



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

“Realización de oviposición forzada y controlada de *anastrepha ludens* en naranja valencia tardía para evidenciar los cambios fisicoquímicos por la infestación”

PARA OBTENER EL TITULO DE

Ingeniero(a) en Industrias Alimentarias

PRESENTA

Marina Martínez Hernández

DIRECTOR DE TESIS

M. C. Pascual Hernández Bautista

CO- DIRECTOR DE TESIS

M. C. Reynol Fernández Aguilar

M. T. Jaqueline Pérez Ramírez



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMPACHE

DEDICATORIA

A Dios.

Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más.

A ti Madre.

*Por haberme educado y soportar mis errores. Gracias a tus consejos, por el amor que siempre me has brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad.
¡Gracias por darme la vida!*

A ti Padre.

A quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindó para alcanzar esta meta.

A mis Hermanos

*Por que siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad
¡Gracias!*

A mi esposo

Por ser el apoyo incondicional en mi vida que, con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mis objetivos.

A mi nueva familia

Que de una u otra manera me brindaron su cariño y confianza, y se involucraron en este proyecto.

*De manera especial a mi **tutor de tesis**, por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.*

Y por supuesto a mi querida Universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

INDICE

INTRODUCCION	6
1. GENERALIDADES	7
1.1. Planteamiento del problema	7
1.2. Objetivos	7
1.2.1. Objetivo general.....	7
1.2.2. Objetivos específicos.....	7
1.3. Justificación.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Origen	9
2.2. Principales países productores.....	10
2.2.1. Principales productores de naranja en México	11
2.2.2. Producción en Veracruz	12
2.4. Características de la naranja.....	15
2.5. Taxonomía y morfología.....	15
2.6. Ciclo de producción de la naranja	17
2.7. Composición de la naranja	18
2.7.1. Contenido nutricional	19
2.7.2. Beneficios	19
2.8. Factores para el cultivo de cítricos	20
2.8.1. Clima.....	20
2.8.2. Temperatura	20
2.8.3. Precipitación.....	21
2.8.4. Suelo	21
2.9. Variedades	22
2.9.1. Grupo navel.....	22
2.9.2. Grupos blancas	24
2.9.3. Grupo sangre	25
2.10. Plagas	25
2.10.1. Mosca del Mediterráneo.....	25
2.10.2. Mosca blanca (ALleurothrixus floccosus)	26
2.10.3. Psila Africana (Trioza erytreae)	26
2.10.4. Mosca mexicana de la fruta (Anastrepha Ludens)	27



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

2.10.4.3.	Ciclo biológico de la mosca de la fruta	30
2.10.4.4.	Síntomas y daños	31
2.10.4.5.	Medios de diseminación.....	31
2.10.4.6.	Distribución de la mosca en México	32
2.11.	Géneros de Importancia Económica	32
2.11.1.	Genero <i>Ceratitis capitata (Wiedemann)</i>	33
2.11.2.	<i>Anastrepha ludens (Loew)</i>	36
2.12.	Parámetros Físicoquímicos de la calidad de las frutas	38
2.12.1.	Firmeza.....	38
2.12.2.	Acidez titulable.....	39
2.12.3.	Color	39
2.12.4.	Grados Brix o cantidad de sólidos solubles	41
2.12.5.	pH	42
3.	MATERIALES Y METODOS	43
3.1.	Materiales	43
3.1.1.	Materia prima	43
3.1.2.	Reactivos	43
3.2.	Metodología.....	43
3.2.1.	Lavado.....	43
3.2.2.	Selección de la fruta	44
3.2.3.	Variables de respuestas analizadas	45
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	49
4.1.	Pérdida de peso.....	49
4.2.	Colorimetría de pulpa	50
4.3.	Color de la cascara.....	50
4.4.	Firmeza.....	51
4.5.	Sólidos solubles (°brix).....	52
4.6.	pH	53
4.7.	Acidez	53
5.	CONCLUSIONES.....	54
7.	BIBLIOGRAFÍA	56



INDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
2.1	Principales países productores de cítricos del mundo.....	11
2.2	Servicio de información agroalimentaria y pesquera.....	12
2.3	Ciclo de producción de la naranja.....	18
2.4	Ciclo biológico de la fruta.....	31
2.5	Especies macho y hembra de Mosca de la Fruta del género <i>Ceratitis capitata</i> .	33
2.6	Distribución geográfica actual de la mosca de la fruta del género <i>Ceratitis capitata</i>	34
2.7	Mosca de la Fruta del género <i>Anastrepha ludens</i>	36
2.8	Distribución geográfica actual de la mosca de la fruta del género <i>Anastrepha ludens</i>	37
3.1	Lote de frutas infestadas y frutas testigo.....	43
3.2	Etiquetado de las frutas estudiadas.....	44
3.3	Balanza electrónica marca OHAUS (Mod. TS4KD).....	45
3.4	Análisis por triplicado por cada uno de los lotes (FC y FT).....	46
3.5	Determinación de firmeza con un penetrometro.....	46
3.6	Refractómetro ABBE digital.....	47
3.7	Determinación de acidez por método de titulación.....	48



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Título	Página
2.1	Municipios productores de naranja en Veracruz.....	13
2.2	Taxonomía de la naranja.....	15
2.3	Nomenclatura taxonómica.....	27
2.4	Principales frutas huéspedes de la mosca <i>Anastrepha Ludens</i>	37

INDICE DE GRAFICAS

Grafica	Título.....	Página
4.1	Pérdida de peso promedio de las muestras (FC y FT).....	49
4.2	Angulo de tonalidad de la pulpa de las muestras de FC y FT durante un análisis 10 días con 3 muestras analizadas por triplicado.....	50
4.3	Angulo de tonalidad de la cascara de las muestras de FC y FT durante un análisis 10 días con 3 muestras analizadas por triplicado.....	50
4.4	Firmeza de la cascara de los FC y FT de 3 muestras analizadas por triplicado durante 10 días.....	51
4.5	Comportamiento de la relación de sólidos solubles en frutas contaminadas (FC) y frutas testigo (FT).....	52
4.6	Comportamiento del pH en las frutas contaminadas (FC) y de las frutas testigo (FT).....	53
4.7	Acidez titulable de FC y FT.....	53



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

INTRODUCCION

La naranja, es considerada una de las frutas de mayor importancia en todo el país, tanto por la superficie destinada para su cultivo, como por la producción y el consumo per cápita. En México se producen 4,409, 968 toneladas de naranja, ocupan el quinto lugar en producción mundial, donde a nivel nacional, Veracruz obtiene el primer lugar con 2, 336, 427 toneladas de producción. En el país la mayor parte de la producción de naranja es destinada al comercio exterior donde nueve de cada diez toneladas se exportan a Estados Unidos (JORGE TOLEDO Y PABLO LIEDO, 2001).

Las frutas presentan problemas fitosanitarios que afectan la producción frutícola mundial. En este sentido las moscas de las frutas representan un problema de carácter fitosanitario, debido a que éstas se encuentran distribuidas en áreas tropicales y subtropicales del mundo. Estos Dípteros son de importancia económica, ya que utilizan las frutas como substrato para la ovoposición y desarrollo de las larvas causando daños directos e indirectos en la fruticultura. (NÚÑEZ B, Ligia; 2000). La naranja es susceptible de ser infestadas por varios tipos de plagas entre ellas la mosca mexicana (*Anastrepha Ludens*) que es una de las plagas más importantes de cítricos en México (Venancio, agosto 2015). El daño principal del insecto consiste en perforar la fruta debido a la ovoposición provocando un deterioro en calidad y una caída prematura del fruto. Muchos daños se pueden producir dentro de la fruta antes de que los síntomas externos se vean causando pérdidas económicas al productor.

Por todo lo anterior el objetivo del trabajo es generar información científica de los síntomas fisicoquímicos de infestación de *Anastrepha Ludens* en naranja valencia tardía mediante la ovoposición forzada para proponer un método de detección temprana de las frutas infestadas.

En este trabajo se busca identificar los principales rasgos físicos y químicos que presenta la fruta después de la ovoposición, esta información será de gran utilidad en el futuro para buscar un agente químico capaz de relacionarse química y en forma macroscópica y con ello facilitar la identificación de las frutas infestadas con *Anastrepha Ludens*.



1. GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del problema

Una de las problemáticas de la comercialización de los cítricos en forma fresca es que se pueden propagar plagas de insectos endémicos de los países de origen a los países importadores. La Mosca de la fruta (*Anastrepha ludens*) es un ejemplo de una plaga que se disemina fácilmente durante la comercialización de los cítricos. Los frutos atacados pueden mostrar signos de perforaciones debido a la ovoposición, pero estas, o cualquier otro síntoma de daño, a menudo son difíciles de detectar en las primeras etapas de la infección. Muchos daños se pueden producir dentro de la fruta antes de que los síntomas externos se vean, como las galerías acompañadas por podredumbre.

Ante tal problemática se busca tener información científica y proponer paquetes tecnológicos que permitan la detección temprana de la mosca *Anastrepha Ludens*.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evidenciar síntomas de infestación de *Anastrepha Ludens* en naranja valencia tardía mediante la ovoposición forzada para implementar un método físico, fisiológico o bioquímico de la clasificación de la naranja.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinación de los rasgos de infestación mediante los análisis fisicoquímicos y bioquímicos en la naranja valencia tardía.
- Evaluar los parámetros fisicoquímicos: IDF*, color de cascara y pulpa, firmeza cascara y pulpa, sólidos solubles, acidez titulable, pH.



1.3. Justificación

Las moscas de la fruta (Tephritidae: Diptera) son una de las plagas que más han afectado a la fruticultura en México (Valencia-Botín, 2000). Se han reportado pérdidas de hasta 10% en cítricos y 30% en mango (Barrios, 1969; Aluja, 1994). De las 4 000 especies de Tephritidae reportadas a nivel mundial, en México se han registrado alrededor de cien especies, 29 de ellas corresponden a moscas de la fruta del género *Anastrepha*, de las cuales *A. oblicua*, *A. serpentina*, *A. striata* y *A. ludens* presentan mayor importancia económica debido a su amplia distribución, incidencia y por el rango de hospedantes que afectan (Barrios, 1969; Valencia-Botín, 2000).

Los frutos atacados pueden mostrar signos de perforaciones debido a su ovoposición o cualquier otro síntoma de daño, a menudo son difíciles de detectar en las primeras etapas de la infección. Muchos daños se pueden producir dentro de la fruta antes de que los síntomas externos se vean, como las galerías acompañadas de podredumbre. La mosca de la fruta una vez que sus alas se despliegan, su cuerpo se expanda, seque y endurezca podrá desplazarse volando en busca de los recursos básicos para reproducirse como; nutrientes, pareja y hospederos donde realizar la ovoposición para asegurar que sus larvas consigan alimento.

En este trabajo se busca identificar los principales rasgos físicos y químicos que presenta la fruta después de la ovoposición para generar información y esta sea de gran utilidad en el futuro para buscar un agente químico capaz de relacionarse químicamente y en forma macroscópica para la identificación de las frutas infestadas con *Anastrepha Ludens*.



2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen

La naranja es una fruta con historia propia con más de 20 millones de años de antigüedad de los primeros cítricos: desde sus orígenes en el sureste asiático, pasando por la mitología griega y su propagación de oriente a occidente.

Es introducida por los árabes a Europa en el siglo X y llega a América junto con los españoles, gracias a Cristóbal Colón quien siembra en Haití las primeras plantas de naranja en 1493 las cuales serían distribuidas posteriormente con la conquista y la colonización del continente. Desde que el naranjo fue introducido por primera vez a México en 1518 por Bernal Díaz Castillo en la región del Río Tonalá, Veracruz, este ha sido un cultivo de gran importancia para nuestro país. Las primeras plantaciones de naranja en México se remontan a 1521, cuando se establecieron huertos en la ribera del Río Coatzacoalcos. Fue hasta ese entonces que se diseminó a toda la república y actualmente 28 estados cuentan con plantaciones de naranja.

En 1950 se registraron altas producciones en los estados. En México a partir de 1950 tuvo un crecimiento de superficie cultivada de naranja principalmente en Tamaulipas, Veracruz, Nuevo León y San Luis Potosí, en la entidad veracruzana destaca el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) de Martínez de la Torre al aportar el 50% de la producción estatal con 410,547 toneladas para el año de 1986 (CONCITVER, 2007).

Naranjo es el nombre común de varios árboles frutales de la familia de los rutáceas y del género citrus; sin embargo, al hablar de naranjo se hace referencia a dos especies distintas de cítricos: el naranjo agrio (*Citrus aurantium*), popularmente “cucho” o “cimarrón”, y el naranjo dulce (*Citrus sinensis*), en sus más de cien variedades, siendo la más conocida en México la valencia tardía. El naranjo dulce es mediana mente robusto de tres a cinco metros de altura con copa de denso follaje, hoja perenne, fruto rojo con la corteza rica en aceites y escencias muy aromáticas que contienen



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

una pulpa acida y perfumada; sus flores son solitarias o agrupadas, con cinco pétalos blancos, carnosos y perfumados que florecen en primavera (Aracely, nov-2016).

2.2. Principales países productores

De acuerdo a datos más recientes de (CITRICAS, 2019) los 5 principales países productores de cítricos en el mundo son Brasil, con una producción total de 20, 682,309 toneladas de cítricos, se le considera como la nación productora de cítricos más grande del mundo; cultiva pomelos, naranjas, limones, limas y mandarinas.

La mayor zona de producción de Brasil se llama Citric Belt y también el área que separa el estado de Sao Paulo y Minas Gerais. Casi el 35% de todas las naranjas en el planeta provienen de Brasil. Las condiciones climáticas que presenta han logrado mantenerlo en la cima como productor.

El segundo es China, produce 547,000 toneladas de toronja, 745,100 toneladas de limas y limones, 2, 865,000 toneladas de naranjas, 14, 152,000 toneladas de mandarina y 1,308.000 toneladas de cítricos no especificados, sumando un total de 19, 517,100 toneladas de producción. El tercero es Estados Unidos con una producción de 10, 017,000 toneladas de frutas cítricas entre las que se encuentra limones y limas con un total de 722,000 toneladas, naranjas 7,357,000 toneladas, mandarinas 14,152,000 toneladas y otras frutas no específicas.

La mayor parte de producción de cítricos se encuentra en California, Arizona, Texas y Florida. Estados Unidos es un gran productor de naranjas, pero las mismas son consumidas por los estadounidenses. México ocupa el cuarto lugar con un total de 6, 851,000 toneladas de cítricos, de los cuales 390,000 toneladas son de toronja, 1, 880,000 toneladas entre limones y limas, 4,160.000 toneladas de naranja, 355,000 toneladas de mandarinas y 66,000 toneladas de cítricos no especificados. México es considerado como el único proveedor importante de cítricos para el mercado de Estados Unidos.

Las principales áreas de producción se encuentran dispersas en varios estados, siendo el estado de Veracruz el principal productor de naranja en el país (SAGARPA, 2016). El quinto es India, aunque es el mayor productor mundial de limones y limas que los anteriores. Tiene una producción de 178,000 toneladas de toronja, 3, 900,000 toneladas de naranja, 148,000 toneladas de frutos cítricos no especificados, pero no produce mandarinas, de esta manera suma una producción total de 6,286.000 toneladas en cítricos. Los datos anteriores se pueden apreciar en la Figura 2.1.

Figura 2.1 principales países productores de cítricos del mundo

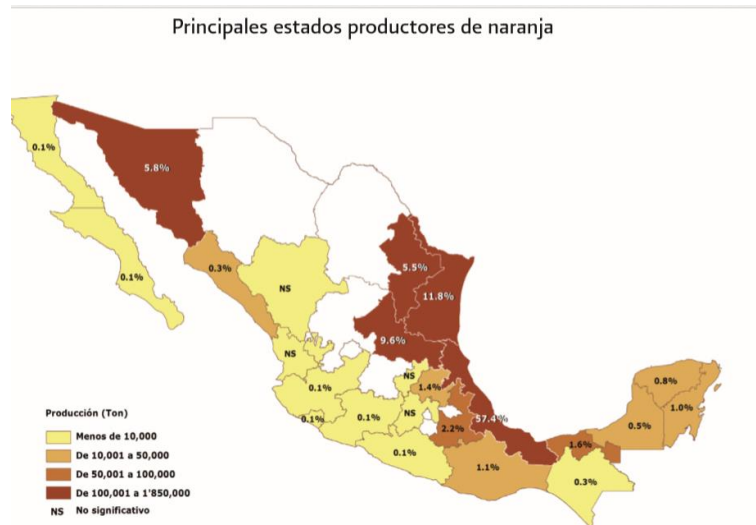


Fuente: Citricas, 2019

2.2.1. Principales productores de naranja en México

La producción nacional acumulada hasta septiembre fue de tres millones 225 mil 74 toneladas, con un avance de 75.4% frente a lo programado para el año. Veracruz registra el mayor volumen (un millón 849 mil 857 toneladas) con avance de 88.9% en la cosecha y un rendimiento de 11.98 toneladas por hectárea. Tamaulipas, con 381 mil 395 hectáreas cosechadas (16.24 toneladas por hectárea), alcanzó en septiembre 69.9% de lo programado. En el rendimiento por hectárea, Sonora establece la mejor marca, con 24.97 toneladas. Como se puede apreciar en la figura 2.2.

Figura 2.2 Servicio de información agroalimentaria y pesquera



Fuente: <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100602-reporte-naranja.pdf>

2.2.2. Producción en Veracruz

En el norte del estado de Veracruz existen tres zonas cítricas de importancia a saber:

- **Zona 1:** Álamo, Tihuatlán y Tuxpan, donde se producen naranjas, mandarinas y toronjas.
- **Zona 2:** Gutiérrez Zamora, Papantla y Tecolutla, donde hay naranjas, toronjas y limón persa.
- **Zona 3:** Martínez de la Torre, Tlapacoyan y Misantla, que Producen naranja, limón persa y mandarina.

Algunas áreas que recientemente están tomando importancia son: Puerto de Veracruz, Rodríguez Clara, Córdoba, Acayucan y Uxpanapa, en el Centro y Sur del Estado.

- **Zona 1:** Álamo, Tihuatlán y Tuxpan



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

Los principales municipios citricultores que integran esta región son: Álamo (27,000 ha de producción), Tihuatlán (8,900 ha), Castillo de Teayo (5,500 ha) y Tuxpan (3,600 ha), los cuales suman una superficie total aproximada de 40,000 ha en producción, otros municipios que también contribuyen a la producción de esta región son Cazones, Tamiahua, Tepetzintla, Coatzintla y Cerro Azul. Cabe resaltar que Álamo es el municipio de mayor importancia por superficie y volumen de producción de naranja, incluso a nivel nacional como se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Municipios productores de naranja en Veracruz.

MUNICIPIOS PRODUCTORES DE NARANJA EN VERACRUZ						
Municipio	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(\$/Ton)	(Miles de pesos)
Álamo Temapache	43609.5	42911.5	745802	17.38	1204.87	898594.46
Papantla	15470	15425	190800	12.37	1471.47	280756.48
Tihuatlan	13940	13850	174648.5	12.61	1025.19	179047.9
Martínez de la Torre	9530	9170	127885	13.95	1062.93	135894.76
Castillo de Teayo	10746	9432	124313.76	13.18	1070.85	133121.39
Chicontepec	8000	7980	123690	15.5	947.36	117178.96
Gutiérrez Zamora	8355	8320	102850	12.36	1723.46	177257.86
Tuxpan	5341	5341	854556	16	1185	101265.36
Cazones de Herrera	3261	3199	41395.06	12.94	995.83	41222.44

Fuente: SIAP



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

La citricultura es el principal detonante económico en Álamo, pues un 90% de su territorio geográfico cuenta con sembradíos de cítricos, destacándose la naranja valencia. En la temporada alta, en enero y febrero, Álamo logra producir 900 mil toneladas de naranja, y que el mayor porcentaje se va a las jugueras, y estas son las que exportan el jugo y derivados a Estados Unidos (EU), Japón y otros países, mientras que los productores solo tienen comercio en Puebla y el Distrito Federal.

Además, los programas gubernamentales que se han implementado para el combate de las plagas han dado excelentes resultados, sin embargo, desde hace cuarenta años la producción de Álamo no puede exportar al norte del país ni al extranjero, porque no ha logrado la certificación de baja incidencia de la mosca.

Por ello, día con día los productores de naranja se esfuerzan para lograr la certificación, ya que existen empresas que se aprovechan de esa situación y compran la naranja al precio que ellos quieren. Desde 2010, mediante un decreto gubernamental, Álamo es conocido como el municipio número en producción de naranja, con el título de “la capital de la naranja” (Aracely, nov-2016).

2.3. Descripción de la naranja

La naranja, producto del árbol del naranjo dulce, es una de las frutas más populares. México es uno de los primeros productores a nivel mundial. Su uso más frecuente es en jugo, nutritivo y común especialmente en el desayuno. También se le encuentra en gran cantidad de loncheras escolares, como fruta fresca y golosina para el recreo. En la industria de los alimentos se aprovecha para elaborar mermeladas; aceites y esencias de naranja (que se obtienen de la cáscara del fruto); aromatizantes y saborizantes. Además, es un ingrediente en diversos platillos de la cocina mexicana (Aracely, nov-2016).



2.4. Características de la naranja

Los frutos de los cítricos son bayas modificadas llamados esporidios, que se caracterizan por ser carnosos y tener semillas dispuestas en forma radial en su parte central.

En particular, la cascara de la naranja está formada por el exocarpo, capa externa de color llamado flavedo, y por el mesocarpo, capa interna esponjosa de color blanco conocida como albedo. El endocarpo es la parte comestible del fruto; corresponde a la porción interior de los carpelos, los cuales son segmentos cerrados que contienen vesículas con jugo y semillas.

El número de gajos de la naranja es igual o superior a siete. En su estado maduro, el fruto alcanza un diámetro de 6 a 10 centímetros y un peso sin cascara de 150 a 200 gramos (Aracely, nov-2016).

2.5. Taxonomía y morfología

Su nombre científico es *Citrus cinencis*: en la tabla 2.2 se muestra la taxonomía de la naranja.

Tabla 2.2 Taxonomía de la naranja.

CATEGORIA	GRUPO
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Sapindales
Familia	Rutaceae
Subfamilia	Citroideae
Tribu	Citraea
Genero	Citrus

Fuente: Aracely, nov-2016



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

- **Porte:** reducido (6-10 m). Ramas poco vigorosas, tronco corto, los tallos son verde tierno y triangular desde la base, se van engrosando conforme van creciendo tomando una forma redonda. Del tallo se desarrollan las ramas estructurales y más tarde ramificaciones que llevan las hojas, flores y los frutos. El tallo asegura el transporte de la savia bruta rica en minerales, desde el sistema radical a la parte aérea y de la savia elaborada rica en hidratos de carbono de las hojas a la raíz (Aracely, noviembre 2016).
- **Hojas:** las hojas presentan un limbo grande, alas pequeñas y espinas no muy acusadas (Aracely, noviembre 2016).
- **Raíz:** al desarrollarse el embrión de una semilla el primer órgano que aparece es la raíz, misma que tiende a penetrar la tierra. La raíz desempeñaba dos funciones una es anclar o sostener el árbol y otra es nutrirlo. Las raíces de los cítricos por su tipo es recomendable cortarles la punta antes de sembrarlas con el objetivo de estimular raíces secundarias que son estas las que realmente nutren la planta. Las raíces pivotantes o de anclaje pueden penetrar (según del tipo de suelo), más allá de 2 a 3 metros, protegiendo el árbol de vientos fuertes o manteniendo cargas de más de 100 kg de fruta. Por eso no se recomienda fertilizar al suelo en el primer año de vida, porque las raíces tienen los nutrientes muy cerca de ellas, no profundizan (Aracely, noviembre 2016).
- **Flores:** la flor de los agrios consta de 3 a 5 pétalos de color verde, que constituyen el cáliz de ahí nacen los pétalos de 4 a 8 de color blanco formando la corola. Ligeramente aromáticas, solas o agrupadas con o sin hojas. Los brotes con hojas (campaneros) son los que mejor cuajado y mejores frutos dan (Aracely, noviembre 2016).
- **Fruto:** es un fruto Hesperidario. Consta de: exocarpo (flabelo; presentan vesículas que contienen aceites esenciales), mesocarpo (albedo; pomposo y de color blanco) y endocarpo (pulpa; presenta tricomas con jugo). La variedad navel presenta frutos supernumerarios (ombligo), que son pequeños frutos que aparecen dentro del fruto principal por una aberración genética. Tan solo se producen un cuaje del 1%, debido a la excisión natural de las flores, pequeños frutos y botones cerrados (Aracely, noviembre 2016).



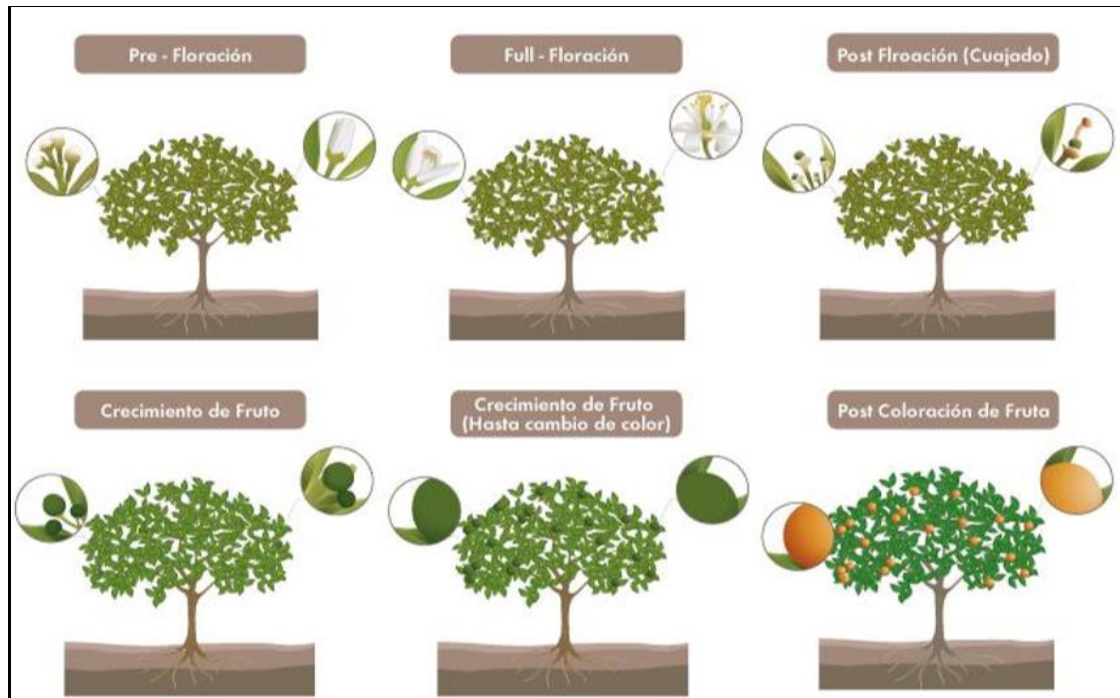
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

- **Corteza:** la corteza constituye la parte no comestible del fruto, en las naranjas. Está formada por el epicarpio y por el mesocarpio externo e interno, con la maduración del fruto el epicarpio adquiere un color naranja o amarillo. La intensidad del color amarillo o anaranjado se los da el frío, por eso en el norte del país se acumulan más horas frío el color es anaranjado, mientras que en nuestra región es amarilla y en el sur la naranja es color verde (Aracely, noviembre 2016).
- **Pulpa:** la pulpa es la parte comestible del fruto y está formada por el endocarpio que está compuesto por un conjunto de vesículas que son las que contienen el jugo, agrupándose entre sí forman un segmento. El número de vesícula que presenta la naranja es de 9 a 11 (Aracely, noviembre 2016).
- **Semilla:** la semilla proviene de la fusión de dos células sexuales una de polen y otra de ovario. El consumidor y más para la exportación se prefieren variedades sin o con muy pocas semillas (Aracely, noviembre 2016).

2.6. Ciclo de producción de la naranja

- **Fase inicial;** inicio brotación y floración- febrero a abril.
- **Fase de cuajado;** periodo crítico en el que se decide la cantidad de fruta que queda en el árbol- mayo a junio.
- **Fase de engorde;** periodo durante el cual, la fruta ya fijada engorda hasta su maduración- julio a octubre (figura 2.3).

Figura 2.3 Ciclo de producción de la naranja



Fuente: Aracely, noviembre 2016

2.7. Composición de la naranja

En general la naranja está conformada en una gran cantidad por agua, contiene niveles moderados de proteína y es un alimento bajo en grasas. Se le considera una buena fuente de fibra y vitamina C. los principales carbohidratos incluyen monosacáridos como la glucosa y fructosa; oligosacáridos como la sucrosa; y polisacáridos como la pectina. En la naranja se encuentran también presentes pequeñas cantidades de compuestos bioactivos, tales como terpenos, ácidos fenólicos y flavonoides, todos ellos compuestos orgánicos no nutrientes, con reconocidas propiedades benéficas para la salud humana.

La composición de los frutos cítricos varía por cada zona o tipo de tejido. El albedo de la cascara es rico en celulosa, hemicelulosa, lignina, sustancias pecticas y compuestos fenólicos; por su parte, los contribuyentes más importantes del flavedo son compuestos carotenoides y aceites.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

El contenido total de carotenos es de 30 a 300 mg/kg de cascara de naranja fresca, siendo la violaxantina el pigmento carotenoide más abundante en cascara de naranja dulce madura. El aceite esencial contenido en el flavedo varía en un rango de 0.5 a 3.0 kg/Ton de naranja. Está compuesto por terpenos (>90%), compuestos oxigenados y compuestos no volátiles. Los principales terpenos presentes en el aceite de naranja son el limoneno y la α -pineno y los principales compuestos oxigenados son el linalol y el decanol. Tanto en el flavedo como en el albedo de la cascara se encuentran presentes flavonoides.

2.7.1. Contenido nutricional

El consumo de la naranja también suministra mucha fibra (dos piezas aportan casi el total de la cantidad diaria recomendada). La fibra nos ayuda a mejorar el tránsito intestinal y combate el riesgo de obesidad, enfermedades cardiovasculares, el cáncer de colon, diabetes y estreñimiento.

2.7.2. Beneficios

Las especies que engloba este grupo proporcionan notables cantidades de vitamina C , minerales (calcio y fosforo) han dado origen a importantes industrias dedicadas a la elaboración de jugo concentrados, néctares, mermeladas y jaleas, y a la destilación de flores o la extracción de esencias con destino a las empresas perfumeras (Aracely, nov-2016).

Por lo general, la naranja tardía se utiliza para la extracción de jugo concentrado; el aceite que se obtiene del naranjo se usa en cosméticos, en la producción de pinturas y muchos productos de uso doméstico. Pero lo mejor es su gran concentración de vitaminas tanto en su jugo como en sus hojas proporcionando defensas en nuestro organismo.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

2.8. Factores para el cultivo de cítricos

2.8.1. Clima

Dentro de los factores que afectan el cultivo de los cítricos, el clima es singular a duda el más importante, y el que define en última instancia la posibilidad o no de su instalación en una zona determinada. A su vez dentro de los elementos constantes del clima hay algunos que son determinantes, mientras que otras actúan en forma secundaria.

Los cítricos no se explotan a gran escala en las zonas tropicales, debido a factores biológicos, históricos, económicos y tecnológicos; sin embargo, están ampliamente difundidos para el consumo local. Para lograr un desarrollo de la citricultura tropical equivalente al de la zona subtropical, es necesario desarrollar la tecnología apropiada y los programas de selección y obtención de variedades adaptadas a las diferentes condiciones climáticas.

Los cítricos son un cultivo típicamente subtropical. Se cultivan en la zona comprendida entre los 35 grados latitud sur y norte, considerándose los 20 grados latitud sur y los 40 grados latitud norte, como los valores óptimos. En los trópicos se desarrollan satisfactoriamente en zonas con clima monzónico, con elevaciones entre 600 a 1200 m sobre el nivel de mar, en donde el periodo de sequía no es muy prolongado. Recientemente se han reconocido los requerimientos climáticos particulares de las diferentes especies y variedades. Las naranjas dulces del tipo Washington navel, shamouti y temple, por ejemplo, requieren un clima bastante especial, en cambio la naranja valencia se adapta a un rango climático más amplio. Así es el caso de las toronjas, pomelos y limas que pueden prosperar en las tierras bajas y muy húmedas de los trópicos, donde no se lograría cultivar con éxito la naranja dulce para consumo fresco (Sergio A., Ulises Díaz, noviembre-1998).

2.8.2. Temperatura

La mayor parte de las plantaciones citrícolas se ubican en regiones donde se producen heladas que causan daños a las flores, frutos y brotes, provocando a veces importantes pérdidas económicas.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMPACHE

La temperatura ejerce gran influencia sobre el desarrollo del árbol y de los frutos. En los subtropicos, una naranja valencia puede tardar hasta 16 meses para desarrollarse desde la flor, en cambio en los trópicos este periodo se acorta a unos 9 o 10 meses. La variación de la temperatura entre el día y la noche influye sobre la desaparición del color verde de los frutos y del contenido de ácidos. En los climas tropicales calurosos sin mayor variación de temperatura, los frutos son menos ácidos y en algunos casos el calor no se desarrolla satisfactoriamente. Se considera una temperatura mediana entre 16 y 20 grados centígrados es óptima para el buen desarrollo de los cítricos (23° y 29° c de la naranja) (Sergio A., Ulises Díaz, noviembre-1998).

2.8.3. Precipitación

El cultivo de la naranja se hace marginal entre las zonas con precipitaciones cercanas a los 3500 mm (a lo largo del año), debido principalmente al incremento de los problemas fitosanitarios. La naranja necesita agua durante todo su periodo de crecimiento al que suple con 1200 mm de lluvia bien distribuida en el año. No se desarrolla bien en zonas con sequía prolongada sino se suplementa con riego ese déficit de agua. La naranja de variedad navel es más propensos a botar la fruta mediante un periodo de sequía.

La lluvia es un factor que pueda considerarse como no limitante en el cultivo de los cítricos, ya que debe considerarse vinculado; por un lado, a la humedad ambiente y fundamentalmente a la presencia de sistemas de riego (Aracely, noviembre 2016).

2.8.4. Suelo

El suelo ideal para el cultivo de naranja es de una textura limo-arenosa, bien drenada y profunda; pero con prácticas culturales adecuadas se pueden cultivar en otro tipo de suelos.

Aun cuando la raíz de la naranja pueda profundizarse hasta 5.7 m y desplazarse en un radio de 7.5 m desde el tronco, no parecen necesitar un suelo tan profundo para dar un rendimiento máximo como el que necesitan algunos frutales caducifolios. La profundidad a que se desarrollan las raíces



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

de los árboles depende de numerosos factores físicos y químicos, de ellos, el más importante, es la concentración de oxígeno en el suelo. La composición física del terreno para el cultivo de los cítricos puede variar en proporciones relativamente importantes, los mejores terrenos para cítricos, los cuales deben de contener como mínimo un 5% de arcilla y un 50 % de arena gruesa; de un 5 a un 10% de calcárea y un 20% de limo.

Respecto a los suelos, en general las grandes áreas productoras de cítricos se localizan los de tipo limo-arenosos y tierras de aluvión o limo arcillosos profundos y bien drenados (Aracely, noviembre 2016).

2.9. Variedades

2.9.1. Grupo navel

Este grupo se caracteriza por sus flores que tiene dos frutos uno incluido en el principal, y que exteriormente recuerda a un ombligo lo que da nombre al grupo. Esto puede ocurrir en otras variedades, pero solo a nivel de la corteza. Una característica importante de las flores de este grupo es que las células madres de polen se desintegran sin dar lugar a la formación de granos de polen y a veces también degenera el saco embrionario. Como consecuencia los frutos son partenocarpios y carecen de semillas. A continuación, se nombran algunas principales de este grupo (Sergio A., Ulises Díaz, noviembre-1998).

- **Washington navel:** su árbol de naranjo es de tamaño grande. Forma redondeada. Hojas de color oscuro. Grandes faldas. Frutos: muy grandes, semiesféricos o alargados, color naranja, ombligo visible al exterior, sin semillas. Esta variedad se recolecta normalmente después que la navelina y la newhall, durante un periodo bastante largo, desde diciembre hasta mayo, según la zona.
- **Navel caracará:** morfológicamente la planta es idéntica a la variedad Washington navel, al igual que los frutos, pero la pulpa no es de color naranja, sino de color rojo (rosado desde que está formándose), similar a la del pomelo star Ruby. A veces unas ramas muy



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

vigorosas (chupones), al final del desarrollo una brotación y comienzo de la siguiente. Tienen tendencias a curvarse y deformarse a la vez que se retuercen, llegando a formar en ocasiones un ángulo más o menos abierto. La recolección es de mediana estación.

- **Navelina:** morfológicamente es árbol, la copa, el hábito de crecimiento, las ramas y las hojas son muy similares a las de variedad newhall. Los frutos son redondeados o esféricos. La superficie de la corteza también muestra una rugosidad muy fina “granito de pólvora” como sucede a la newhall. La recolección se realiza unos días después de la variedad newhall puesto que tiene algo más de ácidos totales. Esto hace que el mismo índice de madurez lo alcance más tarde.
- **Navalete:** el árbol en general es muy frondoso. Su porte y su aspecto son muy similares a la variedad W. Navel, aunque es algo más vigoroso, con mayor tendencia al crecimiento vertical y con abundancia de espinas en las axilas de las hojas que no desaparecen con el tiempo. El fruto de tamaño menor que el de la W. Navel, con una corteza suave y lisa, es de forma elipsoidal o esférica, sin ombligo aparente. La zona estilar un poco apuntada. El albedo es de color blanco y muy compacto. La recolección es tardía.
- **Navel lane late:** el árbol es vigoroso similar a la variedad W. Navel. Los frutos son grandes con una gran adherencia al pedúnculo, muy grueso, manteniéndose en el árbol en buenas condiciones comerciales durante mucho tiempo. Los frutos en ocasiones muestran acanaladuras longitudinales más o menos largas desde el cáliz hacia la zona estilar. Cuando los arrancamos en un elevado porcentaje, desde que son pequeños hasta que han alcanzado su madurez natural, mantienen adheridos los sépalos y a la corteza que rodea la madera del pedicelo. La recolección es tardía.
- **Navel recálate:** también se le conoce con el nombre navel tardía rivera de cavanés. El porte del árbol también es similar a la W. Navel. Las ramas no tienen espinas. Se observa que aproximadamente en un 35 % de hojas, el peciolo no es articulado con el limbo. Los ovarios son alargados (fusiformes) con acanaladuras o surcos longitudinales. Durante bastante tiempo el estilo, entero o parte de él, permanece adherido al fruto.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

En relación a su forma, los frutos son similares a la variedad navelate, aunque en algunos se aprecia en la zona pedicular un engrosamiento de la corteza y son más rugosos. El color amarillo-naranja de la corteza, lo alcanzan un mes más tarde que cualquier otra variedad de las descritas del grupo navel.

Frecuentemente se observa en el árbol frutos de segunda flor (redrojos), que corresponden a las floraciones fuera de su época normal y son distintos por su color más pálido, por la corteza más gruesa y por menor contenido en zumo. La recolección es tardía.

2.9.2. Grupos blancas

Este grupo de naranjas llegó a ser el de más venta a nivel mundial. En España ha sido, el más representativo de la producción citrícola. Esto por la demanda en consumo fresco y por la posibilidad de ser utilizada en la fabricación de zumo de naranja. Con coloración amarillo anaranjada, no poseen ombligo ni pigmentación sanguínea (Aracely, nov-2016).

- **Salustiano.** El árbol es muy vigorosa, poco frondosa, de tamaño medio a grande y con tendencia al crecimiento vertical y a la emisión de ramas verticales que sobresalen por encima de la copa, dando esta un aspecto característico, diferente al de otras variedades. Las hojas son grandes y lanceoladas, de color verde oscuro, con peciolo corto y a las rudimentarias o inexistentes.
- **Valenciana late:** el árbol es muy vigoroso, grande, con hábito de crecimiento algo erecto o ascendente y en general más frondoso que el de Salustiano. En primavera pueden coexistir flores abiertas, frutos virando de color y frutos maduros. Las ramas presentan escasas espinas pequeñas. Las hojas son lanceoladas, más o menos anchas.

En los peciolos aparecen a las rudimentarias, que son de mayor tamaño en las hojas más viejas. El fruto de color naranja es de tamaño medio a grande, de forma elipsoidal a esférica más o menos achatada. Prácticamente sin semillas.

Si los frutos permanecen durante mucho tiempo en el árbol, algunos de ellos se reverdecen, adquiriendo matices verdosos en la zona pedicular. La recolección es tardía.



2.9.3. Grupo sangre

Las flores son grandes con las antenas de color amarillo. Pueden aparecer fuera de temporada, dando lugar a frutos distintos en cuanto al tamaño, color de la corteza (sin pigmentar) y menor contenido de zumo, que recuerdan a naranjas Berna (grupo blancas). Los ovarios son fusiformes (Aracely, nov-2016).

Los frutos de este grupo tienen la particularidad de tener un pigmento rojo, hidrosoluble, de naturaleza antocianina que colorean la pulpa y la corteza. La pigmentación no es uniforme, no existiendo correlación externa e interna. Tienen pocas o ninguna semilla (entre 0 y 6 por fruto), poliembrionicas. La correlación se realiza a partir de enero.

- Sanguinelli. El árbol es de tamaño pequeño a medio, achaparrado, con follaje poco denso. Las ramas carecen de espinas. Las hojas son de color verde, no muy oscuro y con escaso brillo. Los peciolo tienen a las poco desarrolladas. Los frutos son generalmente elipsoidales, de piel fina y brillante de color naranja con zonas sectoriales de color rojo muy intenso, variable de un año a otro, en función de la temperatura (a más frío a más color), que generalmente pueden llegar a ocupar el 50%, o más del total de la superficie.
- Entrefina. El árbol, de tamaño medio, con follaje más oscuro que el de la doble fina, pero de forma similar. El fruto es semejante al de la doble fina. De la que fundamentalmente se diferencia en que tiene la corteza menos lisa y presenta una mayor adherencia al péndulo.

2.10. Plagas

2.10.1. Mosca del Mediterráneo

Tiene el tamaño de un tercio menor a la mosca casera, de color, café, casi negro y con marcas marfileñas 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. Se caracterizan porque al caminar siempre llevan extendidas sus alas.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

2.10.1.1. Daños

Directos: daño producido por el efecto de la picadura de la hembra sobre el fruto, para realizar la ovoposición, que es una vía de entrada de hongos y bacterias que descomponen la pulpa; y a las galerías generadas por las larvas durante su alimentación. Todo esto produce una maduración precoz y caída del fruto, y la consiguiente pérdida de la cosecha.

Indirectos: restricción impuesta por otros países a la exportación de fruta con riesgo de haber sido atacada por *ceratitis capitata*. Así como al destrío por pudrición en almacén (Aracely, nov-2016).

2.10.2. Mosca blanca (*AlLeurothrixus floccosus*)

Los adultos son de color amarillo, pero con la apariencia característica blanca, por la secreción cerosa que los recubre.

2.10.2.1. Daño

El daño principal es la presencia de la melaza y secreción cerosa de los estadios ninfales avanzados, que pueden llegar a cubrir totalmente el envés de la hoja, generando problemas al agricultor en el trabajo rutinario y en la recolección, así como propiciando el desarrollo de negrilla.

2.10.3. Psila Africana (*Trioza erytrae*)

El adulto de este insecto, de aspecto parecido a los pulgones, mide unos 2mm de longitud y posee alas largas y transparentes. Inicialmente son de color verdoso, pero van oscureciéndose hasta el castaño oscuro.

2.10.3.1. Daño

Directos: abultamiento y hojas totalmente retorcidas. Como consecuencia, pueden producir un debilitamiento del árbol y una disminución en la calidad y cantidad de su producción.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

Indirectos: estos insectos son capaces de transmitir de árboles enfermos a sanos una enfermedad denominada “greening”, causada por una bacteria y cuya afección puede terminar con la muerte del árbol (Aracely, nov-2016).

2.10.4. Mosca mexicana de la fruta (*Anastrepha Ludens*)

Nombre común de la plaga: Mosca Mexicana de la Fruta. Como se muestra en la tabla 2.3.

Nombre científico: *Anastrepha ludens* (Loew. 1873)

Tabla 2.3 Nomenclatura taxonómica

Nomenclatura taxonómica:	
Reino	Metazoa
Phylum	Artrópoda
Clase	Insecta
Orden	Diptera
Familia	Tephritidae
Tribu	Toxotrypanini
Género	<i>Anastrepha</i>
Especie	<i>Ludens</i>

Fuente: www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/.../Loera%20Gallardo,J.J.%20F

2.10.4.1. Biología y Ecología

Anastrepha ludens es una especie polífaga, aunque tiene una muy marcada preferencia por cítricos, especialmente naranja y toronja.

Los adultos pueden tener una vida larga, sobre los 11 meses, y altamente fecunda, alrededor de 1500 huevos o más. Las condiciones climáticas apropiadas para *A. ludens* incluyen una amplia



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

gama de temperaturas, sin embargo, los periodos prolongados de temperaturas muy bajas o muy altas, resultarán en la mortalidad de todas las etapas de la mosca.

Esta especie es el único miembro importante del género *Anastrepha* que es subtropical y no tropical. *Anastrepha ludens* puede soportar la congelación bastante bien, mientras que en las zonas calientes que pueden morir por el calor del sol.

2.10.4.2. Morfología

El conocimiento de las características morfológicas de *A. ludens* es la base para su correcta identificación.

Adulto: Es de mayor tamaño que la mosca casera, de color café amarillento, semejante a otras especies del género *Anastrepha*.

Cabeza: Con las genas y el vértice amarillos; carina facial moderadamente desarrollada y sin una protuberancia media; cedas ocelares apenas visibles, frente con dos pares de sedas orbitales presentes; longitud antenal regular.

Tórax: Macro sedas castaño negruzcas o negras; mesonoto y área presutural sin manchas oscuras, pero con franjas sub laterales amarillo claro; sutura escudo escutelar con una mancha negruzca difusa y extendida lateralmente; sedas acrosticales presentes; escutelo amarillo claro en su tonalidad; mesopleuras sin un patrón oscuro diferenciado, seda katepisternal débil, presente; sub escutelo con una mancha negra a cada lado, que en ocasiones se extienden al medioterguito y disminuyen gradualmente de anchura.

Alas: Las bandas son amarillo pálidas, la banda S completa y por lo general se une a la banda costal, también pueden estar un poco separadas; mancha hialina en el ápice de R1 siempre presente; bandas S y V siempre desconectadas, y con el brazo distal de esta última, completo, o



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

algunas veces separado del brazo proximal en su porción superior; curvatura apical de la vena M moderada.

Abdomen: Con todos los terguitos amarillos. Hembra con el segmento VII de longitud variable pero casi dos veces más largo que la longitud del abdomen; membrana reversible con ganchos grandes y fuertes dispuestos en forma triangular; ovipositor de 3.2 a 5 mm de longitud, de punta larga y con pequeños dienteillos redondeados, en ocasiones escasos y débiles que ocupan menos de la mitad apical; macho con los surtilos moderados, largos y gruesos, pero agudos en la punta, prensisetas cortas y robustas situadas casi en la parte media; distifalo presente y bien desarrollado (Hernández-Ortiz V. 1992).

Huevo: Mide 1.37-1.60 mm de longitud y 0.18-0.21 mm de ancho, es blanco, ancho en su parte anterior y delgado en la posterior. El micrópilo ligeramente a un lado del ápice del polo anterior; una red opaca cerca del micrópilo, formada por pentágonos y hexágonos irregulares muy alargados en la porción posterior del huevo; distintas aberturas del corion en los vértices de polígonos en la terminal anterior del huevo.

Larva: Es blanca, mide 9-11 mm de longitud y 1.5 mm de diámetro, con forma cilíndrica, elongada, curvada ventralmente, en su parte anterior muestra ganchos bucales, su parte terminal caudal aplanada, ocho áreas ventrales fusiformes (1 indistinta entre el tórax y el abdomen), once segmentos del cuerpo en adición a la cabeza; los últimos instares miden 9-12 mm de longitud. El aparato bucofaríngeo con 12 a 16 carinas (Aluja, 1993). Esqueleto céfalo-faríngeo con gancho bucal grande y convexo dos veces más largo que ancho, con hipostoma igual de ancho; puente dorsal alargado; plato faríngeo más largo que el plato dorsal alar y con largo soporte faríngeo.

Los espiráculos anteriores pequeños, quitinizados, pálido amarillos, asimétricos, con una depresión media, con 18 túbulos presentes (raramente 12 a 18). Espiráculos posteriores localizados arriba de la línea media horizontal alargados con el dorsal 2 angulado hacia arriba y el ventral 1 angulado hacia abajo en cada lado del medio; cada espiráculo con tres amplias entradas amarillas;



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

arriba y abajo de cada espiráculo posterior se encuentran un par de pequeños tubérculos; la elevación anal grande, con cada lóbulo anal abultado, bífido, y con una coloración café-oscura.

Pupa: Cilíndrica de 5.5-7.5 mm de longitud y 2-3.25 mm de diámetro, de coloración pálida a rojo oscuro, con 11 segmentos, el último prominente. Los espiráculos anteriores como los de la larva, pero más oscuros. Los espiráculos posteriores café rojizo localizados bajo la línea media horizontal; cada espiráculo con tres amplias entradas amarillas, sobre protuberancias bien definidas. Los platos anales grandes, elípticos y negros rojizos (Aluja, 1993).

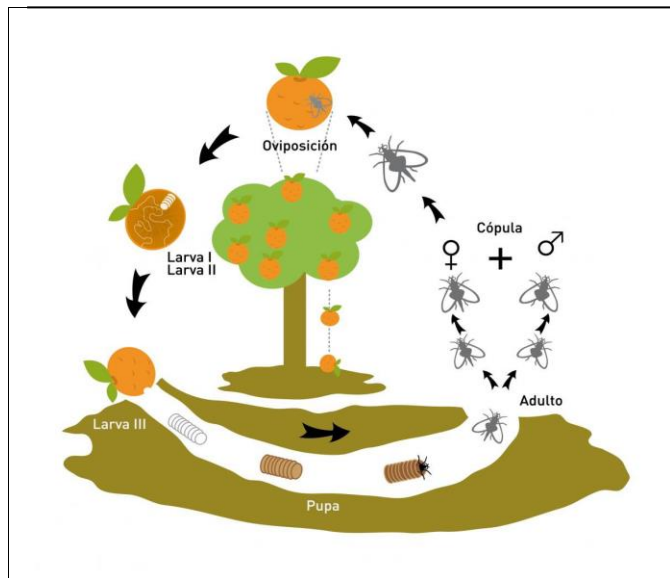
2.10.4.3. Ciclo biológico de la mosca de la fruta

La mosca de la fruta tiene un ciclo de vida completo (holometábolo), atraviesan por cuatro estados biológicos diferentes: huevo, larva (gusano), pupa y del adulto (mosca) (RODRIGUEZ et al., 1997). La hembra es fecundada y sexualmente madura, inserta su ovopositor en un fruto, y deposita una serie de huevos, de los cuales emerge la larva, que se alimenta de la pulpa de la fruta, hasta completar sus tres estadios; luego de salir del fruto se entierra en el suelo donde se transformará en pupa; después de algún tiempo, sale el adulto que iniciará un nuevo ciclo.

El ciclo biológico de la mosca de la fruta se produce en tres medios diferentes: medio ambiente (adulto), fruta (huevo y larva) y en el suelo (pupa). *Anastrepha* coloca sus huevos generalmente uno por uno, y raramente, tres o cuatro juntos. Sin embargo, hembras diferentes pueden depositar sus huevos utilizando la misma perforación, de tal forma que cada una de estas puede encontrarse hasta 20 huevos. Cada hembra ovoposita entre 600 y 800 huevos.

Los huevos de *Anastrepha* son de forma alargada o ahusados, de 0.5 a 1 mm de longitud, de color blanco amarillento. El periodo de incubación es variable de 3 a 4 días en meses calurosos y de 6 a 7 días en meses fríos (figura 2.4) (SENASA, 2001).

Figura 2.4: Ciclo biológico de la fruta



Fuente: SENASA, 2001

2.10.4.4. Síntomas y daños

Los frutos atacados pueden mostrar signos de perforaciones debido a la ovoposición, pero éstas, o cualquier otro síntoma de daño, a menudo son difíciles de detectar en las primeras etapas de infestación. Muchos daños se pueden producir dentro de la fruta antes de que los síntomas externos se vean, como son las galerías acompañadas por podredumbre (CABI y EPPO, s.f.). Recién eclosionadas las larvas se comen y penetran en la pulpa de la fruta, tomando el color de sus alimentos de manera que, cuando es pequeña, pasa por alto fácilmente. Muchas larvas se pueden encontrar en una sola fruta. *A. ludens*, incluso pueden infestar las semillas de zapote amarillo.

2.10.4.5. Medios de diseminación

Existe evidencia de que los adultos de *Anastrepha Spp.* pueden volar tan lejos como 135 kilómetros y por lo tanto el movimiento natural es un medio importante de diseminación. En el



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

comercio internacional, los principales medios de dispersión a zonas que antes no estaban infestadas es el transporte de la fruta que contiene larvas vivas; los frutos más importantes que puedan llevar a *A. ludens* son los cítricos, mango (*Mangifera indica*) y en menor medida, durazno (*Prunus Persica*) y guayaba (*Psidium guajava*). Hay riesgo también de transporte de pupas en suelo o empaque con plantas que hayan dado frutos (Senasaica, 2004).

2.10.4.6. Distribución de la mosca en México

En acuerdo con el registro históricos de la base de datos, *A. ludens* está distribuida en las siguientes entidades federativas: Aguascalientes (baja prevalencia), Campeche, Chiapas, Colima, Distrito Federal, Durango (solo algunas áreas con baja prevalencia), Guanajuato, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León (con áreas libres y de baja prevalencia), Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí (con áreas libres y de baja prevalencia), Sinaloa (con áreas libres y de baja prevalencia), Tabasco, Tamaulipas (con áreas libres y de baja prevalencia), Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (solo algunas áreas y con baja prevalencia) (Hernández-Ortiz, 2007).

2.11. Géneros de Importancia Económica

En el mundo, existen 2 especies de plagas del orden Diptera que pertenecen a la familia *Threptidae* que más daños genera a la fruticultura nacional y, en particular, a la producción citrícola, de las cuales ya se conoce el nivel de daño que estas pueden llegar a causar y si no se toman medidas correspondientes de control, monitoreo y tratamiento químico o biológico en las zonas de prevalencia, llegan a afectar considerablemente la producción y con ello también la economía, no solo de la zona productiva, sino también del país en general. (Gutiérrez, 2010). Dichas especies consideradas de importancia económica y cuarentenaria por su impacto dañino son:

- 1) La Mosca del Mediterráneo (del genero *Ceratitis capitata*)

2) La Mosca Mexicana de la Fruta (del genero *Anastrepha spp.*)

Las especies de moscas de la fruta anteriormente mencionados, han sido causantes de grandes pérdidas de producción frutícola y con el paso del tiempo, debido a las exportaciones de producto en fresco que no son sometidos a evaluaciones fitosanitarias en los destinos, han ido expandiendo su distribución de prevalencia inicial.

2.11.1. Genero *Ceratitis capitata* (Wiedemann)

Figura 2.5 Especies macho y hembra de Mosca de la Fruta del genero *Ceratitis capitata* (Wiedemann)



Fuente: Gutierrez, J. (2010)

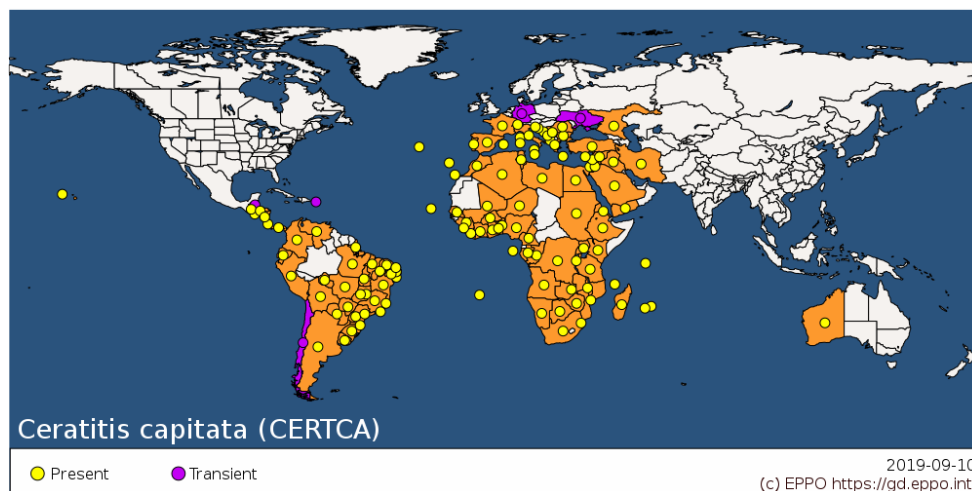
2.11.1.1. Orígenes

Si de especies con mayor importancia económica se habla, la mosca de la fruta del genero *Ceratitis capitata* (Wiedemann) también conocida como mosca del Mediterráneo, es de las más temibles, debido a que es un género fuertemente polífago, ya que de acuerdo a (Guzman-Plazola, 2010a) no existe fruta inmune a su ataque, y por la amplia distribución que tiene en el mundo (Ver Figura 2.6) ha pasado a ser considerada como una especie más de importancia económica e impacto fitosanitario para la fruticultura nacional y mundial.

De acuerdo a (ICA, 1989) la mosca de la fruta *Ceratitis capitata* (*Wiedemann*) pertenece también al orden Diptera de la familia Tephritidae, es originaria del África Occidental y se ha ido dispersando a todos los países que bordean el mar Mediterráneo, Australia, Centro América, Sur América, Europa, Hawái y varias islas del pacifico como se muestra en la Figura 2.6.

La dispersión del insecto tuvo un incremento con los avances en los medios de transporte cuando se llevaron frutas infestadas, o especies adultas que se introducían en los aviones u otro medio de transporte, también a la falta de medidas de control fitosanitario que no se llevaban a cabo cuando llegaban a lugar de destino. El insecto en forma natural se dispersa a través del vuelo y ayudado por los vientos naturales.

Figura 2.6: Distribución geográfica actual de la mosca de la fruta del genero *Ceratitis capitata*



Fuente: EPPO, 2019a

Algunas de las características de la especie de acuerdo a (Gutiérrez Ruelas et al., 2013) es que tiene el tamaño de un tercio a la mosca casera, de color, café casi negro y con marcas mar leñas 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 como se muestra en la Figura 2.5. Es una especie que al caminar siempre llevan extendidas sus alas. Así mismo (Gutiérrez Ruelas et al.,



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

2013), menciona que el primer espécimen de la plaga detectado en México fue en el año de 1977, en Tuxtla Chico, Municipio fronterizo con Guatemala; en consecuencia y para evitar su propagación en el país, nació el programa Moscamed en 1978.

En 1983 se obtuvo un registro de numerosos brotes de la especie en la región de Soconusco, por lo que se tomaron estrategias para el control y erradicación de la especie con aspersiones aéreas de insecticida-cebo después de no haber realizado aspersiones en 1981 y 1982. La invasión de la especie en México se dio primero en áreas cafetaleras del norte de Guatemala y Chiapas, no obstante, la expansión hacia otros estados del país se debió al fenómeno meteorológico de el Niño y al poderoso huracán Mitch, ocasionando la dispersión de la plaga también a los estados de Campeche, y Tabasco durante 1998, por lo que se emitió la Norma Oficial Mexicana (con carácter de emergencia) NOM-EM-031-FITO-1998.

Afortunadamente el 11 de febrero de 1999, se declararon erradicados los brotes de la mosca del Mediterráneo en el estado de Campeche, el 23 de abril del mismo año, también se emitió el acuerdo mediante el cual se declaran erradicados los brotes de la plaga en el estado de Tabasco, cancelando la cuarentena de ambas entidades federativas, publicados en el diario oficial de la federación.

Por otro lado, en Chiapas se registraron brotes aislados en los municipios fronterizos con la Republica de Guatemala y como propósito de proteger las áreas libres recuperadas para lograr excluir la plaga del territorio mexicano, se emitió la Norma Oficial Mexicana (con carácter de emergencia) NOM-EM-033-FITO-2000, así mismo, se logró el confinamiento y erradicación de brotes de la mosca del Mediterráneo, en los municipio de Chiapas, publicados el 19 de enero del 2000 en el Diario Oficial de la Federación.

2.11.2. *Anastrepha ludens* (Loew)

Figura 2.7: Mosca de la Fruta del genero *Anastrepha ludens*



Dentro de las cuatro especies consideradas de mayor importancia económica en México se encuentra la *Anastrepha ludens* (Loew) (fig. 2.7), la cual, es considerada como una especie polífaga, porque sus hospedantes pertenecen a varias familias de plantas. En México sus hospedantes naturales se restringen a frutos de mango *Mangifera indica*, diversos frutos de *Citrus spp.* Ocasionalmente puede infestar frutos de durazno (*Prunus persicae*) y algunos otros frutos de plantas de la familia *Myrtaceae* (Hernández-Ortiz 2007).

Esta especie de mosca de la fruta es de clima tropical y se encuentra esparcida en el territorio de México, así como también en algunas partes de Centro América y en el norte de Sud-África. Algunas de las regiones con más infestación de esta especie en México son: parte del pequeño Estado de Morelos, el sur de la ciudad de México, parte del Estado de Guerrero y en el estado de Veracruz (figura 2.8).

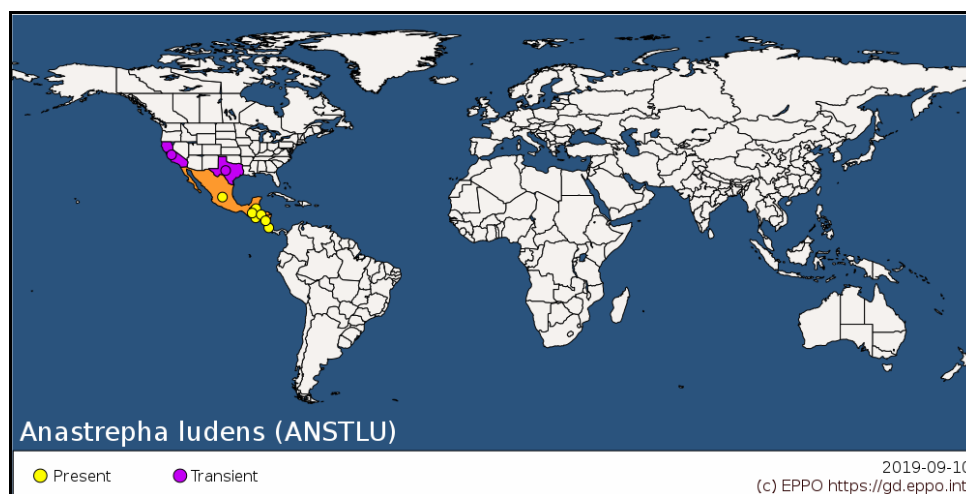
Y con el tiempo y la falta de control de la plaga se va expandiendo en Norte América. Dentro de las frutas huéspedes de la especie, se encuentran en la siguiente tabla 2.4.

Tabla 2.4 principales frutas huéspedes de la mosca *Anastrepha Ludens*

genero	Nombre científico
Naranjas dulces	<i>Citrus curantiurn</i>
Naranjas agrias	<i>Citrus vulgaris</i>
Naranjas amargas	<i>Citrus bigaradia</i>
Mangos	<i>Inangifera indica</i>
Duraznos	<i>Prunus persica (L)</i>
Guayabas	<i>Psidium guajava L</i>
Manzanas	<i>Malus domestica</i>
Peras	<i>Pyrus communis</i>
Membrillo	<i>Cydonia oblonga</i>
Damasco	<i>Pronus armeniaca</i>
Ciruelas	<i>Pronus domestica</i>
Toronja	<i>Citrus documana</i> o pomelo siendo esta la fruta preferida por la especie

Fuente: Hernández-Ortiz 2007

Figura 2.8: Distribución geográfica actual de la mosca de la fruta del genero *Anastrepha ludens*.



Fuente: EPPO, 2019b.



2.12. Parámetros Físicoquímicos de la calidad de las frutas

El análisis físico-químico de los alimentos es primordial en el aseguramiento de la calidad, ya que ayuda a determinar el valor nutricional y controlar el cumplimiento de ciertos parámetros, además del estudio de adulteraciones, irregularidades, contaminaciones, en alimentos frescos y en los que han sufrido un proceso de transformación (Quito, 2016).

2.12.1. Firmeza

La firmeza es una percepción humana que surge de la interacción con el alimento al momento de su manipulación o ingesta. Se considera como la fuerza que se necesita para romper los tejidos carnosos, mide la resistencia a daños físicos que suceden durante la manipulación, recolección y transporte. A su vez es un índice de crocantez, nivel de deshidratación y de la integridad de los tejidos relacionada con la estructura de la pared celular, con el grado de maduración y con el color externo, su medición predecirá la aceptación y almacenamiento del producto. Este indicador depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células que forman parte de la pared celular, de tejidos y de la composición del fruto.

La firmeza disminuye al aumentar la temperatura de almacenamiento en función del tiempo, debido a que no todas las frutas evolucionan con la misma rapidez se realiza seguimientos por separado mediante curvas (reducción de firmeza vs. temperatura) que permiten obtener periodos óptimos de conservación, el momento en que el fruto puede ser expandido y su tiempo máximo de venta (Quito, 2016).

La firmeza se encuentra relacionada directamente con la deformación o cambio de las propiedades físicas del producto por efecto de la compresión mecánica. Existen algunos métodos de punción, compresión y penetración para medir la firmeza. El más común es el descrito por Magness Taylor mediante el uso del penetrómetro o usando un analizador de textura computarizado, donde se mide la fuerza que opone un material biológico cuando se aplica la presión necesaria para insertar un émbolo de diámetro específico (8mm para frutos duros y 11 mm para blandos) en la pulpa,



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

valorando de esta manera la resistencia. Cabe resaltar que se debe someter la presión con un ángulo constante y a un ritmo controlado de penetración (200 mm/minuto) para garantizar los resultados, mismos que serán expresados en términos de presión (KPa), unidades de fuerza (N) o incluso en kilogramos (Quito, 2016).

2.12.2. Acidez titulable

La titulación ácido-base consiste en la determinación de la concentración de un ácido o base cuando se le agrega un volumen de concentración conocida. El punto al cual el número de equivalentes del valorante es igual al de la sustancia titulada se define como el punto de equivalencia y es en éste en el que se producirá un cambio brusco de pH visualmente perceptible.

La acidez valorable exhibe la concentración total de ácidos contenidos en el fruto (cítrico, málico, láctico, succínico, glicérico, fosfórico, clorhídrico, fumárico, tartárico, etc.). Se utiliza volumetría, es decir se mide volúmenes mediante una titulación ácido-base que implica: titulante, titulado y el indicador. Por lo general se usa como agente colorante a la fenolftaleína que tiene un punto de viraje entre pH= 8,2 a pH=10 siendo incoloro en su forma ácida y rosado en la alcalina. El medio titulante es una base (NaOH 0,1N), y el titulado es el ácido predominante.

Evaluar la acidez es muy conveniente debido a su influencia en el sabor, color, estabilidad y calidad de conservación. La fruta experimenta una disminución de acidez a medida que madura, además con este valor y el de los grados Brix se estima la proporción entre azúcar y ácido conocido como el índice de madurez ($^{\circ}\text{Brix}/\% \text{ácido}$) que también es un indicativo muy importante en la calidad organoléptica (Quito, 2016).

2.12.3. Color

“Se define como una respuesta mental al estímulo producido en la retina por una radiación luminosa visible”. En las frutas posee la capacidad de reflejar o emitir la energía a distintas



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

longitudes para estimular a la retina. Sin embargo, esta percepción no sólo depende de la luz que nos llega al ojo sino también del objeto y de las condiciones que lo rodean.

Los cambios físico-químicos como el color se hallan directamente relacionados con la maduración, siendo una medida inicial para conocer el estado de la fruta, este indicativo se desarrolla e intensifica debido a la acumulación de antocianinas y carotenoides que se encuentran enmascaradas por las clorofilas cuando la fruta todavía está verde o inmadura.

Los cambios en la pigmentación no sólo ocurren durante el desarrollo del fruto, sino que continúan después de la cosecha llegando a ser deseables o indeseables, esto depende del caso, por ejemplo el desaparecimiento de la clorofila es deseable, porque con este se inicia el aparecimiento de los compuestos responsables de los colores característicos, lo que no sucede cuando existen variaciones de las antocianinas que producen oscurecimiento en algunas frutas denominándose como cambios indeseables.

Esta relación entre el color y la maduración es en lo que radica la importancia de determinar dicho parámetro, ya que se ve reflejado en todas las etapas cosecha, post cosecha y en la comercialización. Además, se puede determinar el color usando cartas, pero los resultados obtenidos dependerán de la visión del operario por lo que estará sujeta a muchos errores, o también mediante métodos estandarizados como por la colorimetría triestímulo que muestra respuestas reproducibles.

La colorimetría triestímulo es otra opción que puede ser utilizada para determinar el color de las frutas como indicativo de calidad. El uso del estímulo cromático está caracterizado por el método propuesto por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE $L^*a^*b^*$). Este modelo tridimensional se representa en coordenadas rectangulares como: luminosidad (L^*) y cromaticidad (a^* y b^*), donde los componentes a^* (verde a rojo) van desde ($-a^*$) hasta ($+a$) y b^* (azul a amarillo) va desde ($-b$) a ($+b$). Las coordenadas triestímulo del espacio se relacionan con parámetros psicométricos como tono, luminosidad y saturación que se miden con instrumentos como colorímetros y



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

espectrofotómetros y por medio de cálculos generan valores triestímulo sin alterar las características del alimento y de una manera no destructiva, a través de sensaciones psicométricas.

El tono es un atributo cualitativo que nos permite la clasificación del color en rojo, amarillo, verde o azul y se relaciona con la absorbancia/transmitancia a diferentes longitudes de onda. Mientras que la saturación es de índole cuantitativa y se conoce como el grado de intensidad para que un color se acerque a uno puro. Cuando se separa del gris, corresponde a la transmisión. En cambio, la luminosidad es una medida relativa de la luz reflejada con respecto a la absorbida, permite clasificar en claro u oscuro a un color y va desde blanco al negro con una máxima luminosidad de 100 y una mínima luminosidad de 0 (Quito, 2016).

2.12.4. Grados Brix o cantidad de sólidos solubles

La escala Brix se destina para medir la cantidad de sólidos solubles presentes en zumos de frutas, vino o bebidas procesadas. Éstos determinan el contenido de sacarosa disuelta en un líquido, siendo un grado Brix el índice de refracción que da una disolución del 1% de sacarosa.

La importancia de analizar dicho indicador permite realizar un seguimiento in situ del grado de maduración y del momento óptimo de recolección del fruto. Los sólidos solubles se componen por azúcares, sales, ácidos y otros compuestos solubles en agua que forman parte del jugo. En donde los más abundantes son los azúcares y los ácidos orgánicos presentes en el interior de la fruta, ya que existe una diferente concentración con respecto a la parte externa, por eso para conseguir un valor representativo se procede a licuar y filtrar la muestra, de esta manera se obtiene el zumo que se medirá con el refractómetro.

El refractómetro que es un aparato que cuantifica la refracción, que consiste en la variación de medios con distinto índice de propagación en función del cambio de dirección que experimenta un rayo de luz. Los factores que afectan el índice de refracción y por ende la medición son: la temperatura, presión y longitud de onda, en los que el incremento de ellos provoca que disminuya la densidad y como consecuencia también lo hace el índice de refracción (Quito, 2016).



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

2.12.5. pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad que indica la cantidad de iones de hidrógeno presentes en una solución o sustancia. La escala de pH mide la concentración de iones de hidrógeno (con carga positiva H^+) presentes en una sustancia. Cuando la concentración aumenta, también lo hace la acidez. El pH se mide empleando una escala logarítmica, lo cual significa que cada cambio en un número entero representa diez veces la concentración en el número anterior, por lo tanto, los pequeños cambios en las mediciones de pH representan grandes cambios en la acidez, es por ello que resulta importante estar al tanto de los valores de pH.

La acidez de un producto alimenticio se utiliza como un medio de conservación y una forma de mantener los alimentos seguros para el consumo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Materia prima

- Para la ovoposición forzada se usarán jaula de 1.1 m² con malla, provista de 5 barras separadas por 15 cm, y cada 10 cm se colgarán las frutas.
- Se usarán naranjas valencia tardía con $\frac{3}{4}$ de madurez y moscas de la especie *A. ludens* proporcionadas por la dirección general de sanidad vegetal a través de la planta MOSCAFRUT.

3.1.2. Reactivos

Se utilizó NaOH para conocer la acidez del jugo de la fruta a 0.1 N de acuerdo al método de AOAC y la fenolftaleína al 1% como indicador.

3.2. Metodología

3.2.1. Lavado

Las frutas fueron lavadas y desinfectadas con el fin de eliminar impurezas del campo y reducir el ataque microbiano durante su estudio.

Figura 3.1: Lote de frutas infestadas y frutas testigo



3.2.2. Selección de la fruta

Se emplearon 90 naranjas valencia tardía de $\frac{3}{4}$ de madurez, estas naranjas se dividieron en dos lotes; en el primer lote se infestaron 45 frutas en una jaula cuadrangular de 1.1 m² cubiertas con malla semitransparente para evitar que se escaparan las moscas.

La jaula fue provista de 5 barras metálicas separadas por 15 cm y cada 10 cm se colocó un hilo de 50 cm de largo en el cual se colocó la fruta. Por cada tubo se colocaron 9 frutos. Las jaulas fueron provistas de agua y alimento para mosca. El segundo lote fue el testigo, y también se implementó una jaula similar, pero sin infestación.

Del total de las noventa naranjas se formaron dos lotes los cuales 45 de ellas fueron colocadas en la jaula con la plaga de la mosca mexicana (*Anastrepha ludens*) y los 45 restantes en otra jaula similar para funcionar como nuestro testigo en la determinación en los análisis fisicoquímicos. Para cada uno de los lotes se tomaron en cuenta para el estudio 30 de ellas, tomando tres muestras por lote cada día para su análisis. Cada lote fue etiquetado para poder diferenciar de las frutas contaminadas (FC) y las frutas testigo (FT) como se muestra en la figura 3.2.

Figura 3.2: Etiquetado de las frutas estudiadas





3.2.3. Variables de respuestas analizadas

3.2.3.1. Pérdida de peso

El porcentaje de pérdida de peso se determinó por pesada directa de cada uno de los frutos en una balanza electrónica marca OHAUS (Mod. TS4KD) que se muestra en la figura 3.3. Tomando en cuenta 3 muestras de las FC y 3 de las FT por cada día de análisis.

Figura 3.3: Balanza electrónica marca OHAUS (Mod. TS4KD)



3.2.3.2. Color de cascara y pulpa:

Se determinó el color Hue (h°) de la cáscara y pulpa de los frutos utilizando un colorímetro, de marca Miniscan Spectrocolorimeter Hunter-Lab, modelo XE Plus. El equipo proporciona los valores a y b ; con los cuales se calculó el ángulo hue como $\tan^{-1}(b/a)$. El equipo fue calibrado antes de cada muestreo. De los valores obtenidos, los más bajos indican un color amarillo-naranja, mientras que los altos indican un color verde-claro en la fruta.

Para cada lote se tomaron 3 muestras por día tanto muestras FC como FT haciendo un análisis por triplicado (figura 3.4), cada uno de nuestros resultados nos ayudaron a calcular los ángulos promedio de cada muestra al igual que para la pulpa, la cual la naranja la cortamos en 3 partes iguales para analizar cada una obteniendo las 3 muestras de cada uno de los frutos tanto como FT y FC.

Figura 3.4: análisis por triplicado por cada uno de los lotes (FC y FT).



3.2.3.3. Firmeza

Durante el proceso de maduración se analizó la firmeza sobre la cáscara. La medición se realizó en tres diferentes partes del fruto donde se aplicó una fuerza de compresión con una punta cónica de 8 mm de diámetro, utilizando un penetrómetro de frutos como el que se muestra en la figura 3.5, con capacidad de lectura de 0-10 kg (Wagner FDK 20; Norfolk, Va). El valor fue expresado como la fuerza requerida para que la punta cónica del penetrómetro se introduzca en la pulpa sobre la unidad de área que ocupa la punta (NOM, 1982).

Cada medición se realizó por triplicado como en el análisis de color para poder obtener también un promedio por día de cada una de nuestras muestras.

Figura 3.5: Determinación de firmeza con un penetrometro.





INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMPACHE

3.2.3.4. Sólidos solubles.

Se determinó la cantidad de sólidos solubles del jugo extraído de la pulpa de las frutas mediante un refractómetro ABBE digital (figura 3.6) (LEICA MARK II). Los resultados obtenidos se reportaron como porcentaje de sólidos solubles a 20°C (AOAC, 1990).

Figura 3.6: Refractómetro ABBE digital



3.2.3.5. Valor de pH:

Se realizó por medición directa, empleando un potenciómetro ORION modelo 520A equipado con un electrodo de combinación de vidrio.

3.2.3.6. Acidez titulable.

El contenido de acidez se determinó como % de ácido cítrico por gramo de jugo de pulpa de los frutos. Se realizó por titulación con NaOH 0.1 N de acuerdo al método la AOAC como se muestra en la figura 3.7 (1990).

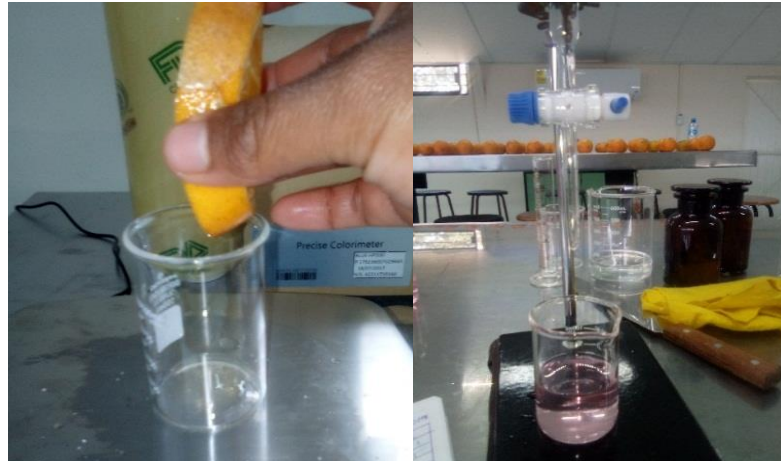
Para hacer nuestra titulación utilizamos 0.5 gr de jugo al cual se le añadió 50 ml de agua destilada, en un vaso de precipitado de 100 ml al cual le agregamos las gotas del indicador NaOH hasta obtener un viraje de transparente a rosado obteniendo el volumen utilizado de nuestro indicador



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMPACHE

(NaOH). esto se realizó por cada una de nuestras muestras tanto de FT como de las FC, haciéndolo también por triplicado obteniendo por cada uno de nuestros lotes nueve análisis por día.

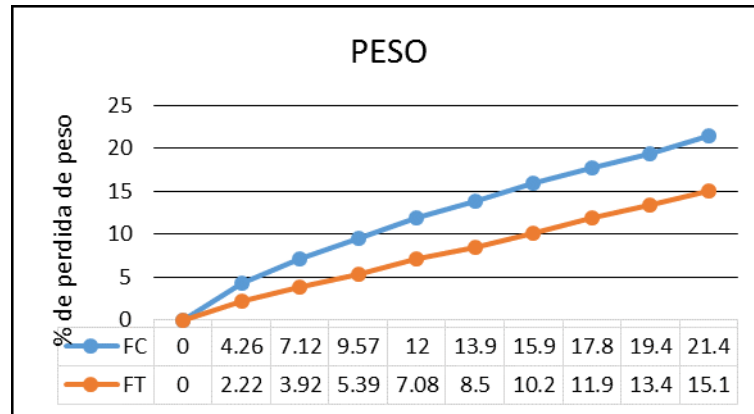
Figura 3.7 Determinación de acidez por método de titulación.





4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Pérdida de peso



Grafica 4.1. Pérdida de peso promedio de las muestras (FC y FT).

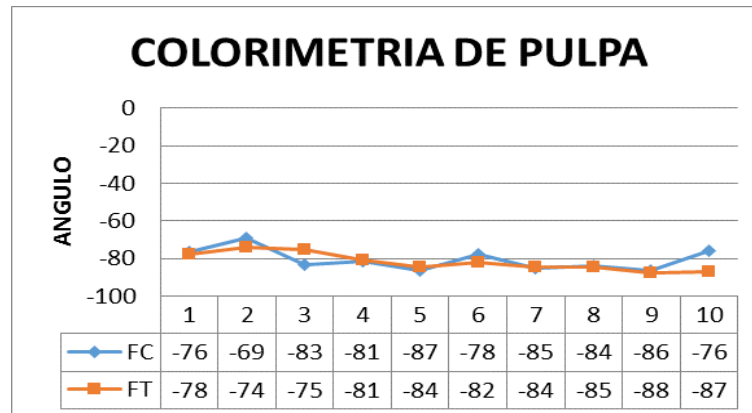
En los resultados obtenidos se puede observar la pérdida de peso de ambos lotes durante el transcurso de los 10 análisis y podemos destacar que los frutos contaminados (FC) son los que presentan mayor pérdida de peso en el segundo día de análisis de 4.2631 % a comparación de la fruta testigo con un porcentaje de 2.2213 % de pérdida. Teniendo en si una diferencia significativa entre ambos lotes ya que al final del análisis en el décimo fruto ay una pérdida significativa de un 21.395 a comparación de la fruta testigo (FT) con un porcentaje de 15.102 %.

Podemos destacar de estos resultados que la mosca *Anastrepha Ludens* puede mostrar cierto impacto en nuestro fruto contaminado (FC) ya que la pérdida de peso es significativa a comparación de nuestro fruto testigo (FT).



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

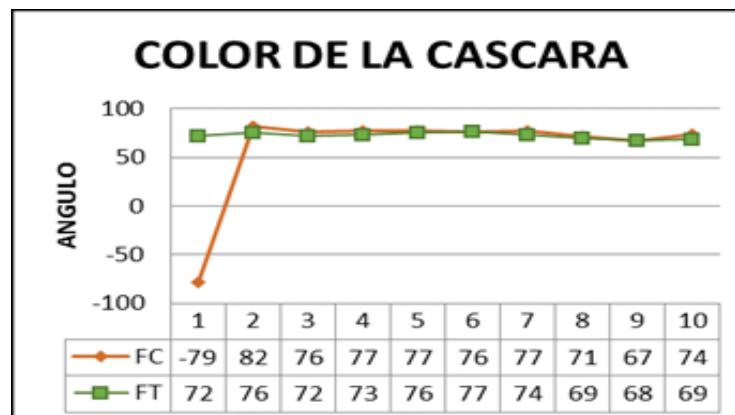
4.2. Colorimetría de pulpa



Grafica 4.2. Angulo de tonalidad de la pulpa de las muestras de FC y FT durante un análisis 10 días con 3 muestras analizadas por triplicado.

En los valores obtenidos para el ángulo de tonalidad de cada lote no se muestra una diferencia significativa entre cada lote ya que ambos ángulos de cada una de nuestras muestras no muestran valores superiores una de la otra ya que varían entre ángulos de -75 y 87. Pero si se puede mencionar que la fruta testigo (FT) muestra una tendencia decreciente a comparación de los frutos que fueron contaminados (FC) ya que sus ángulos varían en los 10 días analizados mostrándonos varianza en el mismo rango de ángulos pero sin tender a decaer o crecer.

4.3. Color de la cascara



Grafica 4.3. Angulo de tonalidad de la cascara de las muestras de FC y FT durante un análisis 10 días con 3 muestras analizadas por triplicado.

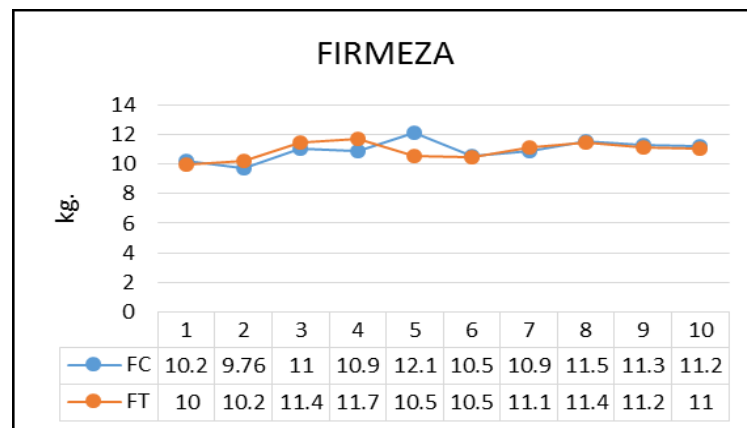


INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

Los promedios obtenidos para el análisis de tonalidad de la cascara de la naranja contaminada contra la naranja testigo se puede observar que las frutas contaminadas (FC) muestran variaciones constantes durante su análisis ya que los valores oscilan a partir segundo día de 82.2 y el ultimo día con 74 .1 sin mencionar al primer día ya que en ese análisis se muestra una tonalidad negativa de -79 que se puede deber a un cierto margen de error al ser analizado.

Mientras tanto en las frutas testigo (FT) se puede observar que el ángulo de color fue decreciendo durante su análisis en el transcurso de los 10 días ya que esta comienza con un ángulo de 71.9 y termina con un ángulo de 69, pero no presenta un gran cambio significativo en el transcurso de su análisis a comparación de las frutas infestadas.

4.4. Firmeza



Grafica 4.4. Firmeza de la cascara de los FC y FT de 3 muestras analizadas por triplicado durante 10 días.

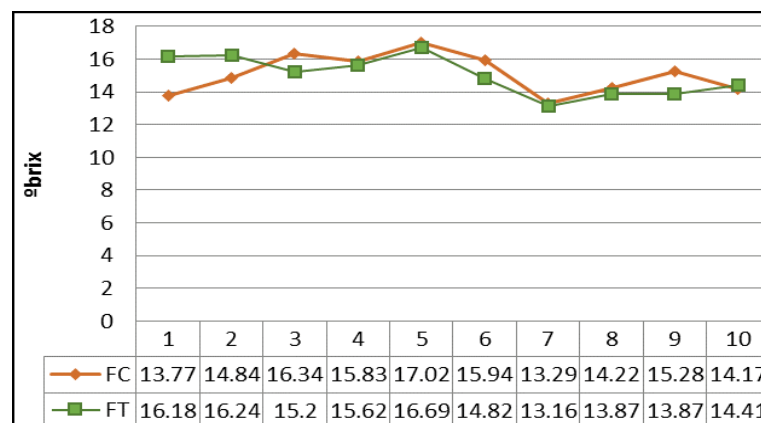
Se observó que durante los diez días analizados el estado de firmeza de las muestras aumento en los dos lotes tanto como FT como FC, ya que las frutas contaminadas comenzaron con una firmeza de 10.224 y el valor final aumento a una firmeza de 11.217. Lo mismo ocurrió con nuestras de frutas testigo la cual comenzó con una firmeza de 9.9965 y el décimo análisis con 11.081.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

También se puede observar que a partir del sexto día las muestras se mantienen casi constantes sin tener una firmeza mayor a 12 ni menor a 10. En cambio, en otro de los análisis la firmeza del fruto contaminado (FC) muestra una diferencia significativa en el 5 día de análisis ya que su valor es de 12.128 el valor más elevado en todo el estudio, a comparación de los frutos testigo (FT) que en el mismo día mostraron una decreciente con un valor de 10.545.

4.5. Sólidos solubles (°brix)



Grafica 4.5. Comportamiento de la relación de sólidos solubles en frutas contaminadas (FC) y frutas testigo (FT).

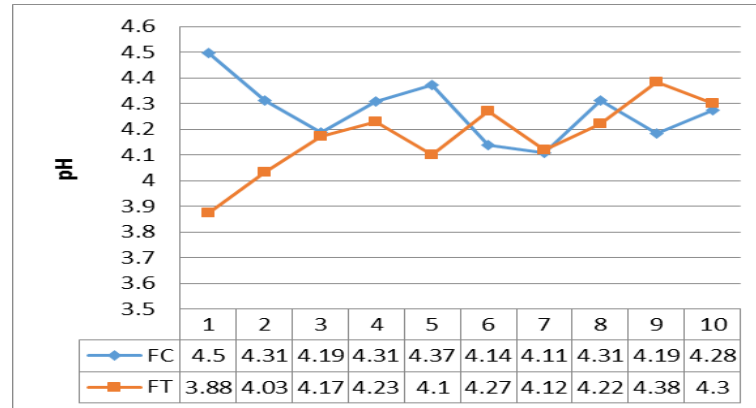
Se observa variación en ambos lotes analizados. Las frutas contaminadas comienzan con un valor de 13.76667 °brix y las frutas testigo (FT) con 16.17778 °brix el cual es superior a la otra muestra. También se observa un incremento similar en ambos lotes en el 5 día teniendo para FT=16.68889 y FC=17.02222 °Brix, así como también muestran una decreciente en el 7 día de análisis teniendo valores de FT=13.15556 y FC=13.28889.

Con estos resultados se puede destacar que ambos lotes presentan valores de sólidos solubles prácticamente iguales en varios de los datos obtenidos.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMPACHE

4.6. pH

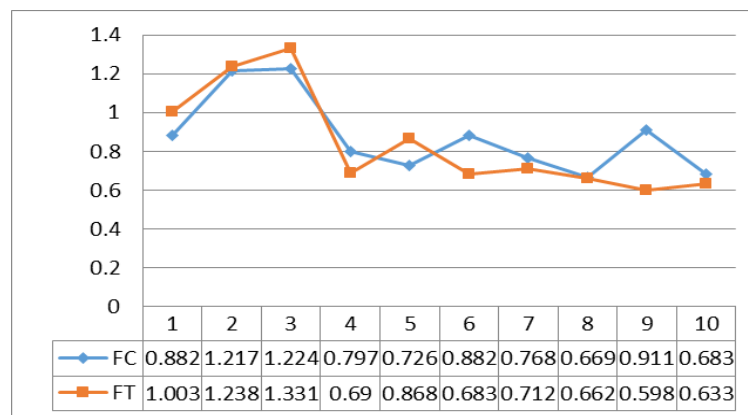


Grafica 4.6. Comportamiento del pH en las frutas contaminadas (FC) y de las frutas testigo (FT).

El pH evaluado en los dos lotes nos muestra cierta variación desde el primer estudio ya que cada muestra inicia con un pH diferente mostrándonos una diferencia significativa entre ambas ya que para las frutas contaminadas (FC) comenzó con un promedio de 4.49 a comparación de las frutas testigo el cual nos muestra un inicio con un valor de pH de 3.87.

También se puede observar que el comportamiento de ambos lotes analizados es diferente ya que las muestras testigos (FT) tiende a crecer su valor de pH a comparación de las frutas contaminadas (FC) que muestran un declive en la gráfica con un pH final de 4.27.

4.7. Acidez



Grafica 4.7. Acidez titulable de FC y FT.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

El contenido de acidez en nuestras muestras se puede apreciar que ambos lotes tienen variaciones en el transcurso de los 10 días analizados y se puede denotar que del 1 al tercer día muestran valores o cambios similares de un aumento en su acidez.

También se pudo observar que la acidez de nuestro fruto testigo (FT) muestra una decreciente a partir del 6° día de análisis donde obtuvo un valor de 0.68309 y terminó con 0.63328 a comparación de las frutas contaminadas (FC), las cuales nos muestran variaciones a partir del cuarto día sin tender a una constante en los siguientes días analizados ya que se pueden observar valores crecientes y decrecientes en el gráfico.

5. CONCLUSIONES

En el trabajo se analizaron los cambios fisicoquímicos que muestra la naranja valencia tardía contaminada con la mosca *Anastrepha ludens* (FC) con un lote de naranjas valencia tardía sin infestación (FT) para poder determinar si tiene efectos en dichos aspectos.

Los dos lotes analizados (FC y FT) fueron estudiados ambos a temperatura ambiente pero se puede observar en las gráficas de color (cáscara y pulpa) y firmeza en las cuales no se presentan cambios significativos entre ambos lotes ya que ambas constantes se mantienen en el mismo rango, en cambio en el análisis de peso (figura 4.1) las frutas contaminadas presentan mayor pérdida de peso a comparación de las frutas testigo (FT) estas diferencias se pueden ver atribuidas a la infestación de la mosca *Anastrepha ludens*. Así también los cambios químicos en el pH y acidez se pueden ver atribuidos por la infestación ya que el valor de pH entre ambos lotes (FT y FC) tiene una diferencia significativa ya que la fruta testigo presenta un pH ácido al principio y con el paso de los días se ve el efecto de madurez cambiando su pH a un estado base mientras que la fruta contaminada se mantiene constante en un pH base. En cambio, en el análisis de acidez se puede observar que ambas muestran variaciones, pero en la fruta contaminada (FT) se puede observar en el gráfico 4.7 los cambios decrecientes y crecientes en los 10 días a comparación de la fruta testigo donde su acidez titulable mantiene una decreciente constante. Con esto concluimos que los análisis



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

fisicoquímicos si nos ayudan a poder identificar ciertos cambios por la infestación de la mosca y evidenciarlos generando así métodos de identificación temprana para que los agricultores no tengan pérdidas significativas en su cultivo.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar los análisis a diferentes temperaturas ya que esto interfiere mucho en el grado de maduración de las frutas y en el cual la mosca prefiera la infestación producida.
- También se recomienda algún tipo de recubrimiento en las frutas para analizar que efectos tiene entre las frutas contaminadas (FC) contra las frutas testigo (FT).
- Se sugiere también que las frutas a utilizar presenten un mismo rango de madurez y peso para realizar un análisis más certero entre las frutas testigo (FT) y las frutas infestadas (FC).



7. BIBLIOGRAFÍA

1. Aracely, nov-2016. Universidad autónoma agraria Antonio narro división de ciencias socioeconómicas:
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8462/K64414%20FLORES%20SORIO%20ARACELI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Aluja S. M. 1993. Manejo integrado de la mosca de la fruta. México: Trillas, 251p.
3. Aluja, S. M. 1994. Manejo Integrado de la mosca de la fruta, Ed. Trillas, México.
4. Barrios, R. A.1969. Observaciones sobre efectos de radiaciones gamma de Co 60 en la mosca mexicana de la fruta», Fitófilo 63-64:3-28.
5. CITRICAS (2019). Los principales países productores de cítricos del mundo. XIII, 8
6. Consejo citrícola Estatal. (2007) de CONCITVER. Sitio web:
http://www.concitraver.com/15_3citricultura.html.
7. FBIOYF. 2015. Alimentos vegetales, frutas y hortalizas: (http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/112579/mod_resource/content/1/Alimentos%20Vegetales%20bioq%205BModo%20de%20compatibilidad%5D.pdf, PDF, revisado 10 de noviembre 2015).
8. Guzman-Plazola, R. (2010a). Ficha tecnica ceratitis capitata (wiedemann) mosca del Mediterraneo.
9. Gutierrez, J. (2010). El programa moscas de la fruta en mexico. Moscas de la Fruta: Fundamentos y Procedimientos para su Manejo.
10. Gutierrez Ruelas, J. M., Santiago Martinez, G., Villaseñor C., A., Enkerlin Hoeich, W., and Hernandez Lopez, F. (2013). Los programas de moscas de la fruta en mexico: su historia reciente. Technical report, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, Mexico DF.
11. Hernández-Ortiz, 2007. Servicio Nacional de sanidad, inocuidad y calidad agroalimentaria (SENASICA) .https://www.gob.mx/cms/uploads/.../file/.../Anastrepha_ludens_Loew.pdf



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

12. Hernández-Ortiz V. 1992. El género *Anastrepha* Schiner en México (Diptera: Tephritidae), Taxonomía, distribución y sus plantas huéspedes. Instituto de Ecología, Xalapa México. 162 p.
13. Hernandez-Ortiz, V. (2007). Diversidad y biogeografía del genero *anastrepha* en Mexico. Moscas de la fruta en Latinoamerica (Diptera: Tephritidae): Diversidad, biología y manejo. S y G editores, Distrito Federal, Mexico.
14. JORGE TOLEDO Y PABLO LIEDO, 2001. Irradiación de naranjas infestadas por *anastrepha ludens*: <https://www.socmexent.org/fofia/revista/Vol%2040/Vol40Num3/283-296.pdf>
15. ICA (1989). Curso Sobre Moscas de la Fruta. IICA Biblioteca Venezuela.
16. NÚÑEZ B, Ligia; 2000. Las Moscas de las Frutas: Importancia económica, Aspectos Taxonómicos, Distribución Mundial de los Géneros de Importancia Económica. www.pronatta.gov.co
17. López, M. et. al. 2010. Guía de Campo para el reconocimiento de moscas de la fruta del genero *Anastrepha*. SAGARPA. Senasica. México. 31 p. www.programamoscamed.mx/EIS/biblioteca/libros/.../Loera%20Gallardo,J.J.%20F
18. Quito, 2016; sitio web: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11453/An%C3%A1lisis%20f%C3%ADsicoqu%C3%ADmico%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20de%20las%20frutas.pdf>
19. RODRÍGUEZ, A.; QUENTA, E. y MOLINA, P, 1997. Control integrado de las moscas de la fruta. Programa Nacional de Moscas de la Fruta.
20. SAGARPA (2016). Planeación agrícola nacional 2016-2030. 2, 9
21. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). 2004. Apéndice Técnico para la Identificación de Moscas de la Fruta. Dirección de Moscas de la Fruta. 24 p.
22. SENASA. 2001. Manual del sistema nacional de detección.



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

23. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica). 2004. Apéndice Técnico para la Identificación de Moscas de la Fruta. Dirección de Moscas de la Fruta. 24 p.
24. Steck, G. 1998. Mexican Fruit Fly, *Anastrepha ludens* (Loew) (Díptera: Tephritidae). Fla. Dept. Agric. & Consumer Services Division of Plant Industry. Entomology Circular N° 391. Noviembre-Diciembre. 2 p.
25. Sergio A., Ulises Díaz, noviembre-1998: manual de producción de naranja para Veracruz y tabasco: <http://www.concitver.com/archivosenpdf/MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20DE%20NARANJA%20PARA%20VERACRUZ%20Y%20TABASCO.pdf>
26. USDA, 2007. NARANJA; <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20829/capitulo2.pdf>
27. Valencia-Botín, A. J. 2000. Efecto del nim *Azadirachta indica* A. Juss sobre la mosca mexicana de la fruta *Anastrepha ludens* Loew, Tesis de Licenciatura, Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
28. Venancio, agosto 2015. Revista Mexicana de ciencias agrícolas, vol. 6, núm. 5, junio-agosto 2015, pp. 1078-1091: www.redalyc.org/pdf/2631/263139893012.pdf