1.27
33	3.68	0.68	0	3.81	4.14	3.68	3.68	4.34	4.98	3.93	0.37	1.27
34	3.68	0.68	0	3.79	4.14	3.68	3.68	4.34	4.98	3.93	0.37	1.27
35	3.68	0.68	0	3.79	4.08	3.68	3.68	4.34	4.98	3.93	0.37	1.27
36	3.68	0.68	0	3.75	4.06	3.68	3.68	4.34	4.98	3.93	0.37	1.27
37	3.68	0.68	0	3.72	3.96	3.68	3.68	4.34	4.98	3.93	0.37	1.27
38	3.7	0.7	0	3.74	3.96	3.7	3.7	4.38	5.04	3.95	0.37	1.27
39	3.7	0.7	0	3.72	3.94	3.7	3.7	4.38	5.05	3.95	0.37	1.27
40	3.7	0.7	0	3.72	3.86	3.7	3.7	4.38	5.05	3.95	0.37	1.27
41	3.74	0.74	0	3.74	3.88	3.74	3.74	4.46	5.17	4.01	0.37	1.27
42	3.74	0.74	0	3.74	3.84	3.74	3.74	4.46	5.17	4.01	0.37	1.27
43	3.74	0.74	0	3.74	3.8	3.74	3.74	4.46	5.17	4.01	0.37	1.27
44	3.74	0.74	0	3.74	3.78	3.74	3.74	4.46	5.17	4.01	0.37	1.26

45	3.78	0.78	0	3.78	3.78	3.78	3.78	4.54	5.29	4.06	0.37	1.27
46	3.8	0.8	0	3.8	3.8	3.8	3.8	4.58	5.35	4.09	0.37	1.27
47	3.82	0.82	0	3.82	3.82	3.82	3.82	4.62	5.41	4.12	0.37	1.27
48	3.84	0.84	0	3.84	3.84	3.84	3.84	4.66	5.47	4.15	0.37	1.27
49	3.86	0.86	0	3.86	3.86	3.86	3.86	4.7	5.53	4.17	0.37	1.27
50	3.88	0.88	0	3.88	3.88	3.88	3.88	4.74	5.59	4.2	0.37	1.27
51	3.88	0.88	0	3.88	3.88	3.88	3.88	4.74	5.59	4.2	0.37	1.27
52	3.88	0.88	0	3.88	3.88	3.88	3.88	4.74	5.59	4.2	0.37	1.27
53	3.88	0.88	0	3.88	3.88	3.88	3.88	4.74	5.59	4.2	0.37	1.27
54	3.9	0.9	0	3.9	3.9	3.9	3.9	4.78	5.65	4.23	0.37	1.27
55	3.94	0.94	0	3.94	3.94	3.94	3.94	4.86	5.77	4.28	0.37	1.27
56	4	1	0	4	4	4	4	4.98	5.95	4.36	0.37	1.27
57	4	1	0	4	4	4	4	4.98	5.95	4.36	0.37	1.27

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 20: Cuadro de análisis de similitud.

Step	Clusters	Distance	Similarity	Joined 1	Joined 2
1	4	7.34156036	92.6584396	1	5
2	3	14.9868784	85.0131216	2	3
3	2	46.3993263	53.6006737	1	2
4	1	48.5828629	51.4171372	1	4
Similarity Matrix					
	Cítricos	Duraznero	Lúcumo	Mandarina	Palto
Cítricos	*	53.6007	45.8518	46.3899	92.6584
Duraznero	*	*	85.0131	19.9122	48.2774
Lúcumo	*	*	*	19.5264	41.1375
Mandarina	*	*	*	*	51.4171
Palto	*	*	*	*	*

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 21: Cuadro de análisis de factor de correspondencia.

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Cítricos	1.01178479	1.27055717	0.79209781
Duraznero	0.5883081	0.49656901	- 0.37321544
Lúcumo	- 1.18817365	- 0.18841007	0.55633527
Mandarina	- 1.24383724	0.16602379	- 4.39199495
Palto	1.23005736	- 2.46483636	- 0.00584046

FUENTE: Elaboración propia.

I. INTRODUCCIÓN

La fruticultura es una actividad de gran importancia económica y se practica en casi todas las regiones del Perú. La diversidad de condiciones agroecológicas permiten tener una temporada de cultivo prolongada y una gran variedad de frutales. Debido a esta situación, se ha puesto a disponibilidad de las moscas de la fruta, nuevas áreas de cultivo y mayor cantidad de alimento, rompiendo los mecanismos naturales de regulación de poblaciones y ocasionando un incremento de estas plagas en cuanto a sus daños.

Las moscas de la fruta cobran importancia debido a su corto ciclo de desarrollo, generalmente de tres a diez semanas, este ciclo se puede acortar o alargar en función de las condiciones climáticas y disposición de alimento y hospedantes. Los daños directos de las moscas de la fruta son la destrucción de la pulpa, disminución de su valor en el comercio de la fruta. De manera indirecta, ocasionan un incremento en los costos de producción por la aplicación de medidas de control, gastos en investigación para el desarrollo de tecnología de control, afectan el comercio nacional y restringen el ingreso a mercados internacionales, ya que varias especies son de interés cuarentenario, especialmente: *Ceratitis capitata* (Wiedemann), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha striata* (Schiner), *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) y *Anastrepha distincta* (Greene), entre otras, especies de amplia distribución en el Perú.

El poco desarrollo de tecnología para el manejo de estas plagas, así como el escaso conocimiento sobre técnicas de control, ocasionan bajos rendimientos de producción y la oferta de fruta afectada, que contribuye a disminuir su calidad. Los recursos económicos que dispone el país para manejar el problema de moscas de la fruta son limitados, siendo necesaria la unión y coordinación de esfuerzos de los sectores público y privado involucrados.

Ante los problemas fitosanitarios y cuarentenarios del país por la problemática de las moscas de la fruta, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), viene conduciendo un programa de erradicación y manejo integrado de moscas de la fruta a nivel nacional. Considerando la importancia de desarrollar proyectos que coadyuven a lograr un manejo integral de la problemática fitosanitaria de moscas de la fruta para el sector agrícola, el presente trabajo tiene como propósito generar conocimiento para desarrollar mecanismos de control compatibles con una agricultura sustentable.

Además, se pretende que sirva de base para efectuar trabajos tendientes a la aplicación a mediano o largo plazo, de acciones de control y/o erradicación de moscas de la fruta, en especial de la mosca mediterránea *Ceratitis capitata*.

Objetivos:

1. Determinar la fluctuación estacional de las moscas de la fruta dentro de los campos frutales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
2. Establecer la diversidad de moscas de la fruta bajo el ámbito de influencia de los campos frutales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. IMPORTANCIA Y DISTRIBUCIÓN

Las verdaderas moscas de la fruta son plagas polífagas muy extendidas en todo el mundo, originarias de la costa occidental de África (Silvestri, 1914), son insectos que pertenecen a la familia Tephritidae del orden Diptera, destacando entre ellas los géneros: *Anastrepha*, *Rhagoletis*, *Dacus*, *Toxotrypana* y *Ceratitis*. De allí que es importante comprender que se trata de un complejo y que generalmente son varias especies las que afectan a los frutales (Aluja, 1993).

En el Perú las moscas de la fruta de gran importancia económica, están representadas por las especies *Ceratitis capitata*, conocida como la “mosca mediterránea”, y por el complejo de especies del género *Anastrepha*, entre las que destaca *Anastrepha fraterculus*, conocida como la “mosca sudamericana”, por ser la más frecuente (Korytkowski, 2001).

Estas plagas son consideradas perjudiciales a la gran mayoría de frutales, tanto por sus daños como por su gran persistencia en las áreas frutícolas del país, en especial debido a la presencia de frutas en maduración durante todo el año, lo cual hace que su control sea muy difícil (Sánchez y Vergara, 2009).

En el contexto actual las moscas de la fruta tienen importancia a nivel nacional, debido al creciente aumento en aéreas sembradas con árboles frutales en todo el país, con miras a la exportación, por ser una plaga polífaga hospedera de varios frutales, y por ser una plaga cuarentenaria que restringe mercados internacionales de comercialización (SENASA, 2007).

La producción de frutas constituye para muchas naciones del mundo una actividad de gran significación en su economía; en lo referente al Perú, según la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos del Ministerio de Agricultura (MINAG, 2012), se calcula que actualmente para el año 2011, existen alrededor de 516 166 hectáreas dedicadas al cultivo de especies frutales hospedantes de las moscas de la fruta, lo que representa, aproximadamente, el 0.40 por ciento del total de tierras del país y el 16.71 por ciento de la superficie agrícola total usada actualmente.

Por otra parte, el género *Anastrepha* es endémico para el nuevo mundo y está restringido al área tropical y subtropical. Norrbom y Kim (1988) reconocen aproximadamente 180 especies válidas de moscas de la fruta, que afectan a 270 especies de plantas hospedantes pertenecientes a 41 familias, y a pesar de ello, se desconoce los hospedantes de más de la mitad de las especies de moscas reconocidas. Su rango de distribución va desde la parte sur de los Estados Unidos de América hasta Argentina y de las 180 especies descritas, un cuatro por ciento se encuentra en América del Norte, un 15 por ciento en Centro América, un 43 por ciento en América del Sur y un uno por ciento en Las Antillas (IICA, 2000).

En el mundo existen alrededor de 4 000 especies de moscas de la fruta (Aluja, 1993); de estas, aproximadamente 20 especies son de importancia económica por constituir plagas de carácter cuarentenario (Rodríguez et al., 1997). En el Perú están representadas principalmente por las especies: *Ceratitis capitata* Wiedemann (mosca mediterránea), *Anastrepha fraterculus* Wiedemann (mosca sudamericana), *Anastrepha striata* Schiner (mosca del guayabo), *Anastrepha distincta* Greene (mosca del paca), *Anastrepha serpentina* Wiedemann (mosca de las sapotaceas), *Anastrepha grandis* Macquart (mosca de las cucurbitaceas) y *Anastrepha obliqua* Macquart (mosca del ciruelo).

2.2. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

Las moscas de la fruta pueden ser divididas en dos grandes grupos: especies univoltinas (una generación al año), que habitan en regiones de climas templados con una

fluctuación estacional marcada, y las especies multivoltinas (varias generaciones al año), común en regiones con climas tropical y subtropical (Aluja, 1993).

El género *Anastrepha* es común de zonas con clima más benigno, permitiéndole tener un ciclo de vida más corto; y lo cual, provoca explosiones poblacionales dependiendo de las épocas de fructificación de los hospederos vegetales que estas infesten (Hernández-Ortiz, 1992).

Los factores ambientales, como la luz, temperatura y humedad ambiental, afectan directamente los estados de desarrollo; es así, que la humedad del suelo, influye sobre la supervivencia o mortalidad de las pupas (Christenson y Foote, 1960).

Estos organismos son muy dinámicos, con un poder de adaptación extraordinario, que han encontrado en los huertos frutícolas las condiciones óptimas para su desarrollo y multiplicación masiva. De acuerdo con las exigencias del medio ambiente, se desplazan entre un hospedero y otro (Hernández-Ortiz, 1992). En los trópicos completan de esta manera hasta más de 10 generaciones al año, manteniendo niveles de población elevados (Aluja, 1999).

Cuando un hospedante preferido desaparece migran a otro que les permite completar una nueva generación. A veces infestan simultáneamente tres o cuatro hospedantes cuando estos coinciden en su época de fructificación. Aun así, algunas especies se caracterizan por preferir cierto tipo de fruto o familia de estos (Gutiérrez, 1976). Frecuentemente amplían su rango de hospedantes (planta en la que pueden completar su ciclo de vida) y sufren procesos de especiación. Cuando son introducidas en un lugar nuevo, amplían poco a poco el número de especies frutales infestadas (Aluja, 1993).

Los adultos son abundantes después de periodos secos porque las primeras lluvias estimulan la emergencia; de igual forma, los períodos secos afectan la fecundidad debido a la baja humedad relativa en el ambiente (Bateman, 1972).

La baja humedad en los suelos provoca la pérdida de individuos, debido a que no hay un desarrollo completo en la pupa, dando origen a individuos deformes o a la muerte de los mismos en la emergencia; una elevada humedad en el suelo, causa una baja viabilidad de las pupas y la muerte de las mismas (Baker et al., 1944). Debido a lo anterior los tefrítidos son raramente encontrados en lugares extremadamente secos. La temperatura incide en la velocidad de desarrollo, mortalidad y fecundidad, por lo tanto es de gran importancia para la regulación de los procesos poblacionales, y la sincronización con los cambios medioambientales (Christenson y Foote, 1960).

El factor determinante para la regulación de la duración del ciclo de vida es la temperatura, y de esta depende el número de generaciones por año. En general, los tefrítidos se desarrollan entre 10 °C y 30 °C. La fecundidad también se ve afectada, por la temperatura, encontrándose la máxima producción de huevos entre 25 °C y 30 °C, y la oviposición entre 9 °C y 16 °C en muchas especies (Fletcher y Kapatós, 1983).

Los adultos son los más resistentes, en la mayoría de las especies, y soportan altas o bajas temperaturas. En algunas especies tropicales durante el invierno es normal el agrupamiento de adultos en el follaje de árboles que proveen refugio y alimento. La luz influye en las actividades de alimentación y oviposición especialmente de las hembras y es el factor más importante en la sincronización del comportamiento de cópula (Bateman, 1972).

2.2.1. COMPORTAMIENTO

El ciclo de vida de estos insectos corresponde a una metamorfosis de tipo completa u holometábola, pasando por cuatro estadios: huevo, larva, pupa y adulto; cada uno de los cuales posee características bien definidas, desarrollándose en diferentes medios (Aluja, 1993). El huevo y la larva, se desarrollan en la pulpa de la fruta; la pupa en el suelo y el adulto vuela libremente. La mayor parte de su ciclo de vida la pasan en estado inmaduro, cuando dañan a los frutos. El Cuadro 1 describe la variación que existe entre la duración del ciclo biológico para las especies de moscas de la fruta de importancia económica y cuarentenaria en el Perú.

Cuadro 1: Ciclo biológico de las moscas de la fruta.

Especie	Huevo (N° días)	Larva (N° días)	Pupa (N° días)	Fecundidad (N° huevos)	Generaciones por año
<i>C. capitata</i> *	2 - 7	6 - 11	9 - 15	300 - 800	12
<i>A. fraterculus</i> *	3	8	12	415 - 800	8 - 10
<i>A. striata</i>	1 - 4	10 - 25	10 - 15	100 - 800	4 - 8
<i>A. serpentina</i>	1 - 4	10 - 25	10 - 25	100 - 800	4 - 8
<i>A. obliqua</i>	1 - 4	10 - 25	20 - 25	100 - 800	4 - 8

* Laboratorio MOSCAFRUT (SENASA). La Molina - Perú.

FUENTE: Rodríguez et al. (1997).

Dependiendo de la duración del ciclo se da el número de generaciones por año; al respecto *Anastrepha fraterculus*, presenta de ocho a 10 generaciones en tanto que *Ceratitis capitata* puede llegar hasta 12 o más generaciones, según las condiciones de la localidad (Rodríguez et al., 1997).

Los huevos son depositados por las moscas hembras adultas en el interior de las frutas, generalmente en racimos desde unos pocos hasta algunas docenas; esto depende de cada especie y de la situación en la que ocurre la oviposición. Estos huevos pueden tardarse de dos a siete días en incubación para que las larvas salgan del corión. Las larvas se alimentan y desarrollan formando galerías en el sustrato de alimentación, dejando a su paso excrementos que ocasionan la descomposición de los frutos, lo cual generalmente provoca la caída prematura de los mismos. Después de mudar la piel, salen de las frutas realizando orificios con sus diminutas mandíbulas y se dejan caer al suelo, donde se introducen para pupar. Cuando las condiciones de clima son favorables, el adulto presiona el puparium, lo rompe y luego de estirar las patas y alas, sale a la superficie del suelo. Después de varias horas, cuando el exoesqueleto se encuentra perfectamente endurecido, vuela a las copas de los árboles e inicia sus actividades como adulto. Luego de emerger, el adulto inicia la búsqueda de alimento, ya que las hembras requieren nutrirse de sustancias proteínicas para madurar sus órganos sexuales. El alimento proteínico lo encuentran en la savia exudada del árbol, mielecillas secretadas por insectos, néctar de las flores, excremento de aves, entre otros. Cuando los huevos se hallan completamente maduros, la hembra busca el sustrato alimenticio adecuado (generalmente un fruto) para el desarrollo de las larvas. Una vez realizada la oviposición, la mosca arrastra su ovipositor alrededor

del lugar de postura, secretando una feromona llamada de marcaje, la que anuncia a sus congéneres y a otras especies que allí se encuentra una ovipostura. El adulto vive de uno a dos meses, según las condiciones ecológicas, aunque puede prolongar su vida hasta por 10 meses en zonas templadas y frías (Aluja, 2003).

Las moscas adultas, después de dos a cinco días de emergencia, alcanzan la madurez sexual y proceden a una serie de eventos para continuar con la reproducción de su especie. Los machos se concentran en algún punto referencial del árbol frutal, formando un agrupamiento de moscas conocidos como *leks* que danzan en forma rítmica, liberando una feromona sexual tratando de llamar la atención de las hembras que se encuentran en los alrededores del huerto (Rodríguez et al., 1997). La hembra elige un macho como pareja, apartándolo del grupo y procediendo al ritual de apareamiento; cerrando de esta manera su ciclo de desarrollo (IICA, 2000).

2.2.2. DAÑOS OCASIONADOS

Los daños directos consisten en la infestación de los frutos por las hembras, al barrenar el epicarpio o cáscara con su ovipositor, colocando de uno a 10 o más huevos por fruto. Cuando nacen las larvas se alimentan de la pulpa de los frutos perforando profundamente en ellos, provocando su caída prematura al infestar frutos pintones, o arruinando su valor comercial cuando los infestan maduros (Baker et al., 1944).

Los frutos infestados generalmente se reconocen por la presencia de puntos de color café y áreas de pudrición en la cáscara, así como por las galerías que hacen las larvas. Los síntomas del ataque difieren en cada especie de fruto (Christenson y Foote, 1960).

Para el comercio internacional de frutas y hortalizas frescas, esta plaga llegó a causar pérdidas de un 26 por ciento del valor bruto de la producción hortofrutícola, equivalente a US\$ 99 444 679 dólares estadounidenses, en el año 1994, debido a su restricción cuarentenaria (Rodríguez et al., 1997).

2.3. ANTECEDENTES EN EL PERÚ

Wille (1958) describe la introducción de *Ceratitis capitata* al Perú descubierta en una remesa de cítricos en el departamento de Huánuco en el año 1956, menciona que es casi seguro que la infestación del Perú se realizó desde Brasil pasando las moscas por la selva en frutales silvestres, hasta encontrar las plantaciones de cítricos en Huánuco. Luego se desplazó lentamente hacia la costa; desde aquella época se han buscado y encontrado más moscas del mediterráneo en Huánuco y otros sitios de la costa: Santa Eulalia, Lima y La Molina, y en los valles de Ica, Chancay y Huaral (Gamero, 1958). En la actualidad la mosca del mediterráneo está ampliamente dispersa en todos los ecosistemas agrícolas de cultivo de frutales en costa, sierra y selva, situación que ha llevado a desarrollar diversas estrategias de manejo fitosanitario hasta la erradicación liderada por el SENASA.

El estudio del género *Anastrepha* en el Perú se inició con los trabajos de Wille (1935), según lo indica Torres et al. (1967) en su publicación, quien menciona las especies que se encuentran en el país. Luego Korytkowski y Ojeda (1968) realizaron observaciones sobre estas especies registradas para la zona noreste del Perú. Sin embargo, el trabajo citado adolece de errores de interpretación e identificación de algunas especies citadas para el país, pues exámenes posteriores del material utilizado en este trabajo permitieron verificar que se trataba de especímenes procedentes de Brasil, reetiquetados por estudiantes (Korytkowski, 2001).

Las especies del género *Anastrepha* se distribuyen a lo largo de las tres regiones naturales, en plantaciones comerciales o silvestres, desde el nivel del mar hasta unos 2 600 m de altura, donde las temperaturas fluctúan entre los 12 y 32 °C (IICA, 2000).

Lobos (1997) menciona a 44 especies del género *Anastrepha* para el Perú en un estudio realizado para todo América del Sur, sin embargo, desde la publicación de Korytkowski (2001) se ha reconocido formalmente a 34 especies de este género como presentes en territorio peruano, con material de referencia altamente confiable y ubicadas en su posición más aceptada.

Existen posteriores trabajos sobre la dinámica de estos insectos, es así que, en el valle de Chancay y Huaral se registró la presencia de *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus* y *Anastrepha distincta* en observaciones realizadas durante tres años (Mendoza, 2003). Un estudio similar en los departamentos de Ica y Piura identificaron siete especies de moscas de la fruta, de los cuales *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus* y *Anastrepha distincta* eran las especies en común para estos departamentos. En Ica se encontró exclusivamente a *Anastrepha serpentina*, mientras que en Piura se registró a *Anastrepha chichlayae*, *Anastrepha obliqua* y *Anastrepha striata* (Nolasco y Iannacone, 2008). De esta manera se comprueba la distribución de estas especies a lo largo de la costa peruana.

Por otro lado, Gil (2003) registra para el noreste del país a 19 especies de moscas del género *Anastrepha*, de las cuales: *Anastrepha flavipennis*, *Anastrepha hamata*, *Anastrepha macrura*, *Anastrepha mucronota*, *Anastrepha ornata*, *Anastrepha pseudoparalella* y *Anastrepha zernyi*, se constituyen en primeros registros para la zona de Tingo María (Huánuco); mientras que *Anastrepha flavipennis*, *Anastrepha hamata*, *Anastrepha macrura* y *Anastrepha zernyi*, se constituyen en primeros registros para el Perú.

La autoridad nacional encargada de proteger y mejorar la sanidad agraria del país es el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), quien inicia su proyecto de erradicación de las moscas de la fruta en el año 1998. Recién en el año 2003 logra erradicar el género *Anastrepha* de los departamentos de Tacna y Moquegua, dos años después declara los mismos departamentos como libres de *Ceratitis capitata*, esta última especie logra ser erradicada de Sayán (valle de Huaura) al siguiente año. En el año 2009 declaran área libre de moscas de la fruta los departamentos de Arequipa y el sur de Ica; y erradican *Ceratitis capitata* en Olmos perteneciente al departamento de Lambayeque (SENASA, 2011).

Uno de los últimos estudios realizados por el SENASA demostraron que la palta Hass del Perú con madurez comercial no es hospedante adecuado de *Anastrepha striata*, *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata*. En base a estos resultados, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América (USDA) publicó dos normas finales

concluyendo que la palta Hass peruana no es una vía de ingreso para *Anastrepha striata*, y que la palta Hass con madurez comercial es un no hospedante condicional de *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata* (Liquido et al., 2011).

2.4. HOSPEDANTES EN EL PERÚ

El estudio de hospedantes es fundamental para conocer el rango de especies vegetales que atacan las diferentes especies de moscas de la fruta, en especial de aquellas especies de importancia económica (Aluja, 1993). Esta información apoya a la toma de decisiones y aplicación de las medidas de manejo y control de la plaga. En el Perú, desde 1968 se ha profundizado en el conocimiento de los hospedantes de las especies de moscas de la fruta, hasta hoy registrados, principalmente en la región del litoral y valles interandinos, y en determinados sitios de la región amazónica (Korytkowski y Ojeda, 1968). En el Anexo 1 se citan los hospedantes y lugar de colecta de 34 especies del género *Anastrepha*, moscas de la fruta presentes en el Perú, cuya información es tomada de Korytkowski (2001).

De acuerdo a Liquido et al. (1998) se ha registrado a 374 especies vegetales como hospedantes de *Ceratitis capitata* o potenciales hospedantes basados en la mera apariencia en algunas listas de especies vegetales. Dada la diversidad de criterios empleados en la elaboración de una lista de hospedantes, estos deberían ser confirmados siguiendo un criterio estándar, sustentados en la ocurrencia real de infestación bajo condiciones de campo (Aluja, 1999).

Hasta el año 2000, en el Perú se han registrado como hospedantes de moscas de la fruta a 48 especies vegetales, representadas por 21 familias botánicas. Las familias más importantes que registran especies hospederas son: Rutaceae, Rosaceae y Solanaceae, con 9, 6 y 5 especies cada una respectivamente (Anexo 2).

2.4.1. FENOLOGÍA DE LOS HOSPEDANTES

El estudio de los hospedantes debe incluir la fenología de las especies vegetales en las diferentes regiones geográficas, en consideración a su variación por efecto de las condiciones climáticas y agroecológicas particulares (Aluja, 1993).

La fenología debe determinarse para las especies frutales de importancia económica en fundos comerciales y pequeños huertos, así como de las especies silvestres. También es útil hacer un seguimiento por variedades, debido a diferencias en la época de maduración, en especial entre las de exportación y las de consumo local (Liquido et al., 1991).

La información generada, debe ser graficada de manera simultánea para determinar el traslape y la sucesión de hospedantes, lo cual apoya a la determinación de los momentos de muestreo de frutos y aplicación de medidas de control, considerando el grado de madurez y la susceptibilidad de los frutos al ataque de la plaga (SENASA, 2007).

Los estudios también deben incluir correlaciones con los fenómenos climáticos, especialmente con la temperatura, precipitación y la humedad ambiental y del suelo (Bateman, 1972). La Figura 1 muestra la fenología parcial de los principales cultivos frutales manejados por el Programa de Frutales perteneciente a la UNALM.

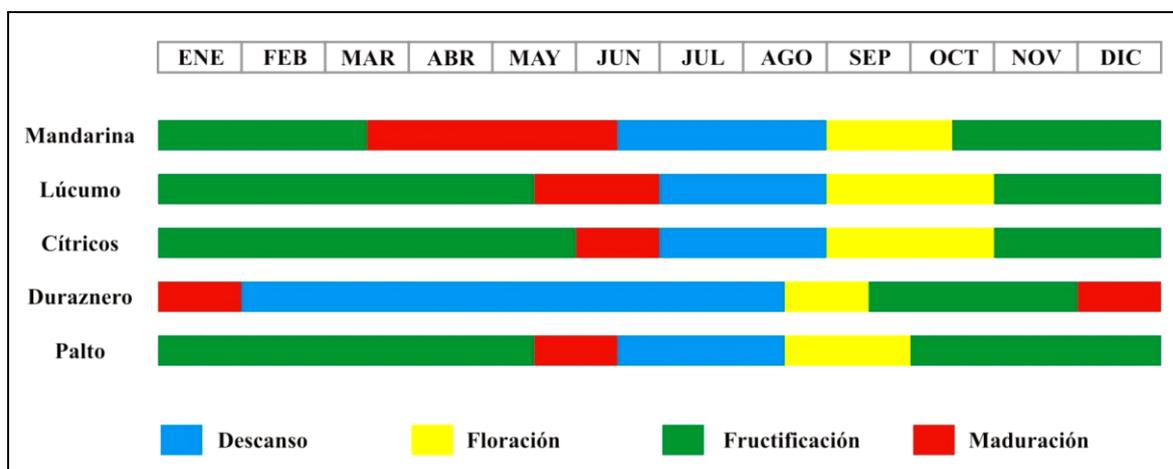


Figura 1: Fenología parcial de los frutales en la UNALM, 2011.

FUENTE: Datos proporcionados por el Programa de Frutales - UNALM.

2.5. DINÁMICA DE POBLACIONES

La dinámica de poblaciones es el estudio de los cambios que sufren las comunidades biológicas así como los factores y mecanismos que los regulan (Vargas y Rodríguez, 2008). En la naturaleza las poblaciones de insectos no mantienen una densidad constante sino que, con el transcurso del tiempo, presentan fluctuaciones más o menos marcadas en que se alternan altas y bajas densidades. Estas fluctuaciones suelen estar asociadas con las variaciones estacionales, con la acción de los enemigos naturales y con la relativa disponibilidad de alimentos (Cisneros, 1995).

En el valle de Huánuco, Cuculiza y Torres (1975) determinaron que *Anastrepha fraterculus* era la especie más abundante, encontrándose conjuntamente con *Ceratitis capitata* en plantas de guayabo, naranjo dulce y chirimoyo; mientras que *Anastrepha distincta* solamente se halló en plantas de paca. Las mayores poblaciones de las tres especies se registraron durante el periodo de mayor precipitación pluvial, entre octubre y marzo.

Mendoza (2003) para el valle de Chancay - Huaral, determinó que la especie más abundante fue *Ceratitis capitata*, la mayores ocurrencias poblacionales de esta plaga se encontraron durante los meses de abril y mayo, cuyos principales hospedantes fueron el melocotón y la mandarina.

Tejada (1999) señala que el MTD mensual para las especies del género *Anastrepha* capturadas en trampas McPhail instaladas en el valle de Cañete, alcanzó su pico más alto en el mes de marzo con un valor de 0.38, a partir del cual se observó un descenso marcado en abril llegando hasta 0.04, hasta alcanzar niveles muy bajos en octubre con 0.009.

Para llevar con éxito un programa de manejo integrado de moscas de la frutas y disminuir las poblaciones y pérdidas en la producción frutícola, se necesita conocer la fluctuación estacional de especies de mayor impacto comercial. Una de las principales actividades de detección de moscas adultas es la utilización de trampas cebadas con atrayentes sexuales o alimenticios (SENASA, 2007).

Para el cálculo de la densidad de poblaciones de moscas de la fruta en campo, se utiliza el índice técnico de moscas/trampa/día (MTD). El MTD, para cada especie de moscas de la fruta, es la unidad reconocida en trabajos de fluctuación del número de adultos en un área y tiempo determinado (Aluja, 1993).

La evaluación según el Sistema Nacional de Vigilancia de Moscas de la Fruta del SENASA, se inicia recogiendo información sobre la presencia o ausencia de una o más especies de moscas de la fruta en un espacio y tiempo determinado. Los procedimientos utilizados para la vigilancia de las moscas de la fruta son el trapeo y el muestreo de frutos.

El empleo de trampas con atrayentes es utilizado para conocer las especies de moscas de la fruta existentes en una zona, determinar los límites de un área que se encuentra infestada o libre de la plaga y para establecer la fluctuación estacional de poblaciones de moscas de la fruta. Actualmente el SENASA utiliza trampas tipo Jackson con Trimedlure (atractivo sexual) para el monitoreo de moscas macho de *Ceratitis capitata*, y trampas tipo McPhail con Proteína Hidrolizada (atractivo alimenticio) para el monitoreo de especies del género *Anastrepha*. El muestreo de frutos es un procedimiento utilizado para el seguimiento a los estados inmaduros de las moscas de la fruta, mediante la recolección y evaluación de frutos. El muestreo va a permitir conocer los hospedantes primarios, secundarios y ocasionales de las moscas de la fruta, y el grado de diseminación de la plaga, así como la fenología y distribución de sus hospedantes en un área determinada (SENASA, 2007).

2.6. DIVERSIDAD DE ESPECIES

El Perú es un país de extraordinaria variedad de recursos vivos y ecosistemas, que hoy se conocen como diversidad biológica o biodiversidad (Brack, 2000). Según Swingland (2001) citado por Mayer (2006) señala que la biodiversidad no tiene un acuerdo universal sobre su definición, y con frecuencia se redefinen en cada caso, de acuerdo con el contexto y el propósito del autor.

En general, se acepta que la biodiversidad es mucho más que un simple listado de especies; viene a ser, el número de especies que están presentes en un área determinada y sus abundancias relativas. Esta riqueza de especies ha sido estudiada tan solo en parte, y prueba de ello es que cada vez que hay un inventario en nuevas zonas se descubren nuevas especies (Moreno, 2001).

Los cambios en las medidas de diversidad son considerados un indicador del mejor o peor funcionamiento del ecosistema, de allí que el empleo de índices de diversidad se ha extendido entre los ecólogos, como consecuencia de la preocupación por la conservación del medio ambiente (Magurran, 1988).

La diversidad de especies, a su vez se constituye en distintos niveles, al estudiarla en el contexto del espacio o tiempo; Whittaker (1972) distingue las diversidades alfa y beta, cada una asociada a distintas escalas espaciales. La diversidad alfa se refiere a la riqueza de especies en una comunidad concreta, a nivel de hábitat, y la diversidad beta mide el reemplazo de especies entre comunidades distintas, pero en un mismo paisaje.

Los trabajos de Torres et al. (1967) son pioneros en el estudio de diversidad de especies del género *Anastrepha*. Con el fin de hallar su distribución y abundancia relativa en Lambayeque y Piura, ellos registraron hasta 8 especies de las cuales: *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha distincta*, *Anastrepha chichlayae*, *Anastrepha grandis* son especies de importancia agrícola. Además, *Anastrepha townsendi*, *Anastrepha sylvicola*, *Anastrepha acidusa* y una especie no identificada, fueron indicadas como especies no registradas para el Perú. Por otra parte, mencionan que *Ceratitis capitata* presenta muy baja población tanto en Lambayeque como en Piura.

Diez años más tarde Herrera y Viñas (1977) registraron 10 especies del género *Anastrepha* en cultivos de mango en la zona de Chulucanas (Piura): *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha distictta*, *Anastrepha mombinpraeoptans*, *Anastrepha chichlayae*, *Anastrepha striata*, *Anastrepha suspensa*, *Anastrepha correntina*, *Anastrepha grandis*, *Anastrepha extensa* y *Anastrepha teli*; esta última se citó por primera vez para el Perú.

Señalaron a *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha distincta* y *Ceratitis capitata* como las especies de mayor importancia económica por su densidad de población.

2.6.1. DIVERSIDAD ALFA

La diversidad alfa se trata de la diversidad dentro de las comunidades, y esta diversidad se entiende a dos niveles: riqueza específica y estructura de la comunidad (Moreno, 2001).

a. Riqueza específica

La riqueza específica es el análisis cuantitativo más sencillo de medir en estudios de diversidad, pues representa el total de especies presentes en una determinada área geográfica, sin tener en cuenta el peso de cada especie en la misma (Magurran, 2004). Otro indicador usado es el índice de Margalef, que transforma el número de especies por muestra, a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Moreno, 2001). Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos (Magurran, 1988). Con este índice se pretende compensar los efectos derivados del tamaño de muestreo (Magurran, 2004).

El número de especies en una muestra se puede calcular con los estimadores del valor asintótico de riqueza. Los estimadores no paramétricos: ICE, ACE, Chao 1, Chao 2, Jacknife de primer orden, Jacknife de segundo orden y Bootstrap, se basan en la distribución de las especies raras de la muestra, de tal forma que, cuanto mayor sea el número de especies raras de la muestra, más especies se espera que falten para completar el muestreo (Gotelli y Colwell, 2001). Con los estimadores se pueden graficar las curvas de acumulación de especies, relacionando el número acumulado de especies con el número de muestras, a modo de reflejar la tasa de aparición de especies nuevas en el muestreo (Moreno, 2001).

Las curvas de acumulación proveen de herramientas para estudios de conservación y biodiversidad, asimismo permiten planificar diseños para protocolos de muestreo

(Soberón y Llorente, 1993). La aplicación de los modelos de curvas de acumulación es altamente recomendada para realizar la comparación de diversidad de especies de diferentes comunidades, o áreas con diferente grado de perturbación (Moreno y Halffter, 2000). Es recomendada para estudios en sitios de áreas extensas y para protocolos en los que cuanto más tiempo se pasa en campo, mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies al inventario (Jiménez-Velarde y Hortal, 2003).

En general, el muestreo se considerará completo cuando la curva haya alcanzado una asíntota, es decir, cuando ya no aparezcan nuevas especies en el muestreo; la cual se entiende como una estimación del número total de especies del hábitat en estudio (Magurran, 2004). Considerando el número de individuos registrados como unidad de esfuerzo, las estimaciones de la riqueza asíntótica se hacen estables a partir de proporciones superiores al 70 por ciento, porcentaje al que podría considerarse que el esfuerzo de muestreo fue adecuado (Jiménez-Velarde y Hortal, 2003). Es importante calcular las curvas de acumulación en un muestreo, pues no pueden compararse riquezas de distintas áreas si los muestreos no se han completado o, al menos, no se encuentran en situaciones similares respecto a la asíntota (Moreno y Halffter, 2000).

b. Estructura de la comunidad

Se refieren a la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie. Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la equidad o en la dominancia de la comunidad (Moreno, 2001). Son dos los índices más usados: el índice de equidad de Shannon-Wiener y el índice de dominancia de Simpson.

El índice de equidad de Shannon-Wiener mide el grado de incertidumbre en la obtención de individuos de diferentes especies y considera los valores de riqueza y equidad dentro de la comunidad evaluada (Moreno, 2001). Este índice ha sido señalado como de poca utilidad (Magurran, 1988), sin embargo es utilizado frecuentemente en estudios de diversidad, por lo que su presentación se consideró como necesaria con fines comparativos, teniendo siempre en cuenta el esfuerzo de muestreo realizado. El índice de Shannon-

Wiener está muy influenciado por las especies más dominantes, por lo que no se aconseja en grupos donde la proporción de especies raras es grande (Moreno, 2001).

Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 2004).

2.6.2. DIVERSIDAD BETA

La diversidad beta mide las similitudes o diferencias entre varios hábitats, en función de las similitudes o diferencias en sus composiciones de especies (Magurran, 1988); aquel hábitat que aporte menos especies será el de diversidad beta más alta. Podemos hablar de distintos tipos de índices en función de si se basan en la similitud/disimilitud entre muestras o en el reemplazo de especies entre hábitats (Moreno, 2001).

Los índices de similitud y disimilitud muestran el grado de semejanza entre dos muestras en función de las especies que comparten. Pueden calcularse con datos cualitativos (presencia/ausencia) o con datos cuantitativos. Los que utilizan datos cualitativos son de fácil aplicación, pero sin tener en cuenta las abundancias de cada especie: todas las especies, tanto si son raras como abundantes, tienen el mismo peso. En el caso de los índices con datos cuantitativos sí se tienen en cuenta las abundancias de cada especie; de allí que, este tipo de índices son los más ampliamente utilizados para el cálculo de la similitud entre hábitats (cultivos) estudiados. Los indicadores mayormente utilizados son el índice de Jaccard y el índice de Sorenson, que se comporta de manera similar al primero, variando de cero a uno (Moreno, 2001).

2.7. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

La identificación correcta de una especie es el primer paso en el manejo y erradicación científica de una plaga, proporciona un esquema de trabajo al cual se debe influir todo el conocimiento disponible; este esquema permite generalizaciones útiles hasta el grado en que la clasificación refleje las relaciones genéticas, facilite la predicción de sus poblaciones y su erradicación final (Aluja, 1993). A continuación, se hace una descripción detallada y resumida de las especies, en base a Hernández-Ortiz (1992) y Aluja (1993):

a. *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)

Es una mosca que posee un típico y característico diseño de marcas en las alas y scutum; tiene el tamaño de un tercio menor a la mosca casera, de color café, casi negro y con marcas de color marfil con negro brillante en la parte dorsal del tórax. Escutelo negro con una banda marfil ondulada cerca de la base. Alas anchas y cortas, transparentes; con manchas en la parte basal, y bandas en las partes basal y apical; de color café amarillento, blanco y negro.

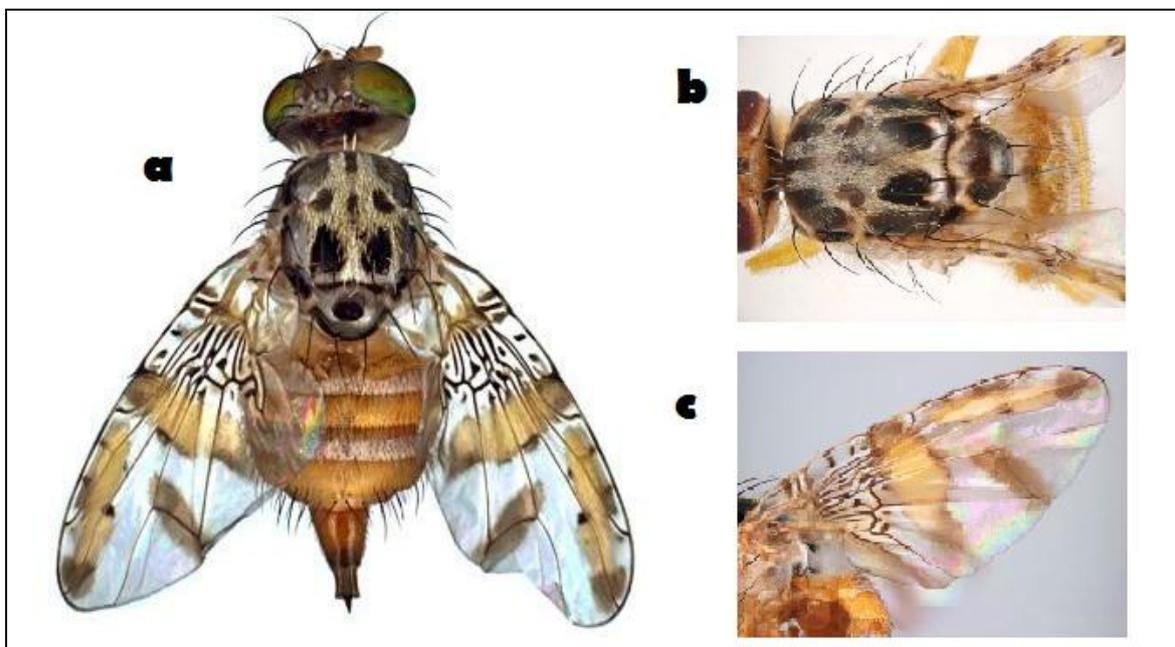


Figura 2: *Ceratitis capitata* Wiedemann. Hembra adulta (a), Tórax (b), Vista del ala (c).

FUENTE: López et al. (2010).

b. *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830)

Es de tamaño pequeño a mediano, tórax con el escutelo color amarillo brillante, metanoto con dos franjas negras longitudinales, macha negra normalmente circular en el centro de la sutura escuto-escutelar, aunque puede ser triangular o infuscada. Alas con bandas amarillo-naranja marrón. Bandas “C” y en “S” amplia o estrechamente unidas en la vena “R₄₊₅” y la banda “V” generalmente separada de la banda “S”.

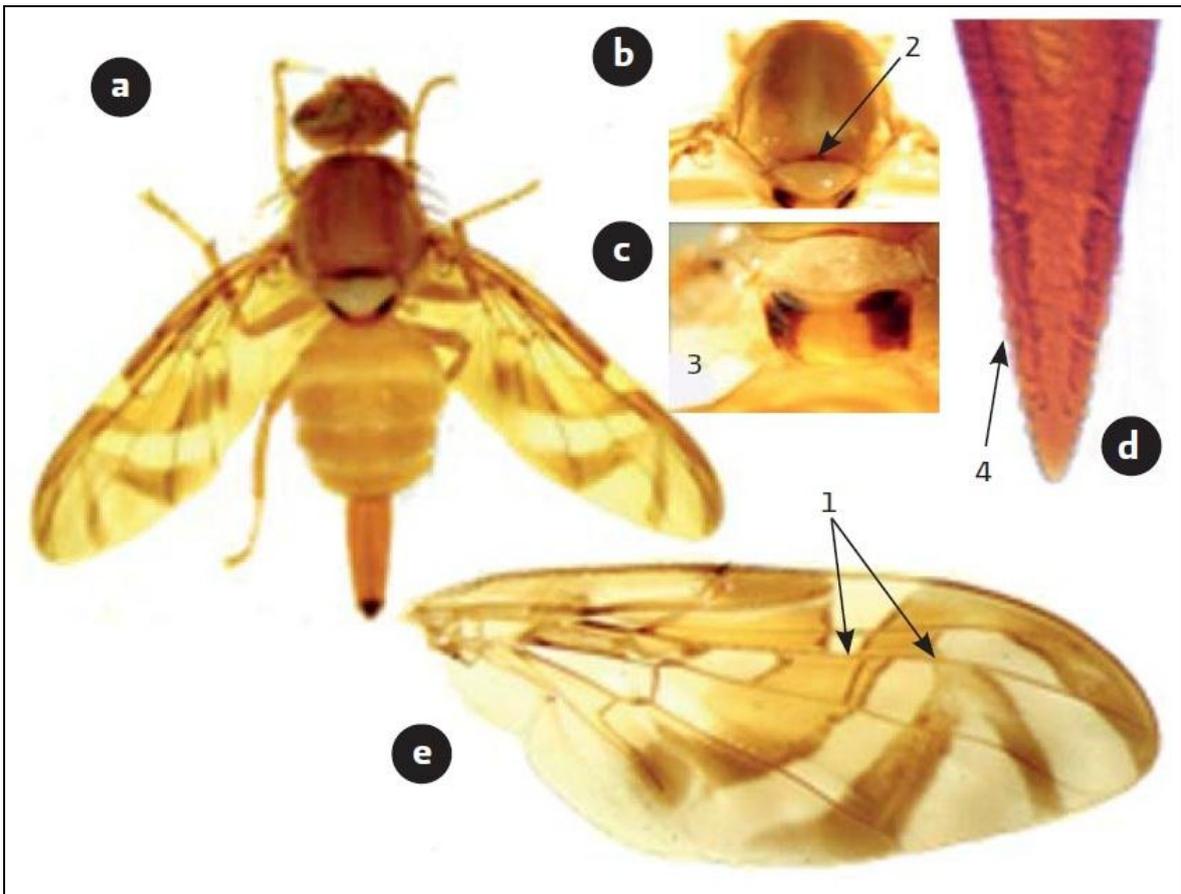


Figura 3: *Anastrepha fraterculus* Wiedemann. Hembra adulta (a), Tórax (b), Subescutelo y medioterguito (c), Punta del ovipositor (d), Vista general del ala (e).

* Bandas “C” y “S” siempre conectadas, bandas “S” y “V” conectadas pero en ocasiones ligeramente separadas (1). Sutura escuto-escutelar con mancha generalmente presente en el centro, pero en ocasiones muy débil (2). Subescutelo con una mancha a cada lado que se extiende al medioterguito (3). Ovipositor de 1.60 a 1.80 mm, con escasos dientes anchos y puntas redondeadas (4).

FUENTE: López et al. (2010).

c. *Anastrepha distincta* (Greene, 1934)

Es una especie de tamaño mediano, tórax con la estría mesal claramente definida, con un punto generalmente infuscado en la parte media de la sutura scuto-scutelar. Alas con las tres bandas bien definidas, bandas Costal y en “S” unidas pero no de manera tan amplia, banda en “V” con el vértice bien definido o a veces abierto.

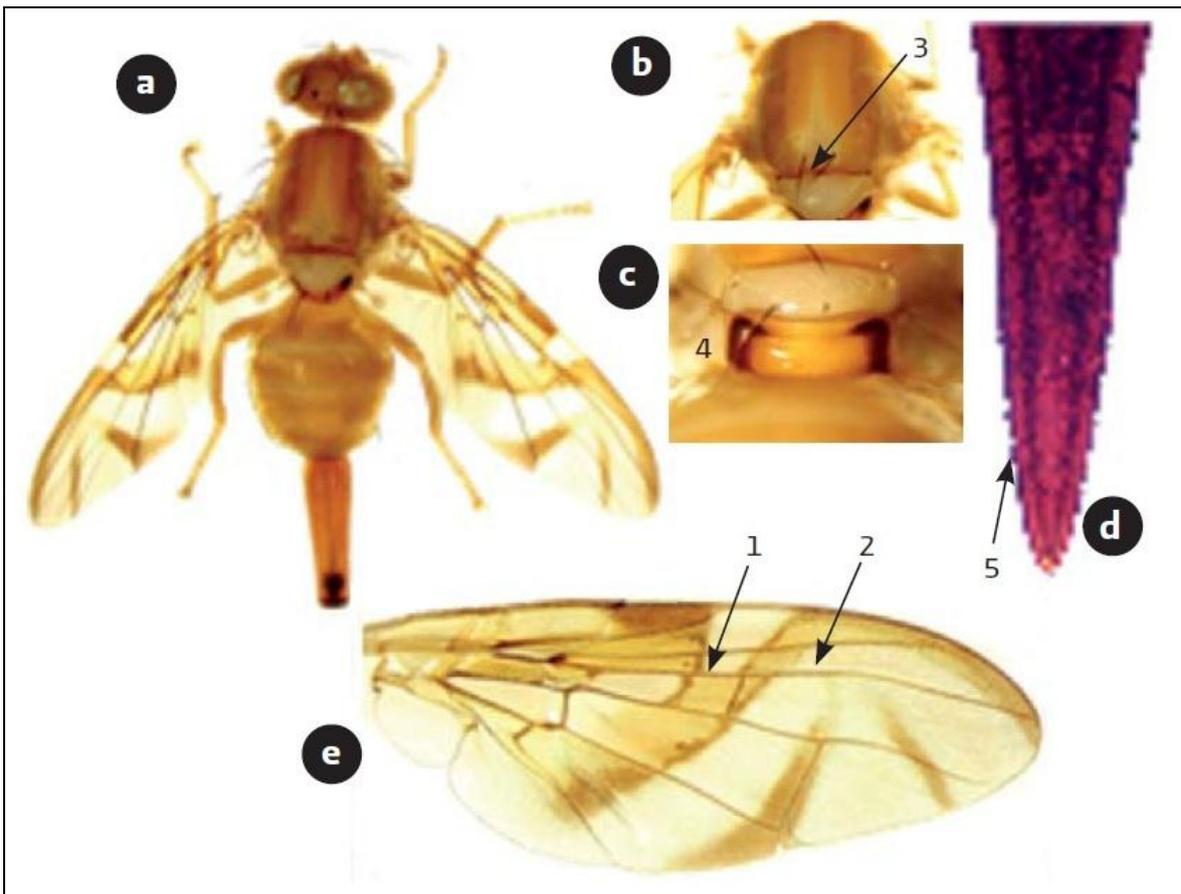


Figura 4: *Anastrepha distincta* Greene. Hembra adulta (a), Tórax (b), Subescutelo y medioterguito (c), Punta del ovipositor (d), Vista general del ala (e).

* Banda C y S ligeramente unidas (1). Bandas “S” y “V” poco separadas (2). Sutura escuto-escutelar con mancha oscura presente, pero en ocasiones débil (3). Subescutelo con manchas negruzcas a cada lado, en ocasiones delgadas y extendiéndose al medioterguito (4). Ovipositor de 2.3 a 2.7 mm., delgado con dientecillos redondeados (5).

FUENTE: López et al. (2010).

d. *Anastrepha serpentina* (Wiedemann, 1830)

De tamaño mediano a grande, tórax de color café oscuro; en el mesonoto se ven unas bandas en forma de “U” con una interrupción a la altura de la sutura transversal y con otra banda más angosta a cada lado de los brazos de la banda en “U”, de color oscuro y en posición lateral al mesonoto. Las bandas en “S” y costal delgadas, las áreas hialinas a cada lado de ellas rara vez se tocan en la vena “R₄₊₅”, la banda en “V” incompleta, sólo presenta el brazo interno que es delgado y separado de la banda en “S”; manchas amarillentas en el dorso de los segmentos abdominales que en conjunto forman una especie de “T”.

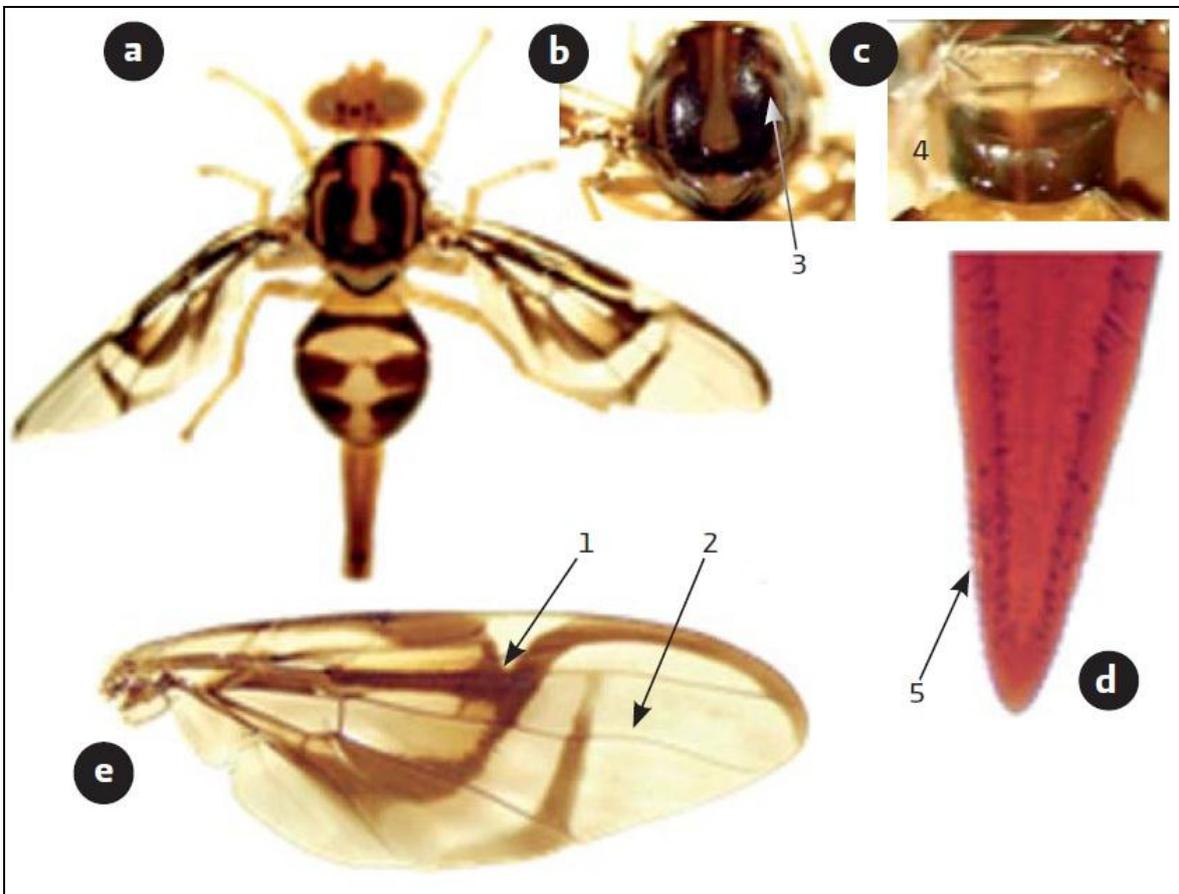


Figura 5: *Anastrepha serpentina* Wiedemann. Hembra adulta (a), Tórax (b), Subescutelo y medioterguito (c), Punta del ovipositor (d), Vista general del ala (e).

* Bandas “C” y “S” conectadas; Bandas “S” y “V” siempre separadas (1). Brazo distal ausente (2). Tórax con franjas oscuras ocupando gran parte del mismo (3). Subescutelo y medioterguito de color negro (4). Ovipositor de 2.90 a 3.30 mm, con pocos dientecillos (5). FUENTE: López et al. (2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

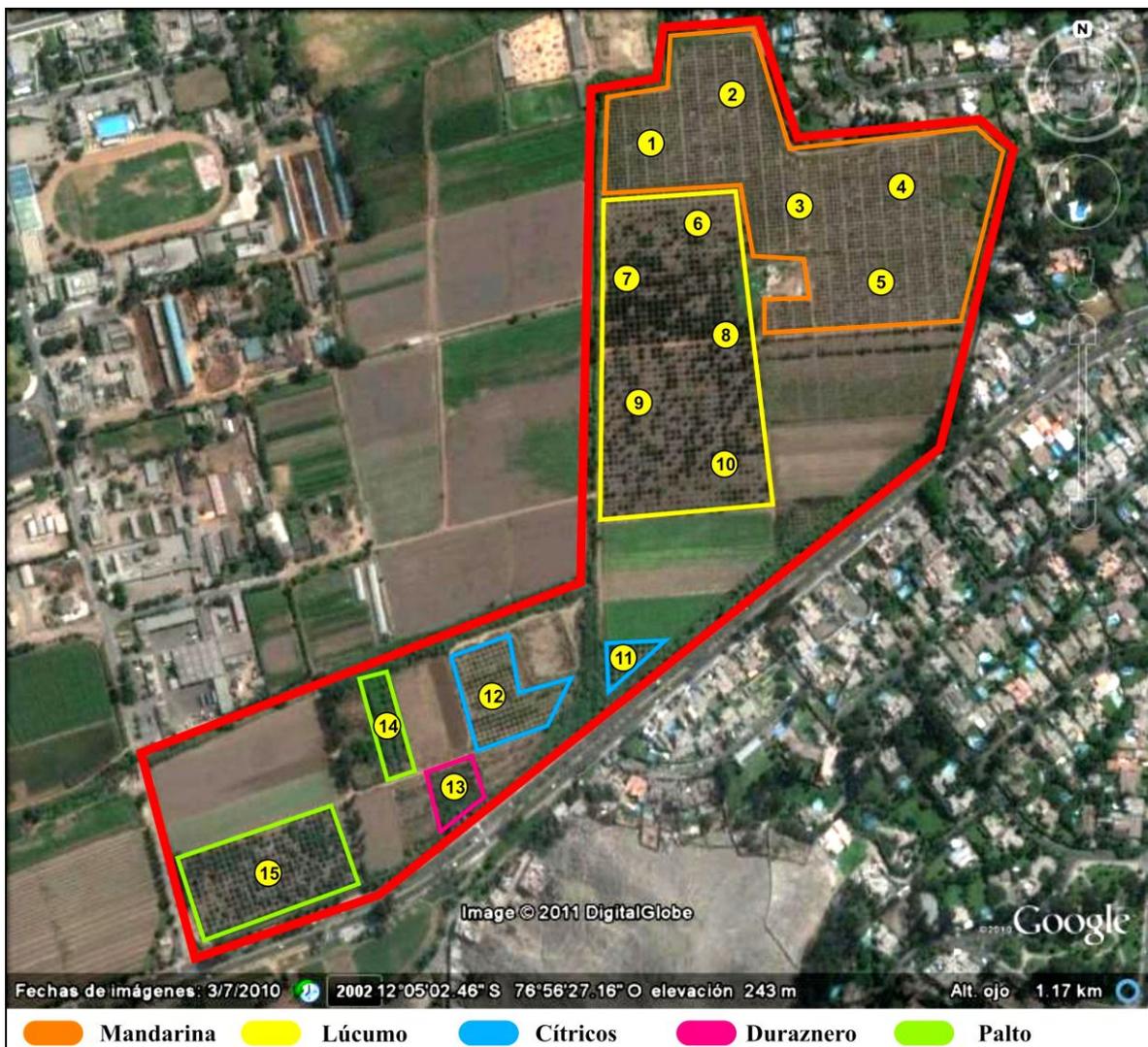


Figura 6: Croquis y ubicación de las trampas en los campos frutales de la UNALM.

FUENTE: Google Earth (2010).

La investigación se desarrolló en el huerto del Programa de Investigación y Proyección Social en Frutales, conocido como Programa de Frutales, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, distrito de La Molina, provincia de Lima, Perú. Geográficamente está ubicado a 12°04'58" latitud Sur y 76°56'44" longitud Oeste, con una elevación de 242 msnm.

Para el cumplimiento de los objetivos de la tesis, se tomó en consideración la superficie frutícola existente, a fin de cubrir toda el área del huerto de frutales; las trampas McPhail fueron instaladas a la densidad de una trampa por hectárea (Rodríguez et al., 1997). El Programa de Frutales maneja aproximadamente 15 hectáreas cuyos principales cultivos son: mandarina (variedad Satsuma), lúcumo, palto, duraznero y una colección de cítricos, entre otros (Figura 6)

3.1.2. INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA

Los datos meteorológicos semanales de temperatura, humedad relativa y precipitación, fueron obtenidos de la Estación Meteorológica "Alexander Von Humbolt" de la Universidad Nacional Agraria La Molina, esta estación forma parte de la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas del Perú y clasificado dentro de la categoría de Meteorológica Agrícola Principal (MAP), bajo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

La estación se encuentra ubicada dentro de la misma huerta donde se realizó el estudio; no obstante, las características topográficas del terreno y las condiciones climáticas son muy uniformes para este agroecosistema.

El clima en general, para el distrito de La Molina, es seco y cálido, presenta temperaturas mínimas mensuales promedio de 16.2 °C y máximas de 22.5 °C, abundante sol y vientos moderados debido a los cerros de mediana altitud, una humedad relativa promedio anual de 81 por ciento y una precipitación total anual de 10 mm.

Durante el periodo de captura, la revisión de las trampas se realizó los días viernes, es por esta razón que los datos de las variables climáticas se muestran en promedios semanales para los siete días antes del viernes, día de evaluación de las trampas de captura (Anexo 3).

3.2. SISTEMA DE EVALUACIÓN (TRAMPEO)

Para la implementación del sistema de monitoreo de moscas de la fruta, se tomó en consideración los criterios que forman parte de los componentes de un programa de control de la mosca de la fruta, a través de la utilización de trampas y atrayentes de acuerdo con la especie a monitorear, para realizar un seguimiento en cuanto a magnitud y duración de la infestación, número relativo de adultos, extensión de áreas infestadas y avance de la plaga (SENASA, 2007).

3.2.1. TIPO DE TRAMPA UTILIZADA

Para el establecimiento del sistema de detección se utilizó trampas tipo McPhail de plástico, invaginado en la base de color amarillo y con tapa transparente; las mismas que fueron instaladas en todo el campo experimental. Esta trampa tiene como principio la atracción alimenticia (proteína hidrolizada) que ejerce la mezcla sobre moscas de la fruta de cualquier especie y principalmente de sexo femenino, teniendo un radio de acción de aproximadamente 500 m.

Las características físicas de la trampa son las siguientes:

- Material: Plástico de alta resistencia.
- Color: Base amarilla y parte superior transparente.
- Dimensiones: 19 cm de alto por 17 cm de diámetro medio por 11 cm diámetro inferior
- Material del gancho: Alambre galvanizado.



Figura 7: Trampa McPhail.

FUENTE: Elaboración propia.

3.2.2. SECTORIZACIÓN DEL HUERTO FRUTAL

Las trampas fueron ubicadas de acuerdo a una adecuada distribución del área del huerto manejado por el Programa de Frutales, siendo colocadas una trampa por hectárea en medio del sector a cubrir por esta trampa, en un árbol que presente las características idóneas (adecuada altura y follaje) para ser instaladas. En total se instalaron 15 trampas repartidas en toda el área, teniendo en cuenta la superficie respectiva de cada cultivo (Cuadro 2).

Cuadro 2: Distribución de trampas en el huerto frutícola.

Principales cultivos	Área en extensión (ha)	Cantidad de árboles	Cantidad de trampas instaladas	Numeración de la trampa
Mandarina	5.0	4166	5	1, 2, 3, 4, 5
Lúcumo	5.0	1388	5	6, 7, 8, 9, 10
Cítricos	0.9	254	2	11, 12
Duraznero	0.6	109	1	13
Palto	2.3	358	2	14, 15

FUENTE: Datos proporcionados por el Programa de Frutales - UNALM.

3.2.3. PREPARACIÓN DEL SUSTRATO ATRAYENTE

Las trampas McPhail, en su interior llevaron una mezcla de 250 mL de solución, compuesta por 240 mL de agua, 10 mL de proteína hidrolizada (Buminal) y dos gramos de bórax (tetraborato de sodio). La mezcla fue preparada en un balde limpio con la medida exacta de los compuestos (agua, proteína hidrolizada y bórax) para una cantidad de 3.8 L de mezcla, luego fue removida continuamente para uniformizar el compuesto. La trampa fue lavada antes de ser usada y recibada; se preparó el atrayente alimenticio y se colocó en el replegamiento interno de la trampa. Una vez cebada la trampa, se limpió la superficie externa para evitar residuos que reduzcan la efectividad de la trampa, ya que las moscas se alimentarían fuera de ella.



Figura 8: Proteína hidrolizada pura y disuelta utilizada en el trapeo.
FUENTE: Elaboración propia.



Figura 9: Limpieza de una trampa McPhail.
FUENTE: Elaboración propia.

3.2.4. INSTALACIÓN DE TRAMPAS

Las trampas fueron instaladas en el tercio medio del follaje y en un lugar donde la luz del sol no les llegue directamente y esté protegido del intemperismo y la lluvia, las trampas fueron marcadas con un código que identifique a la planta, el número de trampa y el lugar. Asimismo, se tomó en cuenta los siguientes procedimientos para la instalación de las trampas (SENASA, 2007):

- Las trampas deben ser instaladas en árboles que presenten una sombra adecuada; en este sentido, es preferible una planta hospedante o no hospedante, sin fruta pero con abundante follaje, o una planta con fruta pero con follaje disperso.
- Las trampas deben ser instaladas en la parte central de la copa del árbol, en un lugar que presente luminosidad, nunca a la luz directa del sol, ni a la oscuridad total.
- Las trampas deben ser colocadas de preferencia en el punto medio de las ramas más largas del árbol, de manera que esté protegida de los rayos solares durante todo el día y que no impida la circulación del viento.
- Las trampas deben ser instaladas de preferencia en plantas adultas, o en estado de fructificación, con una altura mayor de dos metros.
- Las trampas deben ser instaladas a una altura no mayor a la distancia del elevador telescópico, con el objetivo de evitar subir al árbol y provocar accidentes.

Durante el proceso de evaluación las plantas seleccionadas no fueron sometidas a ningún tipo de tratamientos fitosanitarios.



Figura 10: Trampa McPhail en un árbol.

FUENTE: Elaboración propia.

3.2.5. INTERVALO DE EVALUACIÓN

La revisión de las trampas fue efectuada los días viernes de cada semana, dejando las trampas durante un periodo de exposición de siete días en campo, tiempo que sirvió para hacer promedios semanales del índice de MTD y los datos meteorológicos. Cada dos semanas, además de la revisión de las trampas, se procedía a cambiar el cebo de atracción de las moscas por otro recién preparado, limpiando las trampas como ya se indicó anteriormente.

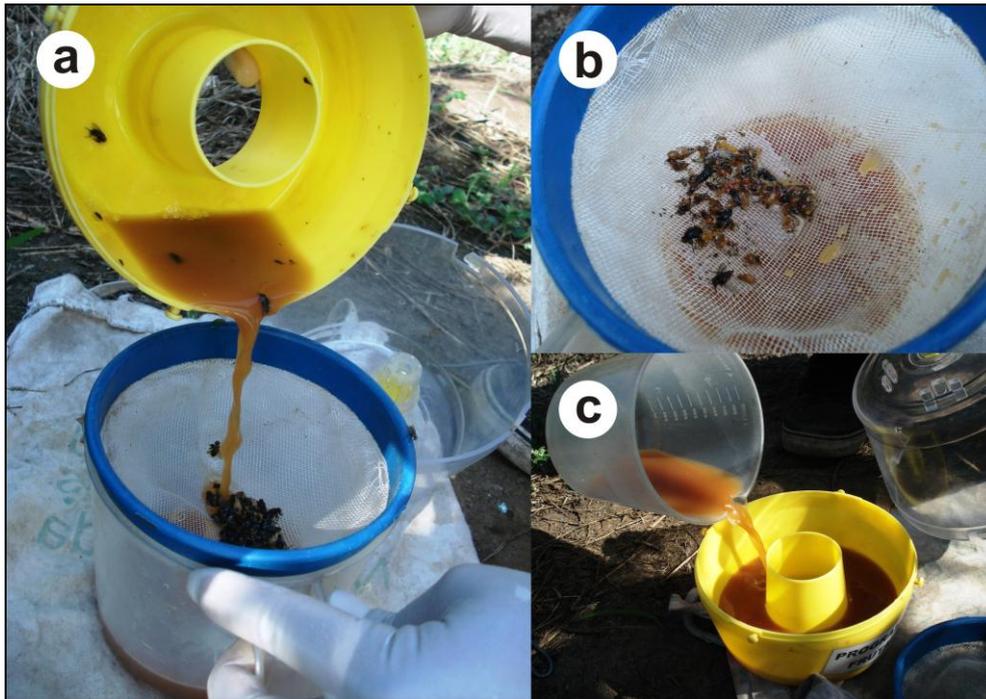


Figura 11: Evaluación de una trampa McPhail.

Colocado y recuperación del material (a), Material biológico (b), Recebado de trampa (c).

FUENTE: Elaboración propia.

3.2.6. CONSERVACIÓN DE ADULTOS DE MOSCAS DE LA FRUTA

Luego de revisar las trampas, se procedió a separar los especímenes de interés, seleccionando las especies *Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp., por cada trampa evaluada, registrando el número de trampa, sector ubicado y la fecha de colección. Luego las muestras colectadas en cada trampa fueron guardadas en frascos de polipropileno de 100 mL sumergidas en alcohol al 70 por ciento, para una buena conservación del material. Luego estas fueron trasladadas al laboratorio del Museo de Entomología “Klaus Raven Büller” de la Universidad Nacional Agraria La Molina, para su estudio a nivel específico.



Figura 12: Recolección de moscas para el conteo.

FUENTE: Elaboración propia.

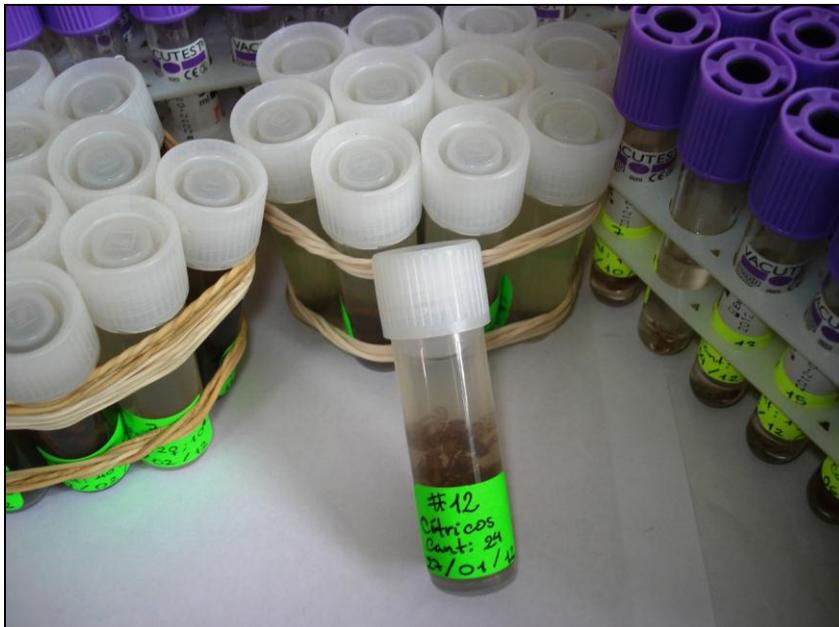


Figura 13: Conservación de moscas para su identificación.

FUENTE: Elaboración propia.

3.3. FLUCTUACIÓN ESTACIONAL

3.3.1. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

Una vez que el material de campo fue conducido al laboratorio, se procedió con la identificación de las especies de moscas de la fruta, separando las especies por su género; asimismo las moscas macho y hembra del género *Anastrepha*, fueron conservadas para su posterior identificación. Las especies de moscas del género *Anastrepha* capturadas, fueron identificadas con la ayuda de las llaves propuestas por Hernández-Ortiz (1992); cuando hubo complicaciones, se recurrió al “Manual de Identificación de Moscas de la Fruta”, propuesto por Korytkowski (1993).

Antes de la identificación de las especies, se procedió a separar los morfotipos de moscas *Anastrepha*, considerando caracteres externos como tamaño, coloración del cuerpo y alas, diseño de las bandas alares, manchas en el mediotergito y longitud del ovipositor. Estos dípteros fueron depositados en frascos crioviales de polipropileno con alcohol al 70 por ciento, y etiquetados según la especie predeterminada por sector y semana respectiva de captura.

Posteriormente se efectuó la identificación de las moscas de la fruta considerando las características morfométricas del aculeus, procediendo de la siguiente manera:

- Se tomaron al azar entre dos y cinco moscas hembra de cada morfotipo predeterminado por sector y por semana contenidas en los frascos, las que fueron trasvasadas a otros frascos con el mismo contenido de alcohol.
- Se procedió a realizar un corte en la base centro-ventral de la funda del ovipositor (séptimo segmento del abdomen) con la ayuda de una pinza y un bisturí, a fin de remover el tejido grasoso y proceder a empujar el ovipositor hacia fuera de esta funda.
- El ovipositor extraído fue sumergido en una solución con alcohol al 96 por ciento contenida en un frasco. Luego el frasco fue agitado por un minuto; la finalidad de este proceso fue eliminar el tejido grasoso del exterior del ovipositor y facilitar su

montaje. Posteriormente, el ovipositor fue trasladado a un frasco con alcohol al 70 por ciento donde se mantuvo a la espera del montaje.

- Para el montaje propiamente dicho, se procedió a lavar el ovipositor con alcohol al 70 por ciento; inmediatamente, se colocó una pequeña gota de bálsamo de Canadá sobre una lámina portaobjeto, luego se colocó el ovipositor por su parte dorsal sobre la gota de bálsamo (acomodándolo adecuadamente con un estilete y procurando que su cara ventral quede hacia arriba), la misma que pasó por el mechero de vidrio a fin de calentar y diluir ligeramente el bálsamo. Finalmente se colocó una laminilla sobre este preparado, evitando la formación de burbujas.
- Una vez finalizados los montajes, los portaobjetos fueron etiquetados y depositados en cajitas de micropreparados a temperatura de ambiente para su posterior análisis en un microscopio.
- Con la ayuda del micrométrico se registraron las siguientes medidas: longitud y ancho de la funda del ovipositor, longitud y ancho del ápice del aculeus, longitud del área denticulada o “serra” y ancho de la base de la “serra”.

Las especies de moscas de la fruta fueron determinadas por especialistas del Museo de Entomología “Klaus Raven Büller” de la Universidad Nacional Agraria La Molina.



Figura 14: Identificación de especies de moscas de la fruta.

FUENTE: Elaboración propia.

3.3.2. ÍNDICE MOSCAS TRAMPA DÍA (MTD)

Una vez contadas e identificadas las especies de moscas de la fruta, se procedió a realizar los cálculos respectivos del índice MTD; este se obtuvo dividiendo el número de moscas capturadas entre el resultado de la multiplicación del número de trampas revisadas por el promedio de días de exposición de estas trampas. Este índice de infestación se detalla a continuación:

$$\text{MTD} = M / T \times D$$

Donde:

- MTD: Moscas por trampa por día.
- M: Número total de moscas capturadas.
- T: Número de trampas revisadas.
- D: Número promedio de días de exposición de las trampas en campo.

Este índice permitió:

- Evaluar la abundancia de adultos de cada especie en un lugar determinado, para establecer una curva de fluctuación estacional de moscas de la fruta en un área determinada.
- Comparar la abundancia de moscas de la fruta en diferentes zonas y los factores naturales o artificiales involucrados.
- Monitorear el efecto de las mismas.

Con este índice se logró comparar los resultados obtenidos en las diferentes semanas de evaluación y ubicaciones, permitiendo hallar las fluctuaciones poblacionales de la mosca de la fruta capturadas en el periodo en que estuvieron expuestas las trampas.



Figura 15: Conteo de moscas de la fruta.

FUENTE: Elaboración propia.

3.3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Por las características de las observaciones, el presente trabajo de investigación no se adecuó a un diseño experimental específico, por lo tanto los datos se presentan en cuadros y curvas de ocurrencia de la plaga. Para el análisis estadístico, las poblaciones de mosca de la fruta determinadas semanalmente y expresadas en moscas totales por día (MTD), se promediaron y agruparon por semana al igual que la información climatológica, para el análisis de correlación lineal mediante la prueba de coeficiente de Pearson.

El coeficiente de Pearson es un índice que permite medir la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas (cantidad de individuos y temperatura o humedad). En el caso de estudiar dos variables aleatorias “x” e “y” sobre una población estadística; el coeficiente de Pearson se simboliza con la letra “ r_{xy} ”, siendo la expresión que permite calcularlo:

$$r_{xy} = \sigma_{xy} / (\sigma_x \times \sigma_y)$$

Donde:

- r_{xy} : Coeficiente de correlación de Pearson.
- σ_{xy} : Es la covarianza de (x,y).
- σ_x : Es la desviación típica de la variable x.
- σ_y : Es la desviación típica de la variable y.

El valor del índice de correlación varía en el intervalo [- 1, 1], según Miranda et al. (2011) este se interpreta de la siguiente manera:

- Si $r = 1$, existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.
- Si $0 < r < 1$, existe una correlación positiva.
- Si $r = 0$, no existe relación lineal. Pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes: pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables.
- Si $- 1 < r < 0$, existe una correlación negativa.
- Si $r = - 1$, existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

3.4. DIVERSIDAD DE ESPECIES

Se utilizaron varios índices para tratar de abarcar diferentes aspectos de la diversidad en el área de influencia; así como por obtener una visión más completa posible de la misma; por otra parte, el empleo de más de un índice permitirá comparar los resultados entre sí y con otros trabajos similares.

3.4.1. MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD ALFA

a. Determinación de la riqueza específica

Para el cálculo se empleó varios índices, entre ellos el índice de Riqueza específica (S) y el índice de Margalef, su expresión es:

$$D_{Mg} = (S - 1) / (\ln N)$$

Donde:

- D_{Mg} : Índice de Margalef.
- S: Número de especies.
- ln: Logaritmo neperiano.
- N: Número total de individuos.

Para sustentar que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado, se elaboró la curva de acumulación de especies; estas curvas se obtienen aproximando los datos a diversos modelos matemáticos.

Los estimadores empleados fueron: ICE, ACE, Chao 1, Chao 2, Jackknife de primer orden, Jackknife de segundo orden y Bootstrap. El resultado obtenido por estos estimadores se representa en la misma gráfica que los datos observados, de modo que se puede comparar los datos reales obtenidos en campo y por los estimadores. También se calcularon los Singletons y Doubletons, que son el número de especies que vienen representadas por uno o dos individuos respectivamente; la proporción de estos índices también dará una idea de la bondad del muestreo, dado que está ampliamente aceptado que el cruce de ambas curvas indica que el muestreo ha sido suficiente (Moreno, 2001).

Debido a que el orden en que las muestras añadidas al total pueden afectar la forma de la curva, previo a la elaboración de la misma se llevó a cabo la aleatorización de los

datos utilizando el *software* EstimateS Win 7.5 (Colwell, 2005). Para la elaboración de la curva se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2007.

b. Determinación de la estructura de la comunidad

Para conocer la estructura de la comunidad, se utilizó los índices de abundancia proporcional: el índice de equidad de Shannon-Wiener y el índice de dominancia de Simpson, cuyas expresiones son:

$$H' = - \sum p_i \times \ln(p_i)$$

Donde:

- H' : Índice de Shannon-Wiener.
- p_i : Proporción del número de individuos de la especie “i” con respecto al número total de individuos.
- \ln : Logaritmo neperiano.

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

- λ : Índice de Simpson.
- p_i : abundancia proporcional de la especie “i” (número de individuos de la especie “i” dividido entre el número total de individuos de la muestra).

Para efectos del presente trabajo el cálculo se realizó utilizando un logaritmo neperiano, pues se trata de una variable con dos resultados posibles, cero o uno (Daniel, 1998). Este índice suele alcanzar un valor máximo de cinco (Moreno, 2001).

3.4.2. MEDICIÓN DE LA DIVERSIDAD BETA

En este caso se utilizó el índice de Jaccard y Sorenson para datos cualitativos, cuyas expresiones son:

$$I_j = c / (a + b - c)$$

Donde:

- I_j : Índice de Jaccard.
- a: Número de especies presentes en el sitio A.
- b: Número de especies presentes en el sitio B.
- c: Número de especies presentes en ambos sitios.

$$I_s = 2c / (a + b)$$

Donde:

- I_s : Índice de Sorenson.
- a: Número de especies presentes en el sitio A.
- b: Número de especies presentes en el sitio B.
- c: Número de especies presentes en ambos sitios.

Los resultados obtenidos con estos índices se presentaron en forma de dendrograma a través de un análisis tipo *cluster*; a partir de la matriz de datos, se fueron haciendo agrupaciones de las localidades más similares, y así sucesivamente hasta obtener este diagrama en donde los hábitats se separaron por su grado de disimilitud. Todo ello es posible gracias al *software* BioDiversity Pro que generó de manera instantánea esta imagen, permitiendo una rápida interpretación de los datos obtenidos.

3.4.3. ANÁLISIS NO PARAMÉTRICOS

Debido a la naturaleza del trabajo, se utilizó la estadística no paramétrica para determinar las diferencias estadísticas y comparaciones entre los hábitats (cultivos) y comparaciones entre cultivos. También se utilizó las pruebas de Análisis de Factor de Correspondencia (AFC) para determinar la tendencia de las poblaciones de moscas de la fruta frente a los hábitats, así como de regresiones y correlaciones simples o múltiples entre los diferentes factores físicos y biológicos.

3.4.4. SISTEMA INFORMÁTICO UTILIZADO

Para cada caso se ha empleado un *software* específico:

- EstimateS Win 7.5 para las curvas de acumulación de especies.
- BioDiversity Pro para los índices de similitud/disimilitud entre comunidades.
- Microsoft Office Excel 2007 para el resto de cálculos y gráficos.

3.5. PERIODO EXPERIMENTAL

3.5.1. FASE DE CAMPO

El monitoreo de la mosca de la fruta en la universidad, se inició con la instalación de las trampas en el campo el día viernes 18 de febrero de 2011, y culminó junto con el último día de revisión de las trampas, el viernes 23 de marzo de 2012.

3.5.2. FASE DE GABINETE

Posteriormente el trabajo de taxonomía e identificación de las moscas de la fruta se llevó a cabo en los laboratorios del Museo de Entomología “Klaus Raven Büller” de la Universidad Nacional Agraria La Molina, desde abril hasta agosto del año 2012.

3.6. INSTRUMENTOS DE COLECTA DE DATOS

3.6.1. MATERIALES DE CAMPO

- Trampas McPhail
- Proteína hidrolizada (Buminal)
- Borax
- Agua
- Recipiente de polipropileno de 1 L
- Colador de cocina
- Pinza entomológica

3.6.2. EQUIPOS DE LABORATORIO

- Estereoscopio
- Microscopio
- Piseta
- Placa Petri
- Crioviales de polipropileno de 3 mL
- Frascos de polipropileno de 100 mL

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA

Respecto a las temperaturas máximas y mínimas semanales del observatorio, estas oscilaron entre los 29.53 °C y los 12.21 °C. La amplitud térmica semanal fue de 1.60 a 10.47 °C, lo que indica que su tendencia climática es propia de la costa. En los dos años en los que se desarrolló el muestreo (2011 y 2012), las medias semanales oscilaron entre los 24.40 °C en el mes de febrero y los 14.27 °C en el mes de septiembre (Figura 16).

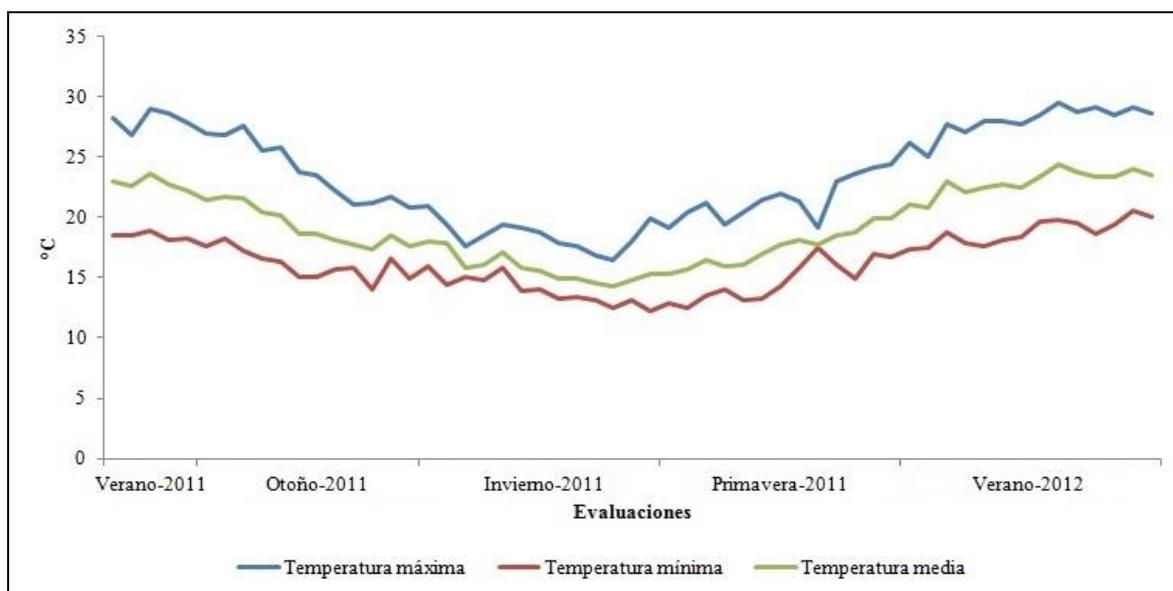


Figura 16: Temperatura semanal durante los años 2011 y 2012.

FUENTE: SENAMHI, Estación meteorológica “Alexander Von Humbolt”.

La humedad relativa semanal para el área de estudio, pese a estar situado en una zona desértica, en general es relativamente alta (Figura 17), mostrando su mayor valor en el mes de julio con 97.64 por ciento, y su menor valor en el mes de febrero con 70.11 por ciento.

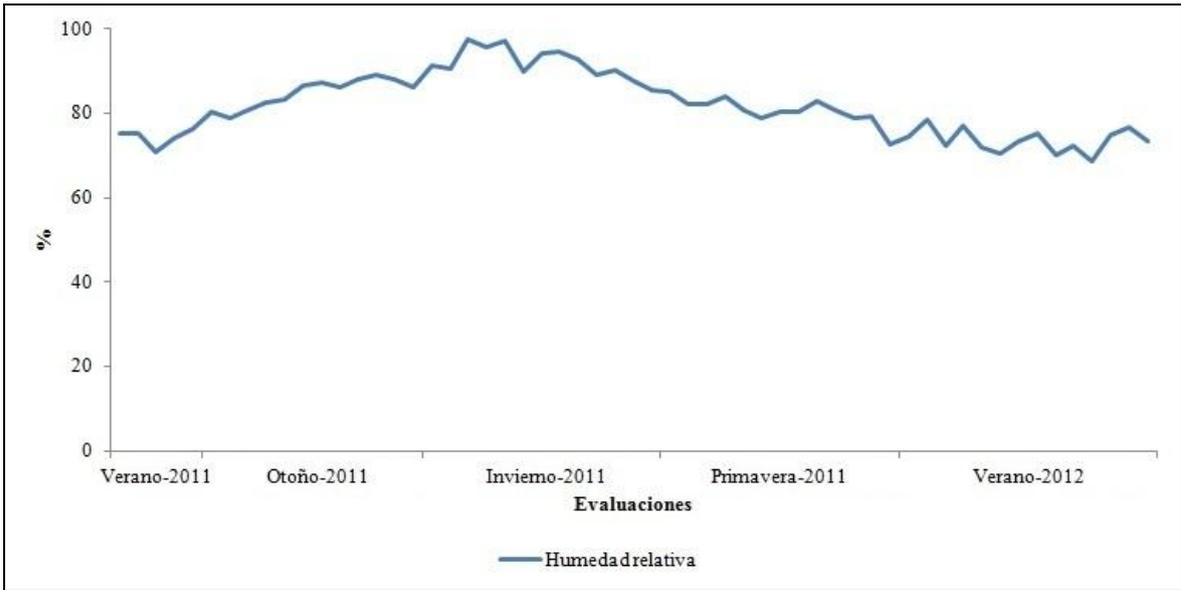


Figura 17: Humedad relativa semanal durante los años 2011 y 2012.

FUENTE: SENAMHI, Estación meteorológica “Alexander Von Humbolt”.

Las precipitaciones en La Molina, como en toda el área desértica, son mínimas a comparación de otras regiones en el Perú, mostrando una marcada estacionalidad y concentrándose especialmente en los meses de invierno (Anexo 3). Durante el experimento, la precipitación semanal máxima se registró en julio con un valor de 2.80 mm. En general, la precipitación es un factor casi insignificante, y que no usaremos, para dar respuesta a los sucesos ocurridos en La Molina.

4.1. ESPECIES DE MOSCAS DE LA FRUTA

Cuadro 3: Especies de moscas de la fruta registradas en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

Especie	Total de individuos capturados	Porcentaje de captura
<i>Ceratitis capitata</i> Wiedemann	17296	88.02
<i>Anastrepha fraterculus</i> Wiedemann	2331	11.86
<i>Anastrepha distincta</i> Greene	23	0.12
<i>Anastrepha serpentina</i> Wiedemann	1	0.01
Total	19651	100

FUENTE: Elaboración propia.

En la zona de La Molina se ha determinado cuatro especies de moscas de la fruta, pertenecientes a los géneros *Ceratitis* y *Anastrepha*, cuyas capturas en las trampas McPhail sumaron un total de 19 651 individuos, luego de 57 semanas de trampeo efectuado durante el periodo de observación (Cuadro 3). La poca diversidad de estas especies comprueba lo expresado por trabajos similares como el de Mendoza (2003) para el valle de Chancay - Huaral, Nolasco y Iannacone (2008) para los departamentos de Ica y Piura, y Tejada (1999) para el valle de Cañete; donde registran estas mismas especies encontradas en toda la franja costera del Perú. Asimismo, se confirma lo expresado por Korytkowski (2001) donde detalla que la mayor diversidad de especies del género *Anastrepha* se encuentra en la vertiente atlántica de los Andes, donde estarían infestando una serie de frutales nativos con quienes ha evolucionado conjuntamente, y mientras más alejado se encuentre de su centro de origen, se registrará una menor cantidad de estas especies como ocurre en la costa peruana.

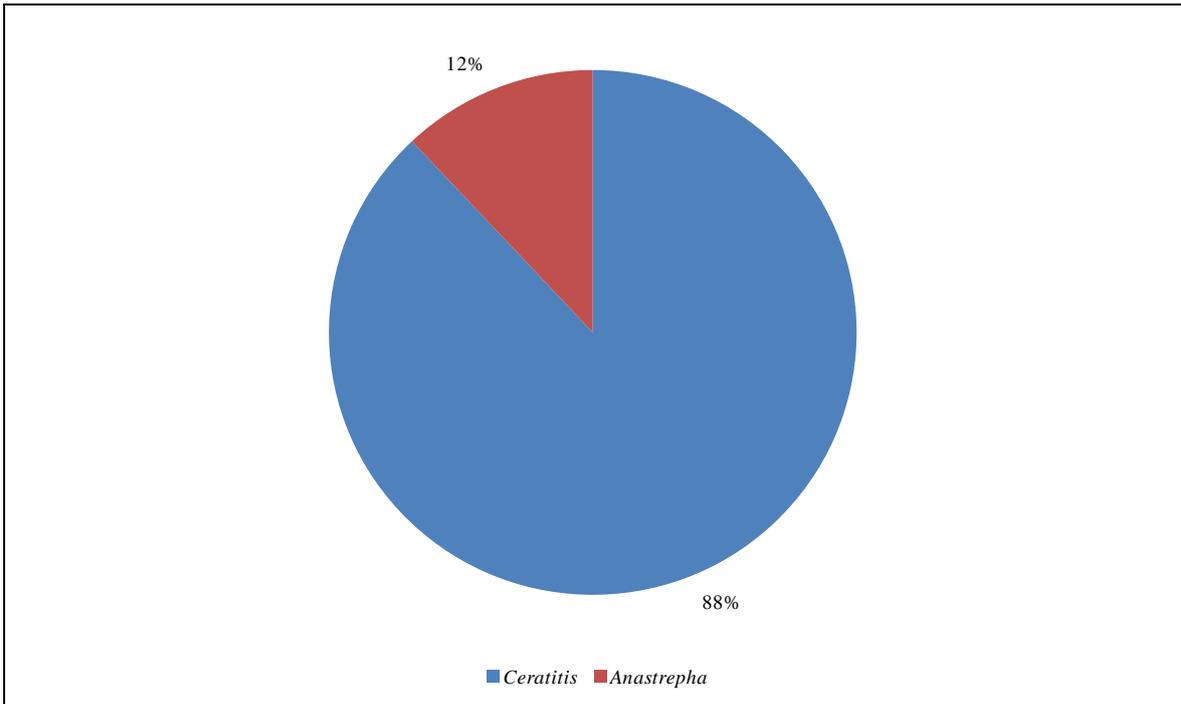


Figura 18: Proporción de géneros registrados en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

Las especies más abundantes fueron *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*, con 88.02 y 11.86 por ciento de capturas respectivamente (Cuadro 3). La abundancia de estas especies probablemente se deba a su polifagia, gran capacidad de adaptación y extraordinaria sincronización con la fase de fructificación de sus hospedantes, tal como lo indica Rodríguez et al. (1997). Las condiciones climáticas de la costa determinan la época de floración y fructificación de los cultivos, brindándoles alimento y refugio a las especies anteriormente mencionadas para los meses de verano y otoño, donde entran en periodo de cosecha la mayor cantidad de especies frutales del huerto; por lo que estos cultivos podrían constituirse en sus hospedantes predilectos (Cuadro 4) y ser utilizados como cultivos trampa en programas de manejo integrado de plagas.

Cuadro 4: Total de moscas de la fruta capturadas por cultivo hospedante en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

Hospedante	Total de individuos capturados	Porcentaje de captura
Mandarina	771	3.92
Lúcumo	7126	36.26
Cítricos	2553	12.99
Duraznero	6973	35.48
Palto	2228	11.34
Total	19651	100

FUENTE: Elaboración propia.

Ceratitis capitata fue la especie que mostró las mayores densidades poblacionales en la zona estudiada, podría ser considerada muy peligrosa ya que ha sido capturada en todos los cultivos frutales presentes, preferentemente en el lúcumo y el duraznero, aunque el primero actúe como un refugio para esta especie, ya que es un cultivo que colinda con la mandarina y la colección de cítricos (Figura 19).

La alta densidad poblacional de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* se debe principalmente a sus hábitos polífagos, confirmando lo descrito por Christenson y Foote (1960), Aluja (1993) y Korytkowski (2001), habiendo sido capturadas estas especies en los cinco principales cultivos del huerto frutícola; aunque las poblaciones de moscas en el palto funcionen a manera de refugio temporal, debido a que la variedad Hass, que predomina en el huerto, no es un hospedero de las moscas de la fruta, tal como lo indica Liquido et al. (2011).

La especie *Anastrepha distincta* representa el 0.12 por ciento del total de moscas capturadas, habiendo sido encontrada esta especie en los cultivos de duraznero, palto y lúcumo. Por otro lado, llama la atención la casi ausencia de *Anastrepha serpentina* encontrada en el lúcumo, representando un 0.01 por ciento de captura; a pesar de ser una especie altamente ligada a los frutos de las sapotaceas (Cuadro 3). Probablemente esta situación se deba a que en esta zona no se presenten las condiciones favorables para el desarrollo del ciclo de vida de estas dos especies; es posible también, que su ausencia se deba a un desplazamiento por parte de *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata*, ocurriendo todo lo contrario en la zona noroeste del Perú, donde *Ceratitis capitata* no se

encuentra bien establecida (Torres et al., 1967), siendo desplazada por *Anastrepha obliqua* (Gil, 2003).

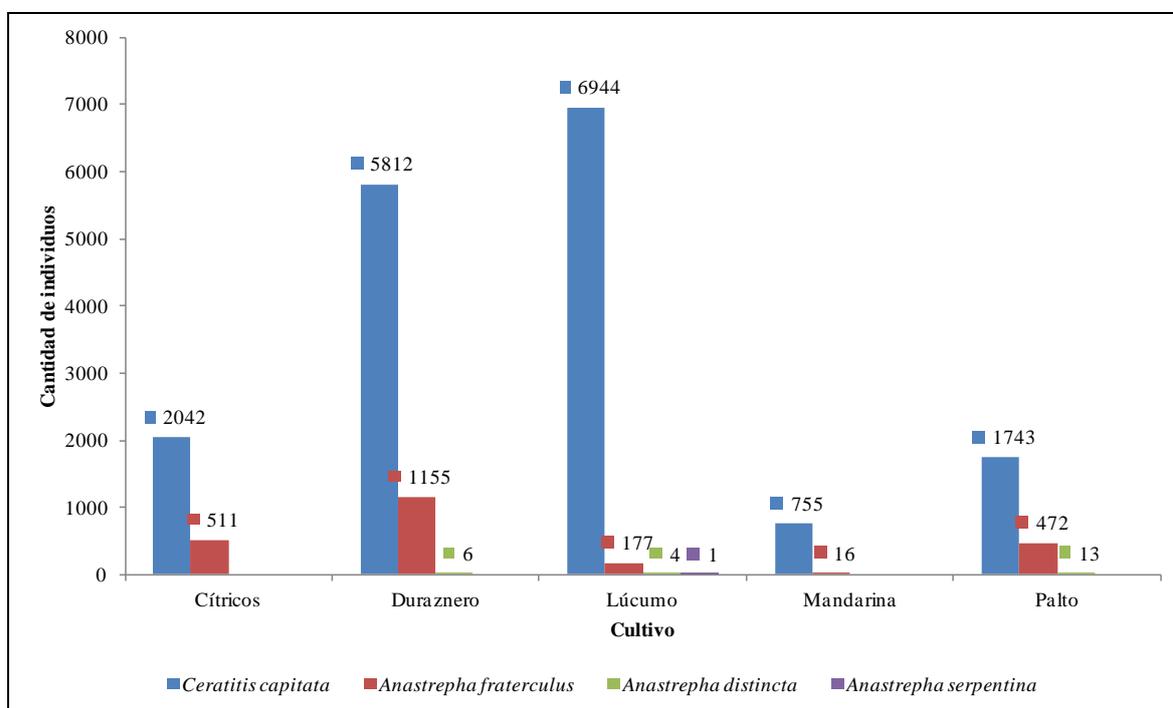


Figura 19: Relación entre hospedantes y especies de moscas de la fruta en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

En las trampas McPhail instaladas en los árboles frutales se han capturado, además de las verdaderas moscas de la fruta, a una diversidad de artrópodos, destacando las moscas caseras de la familia Muscidae (Diptera), Ulidiidae (Diptera), Lonchaeidae (Diptera) y Formicidae (Hymenoptera), los mismos que serían atraídos por ciertos compuestos volátiles que se forman por fermentación de la proteína hidrolizada, tal como lo refieren en el manual del SENASA (2007).

4.2. FLUCTUACIÓN ESTACIONAL DE LAS MOSCAS DE LA FRUTA

4.2.1. DENSIDADES POBLACIONALES

Las mayores densidades poblacionales de las moscas de la fruta se presentaron en el verano, entre los meses de enero y febrero del año 2012, siendo *Ceratitis capitata* la especie que mostró la mayor abundancia en el mes de febrero con 4 038 especímenes capturados, seguida de *Anastrepha fraterculus* con 985 moscas capturadas en total, en el mismo mes. En esta época, específicamente en el mes de febrero, la temperatura aumentó mientras que la humedad relativa hizo lo contrario; estas fueron las condiciones climáticas que favorecieron la presencia de esta plaga. Se pudo verificar que existe una correlación positiva entre la cantidad semanal de moscas capturadas y la temperatura (Figura 20 y 21), mientras que existe una correlación negativa entre la cantidad semanal de moscas capturadas y la humedad relativa (Figura 22 y 23); esto significa que la densidad poblacional de las moscas de la fruta se incrementa con el aumento de la temperatura y con el descenso de la humedad relativa.

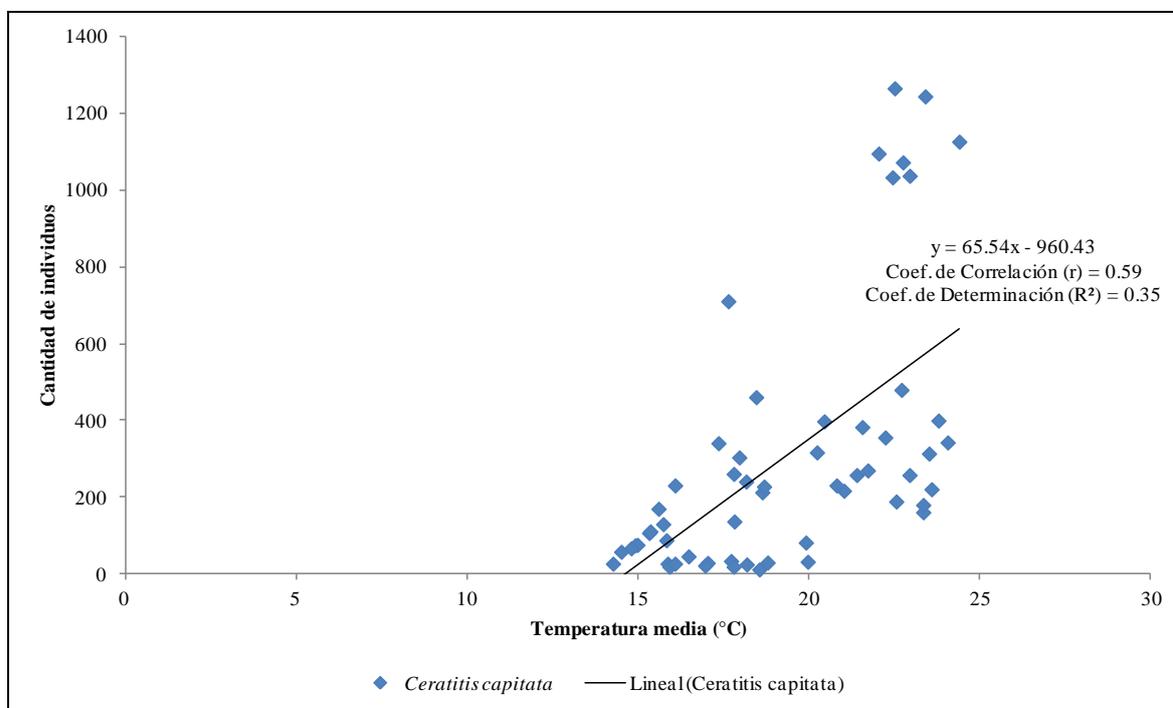


Figura 20: Regresión lineal entre la presencia de *Ceratitis capitata* y la temperatura media.

FUENTE: Elaboración propia.

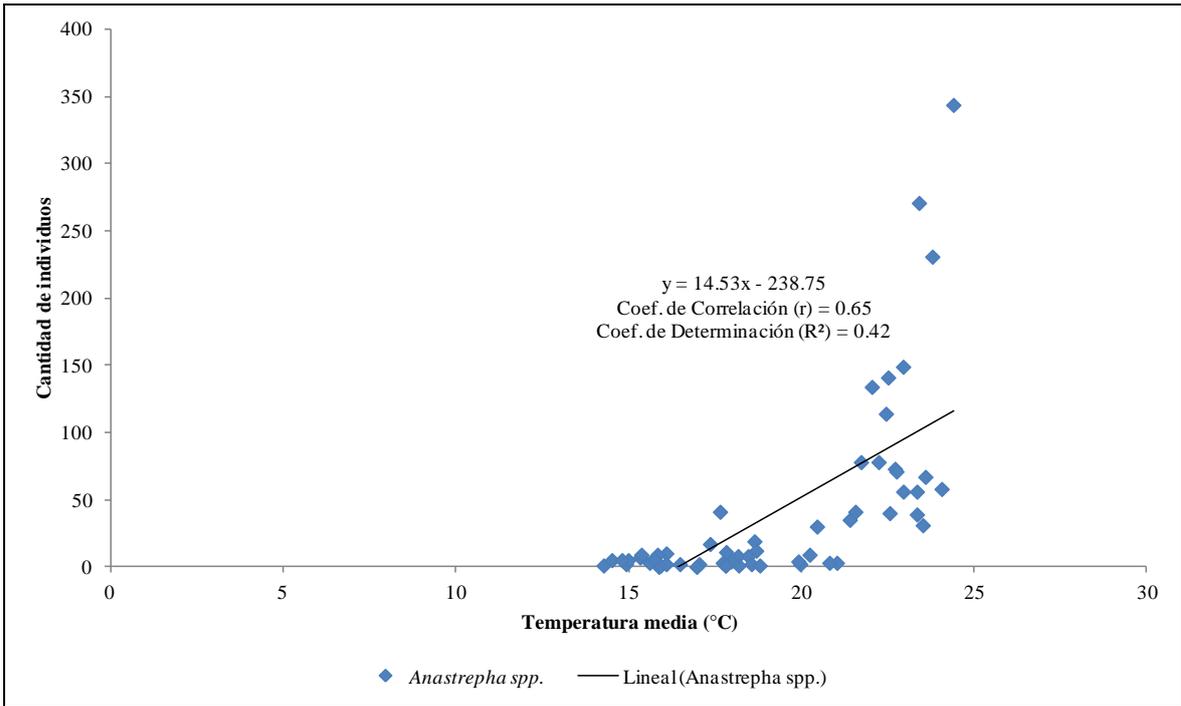


Figura 21: Regresión lineal entre la presencia de *Anastrepha* spp. y la temperatura media.

FUENTE: Elaboración propia.

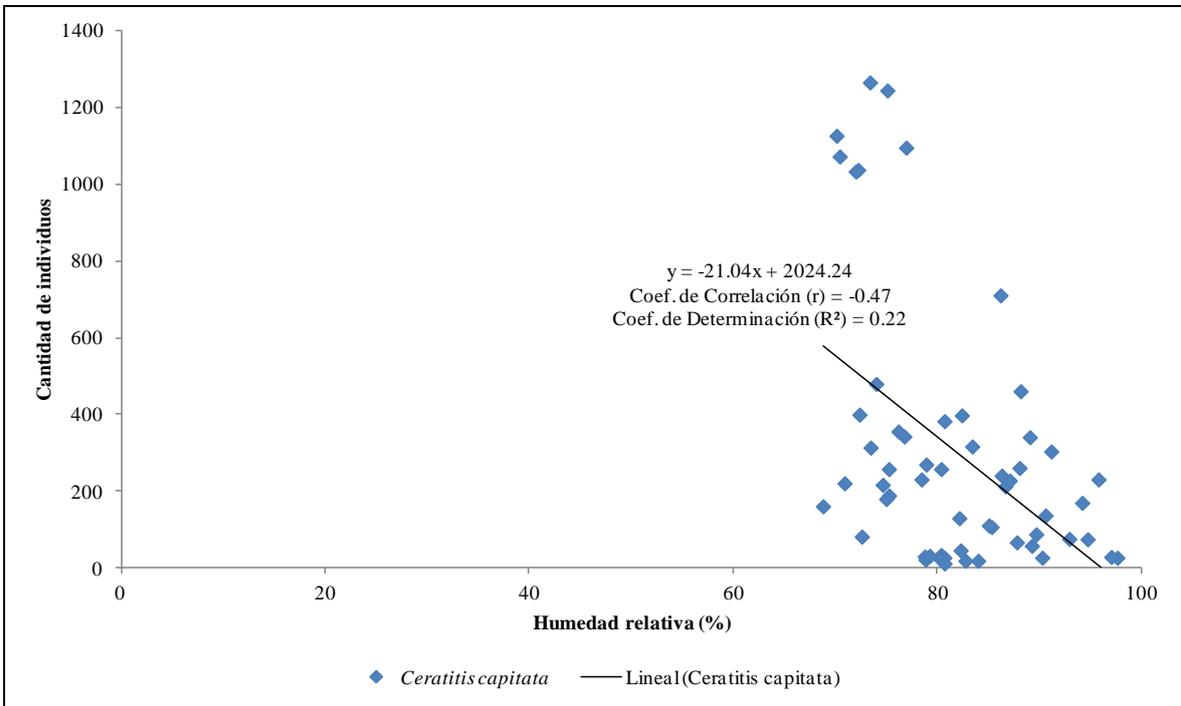


Figura 22: Regresión lineal entre la presencia de *Ceratitiscapitata* y la humedad relativa.

FUENTE: Elaboración propia.

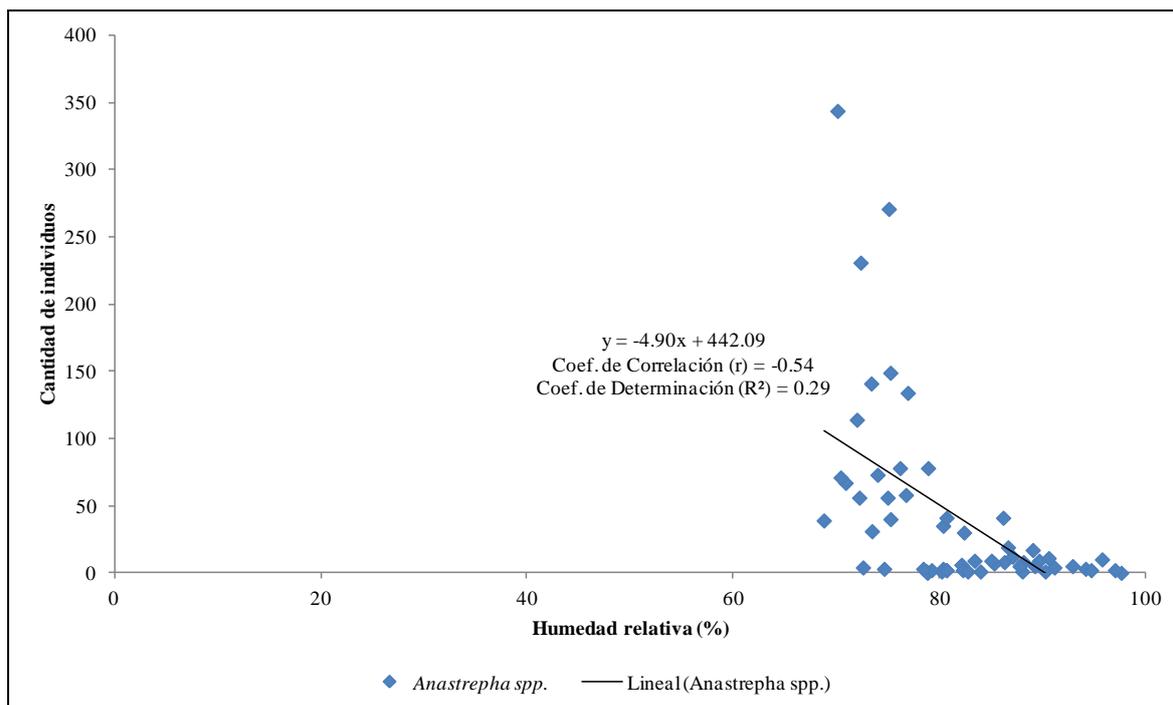


Figura 23: Regresión lineal entre la presencia de *Anastrepha* spp. y la humedad relativa.

FUENTE: Elaboración propia.

El excesivo incremento en las poblaciones de moscas de la fruta fueron una consecuencia de las condiciones climáticas y la maduración de los frutos del duraznero. Las diferentes variedades de duraznos empezaron a madurar desde el mes de diciembre hasta el mes de enero; la mayoría de estos frutos no fueron cosechados oportunamente, siendo algunos dejados en el árbol (frutos remanentes); en la Figura 24 se observa una explosión en la densidad poblacional de estas especies a lo largo de los dos primeros meses del año, hasta llegar al valor más alto de individuos capturados en una semana de trampeo (1 516), esta población fue controlada de manera parcial, ya que el duraznero no fue un cultivo que tuvo mayor énfasis en su cuidado. Este cultivo aportó la mayor cantidad de individuos capturados durante el periodo de duración del experimento (6 973), en relación a la cantidad de trampas instaladas, ya que con solo una trampa se capturó más individuos que en el lúcumo (7 126), donde habían sido instaladas cinco trampas (Figura 19).

Resultados similares fueron obtenidos por Mendoza (2003) para el valle de Chancay - Huaral, donde observó que la mayor ocurrencia poblacional se daba entre abril y mayo, coincidiendo con temperaturas y humedades relativas favorables, y con la

maduración de sus hospederos más importantes como el melocotón, la mandarina (variedad Satsuma), la manzana, el membrillo y algo de mango.

Luego de transcurrido el verano, se observa una serie de picos de ascensos y descensos poblacionales durante los meses de marzo hasta junio, esto es debido a la época de maduración de la mandarina y de las distintas variedades de lúcumos presentes en el huerto, cabe mencionar que los frutales de gran porte, como lo eran el lúcumo y el palto, daban asilo a estas especies de moscas de la fruta, aportando una gran cantidad de individuos en cada semana de trapeo, posiblemente por la generación de un microclima ideal para la plaga y/o la provisión de alimento a través de las secreciones azucaradas de hemípteros en los árboles, ya que no necesariamente sus frutos fueron hospedantes de las moscas de la fruta. Estos ascensos y descensos poblacionales se debieron también a una serie de factores como las labores agronómicas del cultivo, ya que se trataba de menguar una serie de problemas fitosanitarios realizando aplicaciones químicas sobre el cultivo, disminuyendo la presencia de esta plaga en el campo.

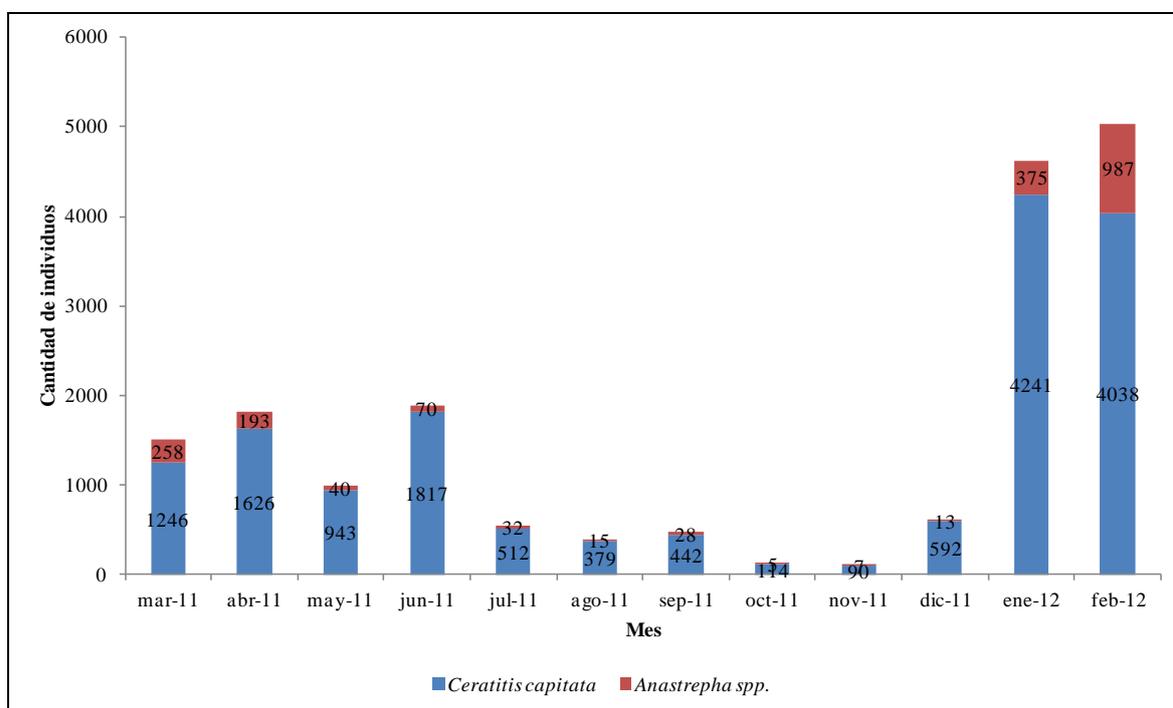


Figura 24: Capturas mensuales en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

En el mes de mayo se realizó el único registro de la especie *Anastrepha serpentina*, colectada en un árbol de lúcumo, a pesar de tener una gran extensión de este cultivo y saber que esta especie tiene preferencia por los frutos de las sapotáceas, no se colectó más individuos de esta especie, debido a las condiciones climáticas en La Molina que establecen un ambiente inadecuado para completar su ciclo biológico, ya que los huevos de esta especie requieren de 26 °C, 70 (\pm 5) por ciento de humedad relativa y un fotoperiodo de 12 horas, por al menos tres días aproximadamente para su desarrollo (Pinson et al., 2006).

A partir del mes de julio hasta septiembre se observa un ligero descenso de los niveles poblacionales de moscas de la fruta, pero manteniendo altos valores de capturas mensuales de adultos; a pesar de la temperatura desfavorable, ya que se registró una temperatura mínima de 12.21 °C para la tercera semana de septiembre. En el mes de agosto se llegó a recolectar 394 adultos en total; esta considerable cantidad se puede explicar debido a que en el campo se tuvo por varias semanas una serie de frutos remanentes provenientes de los cultivos como la mandarina y el lúcumo, estos frutos fueron totalmente retirados del árbol una vez iniciada las labores de poda en el mes del agosto.

En los meses de octubre, noviembre y las dos primeras semanas de diciembre, los valores de capturas semanales fueron los más bajos, llegando a capturar únicamente individuos de la especie *Ceratitis capitata*, 20 en la segunda semana de octubre y 14 en la última semana de noviembre, esto debido a que no se encontraba ninguna clase de fruto en el huerto frutícola de la UNALM, pues las plantas estaban en la etapa de floración propio de la primavera, o bien con frutos creciendo como en el caso del duraznero; además la temperatura media se mantenía baja, alcanzando los 16.36 °C en promedio para el mes de octubre y los 18.06 °C en promedio para el mes de noviembre. Siempre existió la presencia de *Ceratitis capitata* en todas las evaluaciones realizadas en el campo, aun cuando las condiciones climáticas no fueron favorables, el cultivo del lúcumo siempre mantuvo acogida a esta plaga. La ausencia del género *Anastrepha* puede deberse al desplazamiento de nichos por parte del género *Ceratitis*, debido a que se encontró en mayor abundancia; o por las condiciones climáticas desfavorables, ya que como indica Gil (2003), el género *Anastrepha* tiene preferencia por zonas cálidas de baja humedad relativa, como en la zona noreste del Perú, donde este género tiene mayor predominancia.

Cuadro 5: Capturas mensuales de moscas de la fruta en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

Año	Mes	Cantidad de individuos capturados					Índice poblacional (MTD)				
		<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.			Total	<i>C. capitata</i>	<i>Anastrepha</i> spp.			Total
			<i>A. fraterculus</i>	<i>A. distincta</i>	<i>A. serpentina</i>			<i>A. fraterculus</i>	<i>A. distincta</i>	<i>A. serpentina</i>	
2011	Marzo	1246	258	0	0	1504	2.77	0.57	0.00	0.00	3.34
	Abril	1626	189	4	0	1819	3.61	0.42	0.01	0.00	4.04
	Mayo	943	36	3	1	983	2.10	0.08	0.01	0.00	2.18
	Junio	1817	68	2	0	1887	4.04	0.15	0.00	0.00	4.19
	Julio	512	32	0	0	544	1.14	0.07	0.00	0.00	1.21
	Agosto	379	15	0	0	394	0.84	0.03	0.00	0.00	0.88
	Septiembre	442	23	5	0	470	0.98	0.05	0.01	0.00	1.04
	Octubre	114	5	0	0	119	0.25	0.01	0.00	0.00	0.26
	Noviembre	90	5	2	0	97	0.20	0.01	0.00	0.00	0.22
Diciembre	592	13	0	0	605	1.32	0.03	0.00	0.00	1.34	
2012	Enero	4241	372	3	0	4616	9.42	0.83	0.01	0.00	10.26
	Febrero	4038	985	2	0	5025	8.97	2.19	0.00	0.00	11.17

FUENTE: Elaboración propia.

4.2.2. ÍNDICE MOSCAS TRAPA DÍA (MTD)

La fluctuación del MTD para las especies más abundantes de moscas de la fruta en La Molina es semejante a su ocurrencia poblacional en general, tal como se observa en la Figura 25. Se obtuvo un MTD total cuyos valores fluctúan entre 0.13 en el mes de noviembre y 14.44 en el mes de febrero (Anexo 4). Estos resultados son similares a trabajos realizados en el valle de Chancay - Huaral, donde Mendoza (2003) cita que el MTD varía entre 0.01 y 16.32, situación que se debería a las condiciones climáticas similares, mayor extensión frutícola y otro manejo de tecnología.

Los valores de MTD semanal están supeditados al total de moscas de la especie *Ceratitis capitata* capturados por evaluación, es decir, cuando la densidad de moscas de esta especie se incrementa, también ascienden los valores de MTD y viceversa, siempre y cuando el número de trampas revisadas y los días de exposición se mantengan constantes.

El MTD fluctúa bajo la influencia de la oscilación de la temperatura y la humedad relativa; de modo que, cuando la temperatura media alcanzó su máximo valor (24.40 °C), el MTD total también se incrementó alcanzando un valor de 14.01, y cuando la temperatura media alcanzó su mínimo valor (14.27 °C), el MTD total también disminuyó alcanzando un valor de 0.27. Cuando la humedad relativa alcanzó su máximo valor (97.64 por ciento), el MTD total disminuyó alcanzando un valor de 0.26, y cuando la humedad relativa alcanzó su mínimo valor (68.79 por ciento), el MTD total alcanzó un valor que se podría considerar bajo (1.90), posiblemente por causa de un control químico de la plaga, ya que la tendencia es siempre a aumentar las poblaciones cuando la humedad relativa disminuye.

Los niveles poblacionales de *Ceratitis capitata* obtenidos en el trampeo, presentaron valores de MTD siempre diferentes a cero; en algunas ocasiones fueron menores a uno en los meses de octubre y noviembre, los valores de MTD se incrementaron en el mes de febrero llegando hasta 12.06 como valor máximo para esta especie, a finales de este mes, el índice disminuyó hasta 1.53, los mismos que se encuentran por encima del criterio práctico para establecer medidas de control, es decir cuando las poblaciones

alcanzan un MTD de 0.14 o equivalente a una mosca por trampa evaluada al séptimo día (Rodríguez et al., 1997). El resto del año, si bien estos valores son menores, se mantienen por encima de 0.14, indicando que los frutales en general no son manejados con buen criterio agronómico, fomentando que las moscas de la fruta se presenten en altas densidades poblacionales especialmente cuando la temperatura se incrementa en el verano, época en que el duraznero estaba descuidado, por lo que se constituiría en uno de los hospedantes principales en La Molina y un verdadero foco de infestación para los otros frutales que fructificarían en el resto del año.

En cuanto a los índices poblacionales del género *Anastrepha*, estuvieron sujetos a las densidades poblacionales de la especie *Anastrepha fraterculus*, ya que se encontraba en mayor cantidad que las otras dos especies: *Anastrepha distincta* y *Anastrepha serpentina*. Este género presentó valores de MTD menores a 3.28, registrándose también valores iguales a cero en dos oportunidades en los meses de julio y octubre, además se observó un incremento, con la misma tendencia de *Ceratitis capitata*, en los meses de enero y febrero, siempre con índices mayores a 1.09.

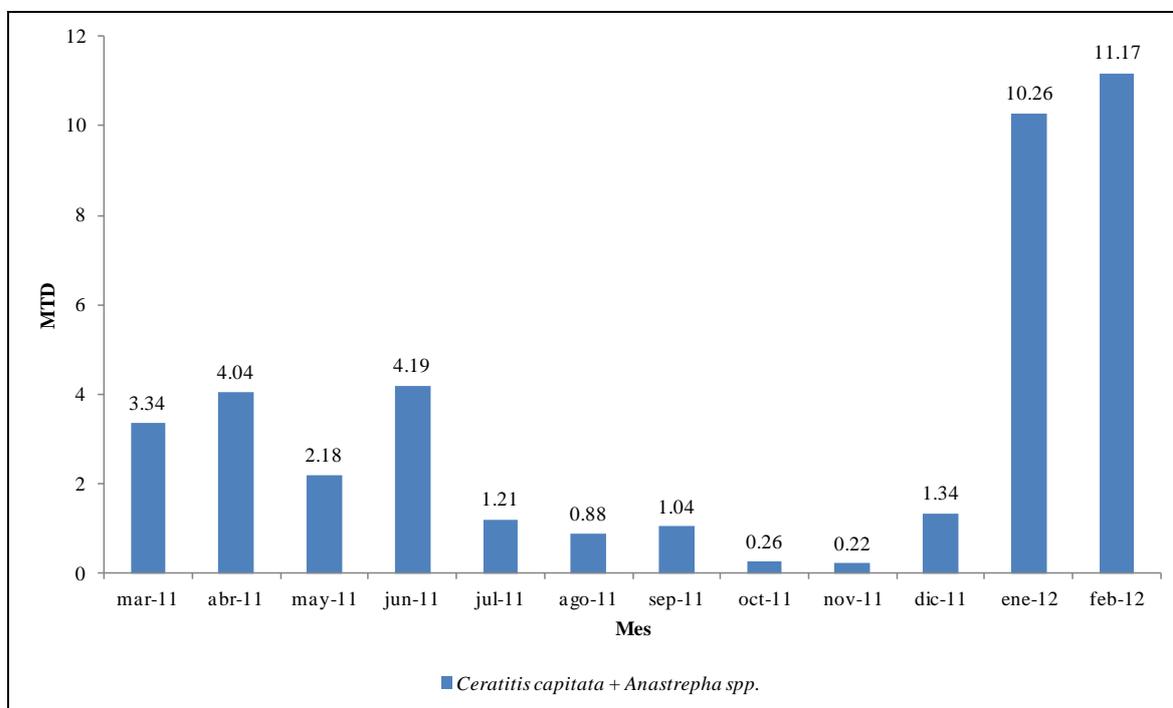


Figura 25: MTD mensual en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

La variación del MTD también va acorde a la fenología del cultivo, de allí que se espera encontrar menores valores en época donde no se encuentre frutos en el árbol. En este caso, los frutales hospedantes de las moscas de la fruta comenzaron a florecer a mediados del mes de agosto, donde se aprecia que el MTD total tenía un valor de 0.73, y terminaron de florecer en octubre con un MTD total de 0.21. Es evidente que el estado fenológico con más influencia sobre el MTD es el estado de maduración del fruto, por la sobre exposición del fruto a las ovipositoras de las moscas de la fruta, más si son de pericarpio blando como el durazno. Aquí, se aprecia los mayores valores del MTD (10.42) a inicios del mes de enero, y menores valores del MTD (2.93) a fines del mes de junio.

Las labores culturales que más influencia tuvieron en la presencia de moscas de la fruta fueron la cosecha y la poda, así el primero perturba la disponibilidad de alimento y reproducción de la especie, y el segundo perturba el hábitat de la plaga. En el huerto, los frutales más rentables entraron en actividad de cosecha a inicios del mes de abril, y terminaron a finales del mes de junio. En general, se observó que los meses de abril, mayo y junio, tuvieron un MTD total mensual por sobre 2.18 (Figura 25), hallándose un MTD total semanal de 7.16 en la tercera semana del mes de junio, producto de la disponibilidad de alimento y de la temperatura media favorable (17.65 °C). La poda es otra actividad que influyó en la variación del MTD; los frutales en el huerto, entran en actividad de poda durante todo el mes de agosto; de allí que el MTD total de agosto fue uno de los más bajos en comparación a los demás meses del año, registrándose un MTD total de 0.60 en la última semana del mes.

Otra de las labores de manejo del cultivo que influyó en la ocurrencia de las moscas de la fruta, fueron las aplicaciones químicas de insecticidas y los lavados a presión del frutal, pues estas dos acciones generan un ambiente dañino e incomodo para la plaga, además de la disponibilidad de obtener alimento, ya que las secreciones azucaradas normalmente encontradas en el árbol, serían disueltas por el agua al ser lavado. En la Figura 27, se observa las oscilaciones del MTD en las semanas en las que se realizaron fumigaciones con insecticidas fosforados, carbamatos y/o lavados con detergente agrícola (Anexo 5); por ejemplo, se aprecia que el MTD total en la tercera semana de marzo, llegó a alcanzar un valor de 5.27, y luego este descendió hasta 2.79 en la primera semana de abril, lo mismo ocurre en la tercera semana de junio, donde después de alcanzar un valor de

MTD total de 7.16, pasó a 0.26 en la segunda semana de julio, probablemente por efecto del control químico; se debe mencionar que las aplicaciones no fueron dirigidas a toda el área del huerto, sino a los cultivos que requerían ser aplicados con insecticidas en su momento, como la mandarina y el palto, en la época de verano.

Cuadro 6: MTD mensual por cultivo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

Cultivo	MTD											
	2011										2012	
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb
Mandarina	0.39	0.47	0.29	0.83	0.59	0.62	0.08	0.01	0.01	0.02	0.14	0.37
Lúcumo	2.40	4.93	5.54	11.99	2.46	2.17	2.52	0.82	0.59	1.26	5.39	5.66
Cítricos	0.77	1.39	0.29	1.11	0.14	0.04	0.03	0.00	0.02	0.17	8.86	28.09
Duraznero	16.82	6.51	1.07	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	10.37	116.14	77.57
Palto	10.70	7.86	2.13	0.36	0.00	0.02	0.19	0.05	0.04	0.09	1.68	7.77
Toda el área	3.34	4.04	2.18	4.19	1.21	0.88	1.04	0.26	0.22	1.34	10.26	11.17

FUENTE: Elaboración propia.

Al analizar el MTD mensual por cultivo (Figura 26), se aprecian valores elevados, pues estos están relacionados con la cantidad de trampas instaladas por cultivo y por periodo de exposición (Cuadro 6), por ejemplo se observa grandes valores del MTD en los meses de enero y febrero (116.14 y 77.57) para el cultivo del duraznero, debido a la enorme susceptibilidad de sus frutos a la picadura de las moscas. El cultivo del lúcumo presentó un MTD de 11.99 en el mes de junio, y un MTD de 0,82 en el mes de octubre. El cultivo de los cítricos presentó un MTD de 28.09 en el mes de febrero, y un valor igual a cero en el mes de octubre. El palto no presenta frutos hospedantes de las moscas de la fruta, sin embargo el cultivo alojó a la plaga mostrando un MTD de 10.70 en el mes de marzo, y un valor de cero en el mes de julio. Por otra parte, el cultivo de la mandarina presentó los MTD mensuales más bajos durante todo el año, llegando a 0.01 en el mes de octubre y noviembre, a pesar de haber poseído cinco trampas instaladas en el lugar, no hubo mayores capturas debido a la presión de agroquímicos para mantener controlada esta plaga en el cultivo.

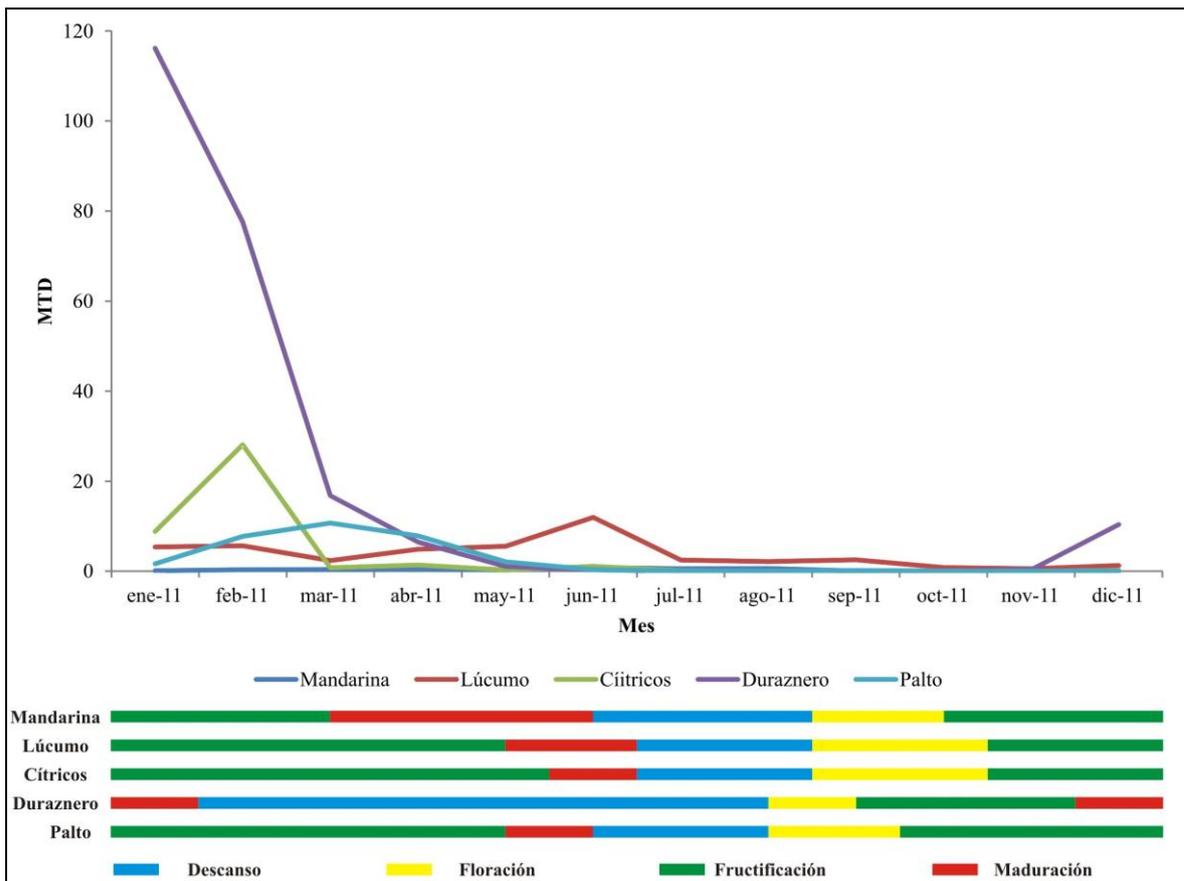


Figura 26: MTD mensual por cultivo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

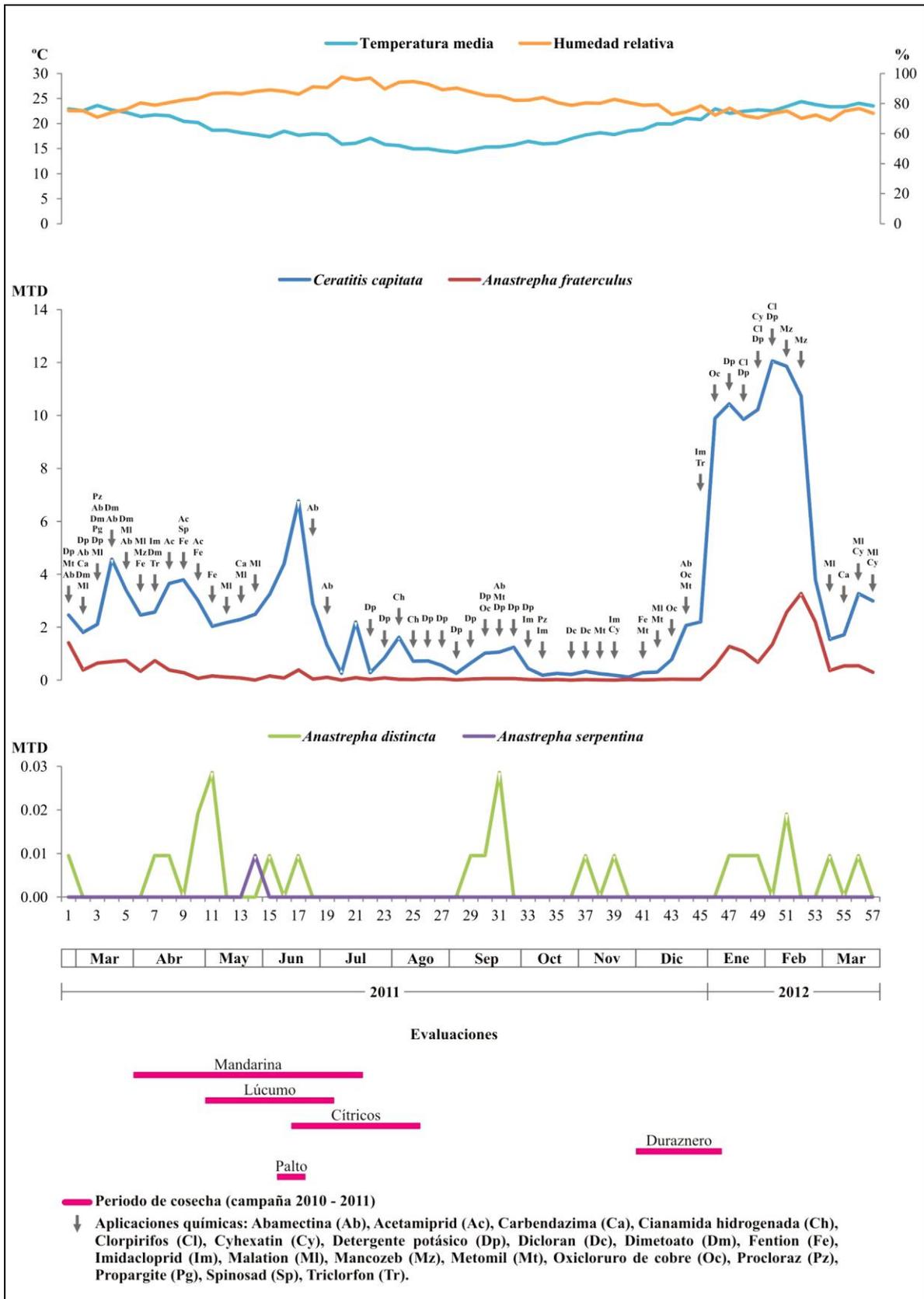


Figura 27: Fluctuación estacional de las moscas de la fruta en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

4.3. COMPOSICIÓN DE LA DIVERSIDAD ALFA

Durante el desarrollo del presente trabajo se efectuaron 57 evaluaciones o muestreos en el huerto frutícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se ha encontrado en total cuatro especies de moscas de la fruta en toda el área de estudio, en el Cuadro 7 se muestran las abundancias de estas especies para el análisis de diversidad.

Se puede observar que el hábitat con mayor riqueza específica es el cultivo del lúcumo con cuatro especies en total ($S = 4$), valor que no se contrasta al encontrado en los otros hábitats. Entre la mandarina y los cítricos se puede observar una igualdad en el número de especies encontradas ($S = 2$), mientras que lo mismo ocurre con el duraznero y el palto ($S = 3$).

Cuadro 7: Número de individuos de moscas de la fruta colectados por hábitat de cultivo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

	<i>Ceratitis capitata</i>		<i>Anastrepha fraterculus</i>		<i>Anastrepha distincta</i>		<i>Anastrepha serpentina</i>		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Mandarina	755	3.84	16	0.69	0	0.00	0	0.00	771	3.92
Lúcumo	6944	35.34	177	7.59	4	0.02	1	0.01	7126	36.26
Cítricos	2042	10.39	511	21.92	0	0.00	0	0.00	2553	12.99
Duraznero	5812	29.58	1155	49.55	6	0.03	0	0.00	6973	35.48
Palto	1743	8.87	472	20.25	13	0.07	0	0.00	2228	11.34
Total	17296	88.02	2331	11.86	23	0.12	1	0.01	19651	100

FUENTE: Elaboración propia.

Se colectaron 19 651 individuos en total, como se puede observar en el Cuadro 7, la composición de este gremio varía entre los cinco hábitats; el hábitat donde mayor número de individuos se colectó fue en el cultivo del lúcumo ($N = 7\ 126$), que ocupa el 36.26 por ciento de la población total, seguido por el duraznero ($N = 6\ 973$), los cítricos ($N = 2\ 553$), el palto ($N = 2\ 228$) y finalmente la mandarina ($N = 771$).

Al considerar la abundancia aportada directamente por las cuatro especies de moscas de la fruta, *Ceratitis capitata* es la especie más abundante con 17 296 individuos, quien ocupa el 88.02 por ciento de la población total, seguido por *Anastrepha fraterculus* (11.86 por ciento). *Ceratitis capitata* mostró una densidad poblacional similar, tanto en los cítricos (10.39 por ciento) y en el palto (8.87 por ciento), así como en el lúcumo (35.34 por ciento) y el duraznero (29.58 por ciento). *Anastrepha distincta*, una de las especies más abundantes demostrado en trabajos realizados por el noroeste peruano, fue muy escaso en esta localidad, representando el 0.12 por ciento de la población total; tal vez debido a la estrecha relación de esta especie con los frutos del pacaé como hospedante (Cuculiza y Torres, 1975), frutal que no se encontraba en este huerto, pero sí en los alrededores dentro de la UNALM como árboles de sombra, sin control fitosanitario alguno. Se debe recalcar que, a pesar de realizarse más de un año de muestreos, sólo se capturó un individuo de la especie *Anastrepha serpentina*, representando el 0.01 por ciento de la población total (Cuadro 7). En resumen, las poblaciones de *Ceratitis capitata* son muy superiores respecto a las especies del género *Anastrepha*, encontrándose en una relación de 7.3:1 respectivamente.

Cuadro 8: Índices de diversidad alfa por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.

Hábitat	N	S	Margalef	Shannon-Wiener	Simpson
Mandarina	771	2	0.15	0.10	1.04
Lúcumo	7126	4	0.34	0.12	1.05
Cítricos	2553	2	0.13	0.50	1.47
Duraznero	6973	3	0.23	0.46	1.38
Palto	2228	3	0.26	0.55	1.52
Toda el área	19651	4	0.30	0.37	1.27

FUENTE: Elaboración propia.

En el Cuadro 8 se puede ver los valores de abundancias (N) y número de individuos (S) en cada hábitat, así como los índices de riqueza (Margalef), equidad (Shannon-Wiener) y dominancia (Simpson). Cabe destacar que el hábitat con el valor más elevado de diversidad, basándonos en cualquiera de los índices empleados, es el cultivo del lúcumo; el cual no es un hospedero preferido, pero mantiene su follaje todo el año creando un microclima adecuado para los adultos de las moscas. En los cítricos se muestran los valores inferiores a los demás, ya que no fue un cultivo que albergara alimento para las

moscas, como por ejemplo las excretas azucaradas por la presencia de hemípteros en el follaje. Estos dos cultivos también se diferencian en su manejo por la intensidad de aplicaciones fitosanitarias, ya que en el lúcumo solo se realizaban lavados a diferencia de los cítricos donde se fumigaba con mayor frecuencia y variedad de productos químicos.

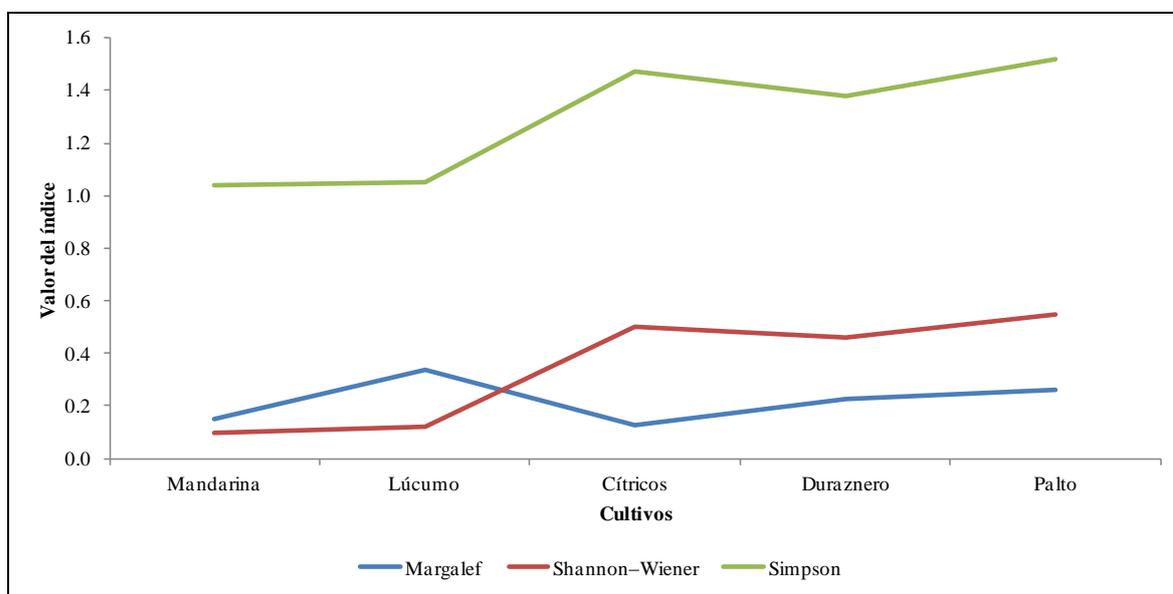


Figura 28: Valores de los índices de diversidad alfa por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

La eficiencia del muestreo para la estimación del número de especies de cada hábitat, durante el periodo de evaluaciones de más de un año, fue analizada mediante las curvas de acumulación de especies por medio del *software* EstimateS Win 7.5, con 50 interpolaciones para los cinco hábitats de cultivo. En el Cuadro 9, se puede apreciar el número de especies estimadas por cada estimador de diversidad, siendo unos más rigurosos que otros. Por ejemplo, el estimador más exigente (Jack 2) predice que debe existir 5.95 individuos en toda el área de estudio (67.23 por ciento de eficiencia de muestreo), a diferencia del estimador Chao 2 el cual dice que debe haber 4 individuos en toda el área de estudio, alcanzando el 100 por ciento en eficiencia de muestreo para el caso. Los demás estimadores indican algo similar a lo registrado en el campo, Jack 1 estima que debe haber 4.98 individuos y Bootstrap 4.36 individuos, los cuales representan un 80.32 y 91.74 por ciento de eficiencia de muestro.

Cuadro 9: Estimadores de muestreo de especies de moscas de la fruta por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.

Hábitat	S	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap
Mandarina	2	2	2	2	2	2	2	2
Lúcumo	4	5.13	4.76	4	4	4.98	5.95	4.41
Cítricos	2	2	2	2	2	2	2	2
Duraznero	3	3	3	3	3	3	3	3
Palto	3	3	3	3	3	3	3	3
Toda el área	4	4	4	4	4	4.98	5.95	4.36

FUENTE: Elaboración propia.

La Figura 29 hasta la 33, muestran las curvas de acumulación de especies de moscas de la fruta por hábitat de cultivo, según varios estimadores utilizados tanto de incidencia como de abundancia. Los resultados muestran que se ha recuperado en promedio el 91.33 por ciento de especies de moscas de la fruta en toda el área en estudio, lo que indicaría un buen nivel de esfuerzo de muestreo (Cuadro 10). La curva de acumulación de especies observadas (Sobs mean), también muestra signos de estabilización a partir de la novena semana, esto significa que con un mayor número de evaluaciones se conseguiría alcanzar la asíntota y recuperar el total de especies de moscas de la fruta. Jiménez-Velarde y Hortal (2003), describen que cuando los estimadores de diversidad de arácnidos, supera el 70 por ciento, se considera como suficiente para establecer que el esfuerzo de muestreo fue el adecuado.

Analizando los gráficos de manera separada se puede observar que las curvas de acumulación llegan a alcanzar la asíntota en muchos casos, sin embargo al analizar toda el área en conjunto se puede ver que la curva de acumulación va alejándose de formar una sola línea (Figura 33); también se puede apreciar que los Singletons y Doubletons comienzan a separarse a partir de la séptima semana, debido a que en esa fecha se registró la aparición una nueva especie (*Anastrepha distincta*), esto originaría que los estimadores esperen encontrar más especies, más aun cuando se registra la aparición de otra especie (*Anastrepha serpentina*) en la décimo cuarta semana, lo cual abriría más la curva de acumulación de especies. Estos resultados finalmente indican que existió en promedio una eficiencia de muestreo por encima del 91.33 por ciento, alcanzando en muchos hábitats la asíntota en el muestreo.

Cuadro 10: Eficiencia de los estimadores de muestreo por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.

Hábitat	Riqueza específica (S = 100 %)	Eficiencia (%)
Mandarina	2	100
Lúcumo	4	85.75
Cítricos	2	100
Duraznero	3	100
Palto	3	100
Toda el área	4	91.33

FUENTE: Elaboración propia.

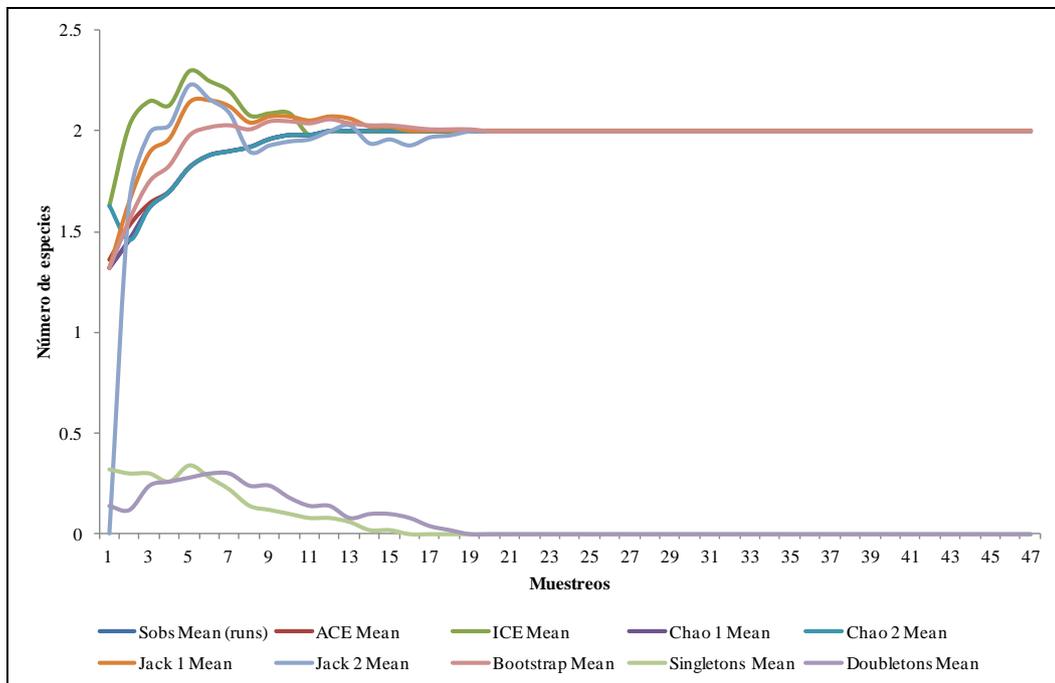


Figura 29: Curvas de acumulación de especies en el hábitat de la mandarina en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

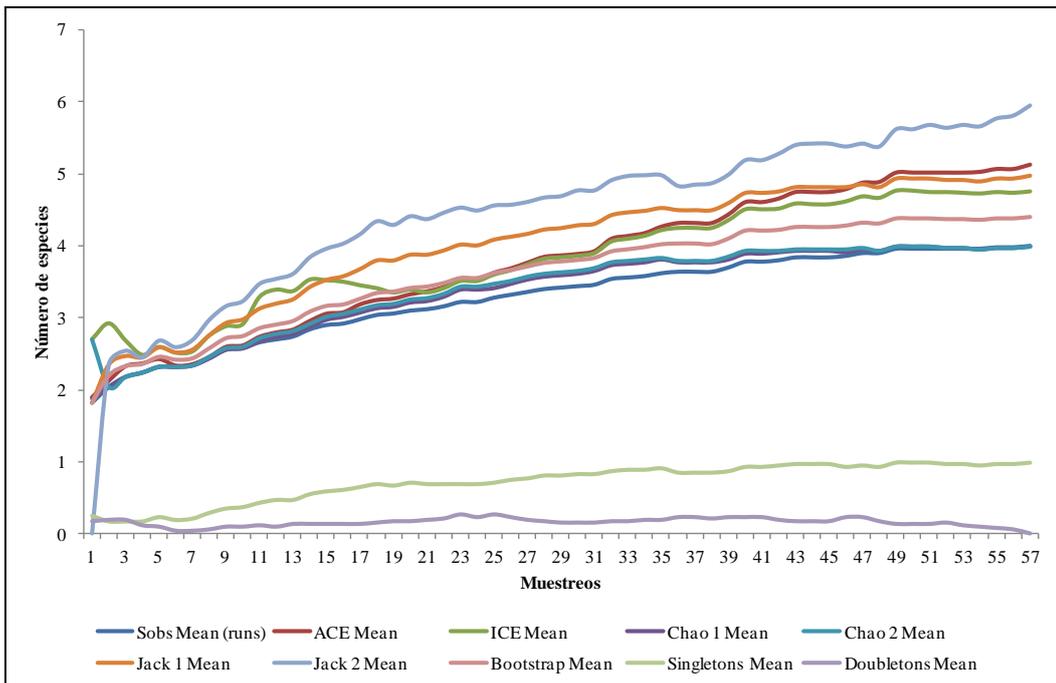


Figura 30: Curvas de acumulación de especies en el hábitat del lúcumo en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

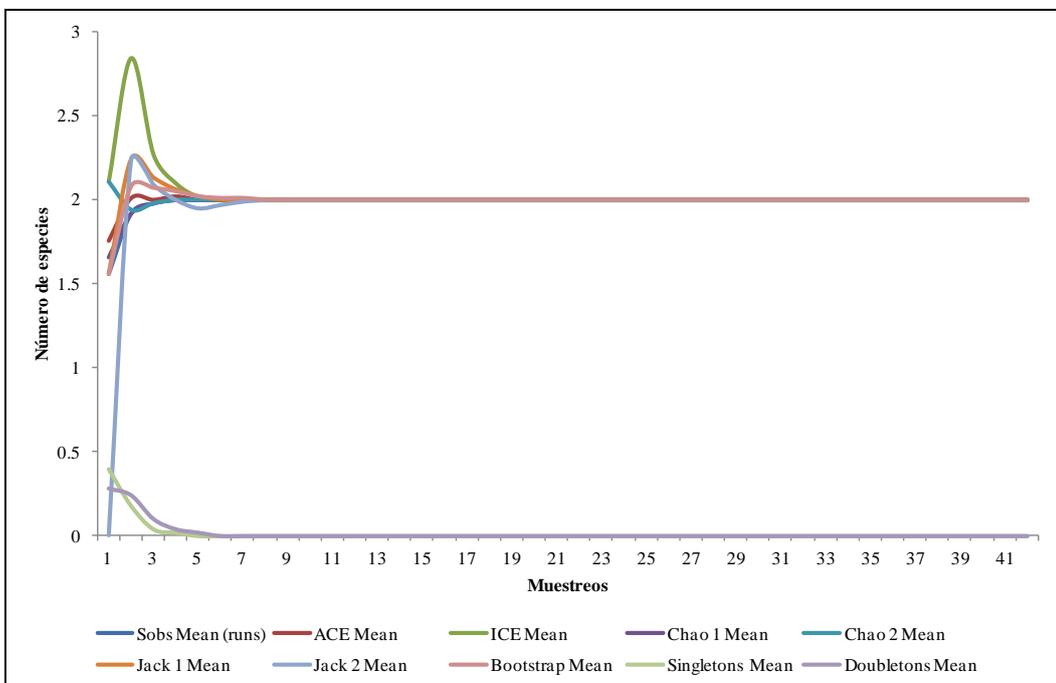


Figura 31: Curvas de acumulación de especies en el hábitat de los cítricos en La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

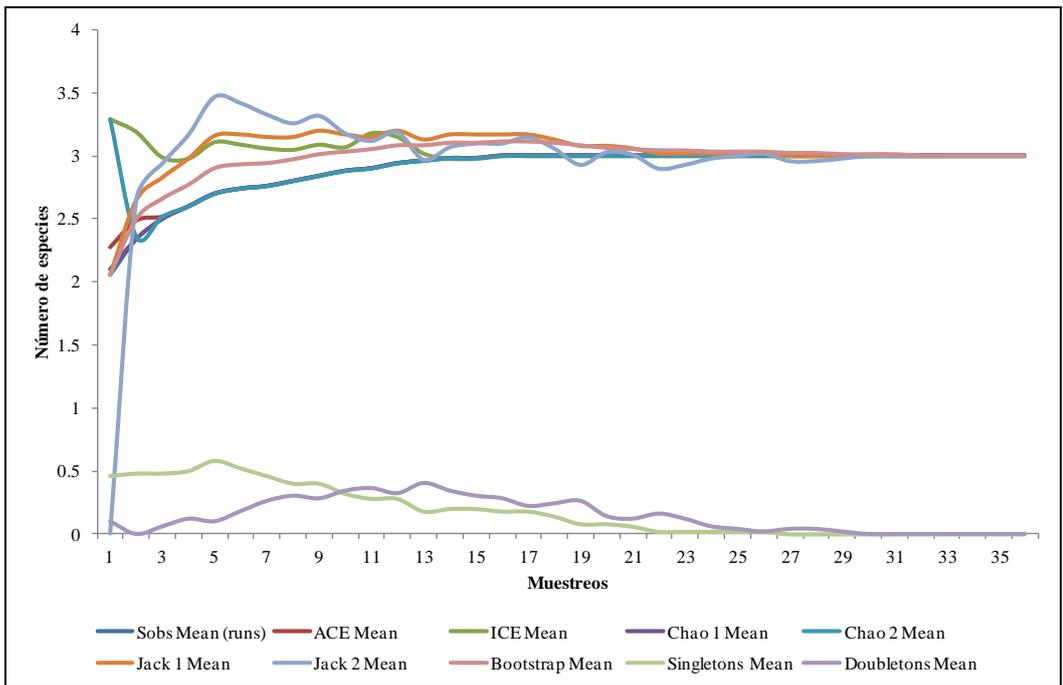


Figura 32: Curvas de acumulación de especies en el hábitat del duraznero en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

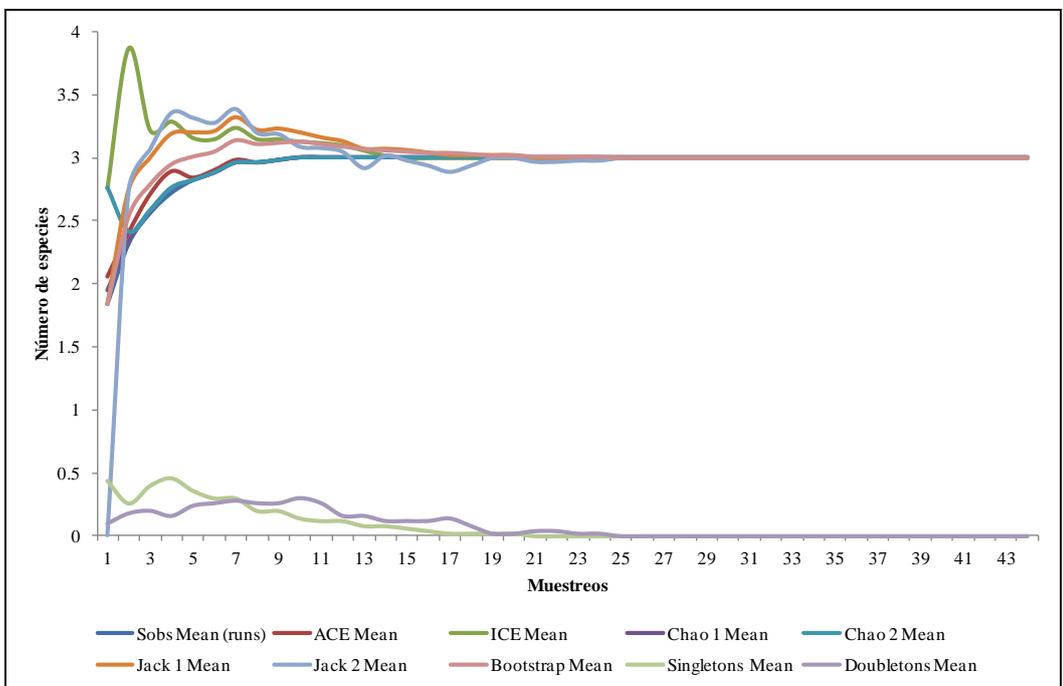


Figura 33: Curvas de acumulación de especies en el hábitat del pato en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

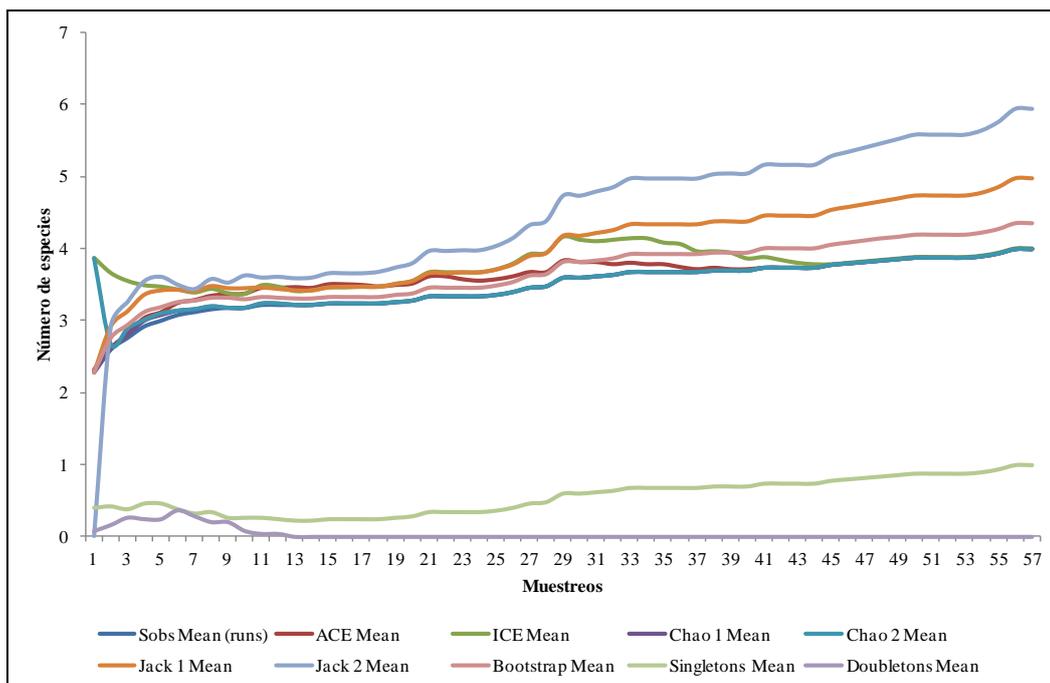


Figura 34: Curvas de acumulación de especies en toda el área de influencia del estudio en el periodo de marzo 2011 a febrero 2012, La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

4.4. COMPOSICIÓN DE LA DIVERSIDAD BETA

El análisis de similitud/disimilitud de Jaccard y Sorenson fue realizado para evaluar la similitud existente entre los hábitats de cultivo y las poblaciones de moscas de la fruta; este fue analizado graficando un dendrograma diseñado para este tipo de estudio, además de un gráfico para el análisis de factor de correspondencia.

Cuadro 11: Índices de diversidad beta por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.

	Mandarina		Lúcumo		Cítricos		Duraznero		Palto	
	I _j	I _s								
Mandarina			0.5	0.7	1	1	0.7	0.8	0.7	0.8
Lúcumo	0.5	0.7			0.5	0.7	0.8	0.9	0.8	0.9
Cítricos	1	1	0.5	0.7			0.7	0.8	0.7	0.8
Duraznero	0.7	0.8	0.8	0.9	0.7	0.8			1	1
Palto	0.7	0.8	0.8	0.9	0.7	0.8	1	1		

* I_j: Índice de Jaccard, I_s: Índice de Sorenson.

FUENTE: Elaboración propia.

En la Figura 35 se observa que las poblaciones de moscas de la fruta en los hábitats de cultivo de cítricos y palto son las que tienen mayor similitud en cuanto a la composición de especies de moscas, con alrededor de 92.77 por ciento, posiblemente debido a la cercanía de ambos cultivos. Las especies de moscas en el cultivo del duraznero y lúcumo poseen un 85.08 por ciento de similitud, debido a que el lúcumo poseía una mayor cantidad de trampas instaladas para el estudio, y por otro lado, el duraznero fue donde más moscas se capturaron con una sola trampa, estos dos cultivos no estuvieron tan cercanos, sin embargo fueron los que tuvieron mayor acogida a la plaga, el lúcumo por darle un hábitat adecuado para la mosca y el duraznero por ser más atractivo para la ovipostura de las moscas de la fruta. La mandarina fue el cultivo con menor similitud de población de moscas, comparte alrededor del 51.08 por ciento de especies con respecto a los demás cultivos. Este porcentaje se debe por ser el cultivo que tuvo mayor grado de perturbación debido a la mayor cantidad de aplicaciones químicas durante el año, lo cual disminuye la presencia de esta plaga y/o alimento para ella.

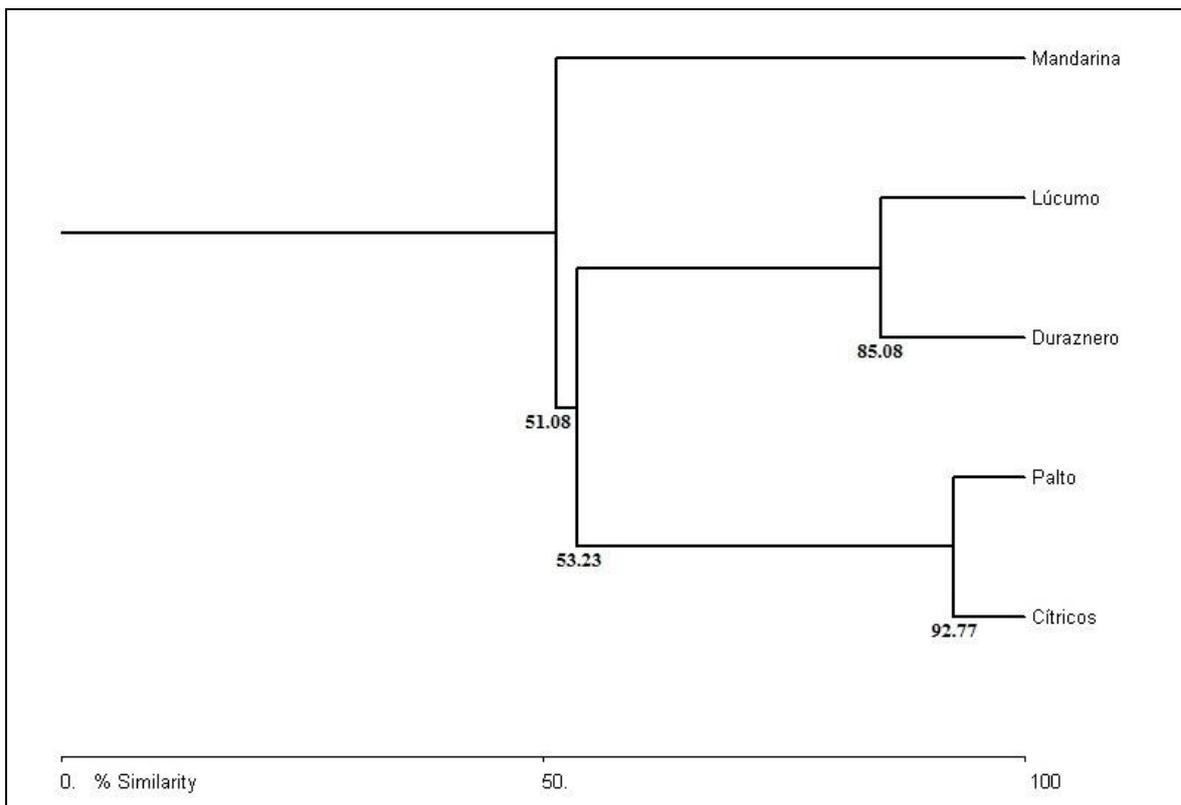


Figura 35: Dendrograma de similitud de hábitat de cultivo en La Molina, Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

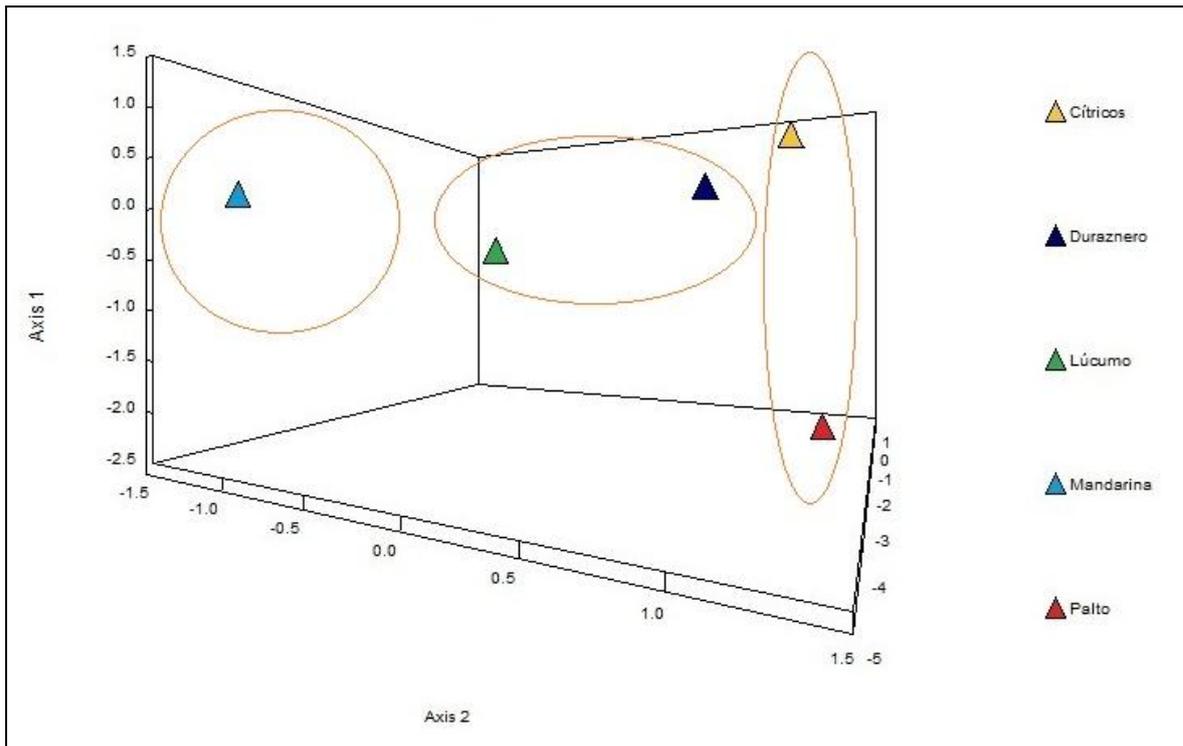


Figura 36: Análisis de factor de correspondencia por hábitat de cultivo en La Molina. Lima, Perú.

FUENTE: Elaboración propia.

La Figura 36 muestra el análisis de factor de correspondencia, en esta gráfica se aprecia que los hábitats de cítricos y palto son similares en cuanto a abundancia y número de especies colectadas, ya que se encontraron 2 553 y 2 228 individuos colectados; con respecto al cultivo del duraznero y lúcumo, también forman un agrupación debido a que ambos presentaron la mayor abundancia de moscas con 6 973 y 7 126 individuos respectivamente. No obstante, el análisis de factor de correspondencia muestra de manera concluyente que los cuatro hábitats citados: palto, cítricos, duraznero y lúcumo tienden a formar una agrupación fundamentada sobre todo en la abundancia de moscas de la fruta y mantienen una similitud de más del 53% de especies compartidas, a diferencia del cultivo de la mandarina que registra la menor abundancia con 771 individuos y sólo 2 especies. Estos resultados guardan mucha correspondencia con los obtenidos mediante los índices de similitud.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y en base a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

1. Las poblaciones de moscas de la fruta en los campos de frutales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, son permanentes en todo el año fluctuando sus poblaciones entre máximos y mínimos, la tendencia poblacional es similar entre los dos géneros encontrados *Ceratitis* y *Anastrepha*.
2. La población más alta corresponde a la especie *Ceratitis capitata* en el mes de febrero del año 2012, con un valor de MTD semanal de 12.06; mientras que la población más baja se presenta en el mes de noviembre con un valor de MTD semanal de 0.11.
3. Con respecto al complejo *Anastrepha* la población más alta se presenta en el mes de febrero del año 2012, con un valor de MTD semanal de 3.28; contrariamente no se detectaron capturas en los meses octubre y noviembre.
4. Se identifican cuatro especies de moscas de la fruta: *Ceratitis capitata*, *Anastrepha fraterculus*, *Anastrepha distincta* y *Anastrepha serpentina*. Las especies más abundantes son *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*, representando el 88.02 y 11.86 por ciento respectivamente.
5. El esfuerzo de muestreo de acuerdo a los diferentes estimadores utilizados en toda el área de influencia del estudio alcanza el 91.33 por ciento, lo cual indica un buen esfuerzo de muestreo.
6. El hábitat de los cítricos y el palto presentan mayor similitud (92.77 por ciento), seguidos del duraznero y el lúcumo (85.08 por ciento), el cultivo de la mandarina presenta la menor similitud con los demás cultivos alcanzando solo un 51.08 por ciento de especies compartidas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Efectuar estudios biológicos de las moscas de la fruta a fin de establecer los mecanismos de sobrevivencia en los meses de invierno con el objetivo de diseñar las estrategias de control más adecuadas., así como determinar sus hospederos especialmente de las poblaciones de *Anastrepha distincta* y *Anastrepha serpentina* a fin de determinar sus nichos ecológicos en el área de influencia de la Universidad.
2. Extender el trabajo realizando un monitoreo a largo plazo en zonas donde esté intensificado el cultivo de frutales, a fin de cubrir la mayor área posible de la Región de Lima y generar información que ayude con el proceso de control y/o erradicación de esta plaga.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aluja S, M. 1993. Manejo integrado de la mosca de la fruta. México D. F., MX. Editorial Trillas. 251 p.
2. Aluja S, M. 1999. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) research in Latin America: Myths, realities and dreams. An. Soc. Entomol. Brasil 28(4):565-594.
3. Baker, AC; Stone, WE; Plummer, CC. y McPhail, M. 1944. A review of studies on the mexican fruit fly and related mexican species. Washington D. C., US. United States Department of Agriculture (USDA), Misc. Publ. N° 531. 155 p.
4. Bateman, MA. 1972. The ecology of fruit flies. Annual Review of Entomology 17:493-518.
5. Brack E, A. 2000. Ecología del Perú. Lima, PE. Editorial Bruño. 500 p.
6. Calzada B, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. 4 ed. Lima, PE. Editorial Milagros S.A. 644 p.
7. Christenson, LD. y Foote, RH. 1960. Biology of fruit flies. Annual Review of Entomology 5:171-192.
8. Cisneros V, F. 1995. Control de plagas agrícolas. 2 ed. Lima, PE. Full Print S.R.L. 313 p.
9. Fletcher, BS. y Kapatatos, ET. 1983. The influence of temperature, diet and olive fruits on the maturation rates of female olive flies at different times of the year. Entomol. Exp. Appl. 33(3):244-252.
10. Gamero, O. 1958. Trabajos de control de las moscas de la fruta *Ceratitidis capitata* Wied y *Anastrepha striata* Schin. (Trypetidae). Rev. per. Ent. 1(1):60-66.
11. Gamero, O. 1961. Medidas fitosanitarias para controlar las moscas de la fruta: *Ceratitidis capitata* Wied. (Mediterránea) y *Anastrepha* (Común). Rev. per. Ent. 4(1):25-29.
12. Gil B, JL. 2003. Ocurrencia poblacional de las moscas de la fruta del género *Anastrepha* en zapote (*Matisia cordata* Humb. & Bonpl.) en Tingo María -

- Huánuco. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. 160 p.
13. Gutiérrez S, J. 1976. La mosca del mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) y los factores ecológicos que favorecerían su establecimiento y propagación en México. México, D. F. Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), Dirección General de Sanidad Vegetal. 233 p.
 14. Halffter, G. y Ezcurra, E. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? In: Halffter, G. eds. La diversidad biológica de Iberoamérica I. Veracruz, MX. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-D), Instituto de Ecología A. C., Secretaría de Desarrollo Social. p. 3-24.
 15. Hernández-Ortiz, V. 1992. El género *Anastrepha* Schiner en México (Diptera: Tephritidae): Taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes. Veracruz, MX. Instituto de Ecología A. C., Sociedad Mexicana de Entomología. 162 p.
 16. Herrera, JM. y Viñas, LE. 1977. “Moscas de la fruta” (Diptera: Tephritidae) en mangos de Chulucanas, Piura. Rev. per. Ent. 20(1):107-114.
 17. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 2000. Plagas y enfermedades: Moscas de la fruta (en línea). Consultado 14 jun. 2012. Formato Adobe Acrobat Document (.pdf). Disponible en http://infoagro.net/archivos_Infoagro/Sanidad/biblioteca/1Moscas_de_la_fruta.pdf
 18. INIPA (Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria, PE). Proyecto Peruano MOSCAMED. 1986. Manual de control integrado de la mosca de la fruta. Lima, PE. 22 p.
 19. Jiménez-Velarde, A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista Ibérica de Aracnología 8(31-XII):151-161.
 20. Korytkowski G, C. y Ojeda P, D. 1968. Especies del género *Anastrepha* Schiner 1868 en el noroeste peruano. Rev. per. Ent. 11(1):32-70.
 21. Korytkowski G, C. y Ojeda P, D. 1969. Distribución ecológica de especies del género *Anastrepha* Schiner en el noroeste peruano. Rev. per. Ent. 12(1):71-95.
 22. Korytkowski, CA. 1993. Manual de identificación de Moscas de la Fruta: Parte II género *Anastrepha* Schiner, 1868. Universidad de Panamá, Programa de Maestría en Entomología. 122 p.
 23. Korytkowski, CA. 2001. Situación actual del género *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) en el Perú. Rev. per. Ent. 42:97-158.

24. Liquido, NJ; Shinoda, LA. y Cunningham, RT. 1991. Host plants of the mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae): an annotated world review. Misc. Publ. Entomol. Soc. Am. 77:1-52.
25. Liquido, NJ; Barr, PG. y Cunningham, RT. 1998. Medhost, an encyclopedic bibliography of the host plants of the mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata* (Wiedemann), Version 1.0. In: Thompson, FC. eds. Fruit fly expert identification system and systematic information database. Diptera data dissemination disk 1. USDA, ARS.
26. Liquido, NJ; Layme, JM; Gonzales, LB. y Velapatiño, JF. 2011. Quarantine security: assessment and mitigation of the risk of *Anastrepha striata*, *Anastrepha fraterculus*, and *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) in 'Hass' avocado, *Persea Americana*. Cairns, AU. Actas VII Congreso Mundial del Aguacate 2011. 15 p.
27. Lobos A, C. 1997. Distribución y registro de las principales especies de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en los países suramericanos. Lima, PE. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 62 p.
28. Lobos A, C; González G, J; Reyes M, P. y Arias F, B. 2005. Guía para la detección de moscas de la fruta de importancia económica (Diptera: Tephritidae). 2 ed. Santiago, CL. Ministerio de Agricultura de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Publicación miscelánea N° 2. 128 p.
29. López M, L; López B, JA; Hernández, EA; Martínez, GS; Gutiérrez R, JM. y Hernández L, RA. 2010. Guía de campo para el reconocimiento de moscas de la fruta del género *Anastrepha*. México D.F., MX. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 28 p.
30. Magurran, AE. 1988. Ecological diversity and its measurement. New Jersey, US. Princeton University Press, 179 p.
31. Magurran, AE. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science. 256 p.
32. Mayer, P. 2006. Biodiversity - The appreciation of different thought styles and values helps to clarify the term. Restoration Ecology 14(1):105-111.
33. Mendoza C, GP. 2003. Fluctuación poblacional de las moscas de la fruta (*Ceratitidis capitata* y *Anastrepha* spp.) en el valle Chancay - Huaral durante los años 1999, 2000 y 2001. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. 159 p.
34. MINAG (Ministerio de Agricultura, PE). 2012. Series históricas de producción agrícola - Compendio estadístico: base de datos Oficina de Estudios Económicos y

- Estadísticos (en línea). Lima, PE. Consultado 11 jul. 2012. Disponible en http://frenteweb.minag.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
35. Miranda V, F; Porras C, J; Valencia C, R. y Vega D, E. 2011. Libro de texto del curso de métodos estadísticos para la investigación I. Lima, PE. Departamento de Estadística e Informática, Universidad Nacional Agraria La Molina. 191 p.
 36. Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la diversidad. Zaragoza, ES. M&T - Manuales y Tesis SEA, vol. 1. 83 p.
 37. Moreno, C. y Halffter, G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal Applied Ecology* 37(1):149-158.
 38. Nolasco, N. y Iannacone, J. 2008. Fluctuación estacional de moscas de la fruta *Anastrepha* spp. y *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) en trampas McPhail en Piura y en Ica, Perú. *Acta Zoológica Mexicana* 24(3):33-44.
 39. Norrbom, AL. y Kim, CK. 1988. A list of reported host plants of the species of *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae). Hyattsville, US. Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), Plant Protection and Quarantine (PPQ). 114 p.
 40. Norrbom, AL; Korytkowski, CA; Zucchi, RA; Uramoto, K; Venable, GL; McCormick, J. y Dallwitz, MJ. 2012. *Anastrepha* and *Toxotrypana*: descriptions, illustrations, and interactive keys (en línea). Consultado 31 ago. 2012. Disponible en <http://delta-intkey.com>
 41. Pinson, EP; Tejada, LO; Toledo, J; Enkerlin, W; Celedonio-Hurtado, H; Valle, J; Pérez, JN. y Liedo, P. 2006. Caracterización de la adaptación de *Anastrepha serpentina* (Wied.) (Diptera: Tephritidae) a condiciones de cría masiva. *Folia Entomol. Mex.* 45(2):97-112.
 42. Rodríguez B, A; Quenta C, E. y Molina S, P. 1997. Control integrado de las moscas de la fruta. Lima, PE. Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). 54 p.
 43. Sánchez V, G. y Vergara C, C. 2009. Plagas de los frutales. Lima, PE. Departamento de Entomología. Universidad Nacional Agraria La Molina. 129 p.
 44. SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, PE). Programa Nacional de Moscas de la Fruta. s.f. Manual de Identificación Taxonómica: Especies de *Anastrepha* más frecuentes en trampas McPhail. 56 p.
 45. SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, PE). Subdirección de Moscas de la Fruta y Proyectos Fitosanitarios. 2007. Manual del sistema nacional de vigilancia de moscas de la fruta (en línea). Consultado 13 abr. 2012. Formato Adobe Acrobat

- Document (.pdf). Disponible en http://www.senasa.gob.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/MOSCA_VIGILANCIA/MANUAL_VIGILANCIA_2007.pdf
46. SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria, PE). Subdirección de Moscas de la Fruta y Proyectos Fitosanitarios. 2011. Control y erradicación de moscas de la fruta en Perú (en línea). Consultado 10 ago. 2012. Formato Adobe Acrobat Document (.pdf). Disponible en <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/videoconferencias/2011/moscasfrutas.pdf>
47. Silvestri, F. 1914. Report of an expedition to Africa in search of the natural enemies of fruit flies (Trypaneidae): With descriptions, observations and biological notes. Board of Agriculture and Forestry, Division of Entomology. 176 p.
48. Soberón, J. y Llorente, J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3):480-488.
49. Torres B, MD; Rose, WE. y Korytkowski G, C. 1967. Algunos aspectos sobre la detección de la "mosca de la fruta" en el Perú. *Rev. per. Ent.* 10(1):13-15.
50. Vargas, R. y Rodríguez, S. (2008). Dinámica de poblaciones. In: Ripa, R. y Larral, P. eds. Manejo de plagas en paltos y cítricos. La Cruz, CL. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Colección Libros INIA N° 23. p. 99-105.
51. Whittaker, RH. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21(2/3):213-251.
52. Wille, JE. 1958. La mosca mediterránea *Ceratitidis capitata* Wied, en el Perú. *Rev. per. Ent.* 1(1):59-60.