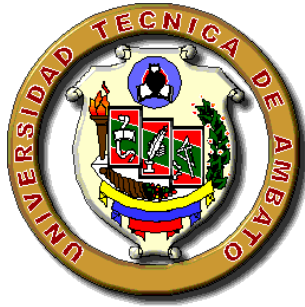


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“ANTIBIOSIS Y ANTIXENOSIS EN DOS CULTIVARES DE FRESA (*Fragaria x ananassa*) VARIEDADES FESTIVAL Y SAN ANDREAS AL ATAQUE DE (*Tetranychus urticae* Koch)”

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA

AUTORA:

ANA GABRIELA LEMA CHICAIZA

TUTOR:

PhD. CARLOS VÁSQUEZ

CEVALLOS - ECUADOR

2018

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La suscrita, ANA GABRIELA LEMA CHICAIZA, portadora de la cédula de identidad número: 0503266512, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “ANTIBIOSIS Y ANTIXENOSIS EN DOS CULTIVARES DE FRESA (*Fragaria x ananassa*) VARIEDADES FESTIVAL Y SAN ANDREAS AL ATAQUE DE (*Tetranychus urticae* Koch)”, es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

.....
ANA GABRIELA LEMA CHICAIZA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “ANTIBIOSIS Y ANTIXENOSIS EN DOS CULTIVARES DE FRESA (*Fragaria x ananassa*) VARIEDADES FESTIVAL Y SAN ANDREAS AL ATAQUE DE (*Tetranychus urticae* Koch)”, como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autora, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

.....
ANA GABRIELA LEMA CHICAIZA

“ANTIBIOSIS Y ANTIXENOSIS EN DOS CULTIVARES DE FRESA (*Fragaria x ananassa*) VARIEDADES FESTIVAL Y SAN ANDREAS AL ATAQUE DE (*Tetranychus urticae* Koch)”

REVISADO POR:

.....

PhD. Carlos Vásquez

TUTOR

.....

Ing. Mg. Marco Pérez

ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

FECHA

.....

.....

Ing. Mg. Hernán Zurita

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION

.....

.....

Ing. Mg. Marco Pérez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

.....

Ing. Mg. Marilú González

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber permitido mi existencia, a mis padres por todo el cariño del mundo que me brindaron, por ser mi fortaleza en esta etapa de mi vida.

De manera especial agradezco a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Ingeniería Agronómica que se convirtió en mi segundo hogar donde aprendí a ser una persona de bien fortaleciendo mis valores como persona y me formaron como profesional.

A mi tutor Doc. Carlitos Vásquez por ser mi guía con sus acertados consejos que hicieron posible que esta investigación salga a flote con todo lo planificado gracias por todo Doc. Carlitos una persona increíble ejemplo a seguir.

A mi asesor de Biometría Ing. Marco Pérez y mi asesora de Redacción Técnica Ing. Marilú González gracias por sus observaciones y recomendaciones que me ayudaron a mejorar la investigación.

Como olvidarme de aquella persona especial que entro a mi vida para brindarme sus consejos y ánimos en los momentos tristes y desear que siempre este feliz mil gracias madrina Ing. Rita Santana.

Agradezco a toda mi familia que es parte de este triunfo por su apoyo incondicional de corazón gracias por todo.

DEDICATORIA

Con todo el amor que emana mi corazón dedico este triunfo a mis amados padres mami Rosita y papi Gonzalo gracias al esfuerzo de ustedes logre concluir con una de mis metas como profesional, gracias por los valores que me inculcaron desde niña, ahora soy una mujer de bien.

He concluido con una etapa de mi vida y como no dedicarles esta meta cumplida a ustedes mis segundos padres Amparito y Manuel que siempre estuvieron pendientes de mí y nunca me abandonaron siempre presentes con sus consejos.

A ti que crecimos juntos en las buenas y en las malas siempre presentes Alex

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	3
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL	6
2.2.1. Variable independiente	6
2.2.2. Variable dependiente	10
2.2.3. Unidad de análisis	12
CAPÍTULO III	13
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	13
3.1. HIPÓTESIS	13
3.2. OBJETIVOS	13
CAPÍTULO IV	14
MATERIALES Y MÉTODOS	14
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	14
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	14
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES	14
4.4. FACTORES EN ESTUDIO	15
4.5. TRATAMIENTOS	15
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	16
4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO	17
4.8. VARIABLES RESPUESTA	17
4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION	21
CAPÍTULO V	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
CAPÍTULO VI	36
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS	36
6.1. CONCLUSIONES	36
6.2. BIBLIOGRAFÍA	37
6.3 ANEXOS	42
CAPÍTULO VII	46
PROPUESTA	46
7.1. DATOS INFORMATIVOS	47
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	47

7.3. JUSTIFICACIÓN	47
7.4. OBJETIVOS.....	47
7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	47
7.6. FUNDAMENTACIÓN.....	48
7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	48
7.8. ADMINISTRACIÓN	48
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA FRESA (<i>Fragaria vesca</i>).....	7
Tabla 2. ESTUDIO DE ANTIBIOSIS.....	15
Tabla 3. ESTUDIO DE ANTIXENOSIS	16
Tabla 4. DURACIÓN EN DÍAS (\pm DE) DEL CICLO BIOLÓGICO DE <i>T. urticae</i> CRIADO EN DOS CULTIVARES DE <i>F. x ananassa</i> (TEMP; HR).....	22
Tabla 5. DURACIÓN PROMEDIO (\pm SD) DE LA LONGEVIDAD Y PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE <i>T. urticae</i> CRIADOS SOBRE DOS CULTIVARES DE FRESA EN CONDICIONES DE LABORATORIO A $18,0 \pm 1,0$ °C, 66 ± 10 % HR Y FOTOPERÍODO DE 12 H	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de fresa variedad Festival	9
----------------------------------------------------------	---

Figura 2. Planta de fresa variedad San Andreas.....	10
Figura 3, Porcentaje de sobrevivencia en los diferentes estados de desarrollo de <i>T. urticae</i> criado en discos de hoja de los cultivares de fresa Festival y San Andreas. .	23
Figura 4. Tasa diaria de oviposición de hembras de <i>T. urticae</i> criadas en hojas de fresa cultivares Festival y San Andreas.	25
Figura 5. Número de individuos de <i>T. urticae</i> en hojas del estrato superior (a), medio (b) e inferior (c) de plantas de fresa cv. Festival distanciadas a 23 cm de plantas infestadas de pepino dulce (<i>Solanum muricatum</i>).	27
Figura 6. Número de individuos de <i>T. urticae</i> en hojas del estrato superior (d), medio infestadas (e) e inferior (f) de plantas de fresa cv. Festival distanciadas a 33 cm de plantas de pepino dulce (<i>Solanum muricatum</i>).	28
Figura 7. Número de individuos de <i>T. urticae</i> en hojas del estrato superior (g), medio (h) e inferior (i) de plantas de fresa cv. San Andreas distanciadas a 23 cm de plantas infestadas de pepino dulce (<i>Solanum muricatum</i>).	29
Figura 8. Número de individuos de <i>T. urticae</i> en hojas del estrato superior (j), medio (k) e inferior (l) de plantas de fresa cv. San Andreas distanciadas a 33 cm de plantas infestadas de pepino dulce (<i>Solanum muricatum</i>).	30
Figura 9. Número de <i>T. urticae</i> en colonizando hojas de dos cultivares de fresa.....	31
Figura 10. Número de <i>T. urticae</i> en hojas de plantas de fresa en función a la distancia de la planta fuente	32
Figura 11. Número de <i>T. urticae</i> en hojas de plantas de fresa en función al estrato de la planta fuente	32
Figura 12. Número de <i>T. urticae</i> en los diferentes estratos de plantas de dos cultivares de fresa.	33
Figura 13 Número de <i>T. urticae</i> en los diferentes estratos en función a la distancia de	

RESUMEN

El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch, es considerado una de las principales plagas en cultivos de fresa a nivel mundial. El estudio de los parámetros biológicos de las especies fitófagas resulta útil para evaluar la resistencia o susceptibilidad de la planta hospedera a una plaga, incluyendo las diferentes variedades de un cultivo. El tiempo de desarrollo y los parámetros reproductivos de *T.*

urticae fueron evaluados sobre dos cultivares de fresa ('Festival' y 'San Andreas') bajo condiciones de laboratorio (18.0 ± 1.0 °C, 55.0 ± 10 % HR y 12:12 fotoperiodo). El tiempo total de desarrollo (huevo-adulto) mostró ser más corto cuando fue criado sobre discos de hoja de fresa del cultivar Festival, el cual fue 16,3% más rápido que en 'San Andreas', aunque la proporción sexual de la descendencia fue mayor en este último. Así mismo, tanto la longevidad como los períodos de oviposición y post-oviposición en hembras de *T. urticae* fueron significativamente mayores sobre la variedad San Andreas, siendo 22,4, 18,2 y 14,8 % superior en comparación con Festival. Contrariamente, no se detectó efecto del cultivar sobre la tasa diaria de oviposición ni el número total de huevos/hembra. Basados los parámetros biológicos de *T. urticae* sobre los cultivares de fresa usados en Ecuador, el cultivar San Andreas parece mostrar mayor susceptibilidad a los daños de alimentación de esta especie de ácaro, sin embargo, estos resultados deberían ser convalidados con estudios de campo para determinar el impacto de la alimentación sobre la productividad de esta variedad de fresa. En la variedad San Andreas, se observó que el número de ácaros fue mayor en todos los estratos de la planta en comparación con 'Festival'. Adicionalmente, en hojas de los estratos medio y superior el número de ácaros fue similar, oscilando entre 0,2 a 3,6 ácaros/hoja y 0,6 a 3,0 ácaros/hoja en los estratos superior y medio de plantas ubicadas a 23 cm, mientras que en plantas con mayor distancia (33 cm) las poblaciones variaron desde 0,4 a 2,4 y 0,2 y 1,8 ácaros/hoja en los estratos superior y medio.

Palabras clave: ácaro de dos manchas, antibiosis, susceptibilidad varietal, antixenosis

SUMMARY

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, is considered to be the main pest to strawberry crops worldwide. Studies on life history parameters of phytophagous species are useful tools for evaluating resistance or susceptibility of host plants to pests, including different cultivars of the same variety. Developmental time and reproductive parameters of *T. urticae* were evaluated on two strawberry cultivars ('Festival' and 'San Andreas') under experimental conditions (18.0 ± 1.0 °C, 55.0 ± 10 % RH and 12:12 photoperiod). Total developmental time (adult-egg) showed to be shorter when mite was reared on strawberry leaf disks from cultivar 'Festival'; being 16.3% faster than in 'San Andreas', although higher sex ratio was observed on the latter. Similarly, longevity, oviposition and post-oviposition periods in *T. urticae* females were significantly higher on 'San Andreas', being 22.14, 18.2 and 14.8% higher as compared to 'Festival'. Conversely, no cultivar effect on daily oviposition rate or total number of eggs/female was detected. Based on the biological parameters of *T. urticae* on strawberry cultivars used in Ecuador, the cultivar San Andreas seems to show greater susceptibility to feeding damages inflicted by this species of mite, however, these results should be validated with field studies to determine the impact of feeding on the productivity of this strawberry variety. In the San Andreas variety, it was observed that the number of mites was higher in all strata of the plant compared to 'Festival'. Additionally, in leaves of the middle and upper strata the number of mites was similar, ranging from 0.2 to 3.6 mites / leaf and 0.6 to 3.0 mites / leaf in the upper and middle strata of plants located at 23 cm, while in plants with greater distance (33 cm) populations varied from 0.4 to 2.4 and 0.2 and 1.8 mites / leaf in the upper and middle strata.

Keywords: two spotted spider mite, antibiosis, variety susceptibility, antixenosis.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos limitantes en la producción del cultivo de fresa en el Ecuador es el ataque de plagas como tal el ácaro *Tetranychus urticae* Koch, el cual es considerado uno de los organismos más limitantes que inciden en la calidad de la fruta, producción y productividad del cultivo (Gallegos, 2012). Los ácaros son plagas naturales de las plantas, cuyo nivel de presencia depende del clima y el tipo de especie. En niveles altos de infestación puede reducir del 60 al 80% de la producción (Granja, 2010).

En la provincia de Tungurahua, especialmente en la Parroquia Huachi Grande, el cultivo de fresa es conocido desde hace varias décadas y paralelamente al mismo tiempo los ácaros también se han puesto de manifiesto con los daños ocasionados al cultivo, se ha ido acentuando e incrementando el problema, haciéndose cada vez conflictivo su control, por la incorrecta selección de productos en cuanto a su modo de acción, lo que ha generado la aparición de razas resistentes a varias moléculas acaricidas (Ortega, 2014)

La elección de la planta hospedadora por parte de los ácaros está influenciada por varios factores, tales como la calidad nutricional y otras características físicas y químicas de la misma (Oku et al., 2006). Sin embargo, las plantas pueden emplear dos estrategias defensivas contra los ácaros: la tolerancia, que es la capacidad de la planta para soportar el daño de un herbívoro sin disminuir la calidad ni su rendimiento y la resistencia, que reduce la preferencia o desempeño del herbívoro en esa planta hospedadora (Strauss y Agrawal, 1999).

Estas dos estrategias protegen a la planta de los efectos perjudiciales de los organismos fitófagos y no son mutuamente excluyentes. La diferencia entre ellas reside en que la tolerancia no previene la herbivoría y no produce ninguna presión de selección sobre los herbívoros. La resistencia incluye características mecánicas y químicas que reducen el desempeño del herbívoro (antibiosis) o su preferencia (antixenosis) (Karban y Myers, 1989).

Las plantas pueden expresar resistencia a través de defensas constitutivas o inducidas, las primeras están siempre presentes, son de mayor costo metabólico e independiente de la injuria, mientras que las segundas son producidas por las plantas ante la presencia de la herbivoría. Se dice que un cultivar o variedad de un cultivo es más resistente que otro o más susceptible cuando alcanza un mayor rendimiento al ataque de una plaga. La resistencia o susceptibilidad de un cultivo, o de variedades de un cultivo, al ataque de un herbívoro puede analizarse a través del estudio de su supervivencia y fecundidad, y de parámetros poblacionales, tales como sus tasas de incremento y tiempo generacional (Thompson, 1998).

Estos estudios se complementan con la evaluación de diferentes características físicas (tricomos, ceras cuticulares, domacios, etc.) y químicas de la planta para interpretar los posibles mecanismos de defensa. Las “arañuelas de las dos manchas” son altamente polífagas pero presentan un desempeño diferencial en las especies vegetales de las que se alimentan, incluso entre variedades de un mismo cultivo (Gotoh, 2008).

El cultivo de fresa es uno de los preferidos por *T. urticae* y presenta numerosas variedades con diferentes grados de susceptibilidad o de resistencia frente al ataque de este herbívoro y otras especies emparentadas. En las variedades en las que el herbívoro posee un tiempo de desarrollo más breve (y por ende un tiempo generacional más corto) y más alta fecundidad tendrá mayor potencialidad para su incremento poblacional. Según Sabelis (1985), en ácaros fitófagos los cambios en el tiempo de desarrollo son más importantes para el crecimiento de la población que cambios similares en la tasa de oviposición. Asimismo, varios autores han identificado variedades resistentes analizando además de la tasa de oviposición, el daño producido en las hojas y el número de individuos presentes, con el objeto de desarrollar planes de mejoramiento varietal y de manejo de la plaga (Giménez-Ferrer et al., 1993).

Determinando la existencia de mecanismos de antibiosis y antixenosis en dos cultivares de fresa (*Fragaria x ananassa*) variedades Festival y San Andreas al ataque de *Tetranychus urticae* podremos disminuir la presencia del patógeno y mejorar la producción.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para conocer las causas del nivel de resistencia observado en el campo, es necesario entender los mecanismos y factores que actúan en la resistencia, las categorías o mecanismos de defensa de la planta ante el ataque de un insecto como: a) antibiosis, como los factores que actúan contra la biología del insecto afectándole la vida, b) tolerancia es el mecanismo por el cual la planta demuestra una cierta capacidad para crecer y reproducirse, a pesar de soportar una población de insectos igual a aquella que ocasionaría daños a un hospedante susceptible y c) antixenosis o no preferencia, como aquellas características presentes en la plantas que hacen que los insectos la acepten o la rechacen para la oviposición, alimentación y/o refugio (Eickhoff, et al., 2008).

La alimentación de los insectos fitófagos sobre sus plantas hospederas puede activar múltiples mecanismos de defensa (Walling, 2000). La antixenosis o no-preferencia, permite a las plantas no compatibilizar con el insecto, evitando que éste la utilice para oviposición, alimento o refugio. Dicho mecanismo afecta en forma adversa el comportamiento del insecto no permitiéndole parasitar ciertos genotipos de sus hospedantes. Otro tipo de resistencia contra los insectos es el llamado mecanismo de antibiosis, por el cual las plantas afectan el crecimiento, desarrollo o supervivencia del mismo (Painter, 1951).

2.1.1. Biología del ácaro

En general, el potencial biológico del ácaro depende de la planta hospedera (la variedad, estado nutricional y edad de la planta), de las condiciones ambientales (principalmente temperatura y humedad) y de los factores intrínsecos de cada especie (Gutierrez y Helle, 1985; Adango et al., 2006; Vásquez et al., 2016). Entre los factores

intrínsecos que influyen los parámetros biológicos de estos ácaros incluyen la raza y el nivel de endogamia, densidad de la colonia, edad de las hembras y de la población, y fertilidad de las hembras (Wrensch, 1985). Esto permite suponer la complejidad de las relaciones entre las diferentes especies de ácaros fitófagos y el nivel de daño que pueden causar sobre la misma planta hospedera en diferentes regiones del mundo (Monjarás-Barrera et al., 2015).

En cuanto a la biología del ácaro, Herbert (1981) determinó que el tiempo de desarrollo promedio para las hembras criadas en hojas de manzana fue de 19 y 12,7 días a 18 y 21°C, respectivamente. Sin embargo las hembras de ésta especie se desarrollaron en 16,5 y 15 días, a las mismas temperaturas, cuando fueron criadas en hojas de algodón. La fecundidad y longevidad de fueron afectadas negativamente cuando la temperatura se incrementó desde 18 hasta 29,4°C. Dicho estudio también indicó que la temperatura y humedad relativa afectan el desarrollo biológico del ácaro.

Rivero y Vásquez (2009), menciona en el artículo “Biología y tablas de vida en *Tetranychus desertorum* en el cultivo de frejol cultivar Tacarigua”, determinaron que el tiempo total del desarrollo de *T. desertorum* del huevo a adulto fue estimado en 6,8 días (con un mínimo de 6 y máximo de 7 días). La fase de huevo duró alrededor de 3,3 días y las fases inmaduras (larva, protoninfa y deutoninfa) fueron de 1,4; 1,0 y 0,7 días, respectivamente. Resultados similares fueron obtenidos por Praslicka y Huszár (2004), quienes determinaron un tiempo de desarrollo de 6,90 días para *T. urticae* criado sobre hojas de *Phaseolus vulgaris* a una temperatura de 30 °C. Posiblemente las semejanzas entre esos estudios son debidos a los efectos causados tanto por la planta hospedera como por la temperatura, pues estudios previos han indicado, por un lado, que las hojas de frejol constituyen el mejor sustrato para la crianza de tetraníquidos, por disminuir el tiempo requerido para completar el ciclo biológico”.

Por otro lado, temperaturas superiores a 25°C producen disminución del tiempo de desarrollo e incremento de la fecundidad de estos ácaros. De igual manera Vasconcelos et al. (2004), demostraron que el tiempo de desarrollo de *T. abacae* disminuyó en

33,3%, cuando la temperatura de crianza incremento de 25 a 30° C. Otras especies de *Tetranychus* necesitaron de mayor tiempo para completar el ciclo de vida a medida que las temperaturas del ensayo disminuían. El tiempo requerido para *T. ludeni* para completar el ciclo de vida fue de 9,98 días para las hembras cuando estas fueron criadas sobre hojas de frejol a temperaturas de 26 a 34 °C. En cuanto que *T. marinae* completó el ciclo de vida en 10,73 días, sobre hojas de maracuyá a temperatura de 25°C.

Gallardo et al. (2005) manifestaron que los estudios biológicos se realizaron en hojas aisladas de pimentón. El tiempo total de desarrollo de *T. urticae* fue de 8,2 días (huevos = 2,7; larvas = 1,8 y ninfas = 3,7). El tiempo promedio de preoviposición, oviposición y postoviposición fue 2,3; 10,0 y 1,9 días, respectivamente. La fecundidad promedio fue 27,5 huevos/hembra y la tasa de oviposición 2,6 huevos/hembra/día, con un máximo de oviposición de 63 y 60 huevos/día alcanzados los días 3 y 4, respectivamente. La longevidad promedio de las hembras de *T. urticae* fue 12,2 días, mientras que la proporción sexual fue 2,1:1 (hembra:macho). Los parámetros de la tabla de vida mostraron valores para la tasa intrínseca de crecimiento = 0,298 individuos hembra-1 día-1, el tiempo generacional = 8,18 días, la tasa neta de reproducción = 11,47 y la tasa finita de crecimiento natural = 1,347 individuos hembra.

Vereau (1978) menciona sobre aspectos biológicos de *Tetranychus cinnabarinus*, "arañita roja del algodón", bajo condiciones controladas ($24 \pm 1,61^{\circ}\text{C}$ y $69 \pm 2,29\%$ HR). El promedio de duración en días de los estados de desarrollo es de 3,8 para huevos, 2,16 y 2,4 para larvas, 4,2 y 5 para ninfas, 11,95 y 14,4 para adultos, machos y hembras respectivamente. El ciclo biológico total es de 23,75 días para machos y 25,40 días para hembras. Durante el proceso teliocrisalida alcanza la madurez sexual y apenas emergen los adultos se inicia la cópula, que tiene una duración de 1,5 minutos en promedio, pudiendo llegar a un número de cópulas por día de 24,25 y 23,44 en promedio para machos y hembras, respectivamente. La oviposición es en el envés de las hojas y sobre todo en aquellas del tercio medio. Los daños se inician como puntos amarillos, luego se continúa con un amarillamiento total de las hojas que terminan por caerse. Entre las 42 especies de plantas hospederas, tanto cultivadas como silvestres, destacan malváceas, leguminosas y compuestas.

Tello (2009) estudió la biología de *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) sobre hojas de clavel, *Dianthus caryophyllus* bajo condiciones controladas de $29,44 \pm 1,47^{\circ}\text{C}$ de temperatura, $42,35 \pm 5,01\%$ HR y un fotoperiodo de 14:10 h (L:O). El ciclo de huevo a adulto duró $12,84 \pm 0,21$ días, con una supervivencia del 80,22%. La proporción sexual fue de 76,28% hembras: 23,72% machos. La longevidad media de las hembras fue de $24,28 \pm 1,37$ días y la tasa de oviposición diaria fue de $3,92 \pm 0,21$ huevos/hembra/día. La tasa intrínseca de incremento fue de 0,183, la tasa finita de crecimiento fue de 1,201 individuos/hembra/día, el tiempo generacional medio fue de 20,24 días y la tasa neta de reproducción fue de 40,8.

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Variable independiente

En el cultivo de fresa, la selección de las variedades apropiadas es muy importante, pues además de que determinan el rendimiento y calidad, éstas también delimitan las temporadas de producción y las prácticas de control de plagas.

Las variedades de fresa se clasifican en variedades de día corto y neutral. Las primeras forman sus brotes en invierno, cuando los días se hacen cortos y las temperaturas bajan. Las variedades de día corto florecen en primavera y empiezan a producir fruta en esta época. Por su parte, las variedades neutrales son insensibles a la longitud del día y producen fruta en la temporada en que las temperaturas bajan de noche a $15,5^{\circ}\text{C}$. (Guerra y Born, 2007).

- Taxonomía

Tabla 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA FRESA (*Fragaria ananassa*)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Rosales
Familia:	Rosaceae
Género:	<i>Fragaria</i>
Especie:	<i>F. x ananassa</i> .

Elaborador por: (Lema, 2018)

Fuente: (Patiño et al, 2014).

- Descripción Botánica

Sistema radicular

El sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas, las primeras presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de este, las raicillas sufren un proceso de renovación fisiológico. La profundidad del sistema radicular es en promedio de 40 cm, encontrándose el 90% en los primeros 25 cm (Patiño et al. 2014)

Tallo

El tallo que sale del suelo o corona es un tallo acortado que contiene los tejidos vasculares del cual salen los pecíolos, que son largos y los cuales sostienen las hojas (Angulo, 2009)

Estolón

Dinamarca (2005) dice que los estolones tienen dos entre nudos largos, seguidos por una serie de entrenudos cortos, que forman la corona de la futura planta.

Hoja

Angulo (2009) menciona que las hojas son pinnadas, trifoliadas, con estípulas en su base, de color verde oscuro, con muchos estomas para poder realizar una intensa transpiración. En las axilas se forman yemas vegetativas o productivas, dando origen las primeras a estolones y las segundas a las inflorescencias que van a producir los frutos.

Flor

Las flores pueden ser perfectas y hermafroditas o imperfectas y unisexuales. La mayor parte de las fresas cultivadas comercialmente poseen flores perfectas y hermafroditas, agrupándose en inflorescencias las cuales poseen un eje primario. Las flores de la fresa se agrupan en inflorescencias que son un conjunto de flores que salen del mismo brote. La inflorescencia típica posee un eje primario, dos secundarios, cuatro terciarios y ocho cuaternarios, llevando cada eje en su extremo una flor, pero cada variedad puede presentar diferentes tipos de inflorescencias (Angulo, 2009).

Fruto

Dinamarca (2005) y Angulo (2009) concuerdan con que el fruto es un agregado, lo que quiere decir, que proviene de una sola flor que tiene los carpelos separados y de cada ovario sale un pequeño fruto, en el caso de la fresa el fruto está formado por varios aquenios dispuestos sobre un receptáculo carnoso. El aquenio es un fruto monocárpico, indehisciente, seco y de una sola semilla. Después de realizada la fecundación, los óvulos al transformarse en aquenios estimulan el engrosamiento del receptáculo, el cual al transformarse en carnoso forma el fruto. Se pueden presentar frutos con corazón lleno o corazón vacío.

- Requerimientos del cultivo de fresa

Suelo

Fonseca (2015) menciona que la fresa se desarrolla en suelos ligeramente ácidos, sueltos, aireados y bien drenados, ya que los suelos pesados limitan el desarrollo radicular. La raíz es altamente sensible a la salinidad generando reducciones de hasta

el 50% en el rendimiento de la planta. Se deben evitar suelos donde se haya cultivado antes papa, tomate, pimentón, melón, sandía y calabaza, con el fin de prevenir la propagación de enfermedades que comparten con estos cultivos. Actualmente se está aumentando el área cultivada en sistemas de hidroponía y de agricultura protegida; aun cuando las inversiones son mayores para este tipo de cultivo los beneficios en productividad, calidad y operatividad hacen que el sistema sea atractivo para el agricultor.

Temperatura

Dinamarca (2005) asegura que el fotoperíodo impone su influencia sobre la formación de yemas florales, elongación de estolones y racimos, tamaño de la hoja y longitud del pecíolo; que junto a la temperaturas diurnas entre 18° y 25° C y nocturnas de 8° a 13° C condicionan el desarrollo vegetativo y la floración, mientras que la revista El Agro (2012) afirma que la temperatura óptima para el cultivo es de 15 a 20°C en el día y de 15 a 16°C en la noche, temperaturas por debajo de 12°C durante el cuajado dan lugar a frutos deformados por el frío, en tanto que un clima muy caluroso puede originar una maduración y una coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización.

- **Variedad Festival:** Variedad de día corto. Con frutos de tamaño similar a Sweet Charlie. Un poco sensible a *Verticillium dahliae* y antracnosis del fruto. El fruto es similar en tamaño y tiene rendimientos iniciales más altos que Camarosa. Fruto de forma cónica, el color externo es rojo oscuro y el interno rojo brillante.



Figura 1. Planta de fresa variedad Festival

- **Variedad San Andreas.** Es una variedad de día neutro moderado (remontante), de excelente calidad de fruta (similar a Albión), excelente sabor, con poca necesidad de frío en vivero, resistente a enfermedades. Es más precoz que Camarosa, con curva de producción sin picos y estable durante todo el ciclo, mantiene tamaño hasta final de campaña y muy buena producción.



Figura 2. Planta de fresa variedad San Andreas

2.2.2. Variable dependiente

- Parámetros biológicos de *Tetranychus urticae*
- Antibiosis

La plaga *T. urticae* es un fitófago, presenta un alto potencial reproductivo, su ciclo de vida es corto (puede completarlo en 10 días), su tasa de desarrollo es rápido alcanzando niveles perjudiciales, presentan una rápida capacidad de dispersión causando graves daños a la planta hospedera. Se desarrolla principalmente en temperaturas elevadas y humedad baja, su reproducción es mediante partenogénesis de tipo arrenotoca, es decir, los machos se desarrollan a partir de huevos no fecundados (haploides) y a partir de huevos fecundados (diploides) se desarrollan las hembras. Esta especie tiene una relación entre sexos de 2:1 y 9:1 a favor de las hembras, es ovípara y pasa por cinco fases de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto, entre cada una de estas hay un período quiescente (fase inactiva) los cuales son conocidos como protocrisálidas, deutocrisálidas y teliocrisálidas; en cada una de estas fases se da el desprendimiento del exoesqueleto quitinoso para así aumentar de tamaño hasta alcanzar el estadio adulto, producen hilos de ceda en donde vive la colonia (Argolo, 2012).

Huevo: La temperatura ideal para que el huevo eclosiona es de 18 °C en la noche y de 22 a 27°C en el día. El huevo es redondo liso de aproximadamente 0,14 mm, al inicio es incoloro y una vez maduro se torna amarillento transparente en el cual se puede ver con facilidad los ojos rojos de la larva. Dependiendo de la temperatura, los huevos eclosionan en menos de 3 días (Almaguel, 2015).

Larva: Presenta tres pares de patas y dos ojos oscuros, es amarillenta y redondeada (Helle y Overmeer, 1985).

Protoninfa y Deutoninfa: Son amarillentas con dos manchas oscuras laterales, presentan cuatro pares de patas (Helle y Overmeer, 1985).

Adulto

Hembra: Molina (2013) menciona que el cuerpo es globoso poco ovalado y mide aproximadamente 0,5 mm, según la edad y el huésped pueden ser de color amarillento, rojo o anaranjado, en los laterales presentan dos manchas oscuras.

Macho: Es más pequeño que la hembra, su idiosoma tiene forma de pera, más ancho en la parte anterior. Presenta dos manchas oscuras en los laterales del idiosoma, el color de todo su cuerpo es amarillento, sus patas son más largas que las de las hembras (Bayer CropScience, 2008).

- Oviposición

Cada hembra puede ovipositar un total de 100 a 120 huevos, ovipositando de 3 a 5 huevos por día (Molina, 2013).

- Fecundidad

La cantidad de huevos puede variar según el alimento o las condiciones ambientales (Molina, 2013).

- Longevidad

Monteiro et al. (2014) observó que la longevidad de la hembra de *T. urticae* puede ser afectada por el cultivar de fresa, la cual varía desde 7,4-11,8 días.

- **Antixenosis**

Se determina mediante la observación de las variedades de fresa, a que variedad se trasladan de la planta huésped (pepino dulce) la mayor cantidad de ácaros en un tiempo determinado.

2.2.3. Unidad de análisis

- **Antibiosis:** Para el análisis de la antibiosis se utilizaron las plantas de fresa (hojas) variedades Festival y San Andreas en laboratorio donde se determinarán los aspectos biológicos del ácaro.
- **Antixenosis:** En el estudio de la antixenosis se utilizaron las plantas de fresa variedades Festival y San Andreas en invernadero donde se determinó la migración de los ácaros en un plazo de tiempo (durante 15 días).
- Desde una planta huésped hacia las plantas de fresa

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

La variedad de fresa Festival presenta un mayor efecto de antibiosis y antixenosis sobre *Tetranychus urticae* que la variedad San Andreas.

3.2. OBJETIVOS

3.2.1. Objetivo General

Determinar la existencia de mecanismos de antibiosis y antixenosis en dos cultivares de fresa (*Fragaria x ananassa*) variedades Festival y San Andreas al ataque de *Tetranychus urticae*.

3.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la duración del ciclo de vida de *Tetranychus urticae* en los cultivares de fresa Festival y San Andreas.
- Cuantificar la oviposición de las hembras de *Tetranychus urticae* en los cultivares de fresa Festival y San Andreas.
- Estudiar la longevidad de *Tetranychus urticae* en los cultivares de fresa Festival y San Andreas.
- Evaluar la preferencia de *Tetranychus urticae* para infestar las variedades de fresa Festival y San Andreas

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Docente “Querochaca”, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua y consistió de dos fases: una fase de laboratorio donde se evaluó los parámetros biológicos de *T. urticae* sobre los cultivares Festival y San Andreas. En la segunda fase se evaluó la antixenosis bajo condiciones de invernadero.

4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

Para el experimento de antibiosis se utilizó el Laboratorio de Biotecnología que está situado a una altitud de 2855 msnm, a una latitud de 1°25'0” S, longitud de 78°35'22” O, con temperaturas máximas y mínimas de 18 y 12 °C y una humedad relativa del 53%. Para el experimento de antixenosis se utilizó una cubierta plástica que está situada en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Equipos

- Estereoscopio
- Incubadora

4.3.2. Materiales

- Plantas de fresa variedades Festival y San Andreas
- Pinceles
- Cajas Petri
- Papel filtro

- Espuma de poliuretano
- Algodón
- Agujas de disección
- Alcohol antiséptico
- Agua destilada

4.4. FACTORES EN ESTUDIO

- Variedades de fresa

V₁: Festival

V₂: San Andreas

- Distancia de tratamiento.

D₁: 23 cm

D₂: 33 cm

- Estratos de las plantas de fresa

I: Inferior

M: Medio

S: Superior

4.5. TRATAMIENTOS

4.5.1. Antibiosis

Se estudió un solo factor que son las 2 variedades de fresa con 10 repeticiones

Tabla 1. ESTUDIO DE ANTIBIOSIS

V1R1	V1R2	V1R3	V1R4	V1R5	V1R6	V1R7	V1R8	V1R9	V1R10
V2R1	V2R2	V2R3	V2R4	V2R5	V2R6	V2R7	V2R8	V2R9	V2R10

V1= Festival 1 V2= San Andreas

R= Repeticiones

4.5.2. Antixenosis

Los tratamientos del ensayo resultan de la combinación de los factores de estudio dos variedades de fresa con 5 repeticiones, respectivamente para las dos distancias.

Tabla 2. ESTUDIO DE ANTIXENOSIS

	D1	D2
V1	V1D1R1	V1D2R1
V2	V2D1R1	V2D2R1
V1	V1D1R2	V1D2R2
V2	V2D1R2	V2D2R2
V1	V1D1R3	V1D2R3
V2	V2D1R3	V2D2R3
V1	V1D1R4	V1D2R4
V2	V2D1R4	V2D2R4
V1	V1D1R5	V1D2R5
V2	V2D1R5	V2D2R5

V1= Festival V2= San Andreas

D1= 23cm D2= 33cm

R= Repeticiones

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los ensayos fueron conducidos en un diseño de experimentos completamente al azar para el estudio de antibiosis y un diseño experimental completamente al azar con arreglo de tratamientos en diseño factorial (2 x 2) en el caso del estudio de antixenosis, siendo el factor 1 representado por la variedad, mientras que el segundo factor fue representado por la distancia entre las plantas infestadas (pepino dulce) y las variedades de fresa.

4.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

4.7.1. Fase de campo

- Preparación de sustrato para trasplante de las plantas de fresa variedades Festival y San Andreas en fundas de plástico.

Se realizó una mezcla de sustratos entre los cuales están: Kekila, fibra de coco, cascarilla de arroz quemada y cascajo. En proporciones de 35%, 25%, 25%, 15%, respectivamente.

- Trasplante

La mezcla de sustrato previamente mezclado y humedecido se colocó en fundas plásticas, para luego trasplantar las plantas de fresa.

- Mantenimiento de las plantas

Se realizó el riego localizado para cada planta de fresa se utilizó una jarra, el riego se lo realizó dependiendo las condiciones ambientales, con días completamente soleados se regó las plantas cada 2 días y si los días eran nublados o con escaso sol se regaban cada 4 días.

4.7.2. Fase de laboratorio

- Colecta de hojas de fresa sin presencia de ácaros.

En el laboratorio se estudió la biología del ácaro, para lo cual se usaron hojas de fresa de los dos cultivares libres de ácaros que luego fueron infestadas manualmente, esto se realizó una vez las plantas en campo estaban con un follaje considerable.

4.8. VARIABLES RESPUESTA

4.8.1. Colecta y mantenimiento de los ácaros

Los ácaros de dos manchas fueron recolectados de plantas de pepino dulce (*Solanum muricatum*) sembrados en la Granja Experimental Querochaca, Facultad de Ciencias

Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, ubicada en la Provincia de Tungurahua, Ecuador. Las muestras de hojas que mostraban síntomas de alimentación por *T. urticae* fueron colectadas, colocadas en fundas plásticas de cierre hermético internamente cubiertas con papel toallín y llevadas al laboratorio de Biotecnología. En el laboratorio cada muestra fue examinada bajo aumento de un microscopio estereoscópico. Para la corroboración de la especie se prepararon láminas con especímenes machos y hembras usando líquido de Hoyer. La determinación del género fue hecha mediante la utilización de la clave taxonómica de Gutiérrez (1985) y la especie fue determinada por comparación de la morfología del edeago (Ochoa et al., 1994).

- Se prepararon cinco unidades de cría para la obtención de individuos de edad homogénea, siguiendo la metodología de Helle y Overmeer (1985).
- Cada unidad de cría consistió en una cápsula de Petri (9 cm de diámetro) que contenía una almohadilla de poliuretano de 1 cm de espesor y humedecida con agua destilada.
- Sobre cada unidad de cría fueron colocados tres discos de hoja de cada cultivar de fresa (2 cm de diámetro) con el envés hacia arriba, sobre las cuales fueron colocados cinco hembras y dos machos para promover la cópula y asegurar la producción de huevos.
- Después de 24 h las hembras y machos fueron descartados y se registró el número de huevos.
- Los huevos obtenidos fueron dejados sobre las unidades de cría hasta la emergencia de los adultos, los cuales fueron observados en el estudio de ciclo biológico.

4.8.2. Ciclo de vida de *T. urticae* en cultivares de fresa

El ciclo biológico fue estudiado bajo condiciones de laboratorio ($18.0 \pm 1^\circ\text{C}$, $55.0 \pm 10\%$ HR) en unidades de cría similares a las descritas arriba.

- El estudio fue iniciado con 20 unidades de cría, cada una de ellas conteniendo tres discos de hoja colocados con la superficie abaxial hacia arriba; que fueron rodeados de una banda de algodón humedecida para evitar el escape de los ácaros y mantener la turgencia de la hoja.
- Sobre cada disco de hoja fueron colocados una hembra y un macho (de aproximadamente 2 días de edad) provenientes de la cría del laboratorio.
- Las unidades de cría fueron observadas cada 12 h usando un microscopio estereoscopio para determinar el momento de la oviposición, luego fueron eliminados hembras y machos de cada unidad.
- La determinación del tiempo de incubación y duración de las diferentes fases (larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa y teliocrisálida) fueron observados a intervalos de 12 h.

4.8.3. Determinación del tiempo de preoviposición, oviposición, postoviposición, fecundidad y longevidad de *T. urticae* en hojas de fresa

Los períodos de preoviposición, oviposición y postoviposición así como la fecundidad y longevidad fueron estudiados en un grupo de 20 hembras en hojas de fresa de cada cultivar (Festival y San Andreas).

- Cada hembra recién emergida (< 24 h de edad) fue colocada individualmente en una unidad de cría previamente identificada y observada cada 24 h para determinar período de preoviposición (tiempo transcurrido entre la emergencia de la hembra hasta el momento de la primera oviposición), así como el tiempo de oviposición

(tiempo desde la primera oviposición hasta el último huevo) y el período de postoviposición (tiempo desde que coloca el último huevo hasta la muerte de la hembra).

- Adicionalmente se contabilizó el número de huevos por hembra (fecundidad) y el tiempo transcurrido desde la emergencia de la hembra hasta la muerte (longevidad). Los datos fueron expresados en días promedio para cada uno de los períodos.
- Seguidamente, la descendencia fue separada por dimorfismo sexual y la PSD se expresó en relación hembra: macho. La PSD en ambos cultivares fue comparada mediante una prueba de t-Student usando el paquete estadístico Statistix versión 10.

4.8.4. Preferencia de *T. urticae* en cultivares de fresa

Para la preferencia de *T. urticae* se realizó de la siguiente manera:

- Se seleccionaron cinco plantas de cada variedad de fresa que estén totalmente libres de ácaros.
- Se etiquetaron con la respectiva simbología para ser identificadas con facilidad para reportar los datos obtenidos durante el ensayo.
- Se colocaron como primer tratamiento la planta de pepino dulce como hospedera de ácaros y a los costados a una distancia de 0,23 cm una planta de fresa variedad Festival y al otro costado a la misma distancia la planta de fresa variedad San Andreas. Esto fue repetido cinco veces.
- Para el segundo tratamiento se realizó el mismo procedimiento solo se cambió la distancia de la planta hospedera y las plantas de fresa a 0,33 cm de distancia.

- Para obtener los datos se realizó una observación cada 48 h por el lapso de 30 días.

4.8. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), de acuerdo al diseño experimental planteado y aquellas variables que muestren diferencias significativas serán sometidas a prueba de medias según Tukey ($p < 0,05$) utilizando el paquete estadístico Statistix versión 8.0 para Windows.

CAPÍTULO V
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Resultados

El ciclo biológico (huevo-adulto) de *T. urticae* mostró diferencias por efecto del sustrato de cría, siendo significativamente más corto cuando fue criado sobre discos de hoja de fresa var. Festival, el cual fue 16,3% más rápido que en la variedad San Andreas (Tabla 3).

Adicionalmente se observó variaciones en la supervivencia de las diferentes fases de desarrollo de *T. urticae* en los dos sustratos de cría, siendo más uniforme cuando el ácaro fue criado sobre hojas del cultivar San Andreas, en la cual los mayores porcentajes de supervivencia fueron observados en las primeras fases de desarrollo (desde huevo hasta deutocrisálida) (Figura 3).

Tabla 3. DURACIÓN EN DÍAS (\pm DE) DEL CICLO BIOLÓGICO DE *T. urticae* CRIADO EN DOS CULTIVARES DE *F. x ananassa* (TEMP $18.0 \pm 1^\circ\text{C}$; HR $55.0 \pm 10\%$)

	Festival	San Andreas
Huevo (n=60)	$10,38 \pm 4,167a$ (0,0 – 14,50)	$11,35 \pm 1,668^a$ (0,0 – 13,0)
Larva (n= 60)	$1,21 \pm 0,62b$ (0,0 – 2,5)	$1,55 \pm 0,55a$ (0,0 - 3,0)
Protocrisálida (n=60)	$1,31 \pm 0,64b$ (0,0 – 2,0)	$1,65 \pm 0,60^a$ (0,0 - 3,0)
Protoninfa (n=59)	$1,45 \pm 0,70a$ (0,0 – 2,5)	$1,65 \pm 0,61a$ (0,0 – 4,0)
Deutocrisálida (n=55)	$1,38 \pm 0,65b$ (0,0 – 2,5)	$1,68 \pm 0,81^a$ (0,0 – 6,0)
Deutoninfa (n=51)	$1,37 \pm 0,84b$ (0,0 – 3,0)	$1,75 \pm 1,02a$ (0,0 – 6,0)
Teliocrisálida (n=46)	$1,87 \pm 0,96a$ (0,0 – 3,0)	$2,11 \pm 0,94^a$ (0,0 – 7,0)
Huevo-adulto (n=50)	$18,5 \pm 7,68a$ (0,0 – 24,50)	$21,52 \pm 3,48b$ (0,0 – 29,5)

Valores en una fila seguidos por la misma letra no mostraron diferencias significativas según Tukey $p > 0,05$. Valores transformados por $y = \sqrt{x + 1,5}$

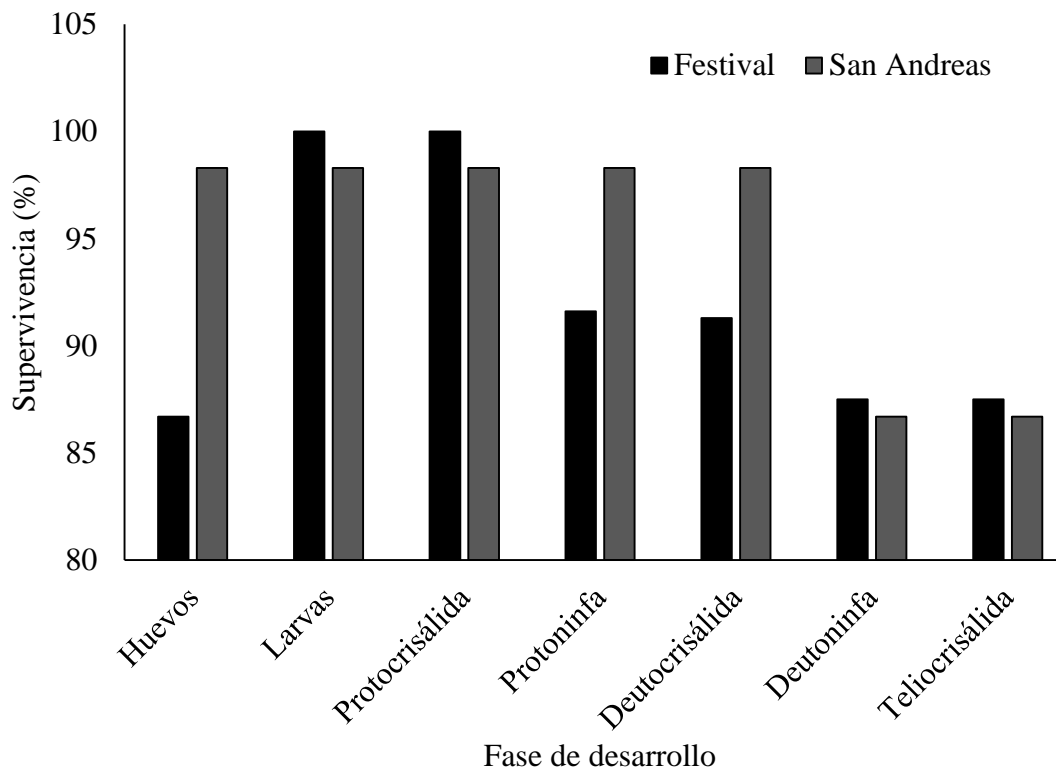


Figura 3, Porcentaje de sobrevivencia en los diferentes estados de desarrollo de *T. urticae* criado en discos de hoja de los cultivares de fresa Festival y San Andreas.

Longevidad y parámetros reproductivos

Tanto la longevidad como los períodos de oviposición y post-oviposición en hembras de *T. urticae* fueron significativamente mayores sobre la variedad San Andreas, siendo 22,4, 18,2 y 14,8 % superior en comparación con Festival (Tabla 4). Contrariamente no se detectó efecto del cultivar sobre la tasa diaria de oviposición ni el número total de huevos/hembra, sin embargo en el cultivar San Andreas se observó una tendencia a ovipositar un número ligeramente superior (Figura 4). En general, durante el primer día de oviposición, la tasa varió entre 2,65 y 3,18 huevos/hembra/día en San Andreas y Festival, alcanzando sus máximos picos durante el día 3 con 6,7 y 5,41 huevos/hembra/día, respectivamente. A partir del día 3, el número de huevos/hembra/día tendió a decrecer hasta el día 15 cuando la oviposición fue nula en ambos cultivares.

Adicionalmente, se observaron diferencias en la proporción sexual de la descendencia producida en cada cultivar ($t = -3.96$; g.l. = 41; $p = 0,0003$), siendo mayor el número de hembras obtenidas en el cultivar San Andreas (3,7:1) en comparación con la proporción obtenida en Festival (2,4:1).

Tabla 4. DURACIÓN PROMEDIO (\pm SD) DE LA LONGEVIDAD Y PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DE *T. urticae* CRIADOS SOBRE DOS CULTIVARES DE FRESA EN CONDICIONES DE LABORATORIO A $18,0 \pm 1,0$ °C, 55 ± 10 % HR Y FOTOPERÍODO DE 12 H

	Festival	San Andreas
Longevidad (días)	$11,18 \pm 3,22b$	$14,41 \pm 4,83^a$
Período de pre-oviposición (días)	$2,76 \pm 1,10a$	$2,45 \pm 0,92^a$
Período de oviposición (días)	$6,45 \pm 2,82b$	$9,03 \pm 2,15^a$
Período de post-oviposición (días)	$1,97 \pm 2,91b$	$2,93 \pm 4,00a$
Oviposición total (N° de huevos/hembra)	647.0	858.0
Tasa diaria de oviposición (N° de huevos/hembra/día)	$2,54 \pm 0,56a$	$2,86 \pm 0,43b$
Proporción sexual de la descendencia	2,4:1	3,7:1

Valores promedio en una fila seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas de acuerdo a la prueba de medias según Tukey ($p < 0,01$).

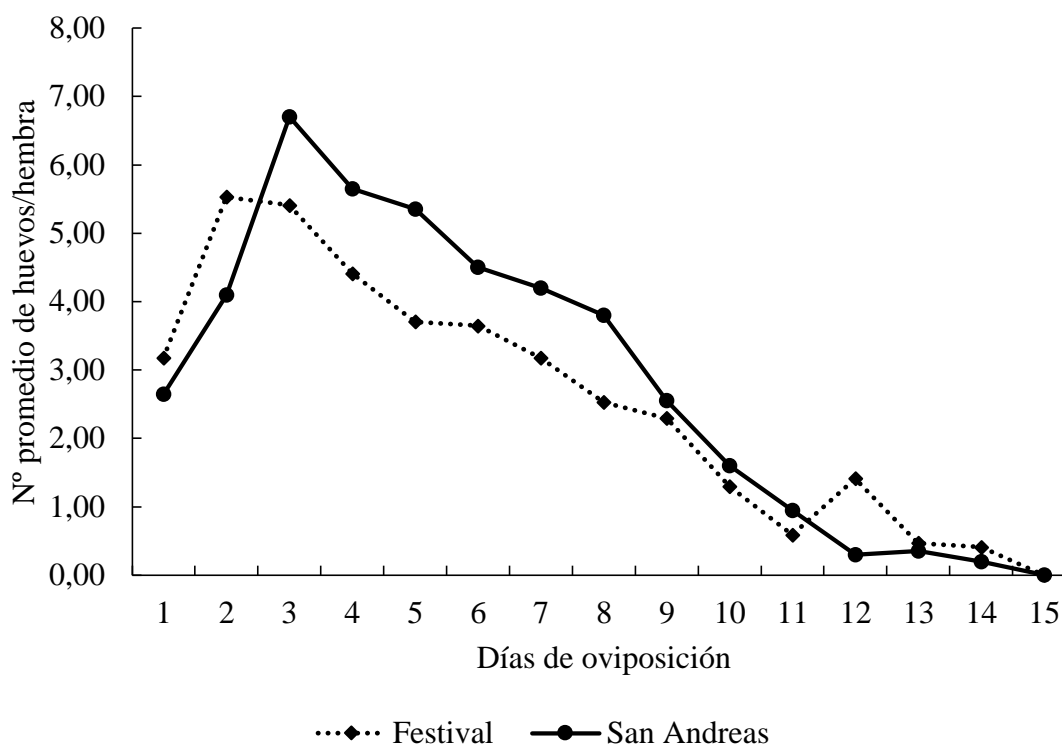


Figura 4. Tasa diaria de oviposición de hembras de *T. urticae* criadas en hojas de fresa cultivares Festival y San Andreas.

Antixenosis en cultivares de fresa a la colonización de *T. urticae*

Se observó un menor número de ácaros en hojas de plantas de fresa cultivar Festival en comparación con las hojas del cultivar San Andreas (Figuras 5-8). En general, el número de ácaros fue bajo en las hojas del estrato superior, donde osciló entre 0,2 a 0,8 y entre 0,2 y 0,4 ácaros/hoja en plantas del cultivar Festival distanciadas a 23 y 33 cm de las plantas de pepino dulce, respectivamente. En las hojas de los estratos medios e inferior el número de ácaros comenzó a incrementar desde la segunda, pero en el estrato inferior el número de ácaros fue significativamente mayor, en donde fue incrementando desde la semana 2 hasta alcanzar un nivel máximo a partir de la semana 5, cuando varió desde 5,0 hasta 5,6 ácaros/hoja. Un comportamiento similar fue observado en plantas distanciadas a 33 cm, sin embargo se observó retraso en el tiempo de colonización y además el incremento poblacional fue menos notorio (Figura 6 d-f).

En la variedad San Andreas, se observó que el número de ácaros fue mayor en todos los estratos de la planta en comparación con 'Festival'. Adicionalmente, en hojas de los estratos medio y superior el número de ácaros fue similar, oscilando entre 0,2 a 3,6

ácaros/hoja y 0,6 a 3,0 ácaros/hoja en los estratos superior y medio de plantas ubicadas a 23 cm, mientras que en plantas con mayor distancia (33 cm) las poblaciones variaron desde 0,4 a 2,4 y 0,2 y 1,8 ácaros/hoja en los estratos superior y medio (Figura 7-8).

De manera similar, Rezaie et al. (2013) observaron que el número de *T. urticae* tendió a mostrar un incremento mayor en variedad Sequoia en comparación con la variedad Gaviota. Adicionalmente, Afifi et al. (2010) también demostraron que Camerosa fue más susceptible que Sweet Charlie a la infestación por *T. urticae* y postularon que probablemente esta respuesta podría estar relacionada con la densidad y forma de tricomas foliares en Sweet Charlie. Así mismo, Labanowska (2007) observaron que el grado de susceptibilidad varió en 20 cultivares de fresa.

Las características físicas de las hojas, especialmente la presencia y tipo de tricomas pueden afectar la alimentación o la oviposición de los artrópodos herbívoros. En tal sentido, Doss et al. (1987), demostraron que los adultos de *Otiorhynchus sulcatus* Fabricius mostraron preferencia por alimentarse del cultivar de fresa ‘Totem’ en comparación de *Fragaria chiloensis* debido a que este último presenta alta densidad de tricomas. De acuerdo con esto, las diferencias observadas podrían estar mediadas por la presencia y tipo de tricomas en ambas variedades, sin embargo esto requiere ser investigado.

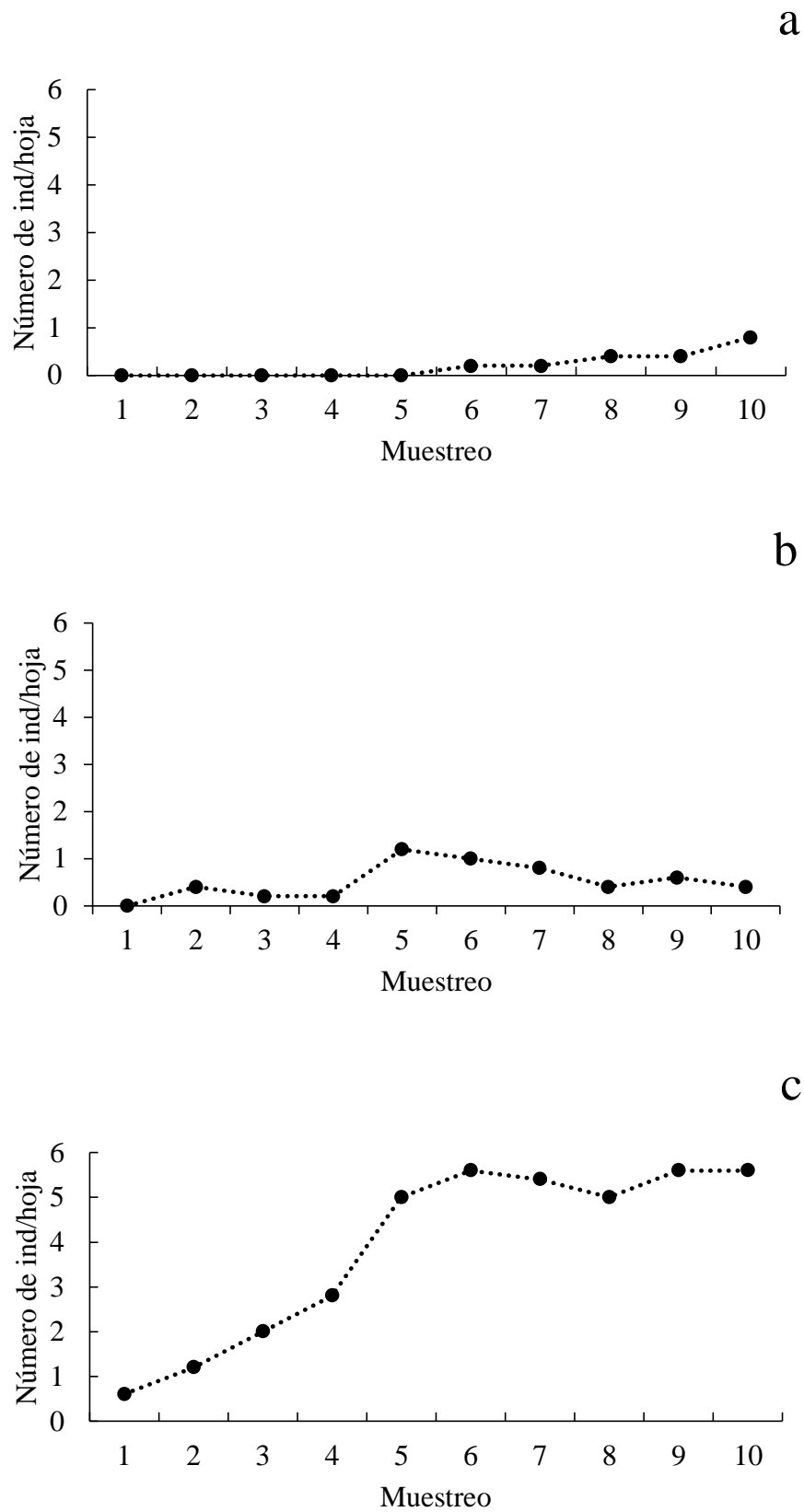


Figura 5. Número de individuos de *T. urticae* en hojas del estrato superior (a), medio (b) e inferior (c) de plantas de fresa cv. Festival distanciadas a 23 cm de plantas infestadas de pepino dulce (*Solanum muricatum*).

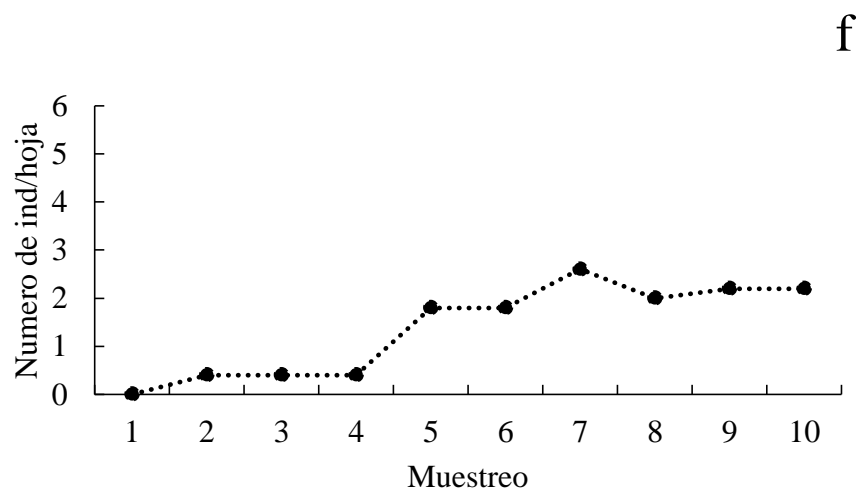
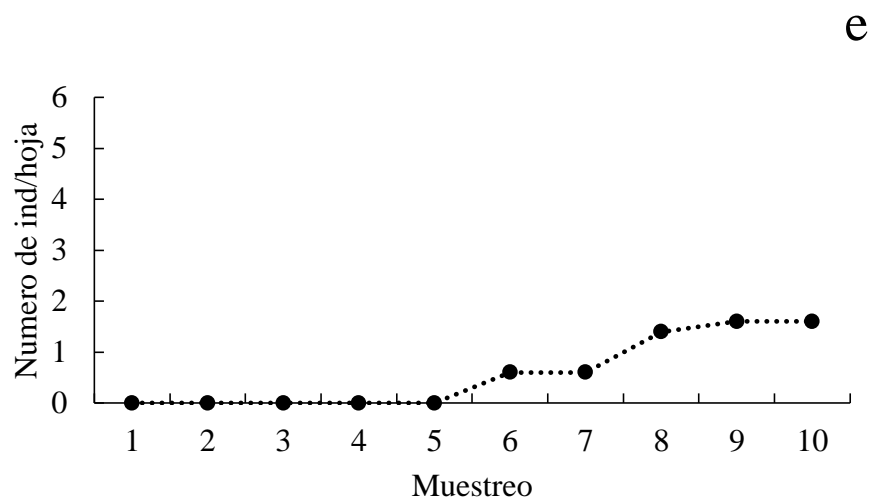
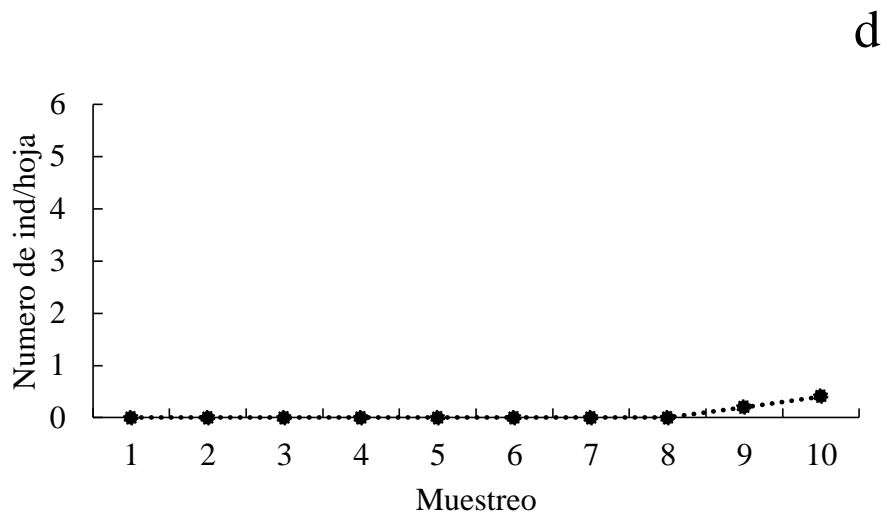


Figura 6. Número de individuos de *T. urticae* en hojas del estrato superior (d), medio (e) e inferior (f) de plantas de fresa cv. Festival distanciadas a 33 cm de plantas infestadas de pepino dulce (*Solanum muricatum*).

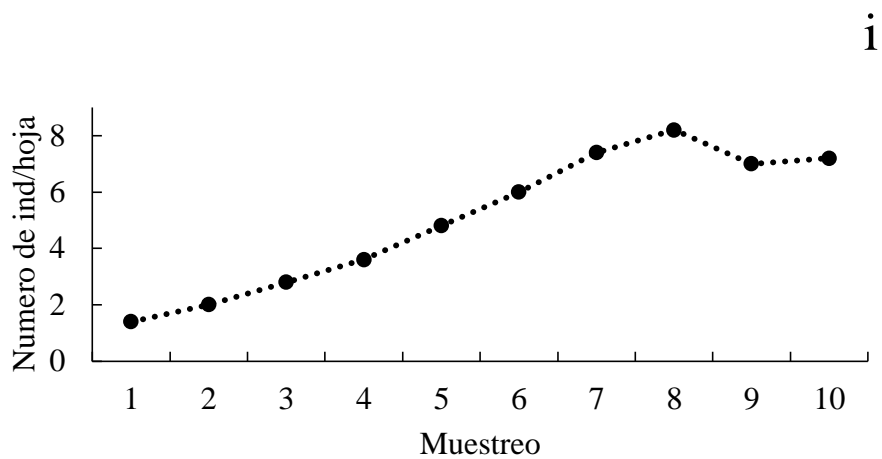
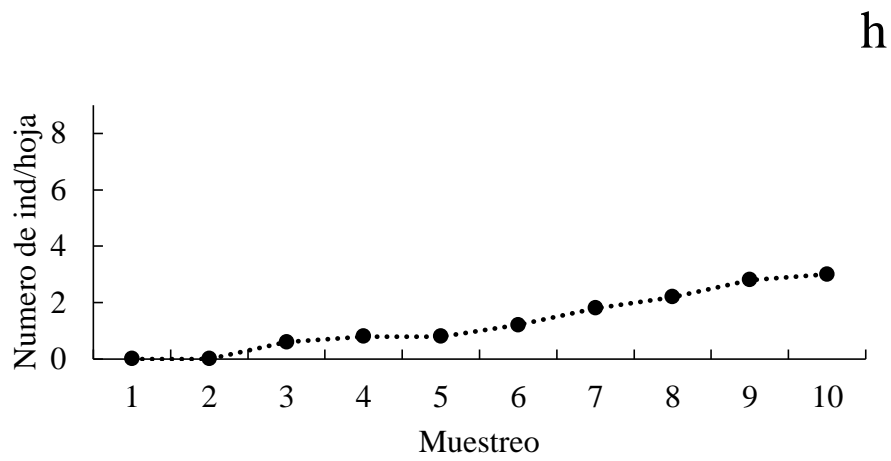
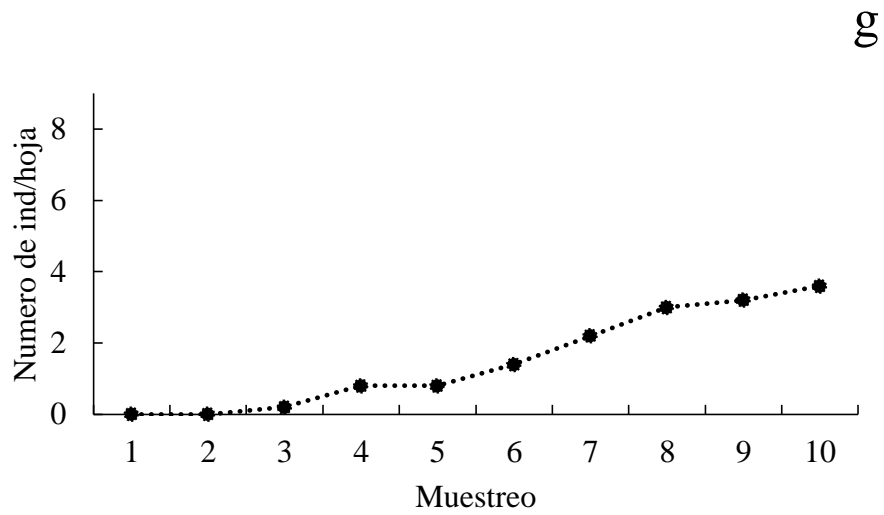
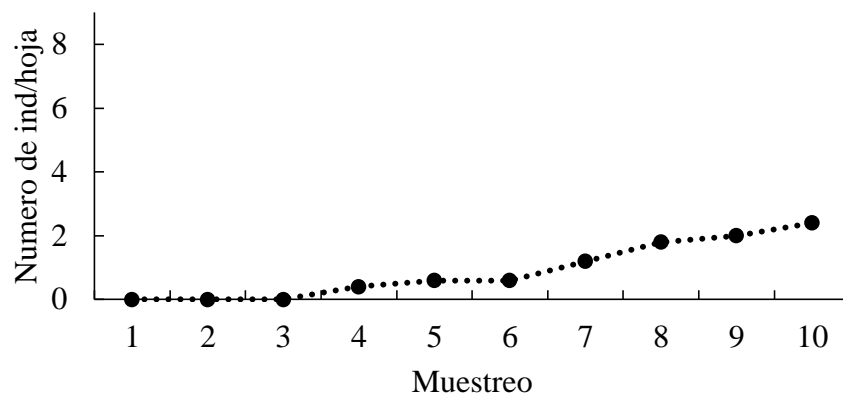
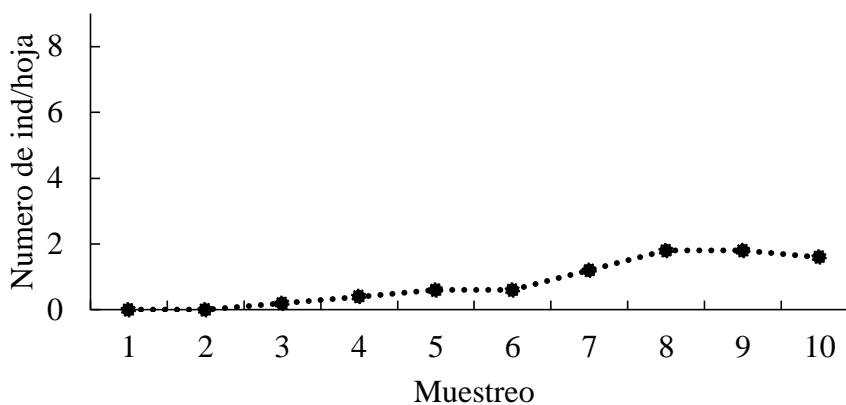


Figura 7. Número de individuos de *T. urticae* en hojas del estrato superior (g), medio (h) e inferior (i) de plantas de fresa cv. San Andreas distanciadas a 23 cm de plantas infestadas de pepino dulce (*Solanum muricatum*).

j



k



l

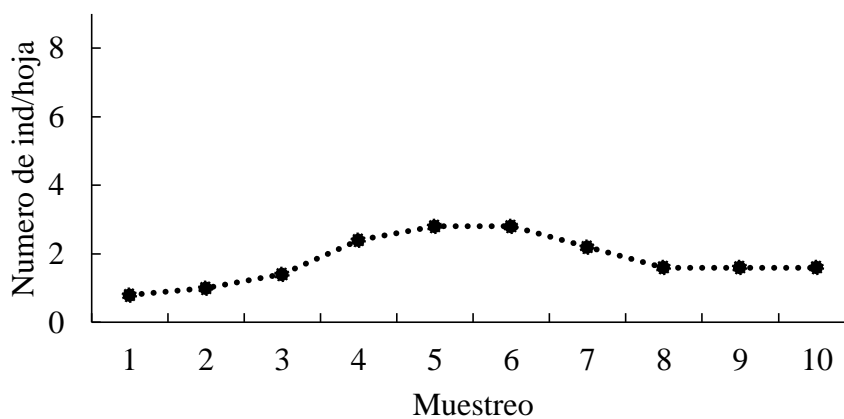


Figura 8. Número de individuos de *T. urticae* en hojas del estrato superior (j), medio (k) e inferior (l) de plantas de fresa cv. San Andreas distanciadas a 33 cm de plantas infestadas de pepino dulce (*Solanum muricatum*).

Se observó efecto de individual de cada uno de los factores: cultivar Festival, San Andreas, la distancia de la planta 23cm, 33cm y estrato de la planta inferior, medio, superior así como de interacción entre el cultivar y estrato ($F= 3,46$; $gl= 2$; $p=0,0437$) y distancia por estrato ($F= 5,13$; $gl= 2$; $p= 0,0117$) sobre la capacidad de colonización de *T. urticae* (Figuras 9 y 11). Con relación al cultivar, el mayor número de individuos fue observado en plantas del cultivar San Andreas, en el cual se obtuvo un promedio de 3,23 individuos/hoja, siendo 38,1% mayor que en el cultivar Festival (Figura 9).

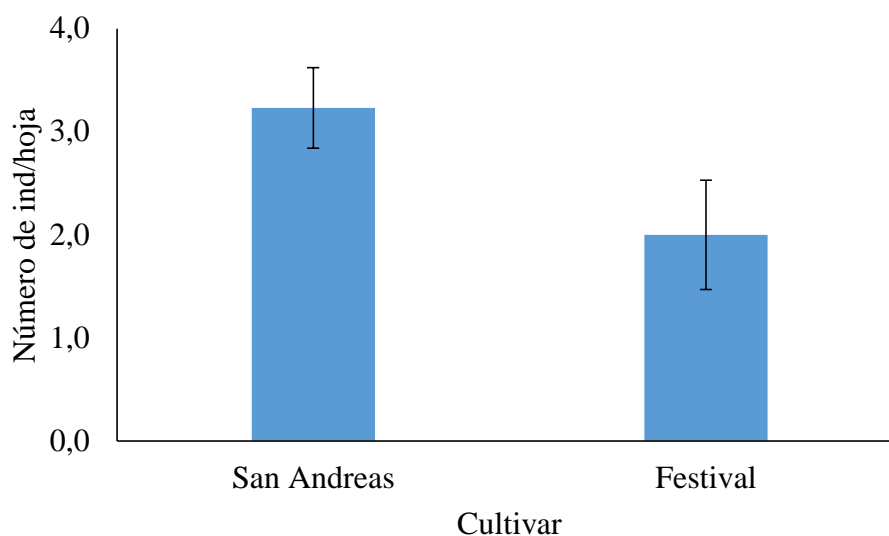


Figura 9. Número de *T. urticae* en colonizando hojas de dos cultivares de fresa

Cuando se consideró la distancia, las plantas de fresa colocadas a 23 cm de la planta de pepino dulce fueron colonizadas con un mayor número de individuos que aquellas distanciadas a 33 cm (Figura 10). Así, las plantas distanciadas a 23 cm mostraron 3,23 ind/hoja comparado con aquellas colocadas a 33 cm en las cuales se observaron 2,0 ind/hoja. Finalmente, cuando se analizó el estrato de la planta, el mayor número de individuos fue observado en las hojas del estrato inferior, mientras que no se observaron diferencias entre los estratos medio y superior (Figura 11).

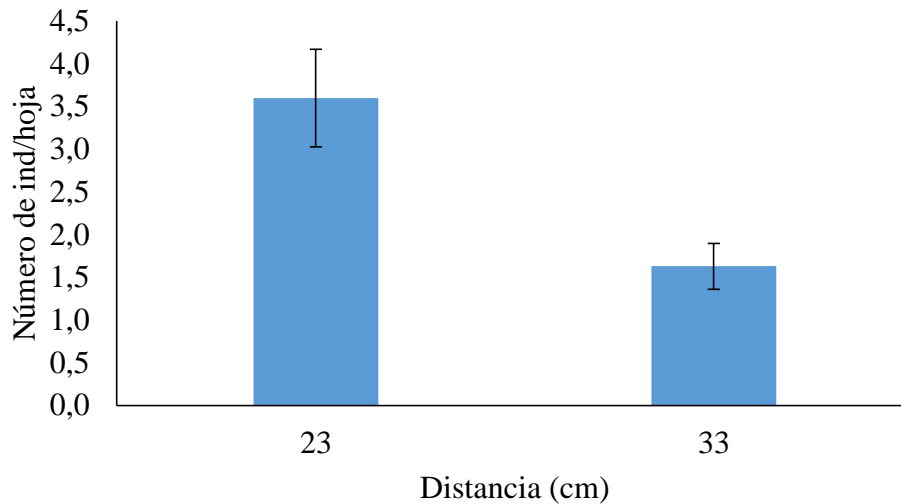


Figura 10. Número de *T. urticae* en hojas de plantas de fresa en función a la distancia de la planta fuente

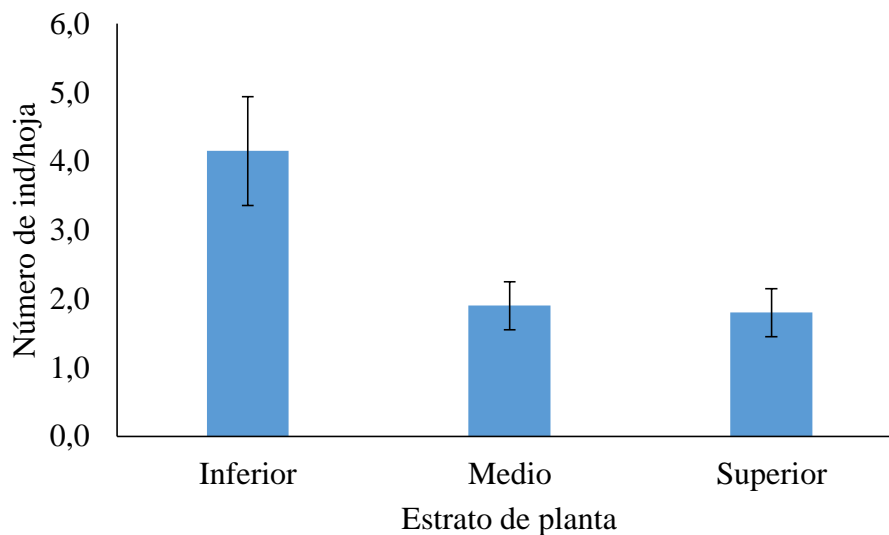


Figura 11. Número de *T. urticae* en hojas de plantas de fresa en función al estrato de la planta fuente

Al considerar el efecto de interacción entre el cultivar y estrato se encontró que el mayor número de individuos fue observado en hojas del estrato inferior de plantas del cultivar San Andreas (4,4 ind/hoja), mientras que el mínimo número se obtuvo en hojas del estrato superior de plantas del cultivar Festival (1,5 ind/hoja). El resto mostró valores intermedios sin diferencias entre ellos (Figura 12). Por último, el efecto interactivo entre la distancia por estrato nuevamente se verificó que la menor distancia permitió una más rápida colonización en hojas del estrato inferior (Figura 13).

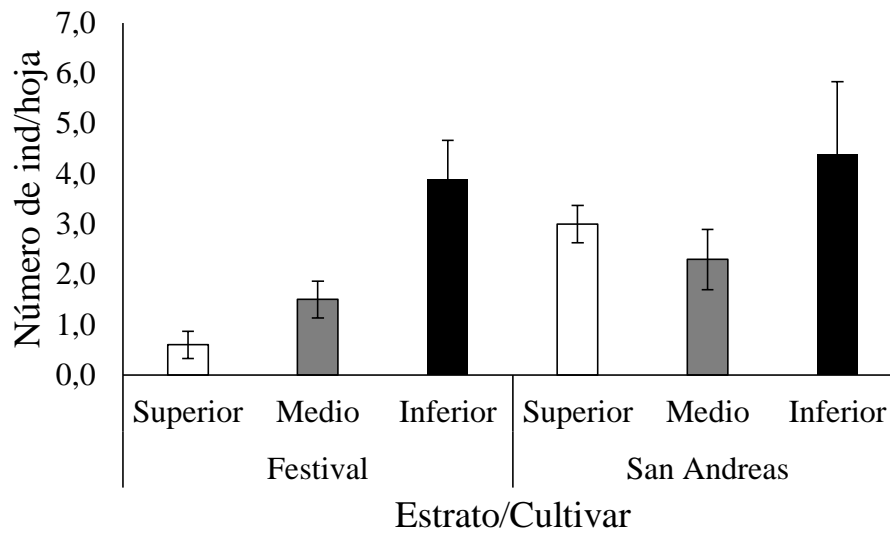


Figura 12. Número de *T. urticae* en los diferentes estratos de plantas de dos cultivares de fresa.

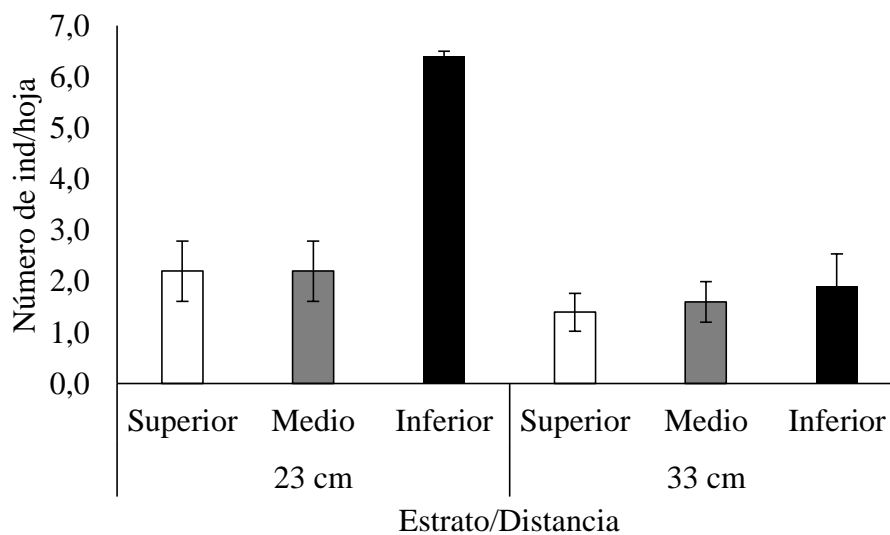


Figura 13 Número de *T. urticae* en los diferentes estratos en función a la distancia de la planta usada como inóculo

5.2. Discusión

Las diferencias del ciclo biológico desde huevo hasta adulto en las variedades San Andreas y Festival se deben al efecto sobre el tiempo de duración de las fases de larva, protocrisálida, deutocrisálida, deutoninfa (Das et al., 2017).

Con relación a la duración del ciclo biológico de los ácaros fitófagos, estudios previos han determinado que puede ser influenciado por varios factores entre los cuales se incluye el efecto de la planta hospedera (Das et al., 2017). El tiempo de desarrollo de las fases inmaduras de *T. urticae* varió desde 12,5 hasta 18,8 días cuando fue criado sobre las variedades Camarosa y Festival a 25 °C (Monteiro et al. 2014) y desde 7,0 a 9,9 días cuando se usaron los cultivares Marak y Chandler, respectivamente a 27 °C (Rezaie et al. 2013). De manera similar, El-Sawi et al. (2006) observaron que el ciclo biológico fue significativamente más largo cuando fue criado sobre hojas de Camarosa y Sweet-Charlie en comparación con el tiempo requerido sobre Gaviota y Carts-bad. Estos autores sugirieron que las altas concentraciones de azúcares totales y las bajas concentraciones de fenoles y aminoácidos presentes en Gaviota y Carts-bad favorecieron el desarrollo de los ácaros sobre estos cultivares.

Adicionalmente, la morfología foliar ha mostrado tener efecto en la resistencia al ataque de ácaros. Así, Skorupska (1998) y Nukenine et al. (2002) reportaron que tanto el grosor de la hoja y del parénquima, así como la pubescencia afectan la reproducción de los ácaros fitófagos, siendo más atractivas como hospederas aquellas especies de plantas con mayor parénquima y menor pubescencia foliar. Por otra parte, Nukenine et al. (2002) reportaron que existe igualmente una correlación negativa entre la longitud de los tricomas y la alimentación de los tetraníquidos, puesto que representan una barrera mecánica para el movimiento y a la alimentación del ácaro. De manera similar, Figueiredo et al. (2010) observaron que el nivel de infestación de *T. urticae* estaría relacionada con la presencia de tricomas glandulares en fresa, principalmente los de tipo multicelular puesto que en ellos se sintetizan enzimas oxidativas que se activan por la alimentación de *T. urticae* (Steinite e Ievinsh, 2003).

Longevidad y parámetros reproductivos

Monteiro et al. (2014) observaron que la longevidad de la hembra de *T. urticae* fue afectada por el cultivar de fresa, la cual varió desde 7,4-11,8 días. Contrariamente, Karlec et al. (2017) si encontraron efecto del cultivar de fresa sobre la oviposición de *T. urticae*; mostrando la mayor tasa de oviposición (6,2 huevos/día) sobre hojas de

‘Monterrey’, lo cual sugiere que este cultivar es más susceptible a la plaga en comparación con ‘Albión’ donde se registró apenas una tasa de 1,7 huevos/día.

En estudios previos se ha demostrado el efecto de la planta hospedera sobre los parámetros biológicos de *T. urticae* criados sobre diferentes cultivares de rosa (Golizadeh et al. 2017), papaya (Moro et al. 2012), soya (Razmjou et al. 2009) y manzana (Kasap 2004; Skorupska 2004). Estas variaciones en el desarrollo de las especies herbívoras son principalmente debidas al efecto de las características tanto químicas como morfológicas de la planta, las cuales determinan su adaptabilidad como hospedera (Awmack y Leather 2002; Golizadeh et al. 2016). De acuerdo con Price et al. (1980), la calidad de la planta hospedera afecta de desarrollo y las tasas de sobrevivencia y fecundidad de los fitófagos. Aunque *T. urticae* muestra mayor capacidad para desarrollarse sobre hojas de fresa (Greco et al. 2006); tal como fue mencionado, el tipo de cultivar ha mostrado también influencia sobre sus parámetros de desarrollo y reproductivos (duración del ciclo biológico, fecundidad y longevidad) (Dabrowski y Bielak 1978; Karlec et al. 2017; van de Vrie et al. 1972).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

6.1. CONCLUSIONES

El tiempo total de desarrollo (huevo-adulto) ciclo biológico mostró ser más corto cuando fue criado sobre discos de hoja de fresa del cultivar Festival, el cual fue 16,3% más rápido que en ‘San Andreas’

Tanto la tasa diaria de oviposición (número de huevos/hembra/día) como la longevidad de las hembras de *T. urticae* fueron afectados por el tipo de cultivar, siendo menor cuando criados sobre hojas de la variedad Festival.

Se observó un mayor número de ácaros en hojas de plantas de fresa cultivar San Andreas en comparación con las hojas del cultivar Festival, sugiriendo que el cultivar San Andreas es más preferido por *T. urticae*.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

- Adango, E. Onzo, A. Hanna, R. Atachi, P. James, B. (2006). Comparative demography of the spider mite, *Tetranychus ludeni*, on two host plants in West Africa. J. Insect. Sci: 6: 49.
- Afifi A.M., El-Laithy A.Y.M., Shehata S.A., El-Saiedy M.A. (2010). Resistance of strawberry plants against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). En: Sabelis, M.V., Bruin, J. Trends in Acarology. Proceedings of the 12th International Congress. Amsterdam. The Netherlands. pp: 505-507.
- Almaguel, L. (2002). Morfología, taxonomía y diagnóstico fitosanitario de ácaros de importancia agrícola. Curso introductorio a la acarología aplicada. Laboratorio de Acarología. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). División de Biología. Cuba. 84 Pp.
- Angulo, R. (2009). Cultivo de fresa. Bayer crop Science. Maria Luz Editorial. 43 pp.
- Argolo, P. (2012). Gestión integrada de la araña roja *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): optimización de su control biológico en clementinos. Departamento de Producción Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. 140 Pp.
- Awmack, C; Leather, S. (2002). Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. Annual Review Entomology, 47:817-844.
- Dabrowski, Z; and Bielak, B. (1978). Effect of some plant chemical compounds on the behaviour and reproduction of spider mites (Acarina: Tetranychidae). Ned. Entomol. Ver, 24:117-126.
- Das, S. Saren, J. y Mukhopadhyaya, A. (2017). Acaricide susceptibility of *Oligonychus coffeae* Nietner (Acari: Tetranychidae) with corresponding changes in detoxifying enzyme levels from tea plantations of sub-Himalayan Terai, India. Acarologia. 57(3):581-590
- Dinamarca P. 2005. Cultivo de Fresa. Recuperado de: http://www.indap.gob.cl/Docs/Documentos/Estrategias%20Regionales%20Competitividad%20por%20Rubro/Estrategias%20Regionales%202005/REGION_05/11Frutillas-ExposicionEspecialista.pdf.
- Doss R.P., Shanks C.H. Jr, Chamberlain J.D., Garth J.K.L. (1987). Role of the leaf hairs in resistance of a clone of beah strawberry, *Fragaria chiloensis*, to feeding by adult

- black vine weevil, *Otiorrhynchus sulcatus* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 16: 764-768.
- Eickhoff, T; T. Heng-Moss; F. Baxendale; J. Foster. (2008). Levels of tolerance, antibiosis, and antixenosis among resistant buffalo grass and *Zoysia* grasses. *J. Econ. Entomol.* 101: 533-540.
- Figueiredo, A.S.T. Resende, J.T.V. Dias, DM. Gonçalves, A.P.S. Camargo, Jr. Morales, R.G.F. Faria, M.V. Preczenhak, A.P. (2010). Repelência de cultivares de morangueiro ao ácaro rajado, mediada por tricomas foliares. *Hortic. Bras.* 28: 603-609.
- Fonseca, L. (2015). Manual de fresa, Programa de apoyo agrícola y agroindustrial, Vicepresidencia de Fortalecimiento empresarial. Cámara de comercio de Bogotá. Bogotá, Colombia. 61pp.
- Gallardo, A. Vásquez, C. Morales, J. y Gallardo, J. (2005). Biología Y Enemigos Naturales de *Tetranychus Urticae* En Pimentón.” Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. (74): 34–40.
- Gallegos, P. (2012). Ácaros viven más en fresas, babacos, moras y flores. *La Hora*. Quito, Ec. Jun. 17: 7B
- Giménez Ferrer, R.M.; J.C. Scheerens & W.A. Erb. (1993). In vitro screening of 76 strawberry cultivars for two-spotted spider mite resistance. *HortScience*, 28(8): 841-844.
- Golizadeh, A; Ghavidel, S; Razmjou, J; Asghar, S; y Hassanpour, M. (2017). Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on ten rose cultivars. *Acarologia* 57(3): 607–616.
- Gotoh, T. & A. Tsuchiya (2008). Effect of multiple mating on reproduction and longevity of the phytoseiid mite *Neoseiulus californicus*. *Experimental and Applied Acarology*, 44: 185-197
- Granja, C. (2010). Cultivo de fresa en el Ecuador. Recuperado de: http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101346980/1/%C3%81caros_viven_m%C3%81s_en_fresas,_babacos,_moras_y_flores.html#.VMagS6YU
- Greco, N; Pereyra, P; y Guillade, A. (2006). Host-plant acceptance and performance of *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae). *J. Appl. Entomol.* 130(1), 32–36.
- Guerra M. y Born, H. (2007). Fresas: Producción orgánica. California, Estados Unidos de América. 1-6 pp.
- Gutierrez, J. y Helle, W. (1985). Evolutionary Changes in the Tetranychidae. En: *Spider*

- Mites: their biology, natural enemies and control. Helle, W; Sabelis, M. eds. Amsterdam, ND, Elsevier Science Publishers. 1985; p. 91-106.
- Helle, W & Overmeer W.P.J. (1985). Rearing Techniques. In Helle W, Sabelis M. Spider mites their biology, natural enemies and control. (1A). 331-335.
- Herbert, H.J. (1981). Biology, life tables, and innate capacity for increase of the two spotted spider, *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). The Canadian Entomologist, 113: 371-378.
- Karban, R. & J.H Myers. (1989). Induced plant responses to herbivory. Annual Review of Ecology and Systematics, 20: 331-348.
- Karlec, F; Fonseca, A; Barneche de Oliveira, A; Silva da Cunha, U. Development of *Tetranychus urticae* Koch (acari: tetranychidae) in different strawberry cultivars. Rev. Bras. Frutic, 39 (1): 1-8.
- Labanowska B.H. (2007). Susceptibility of strawberry cultivars to the two-spotted spider mite. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 15: 133-146.
- Molina J, (2013). Principales plagas en el cultivo de fresa. Seminario de cultivo de fresa. Ambato, Ecuador
- Monteiro, L; Kunh , TMA; Mogor, AF; Silva, EDB. (2014). Biology of the two-spotted spider mite on strawberry plants. Neotropical Entomology, Londrina, 43 183–188.
- Moro, L; Polanczyki, R; Carvalho, J; Pratisoli, D; Fracol, C. (2012). Parâmetros biológicos e tabela de vida de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em cultivares de mamão. Ciência Rural, Santa Maria, 42 (3):487-493.
- Nukenine, E; Hassan, A; Dixon, A; y Fokunang, C. (2002). Population Dynamics of Cassava Green Mite, *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae) as Influenced by Varietal Resistance. Pakistan Journal of Biological Sciences, 5 (2):177-183.
- Ochoa, R. Aguilar, H. Vargas, C. (1994). Phytophagous mites of Central America: An illustrated guide. Turrialba, CR, CATIE. 234 p.
- Oku, K.; S. Yano & A. Takafuji. (2006). Host plant acceptance by the phytophagous mite *Tetranychus kanzawai* Kishida is affected by the availability of a refuge on the leaf surface. Ecological Research, 21: 446-452.
- Ortega, (2014). Manual del cultivo de fresa. Honorable gobierno provincial de Tungurahua. N°47, Pp 21–22.
- Painter, R. (1951). Insect Resistance in crop plants. The University Press of Kanasa, USA.

- Patiño, D.; Garcia, F.; Barrera, E.; Quejada, O.; Rodriguez, H. y Arroyo, I. (2014). Manual técnico de cultivo de fresa bajo buenas prácticas agrícolas. Gobernación de Antioquia. Medellin, Colombia.
- Praslicka, J., Huszar, J. 2004. Influence of temperature and host plants on the development and fecundity of the spider mite *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Plant Protection Science*, 40(4): 141-144.
- Razmjou, J; Tavakkoli, H; Fallahi, A. (2009). Effect of soybean cultivar on life history parameters of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Pest Science* 82:89- 94.
- Rezaie M., Saboori A., Baniamerie V., Allahyari H. (2013). Susceptibility of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on seven strawberry cultivars. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 4 (9): 2455-2463.
- Rezaie, M; Saboori, A; Baniamerie, V; Allahyari, H. (2013). Susceptibility of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on seven strawberry cultivars. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, Sher-e-Bangla, 4(9):2455-2463.
- Rivero E, Vásquez C. (2009). Biología e tabela de vida de *Tetranychus desertorum* sobre folhas de feijão. *Zoologia*, 26 (1): 38-42
- Sabelis, M.W. (1985). Reproductive strategies. In Helle, W. & M.W. Sabelis (Eds.), *Spider mites. Their biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, vol. 1A, Pp. 265-278.
- Skorupska, A. (1998). Morphologico-anatomical structure of leaves and demographic parameters of the hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis* Zacher and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acarina, Tetranychidae) on selected scab-resistant apple varieties. *Journal of Applied Entomology*, 122: 493-496.
- Skorupska, A. (2004). Resistance of Apple cultivars to spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae) Part II. Influence of leaf pubescence of selected apple cultivars on fecundity of two-spider mite. *Journal of Plant Protection Research* 44(1): 69-74.
- Steinitz, I. Ievinsh, G. (2003). Possible role of trichomes in resistance of strawberry cultivars against spider mite. *Acta Univ. Lat.* 662: 59-65.
- Strauss, S.Y. and A.A. Agrawal. (1999). Ecology and evolution of plant tolerance

- herbivory. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 179-185.
- Tello, V., Vargas, R., & Araya, J. (2009). Parámetros de vida de *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) sobre hojas de clavel, *Dianthus caryophyllus*. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(1), 47-51.
- Thompson, J.N. (1998). Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytofagous insects. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 43: 3-14.
- Van de Vrie, M; McMurtry, J; Huffaker, C. (1972). Biology, ecology and pest status, and host-plant relationships of Tetranychids. *Hilgardia* 41, 343–432.
- Vasconcelos, G.; Da Silva, F.; Gondim, Jr.; y Oliveira, J. 2004. Efeito de diferentes temperaturas no desenvolvimento e reprodução de *Tetranychus urticae* Braker y Pritchard (Acari: Tetranychidae) em *Banania musa*. *Neotropical Entomology*. 33 (2); 149 – 154.
- Vásquez, C. Colmenárez, Y. Dávila, M. Pérez, M. Zurita, H. Telenchana, N. (2016). Phytophagous mites associated to *Fragaria* spp., advances in pest management in South America. *Journal of Entomology*.13(4): 110-121
- Vereau, T., Wilma, V., Manuel, C. C., & David, P. (1978). Biología de la araña roja del algodónero, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)(Acarí, Tetranychidae). *Rev. Peruana de Entomol*, 21, 50-54.
- Walling, L. (2000). The myriad plant responses to herbivores. *Journal of Plant Growth Regulation*.19: 195- 216.
- Wrench, D.L. (1985). Reproductive parameters. En: Helle, W.; Sabelis, M.W. (eds.) *Spider mites: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers B.V., vol. 1A, pp. 165-168.

6.3 ANEXOS

6.3.1 Analisis de antibiosis

Statistix 10.0

datos ciclo biologic...;

Completely Randomized AOV for Huevosq

Source	DF	SS	MS	F	P
Variedad	1	1.5326	1.53258	3.75	0.0552
Error	118	48.2433	0.40884		
Total	119	49.7759			

Grand Mean 3.4571 CV 18.50

Homogeneity of Variances

	F	P
Levene's Test	7.74	0.0063
O'Brien's Test	7.60	0.0068
Brown and Forsythe Test	5.45	0.0212

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Variedad	1.0	3.75	0.0566
Error	76.1		

Component of variance for between groups 0.01873
Effective cell size 60.0

Variedad Mean

1	3.3441
2	3.5702
Observations per Mean	60
Standard Error of a Mean	0.0825
Std Error (Diff of 2 Means)	0.1167

Completely Randomized AOV for Larvasq

Source	DF	SS	MS	F	P
Variedad	1	0.31623	0.31623	9.69	0.0023
Error	118	3.85112	0.03264		
Total	119	4.16735			

Grand Mean 1.6878 CV 10.70

Homogeneity of Variances

	F	P
Levene's Test	2.11	0.1486
O'Brien's Test	2.08	0.1521
Brown and Forsythe Test	0.73	0.3948

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Variedad	1.0	9.69	0.0023
Error	113.2		

Component of variance for between groups 4.727E-03

Effective cell size

60.0

Variedad Mean

1 1.6364

2 1.7391

Observations per Mean 60

Standard Error of a Mean 0.0233

Std Error (Diff of 2 Means) 0.0330

Completely Randomized AOV for PCsq

Source	DF	SS	MS	F	P
Variedad	1	0.30467	0.30467	8.50	0.0042
Error	118	4.22916	0.03584		
Total	119	4.53383			

Grand Mean 1.7163 CV 11.03

Homogeneity of Variances F P

Levene's Test 1.32 0.2529

O'Brien's Test 1.30 0.2569

Brown and Forsythe Test 0.63 0.4287

Welch's Test for Mean Differences

Source DF F P

Variedad 1.0 8.50 0.0043

Error 114.4

Component of variance for between groups 4.481E-03

Effective cell size 60.0

Variedad Mean

1 1.6659

2 1.7666

Observations per Mean 60

Standard Error of a Mean 0.0244

Std Error (Diff of 2 Means) 0.0346

Completely Randomized AOV for PNSq

Source	DF	SS	MS	F	P
Variedad	1	0.11705	0.11705	3.08	0.0819
Error	117	4.44623	0.03800		
Total	118	4.56328			

Grand Mean 1.7355 CV 11.23

Homogeneity of Variances F P

Levene's Test 1.93 0.1673

O'Brien's Test 1.90 0.1707

Brown and Forsythe Test 1.00 0.3195

Welch's Test for Mean Differences

Source DF F P

Variedad 1.0 3.07 0.0826

Error 110.5

Component of variance for between groups 1.329E-03

Effective cell size

59.5

Variedad	N	Mean	SE
1	59	1.7039	0.0254
2	60	1.7666	0.0252

Completely Randomized AOV for DCsq

Source	DF	SS	MS	F	P
Variedad	1	0.21703	0.21703	5.02	0.0270
Error	113	4.88670	0.04325		
Total	114	5.10373			

Grand Mean 1.7305 CV 12.02

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		0.00	0.9650
O'Brien's Test		0.00	0.9680
Brown and Forsythe Test		0.01	0.9064

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Variedad	1.0	5.02	0.0270
Error	112.3		

Component of variance for between groups 3.028E-03
Effective cell size 57.4

Variedad	N	Mean	SE
1	55	1.6852	0.0280
2	60	1.7721	0.0268

Completely Randomized AOV for DNSq

Source	DF	SS	MS	F	P
Variedad	1	0.32797	0.32797	4.84	0.0299
Error	108	7.31097	0.06769		
Total	109	7.63895			

Grand Mean 1.7343 CV 15.00

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		0.01	0.9066
O'Brien's Test		0.01	0.9133
Brown and Forsythe Test		1.49	0.2253

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Variedad	1.0	4.86	0.0297
Error	106.3		

Component of variance for between groups 4.758E-03
Effective cell size 54.7

Variedad	N	Mean	SE
1	51	1.6756	0.0364
2	59	1.7851	0.0339

Completely Randomized AOV for TCsq

Source	DF	SS	MS	F	P
Variedad	1	0.13909	0.13909	2.06	0.1548
Error	96	6.49290	0.06763		
Total	97	6.63199			

Grand Mean 1.8527 CV 14.04

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		1.36	0.2467
O'Brien's Test		1.34	0.2490
Brown and Forsythe Test		2.21	0.1402

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Variedad	1.0	1.99	0.1616
Error	84.4		

Component of variance for between groups 1.464E-03
Effective cell size 48.8

Variedad	N	Mean	SE
1	46	1.8126	0.0383
2	52	1.8881	0.0361

Completely Randomized AOV for TOTALsq

Source	DF	SS	MS	F	P
Variedad	1	5.9165	5.91651	6.63	0.0114
Error	104	92.7693	0.89201		
Total	105	98.6858			

Grand Mean 4.5478 CV 20.77

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		6.97	0.0096
O'Brien's Test		6.84	0.0102
Brown and Forsythe Test		5.17	0.0251

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Variedad	1.0	6.11	0.0161
Error	63.6		

Component of variance for between groups 0.09511
Effective cell size 52.8

Variedad	N	Mean	SE
1	50	4.2977	0.1336
2	56	4.7710	0.1262

6.3.2 Análisis de antixenosis

Análisis de Varianza (ANOVA)

Split-split-plot AOV Table for Indsq

Source	DF	SS	MS	F	P
Rep (A)					
)	4	0.5929	0.14823		
Cultivar (B)	1	1.4095	1.40950	17.12	0.0144
Error A*B	4	0.3294	0.08234		
Distancia (C)	1	3.2011	3.20111	5.83	0.0422
B*C	1	0.4243	0.42433	0.77	0.4049
Error A*B*C	8	4.3913	0.54891		
Estrato (D)	2	3.3295	1.66475	7.02	0.0030
B*D	2	1.6397	0.81983	3.46	0.0437
C*D	2	2.4316	1.21578	5.13	0.0117
B*C*D	2	0.0620	0.03102	0.13	0.8779
Error A*B*C*D	32	7.5895	0.23717		
Total	59	25.4008			
Grand Mean			1.7870		
CV(Rep*Cultivar)			16.06		
CV(Rep*Cultivar*Distancia)			41.46		
CV(Rep*Cultivar*Distancia*Estrato)			27.25		

CAPÍTULO VII

PROPUESTA

Producir fresa de la variedad San Andreas a una distancia de 33cm entre planta en las

parroquias productoras de fresa de la provincia de Tungurahua.

7.1. DATOS INFORMATIVOS

Se localizará en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato y en las parroquias productoras de fresa de la provincia de Tungurahua, con la colaboración técnica de ingenieros agrónomos.

7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

De acuerdo a los registros de ciclo biológico y preferencia de los ácaros en el cultivo de fresa variedad San Andreas, es necesario fomentar el conocimiento a los agricultores acerca de la duración del ciclo biológico y sus etapas para determinar en qué etapa es más vulnerable para un control previo sobre *T. urticae* en pequeños y grandes productores de fresa en la provincia de Tungurahua.

7.3. JUSTIFICACIÓN

Con los estudios de ciclo de vida y preferencia se determina la susceptibilidad de los diferentes materiales genéticos de fresa como es la variedad disponible frente al ataque del ácaro, de manera de aprovechar la resistencia natural de la variedad San Andreas. Con esto se pretende disminuir la aplicación de acaricidas en el cultivo de fresa, ya que hoy en día los costos de producción son muy elevados por la falta de conocimiento en los productores en qué etapa realizar la aplicación.

7.4. OBJETIVOS

Sustituir variedades susceptibles al ataque de ácaros *T. urticae* por variedades resistentes como es la variedad San Andreas.

7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Con la aplicación de esta propuesta se podrá disminuir poblaciones de ácaros en todos sus estados biológicos, conservando las características del cultivo de fresa sin afectar a otros organismos presentes en el suelo y planta. Permitiendo a los productores obtener frutos sanos con dirección a un mejor mercado y elevar sus ganancias

7.6. FUNDAMENTACIÓN

Para obtener plantas y frutos inocuos libres de plagas y enfermedades, es necesario elegir una variedad adaptable a la zona productora de fresa, a la vez requeridos por consumidores y tomar consideraciones especiales en su manejo, control de plagas y enfermedades y recolección. Se podrá obtener frutos sanos para el consumo humano, en donde se garantiza la seguridad y soberanía alimentaria.

7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

- Observación de incidencia de ácaros en el cultivo de fresa

Visualizar la presencia de ácaros en el envés de las hojas. Los signos visibles se manifiestan en hojas adultas con coloración de color café y presencia de telarañas alrededor de los folíolos afectados.

7.8. ADMINISTRACIÓN

Se trabajará con los productores de fresa bajo el asesoramiento del investigador. Conjuntamente con la supervisión y asistencia técnica de profesionales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato.

7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Luego de 8 meses, se realizara una evaluación del alcance de la propuesta en la zona de influencia donde se realizó la investigación, esta se realizara mediante una encuesta a los agricultores, para así fomentar más estudios acerca de este tema.