

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**VARIACIÓN INTRAESPECÍFICA DE *Tetranychus urticae* Koch
(ACARI: TETRANYCHIDAE) EN FRESA (*Fragaria* sp.)**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

Henry Paul Chimbo Grefa

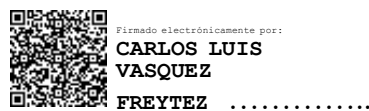
TUTOR:

Dr. Carlos Vásquez

CEVALLOS, 2021

**VARIACIÓN INTRAESPECÍFICA DE *Tetranychus urticae* Koch
(ACARI: TETRANYCHIDAE) EN FRESA (*Fragaria* sp.)**

REVISADO POR:



Dr. Carlos Vásquez
TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha



.....
Ing. Agr Marco Pérez Mg. PhD.
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

22-09-2021



.....
Ing. Luciano Valle Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN

22-09-



.....
Ing. Alberto Gutiérrez Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL
DECALIFICACIÓN

22-09-2021

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **HENRY PAUL CHIMBO GREFA**, portador de cédula de ciudadanía número: 1500961170, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**VARIACIÓN INTRAESPECÍFICA DE *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE) EN FRESA (*Fragaria* sp.)**” 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.



HENRY PAUL CHIMBO GREFA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**VARIACIÓN INTRAESPECÍFICA DE *Tetranychus urticae* Koch (ACARI: TETRANYCHIDAE) EN FRESA (*Fragaria* sp.)**” 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 autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



HENRY PAUL CHIMBO GREFA

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la salud por guiarme por el buen camino y a pesar de algunos tropiezos que he tenido me ha dado la suficiente fuerza para superar y seguir adelante.

A mis padres Marcelo David Chimbo y Nancy Noemí Grefa quienes son mi ejemplo de perseverancia y han sembrado en mi los buenos valores que siempre me caracterizan. A ellos agradezco porque han sido parte imprescindible en todo el trayecto de vida y han sido mi apoyo para culminar mis estudios y llegar a ser Ingeniero Agrónomo.

A mis hermanos Erika y John que a pesar de la distancia siempre han estado conmigo y me han hecho sentir el verdadero amor de hermanos.

A mi esposa Nelly por su apoyo incondicional y por acompañarme en este proceso el cual fue largo pero satisfactorio, a mi pequeño hijo Mateo a quien Dios y el destino puso en mi camino para formar parte de mi vida y alegrar mis días.

A mis queridos suegros Julio y Magdalena que han sido una parte esencial en la etapa final de este trabajo ya que me han motivado a cumplir mi sueño.

Henry

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, de manera especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por haberme acogido en sus aulas y a la vez permitirme terminar mis estudios y formarme como un profesional.

Mi gratitud al PhD. Carlos Vásquez, tutor de este trabajo de investigación, quien día a día compartió sus conocimientos, para poder culminar con éxito esta investigación.

Mi sincero agradecimiento al Ingeniero Luciano Valle, asesor de biometría quien con su generosidad y sus conocimientos me permitió culminar este trabajo.

Agradezco al Ingeniero Alberto Gutiérrez, asesor de redacción técnica por sus consejos para terminar con éxito esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHO DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes investigativos	3
1.2. Objetivos.....	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos.....	7
1.3. Categorías fundamentales.....	7
1.3.1. El cultivo de fresa.....	7
1.3.2. Los ácaros tetraníquidos en el cultivo de fresa	8
1.3.3. La quetotaxia en artrópodos	10
CAPÍTULO II	12
METODOLOGÍA	12
2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)	12
2.2. MATERIALES E INSUMOS	12
2.3. FACTORES EN ESTUDIO	12
2.4. TRATAMIENTOS	13
2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	13
2.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	13
VARIABLE RESPUESTA	14
a) Quetotaxia	14

2.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	15
CAPÍTULO III.....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
3.1. Análisis multivariado de los caracteres morfológicos de poblacionales <i>T. urticae</i> colectadas en plantas de fresa de diferentes localidades	16
3.2. Variaciones en la longitud y distancia entre las setas idiosomales en poblaciones de <i>T. urticae</i> en el cultivo de fresa colectados en diferentes localidades.....	22
CAPÍTULO IV.....	25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	25
4.1. CONCLUSIONES.....	25
4.2. RECOMENDACIONES	25
CAPÍTULO V.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
CAPÍTULO VI.....	33
ANEXOS.....	33
6.1. Análisis de varianza y prueba de medias para la longitud de setas	33
6.2. Análisis de varianza para distancia entre setas.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores de autovector y porcentaje acumulado de las variables relacionadas con la longitud de setas idiosomales evaluadas en hembras de <i>T. urticae</i> colectados en plantas de fresa de diferentes localidades.....	17
Tabla 2. Peso de cada variable morfométrica por competente resultante del análisis de la variación de la longitud de las setas idiosomales de hembras de <i>T. urticae</i> mediante Análisis de Componentes Principales	18
Tabla 3. Valores de autovector y porcentaje acumulado de las variables relacionadas con la distancia entre setas idiosomales evaluadas en hembras de <i>T. urticae</i> colectados en plantas de mora de diferentes localidades	19
Tabla 4. Peso de cada variable morfométrica por competente resultante del análisis de la variación de la longitud de las setas idiosomales de hembras de <i>T. urticae</i> mediante Análisis de Componentes Principales	20
Tabla 5. Variación de la longitud de las setas idiosomales en hembra de <i>Tetranychus urticae</i> colectados en plantas de fresa de diferentes localidades	22
Tabla 6. Variación de la distancia entre setas idiosomales y largo y ancho del idiosoma en hembra de <i>Tetranychus urticae</i> colectados en plantas de fresa de diferentes localidades	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variación de la producción y área sembrada de fresa a nivel mundial (2010-2019)	8
Figura 2. Procedimiento de la medición de las longitudes y distancias entre setas en hembras de <i>T. urticae</i>	14
Figura 3. Gráfico bidimensional de componentes principales basado en los caracteres morfométricos de <i>T. urticae</i> donde se representa la variación de muestras de ácaros por localidad de muestreo.....	21

RESUMEN

Tetranychus urticae es un ácaro fitófago de importancia en la agricultura debido al impacto económico en diferentes cultivos, incluyendo la fresa. Esta especie, al igual que varias especies de Tetranychidae muestran una amplia variabilidad fenotípica que dificulta su correcta identificación. En tal sentido, en el presente estudio se estudió la variabilidad intraespecífica de *Tetranychus urticae* Koch en fresa (*Fragaria* sp.). Los ácaros fueron colectados de hojas de fresa que mostraban síntomas característicos de la alimentación de tetraníquidos en los cantones de Ambato, Tisaleo, Pelileo en la provincia de Tungurahua. En cada ejemplar hembra fueron medidas las longitudes de las setas idiosomales dorsales (ve, sci, sce, c1, c2, d1, d2, e1, e2, f1, f2, h1, IC1, c3, c4) y ventrales (h2, h3) y la distancia entre ellas y sometidas a Análisis de Componentes Principales (ACP). De acuerdo con los resultados, el ACP de la longitud de las setas idiosomales mostró que 93,14% de la variación morfométrica de *T. urticae* fue explicada en 10 componentes. Las variables morfométricas que mostraron mayor peso en el componente 1 fueron la longitud de las setas c1, c2, c3, d2, e2, f2 y h3, mientras que en el componente 2, las variables de mayor peso fueron la longitud de las setas Sc1, d1, e1, f1 y f2. Con relación a la distancia entre setas, también se encontró que los primeros 10 componentes explicaron el 94,67% de la variabilidad, de los cuales en el primer componente la mayoría de las variables (v2-v2, sc1-sc1, c3-c3, d1-d1, d2-d2, ee2-e2, f1-f1, h2-h2 y h3-h3) mostraron los mayores pesos específicos para explicar la variación de las poblaciones, mientras que en el segundo cuadrante las distancias sc2-sc2, c1-c1, c2-c2 alcanzaron los mayores valores y por último en el tercer componente solo la distancia sc2-sc2 fue relevante. Con estos resultados se evidenció la importancia de estas variables morfométricas para la caracterización de la especie y permitió separar la población de *T. urticae* de Pelileo, mientras que las poblaciones de Ambato y Tisaleo no fueron claramente separadas.

Palabras clave: quetotaxia, ácaro de dos manchas, tetraníquidos, fresa

ABSTRACT

Tetranychus urticae is an important phytophagous mite in agriculture due to its economic impact on different crops, including strawberries. This species, like several species of Tetranychidae, shows a wide phenotypic variability that makes their correct identification difficult. Thus, in this study the intraspecific variability of *Tetranychus urticae* Koch in strawberry (*Fragaria* sp.) was studied. Mites were collected from strawberry leaves showing characteristic symptoms of tetranychid feeding in municipalities of Ambato, Tisaleo, and Pelileo in the province of Tungurahua. In each female specimen, the lengths of the idiosomal dorsal setae (ve, sci, sce, c₁, c₂, d₁, d₂, e₁, e₂, f₁, f₂, h₁, IC₁, c₃, c₄) and ventral (h₂, h₃) and the distance between them and subjected to Principal Component Analysis (PCA). According to the results, the PCA of the length of the idiosomal setae showed that 93.14% of the morphometric variation of *T. urticae* was explained in 10 components. The morphometric variables that showed the greatest weight in component 1 were the length of the setae c₁, c₂, c₃, d₂, e₂, f₂ and h₃, while in component 2, the variables with the greatest weight were the length of the seta Sc₁, d₁, e₁, f₁ and f₂. Regarding the distance between setae, it was also found that the first 10 components explained 94.67% of the variability, of which in the first component most of the variables (v₂-v₂, sc₁-sc₁, c₃-c₃, d₁-d₁, d₂-d₂, ee₂-e₂, f₁-f₁, h₂-h₂ and h₃-h₃) showed the highest specific weights to explain the variation of the populations, while in the second quadrant the distances sc₂-sc₂, c₁-c₁, c₂-c₂ reached the highest values and finally in the third component only the distance sc₂-sc₂ was relevant. With these results, the importance of these morphometric variables for the characterization of the species was evidenced and allowed to separate the population of *T. urticae* from Pelileo, while the populations of Ambato and Tisaleo were not clearly separated.

Keywords: chaetotaxy, two-spotted mite, tetranychids, strawberry

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

La fresa (*Fragaria x annanasa*) es un cultivo de gran importancia económica que se explota en más de 60 países en diferentes regiones del mundo debido a su gran capacidad de adaptabilidad en diferentes zonas climáticas (Simpson, 2018). Esta adaptabilidad mostrada por las especies y cultivares de fresa ha permitido, junto con la aplicación de las prácticas de manejo del cultivo y/o sistemas de producción, obtener niveles de rendimientos adecuados, sin embargo, estos niveles pueden mostrar variaciones dependiendo de las diferencias micro climáticas entre las zonas donde se cultiva y las variaciones interanuales (Martínez-Ferri et al., 2014).

La fresa tiene una alta demanda como fruta fresca debido a que, por un lado, son una fuente rica en vitaminas y minerales y, por el otro, contribuye con la disminución del nivel de colesterol y además tiene efectos antiinflamatorios debido a sus altos contenidos de ácidos orgánicos (Estrada-Chavira et al., 2017).

Entre los principales productores de fresa, el principal país productor es China, la que aporta el 39,4% de la producción mundial, seguido de EE. UU. con el 12,5%, México con el 10,6%, Turquía con 6,0% y finalmente España que produce 4,3% (FAO, 2021). Sin embargo, al igual que otros cultivos, su rendimiento puede ser afectado por factores tanto bióticos como abióticos.

Entre los factores bióticos que afectan el rendimiento de fresa se incluyen varios tipos de plagas, entre los cuales resaltan varias especies de insectos y ácaros asociados con el cultivo. Entre las principales especies plaga encontradas en el cultivo se incluye a *Tetranychus urticae* Koch (ácaro araña de dos manchas), *Phytonemus pallidus* (Banks) (ácaro tarsonémido de la fresa), además de varios insectos tales como *Anthonomus rubi* Herbst y *Otiorhynchus sulcatus* F. (gorgojos) y *Lygus rugulipennis* L. (chinche) (Esteca et al. 2020). Adicionalmente, Liburd y Rhodes (2019) señalaron que algunas especies de

trips (*Frankliniella* sp. y *Scirtothrips* sp.), gusanos cogolleros, larvas cortadoras deraíces y varias especies de hemípteros (*Lygus hesperus* y *Neopamera bilobata* Say) también pueden afectar el rendimiento de las fresas. También se han reportado varias especies de pulgones, tales como *Myzus persicae* Sulzer; *Chaetosiphon fragaefolii* (Cockerell) y mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) pueden causar diferentes niveles de daño tanto directo como indirecto debido a que pueden actuar en la transmisión de virus en plantas de fresa (Dara, 2016).

Con relación al ataque de ácaros en plantaciones de fresa, los ácaros tetraníquidos constituyen un grupo importante que actúan como fitófagos obligados en varios cultivos en todo el mundo, de los cuales *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval, *Tetranychus turkestanii* (Ugarov y Nikolski), *T. urticae* y *Eotetranychus lewisi* (McGregor), pueden causar pérdidas importantes en el cultivo de fresa, sin embargo, *T. urticae* es considerado el ácaro plaga más importante en varios países de América del Sur (Howell y Daugovish, 2013; Vásquez et al., 2016).

La alimentación de las formas móviles de *T. urticae* provoca la aparición de puntos cloróticos en la superficie adaxial de las hojas los cuales, bajo condiciones de baja humedad relativa y altas temperaturas, puede hacer que las hojas adquieran una coloración rojiza cuando el nivel de infestación es muy alto, lo que en consecuencia provoca reducción de la tasa fotosintética en hojas jóvenes y maduras (Costa et al., 2017). De acuerdo con Wagner et al. (2021), las especies de *Fragaria* muestran los síntomas de alimentación por *T. urticae*, principalmente en hojas maduras pero puede variar de acuerdo con el nivel de infestación fue variable y con el grado de tolerancia de las accesiones de fresa.

Con relación a las descripciones de las especies de tetraníquidos, en general se han basado en el uso de caracteres morfológicos, sin embargo, algunas especies incluidas en el género *Tetranychus* resultan difíciles de separar debido a que existen diferencias muy pequeñas entre ellas, además que pueden mostrar un rango de variaciones (Carbonnelle y Hance 2004). Estas variaciones, reconocidas como la plasticidad fenotípica, son el resultado de la respuesta de algunas especies de Tetranychidae a las variaciones

ambientales podría conducir a identificaciones erróneas dada la similitud morfológica entre algunas especies.

Tomando en consideración la importancia de esta especie de ácaro además de la dificultad de su identificación, en la presente investigación se pretendió variación intraespecífica de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en fresa (*Fragaria* sp.).

1.1. Antecedentes investigativos

Sánchez et al. (2021) evaluaron, mediante el uso de un Análisis de Componentes Principales (ACP), las variaciones quetotáxicas de *Tetranychus urticae* y *E. lewisi* recolectadas sobre plantas de fresa, mora y zanahoria blanca en los cantones Ambato, Cevallos, Baños, Mocha, Píllaro y Tisaleo de la Provincia de Tungurahua. De acuerdo con los autores, se observaron amplias variaciones en las sedas idiosomales originadas por el efecto tanto de la planta hospedante como de la localidad de muestreo. El Análisis de Componentes Principales explicó 82% de la variación observada entre las variables quetotáxicas medidas en las muestras, lo cual permitió separar a las poblaciones recolectadas sobre mora, independientemente de la especie de ácaro, sin embargo, no se logró hacer una separación clara de las poblaciones de ácaros recolectadas sobre zanahoria blanca y fresa.

Kamran et al. (2018) estudiaron las variaciones morfológicas intraespecíficas dentro de *Eutetranychus orientalis*, recolectadas de 28 plantas hospedantes diferentes y 80 localidades diferentes de seis regiones de Arabia Saudita. De acuerdo con los autores, el género *Eutetranychus* puede ser dividido en dos grupos de especies: grupo *orientalis* que presenta una seta coxal y el grupo *banksi* con dos setas coxales en la pata II y este carácter de la quetotaxia permitió sinonimizar siete especies de *Eutetranychus* del grupo *orientalis*.

Adicionalmente, la quetotaxia ha sido usada para caracterizar la variabilidad genética de ácaros tenuipálpidos como *Raoiella indica* Hirst, que es una plaga recientemente reportada en el Ecuador. Vásquez et al. (2014) evaluaron la variabilidad en la quetotaxia,

a través de la longitud y distancia entre las setas idiosomales dorsales en hembras adultas y a nivel molecular de poblaciones de *R. indica* encontradas sobre especies de Arcaceae (*Adonidia merrillii*, *Cocos nucifera*, *Roystonea oleracea* y *Washingtonia* sp.) y Musaceae (*Musa* sp.) provenientes de diferentes localidades de los estados Aragua, Carabobo, Falcón, Nueva Esparta, Sucre, Yaracuy, Zulia en Venezuela y comparadas con una población de Florida (EE. UU.). Con relación al análisis de la quetotaxia hecho mediante Análisis de Componentes Principales se demostró una mayor homogeneidad en las poblaciones de *R. indica* colectadas sobre *C. nucifera* y *Musa* sp. cuando se comparó con las poblaciones obtenidas de plantas de *A. merrillii* y *Washingtonia* sp, lo cual permitió separar estas poblaciones del resto de las poblaciones estudiadas.

Así mismo, el estudio de la quetotaxia ha sido empleado en otras familias de ácaros, entre ellas Phytoseiidae, la cual es usada como agentes de control biológico. Lima et al. (2018) observaron diferencias significativas entre los valores medios de todos los caracteres de las cinco poblaciones de *Amblyseius largoensis*, donde aproximadamente el 43% de la variabilidad total se explica por los dos primeros componentes principales, con la distancia entre las setas St1-St3, St2-St2 y St1-St1, la longitud de las setas JV5 y la macroseta tibial IV (PC1) que muestran una distinción completa entre la población de la Isla Reunión y las de América y Asia (Tailandia) y la distancia entre las setas St4-St4 y la longitud de las setas z5, z2, z4 y s4 (PC2). Con base en los resultados, los autores señalaron que los especímenes de Tailandia y Roraima difieren de los de Reunión porque tienen setas z5 más largas, macrosetas más cortas del tarso IV, JV5 más corto y una distancia más pequeña entre las setas esternal St1-St1, mientras que los especímenes de Tailandia y Roraima se separaron del resto debido a que las setas JV5 y St2-St3 son más cortas.

Tixier et al. (2017) consideran que, dependiendo del grupo taxonómico considerado, las reglas para establecer los límites entre poblaciones y especies no son claras. Por tal motivo, evaluaron las variaciones en una especie de depredador, *Phytoseius finitimus*, considerada un control biológico de ácaros y pequeñas plagas de insectos en frutales y viñedos de la cuenca mediterránea, mediante análisis molecular (12S rRNA, CytB

mtDNA, ITSS) y morfológicos de cuatro poblaciones recolectadas en Córcega e Italia en cultivos (vid y kiwi) y en plantas no cultivadas (*Viburnum lantana*). Los análisis de ADN mitocondrial demostraron que los especímenes de *V. lantana* estaban bien separados de las otras tres poblaciones con grandes distancias genéticas, lo que sugirió la existencia de una especie críptica, sin embargo, los análisis de ITSS en conjunto con el análisis morfológico mostraron que las cuatro poblaciones pertenecen a la misma especie. Estos resultados ponen en evidencia la necesidad de hacer estudios taxonómicos integradores para las decisiones de diagnóstico.

Así mismo, en vista de la importancia de *Neoseiulus californicus* como agente de control biológico utilizado comercialmente para controlar plagas en muchos cultivos, es de vital importancia para evitar interpretaciones incorrectas de las variaciones intraespecíficas puesto que esto podría conducir a una identificación errónea y en consecuencia afectar el éxito de los programas de control biológico. En tal sentido, Tixier et al. (2008) evaluaron las variaciones morfológicas (quetotaxia) de las hembras de *N. californicus* provenientes de diez poblaciones recolectadas de todo el mundo y se compararon con los tipos de dos especies morfológicamente cercanas: *Neoseiulus marinus* (Willmann) y *Neoseiulus ornatus* (Athias-Henriot). Los autores observaron diferencias significativas entre las poblaciones para casi todas las características consideradas, sin embargo, tanto las diferencias dentro de la población, así como los errores estándares fueron pequeños y en el caso de los ácaros recolectados en Chile fueron muy diferentes a los ejemplares de las otras poblaciones de *N. californicus* consideradas. Así, el nivel de variación morfológica intraespecífica encontrado dentro de *N. californicus* indicó la importancia de tener cuidado en la determinación de los límites de las especies dentro del género y la variación morfológica debe considerarse más en las descripciones de las especies y finalmente el análisis morfológico permitió concluir sobre la validez de las especies *N. ornatus*, *N. marinus* y *N. californicus*.

Pence et al. (1975) examinaron las variaciones en la quetotaxia en especímenes de *Sarcoptes scabiei* obtenidos de zorros rojos (*Vulpes fulva*) de EE. UU. y de zorros rojos (*V. fulva*), coyotes (*Canis latrans*) y lobos (*Canis lupus*) de Canadá, observando

una alta frecuencia de anomalías en las setas, tales como duplicaciones, ausencias y bases modificadas) en las muestras de todos los hospedadores. Los autores infirieron que las condiciones asociadas con las epizootias pudieron explicar la existencia de una mayor variabilidad fenotípica en los ácaros ectoparásitos, mientras que fluctuaciones poblacionales pueden favorecer la alteración genética de estos ácaros.

De manera similar, los ácaros de la familia Syringophilidae son artrópodos pequeños y de forma uniforme que llevan vida parasitaria sobre plumas de varias especies de aves y en los cuales se han observado anomalías en la disposición de las setas. En consecuencia, Głowska y Skoracki (2009) llevaron a cabo una investigación sobre la quetotaxia en ninfas y adultos de *Torotroglia merulae* y como resultado observaron una amplia variabilidad en la quetotaxia, con las mayores variaciones en la región aggenital (ag) en adultos; puesto que la disposición más común es la presencia de seis pares de estas setas, la mayoría mostró números asimétricos. Adicionalmente, observaron variación en la región propodonotal con relación a las setas ve, si, se yh, así con en las setas de las patas. Además, se observaron variaciones asimétricas en las setas propodonotal en tritoninfas, mientras que las anomalías en el números de setas ag fueron observadas ocasionalmente.

1.2. Objetivos

Objetivo general:

Determinar la variabilidad intraespecífica de *Tetranychus urticae* Koch en fresa (*Fragaria* sp.).

Objetivos específicos:

- Realizar un análisis multivariado de los caracteres morfológicos de poblacionales *T. urticae* colectadas en plantas de fresa de diferentes localidades.
- Determinar las variaciones en la longitud de las setas idiosomales en poblaciones de *T. urticae* en el cultivo de fresa colectados en diferentes localidades.
- Determinar las variaciones en la distancia entre las setas idiosomales en poblaciones de *T. urticae* en el cultivo de fresa colectados en diferentes localidades.

1.3. Categorías fundamentales

1.3.1. El cultivo de fresa

La fruta de la fresa constituye uno de los productos agrícolas con mayor demanda para el consumo, lo cual ha contribuido con el incremento en la producción y en la superficie sembrada, la cual aumentó desde 6.284.353 ton cosechadas en 301.292 ha en el año 2010 hasta 8.885.028 ton en un área de 396.401 ha durante el 2019 (FAO, 2020) (Fig. 1). Adicionalmente, la fresa es producida en más de 70 países, siendo los principales productores China, Estados Unidos, México, Turquía y Egipto con niveles de producción de 3.212.814, 1.021.490, 861.337, 486.705 y 460.245 tn respectivamente, durante el año 2019 (FAO 2020). Esto demuestra que es una fruta que cuenta con gran demanda y aceptación entre los consumidores a nivel mundial y además demuestra su importancia en la generación de ingresos en las economías locales diferentes (Simpson, 2018).

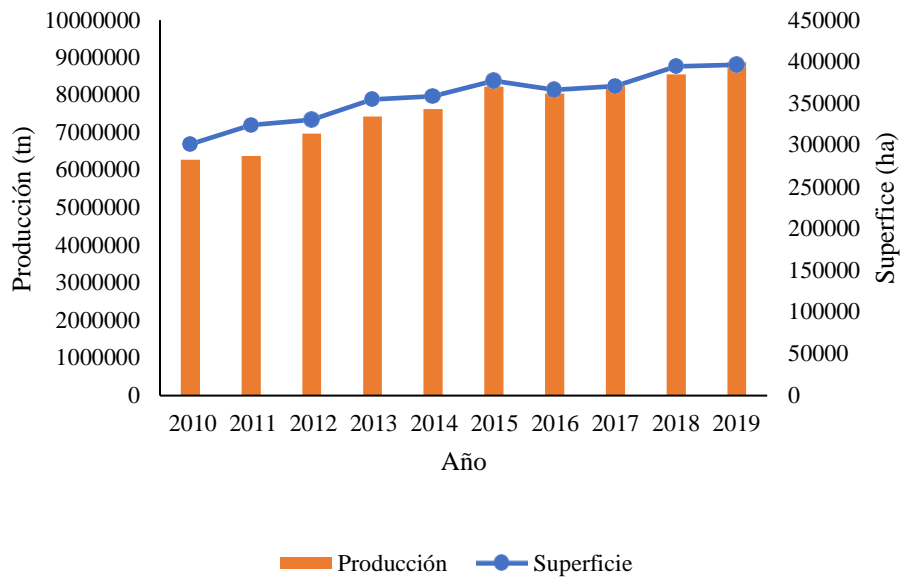


Figura 1. Variación de la producción y área sembrada de fresa a nivel mundial (2010-2019)

El género *Fragaria* está compuesto por unas 20 especies ubicadas dentro de la familia Rosaceae y que desde el punto de vista genético pueden ser desde diploides, tetraploides, hexaploides hasta octoploides (Gündüz, 2015). Entre las especies de mayor importancia económica se incluyen las especies diploides silvestres como *Fragaria nubicola* (Lindl. Ex Hook. F.) y *Fragaria vesca* L. y la fresa cultivada, *Fragaria* × *ananassa* Duchesne (Gündüz, 2015).

Aparte del aporte en la economía, la fresa tiene importancia desde el punto de vista de la salud debido a que representa una fuente rica en una serie de biocompuestos tales como antocianinas las cuales tienen actividad antioxidante, pero también concentraciones variables de flavonoles, ácidos fenólicos, vitaminas, minerales entre otros, cuyos contenidos dependen de factores relacionados con el cultivar usado, las variaciones en las estaciones del año y el grado de madurez de la fruta (Fierascu et al., 2020).

1.3.2. Los ácaros tetraníquidos en el cultivo de fresa

Dentro de la familia Tetranychidae se incluyen unas 1300 especies de fitófagos, las cuales son comúnmente conocidas como ácaros araña, debido a la capacidad que presentan algunas especies de producir telaraña para protegerse y cuyo tamaño puede oscilar entre 200 y 900 μm y de las cuales se contabilizan unas 100 especies que pueden

alcanzar la categoría de plagas agrícolas, siendo *Tetranychus urticae* Koch, la especie de mayor importancia económica debido a su amplia distribución y número de plantas hospedantes en las cuales causa daño por alimentación (Migeon y Dorkeld, 2021).

Los ácaros tetraníquidos insertan sus quelíceros estiletiformes en el tejido foliar de sus plantas hospedantes con el fin de extraer su contenido celular, lo que resulta en la destrucción de los cloroplastos, con la consabida pérdida de la clorofila, lo que consecuencia provoca reducción de la tasa fotosintética, evidenciado como una coloración blanco-amarillenta en el haz de la hoja y consecuentemente se traduce en reducción del crecimiento, la floración y el rendimiento (Meck et al., 2013).

Tetranychus urticae, también conocido como ácaro de dos manchas o ácaro bimaquado, tiene una amplia distribución en casi todos los países del mundo y se alimenta sobre más de 933 especies de plantas, incluyendo hortalizas, frutales, plantas ornamentales y malezas, en las que puede ocasionar daño económico (Suekane et al., 2012).

Dada su importancia, se han realizado varios estudios para evaluar el nivel de daño producido por *T. urticae* en diferentes cultivos. Recientemente, se demostró la reducción en diferentes componentes del rendimiento de plantas de soja, tales como disminución en el número de vainas/planta, granos/planta y en el rendimiento, por efecto de las altas densidades de *T. urticae*, observándose que el incremento en el número de ácaros/cm² provocó una clara disminución del peso de 1000 semillas en 0,7 g y además de la disminución del rendimiento de granos de soja por el ataque de esta especie de ácaro, principalmente como resultado de la reducción de la formación de vainas y menos granos (Padilha et al. 2020). Estos autores obtuvieron una ecuación ($y = 4,369 - 41,99x$), con la cual lograron determinar un umbral de daño económico considerando un costo de control de US\$ 20,00 por hectárea y un valor de cultivo de soja de US \$ 350,00 por tonelada.

Así mismo, en cultivos de soja en Brasil se observó un nivel de daño económico causado por *T. urticae* del 15,80%, el cual fue calculado mediante la ecuación de

predicción $y = 66,63 - 0,51x$, tomando en consideración un precio del saco de soja de US \$ 11,00 y un costo de control de US \$ 16,00 (Suekane *et al.* 2012).

Adicionalmente, se evaluó el nivel de daño de *T. urticae* en otros cultivos de importancia económica. Pascual-Ruiz *et al.* (2014) encontraron una asociación negativa entre el rendimiento (kg/árbol) y el número de ácaros, así como una relación positiva entre este y el daño al fruto (% de daño estético a la cáscara) en plantas de mandarina, lo cual fue usado para estimar un umbral de acción en 31,1 ácaros/cm² de hoja consíntomas de alimentación de tetraníquidos y un umbral económico que osciló entre 10 y 15 ácaros/cm² de hoja, valores por encima de lo cual deberían tomarse acciones dentro de una semana para evitar los daños.

De la misma manera, cuando se evaluó el nivel de daño en plantas de tomate infestadas con densidades bajas y altas de *T. urticae* se observó que el rendimiento total y comercial fue afectado por la densidad del ácaro principalmente al número de frutos cosechados más que al tamaño del fruto, además los cambios estéticos en el fruto de tomate producidos por efecto de la alimentación de *T. urticae* afectó la comercialización, lo cual fue provocado por un nivel umbral de ocho ácaros por folíolo (Meck *et al.*, 2013).

1.3.3. La quetotaxia en artrópodos

De acuerdo con Griffiths *et al.* (1990), el ordenamiento de cada una de las setas del cuerpo de los Artrópodos se denomina quetotaxia y esta ha mostrado tener un aporte valioso como carácter morfológico en estudios comparativos en diferentes grupos de ácaros. Por otra parte, según Vásquez *et al.* (2014), esta ordenación de las setas del cuerpo también es útil en la evaluación y detección de variaciones intrapoblacionales.

Algunos ácaros tetraníquidos presentan similitudes morfológicas, lo cual puede conducir a identificaciones erróneas de algunas especies (Sandoval *et al.*, 2011). Estas variaciones fenotípicas pueden ser debidas parcialmente al efecto del ambiente que conducen a variaciones que van desde la plasticidad fenotípica, el polimorfismo, formación de razas e incluso la especiación (Magalhães *et al.*, 2007).

Adicionalmente, existe dentro de este grupo un amplia plasticidad fenotípica, definida como la capacidad de un organismo de exhibir diferentes fenotipos, que incluye plasticidad en el comportamiento, la fisiología y la morfología en respuesta a cambios en el entorno biótico o abiótico, lo cual resulta en variaciones tanto adaptativas como no adaptativas (Mooney y Agrawal, 2008).

Esta plasticidad fenotípica influye directamente en la interacciones planta-insectos herbívoros puesto que tanto las plantas como los insectos que se alimentan sobre ella son capaces de mostrar características que resultan de la interacciones de ataque y contra ataque que suceden entre ellos y que pueden provocar alteraciones en las futuras interacciones (Mooney y Agrawal, 2008).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO (ENSAYO)

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Entomología, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua (01°22'0,2"S; 78°36'22"O) Para lo cual se tomaron muestras de tres localidades dentro de la provincia.

2.2. MATERIALES E INSUMOS

Microscopio esteroscopio

Microscopio óptico de contraste de fases

Computador

Programa para la medición de las setas idiosomales

Láminas portaobjeto

Lámina cubreobjeto

Líquido de Hoyer para preparación de láminas de observación al microscopio

Fundas plásticas tipo ziplock

Papel absorbente

Pinceles ultrafinos (000)

Marcadores de tinta indeleble

2.3. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores en estudio fueron la localidad de muestreo.

Localidad de muestreo:

- a. **L1:** Ambato
- b. **L2:** Tisaleo
- c. **L3:** Pelileo

2.4. TRATAMIENTOS

L1R1	L3R4	L2R6
L1R4	L3R5	L2R3
L1R5	L3R6	L2R1
L1R3	L3R3	L2R5
L1R2	L3R2	L2R2
L1R6	L3R1	L2R4

2.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo fue conducido en un diseño completamente al azar.

2.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Los ácaros fueron colectados en plantas de fresa en cantones de Ambato, Tisaleo, Pelileo en la provincia de Tungurahua.

En cada localidad fueron colectadas hojas que mostraron síntomas característicos de la alimentación de tetraníquidos, las cuales fueron posteriormente colocadas en fundas plásticas que habían sido provistas internamente de papel absorbente para evitar la muerte de los ácaros y llevadas al laboratorio.

En el laboratorio, las hojas fueron revisadas bajo aumento del microscopio estereoscópico para separar los ácaros que por morfotipo se correspondían con *Tetranychus urticae*. Posteriormente se prepararon placas para la observación al microscopio usando especímenes hembras y machos en liquido de Hoyer y sometidas a secado en estufa (a 40 °C) hasta que los especímenes fueron aclarados y las setas idiosomales se hicieron visibles.

Para la identificación de la especie, las placas preparadas fueron examinadas en el microscopio de contraste de fase (LEICA) usando inicialmente la clave taxonómica de Gutiérrez (1985) para determinar el género y luego se hizo comparación del edeago para la confirmación de la especie (Ochoa et al., 1994). En cada ejemplar hembra fueron

medidas las longitudes de las setas idiosomales dorsales (ve, sci, sce, c₁, c₂, d₁, d₂, e₁, e₂, f₁, f₂, h₁, IC₁, c₃, c₄) y ventrales (pg, g, h₂, h₃) y la distancia entre ellas, siguiendo la metodología de (Quirós-González & Baker, 1984).

Todas las medidas fueron expresadas en valores promedio (μm) y sometidas a Análisis de Componentes Principales (ACP) usando el programa de estadística multivariada NTSYSpc v. 2.11T.

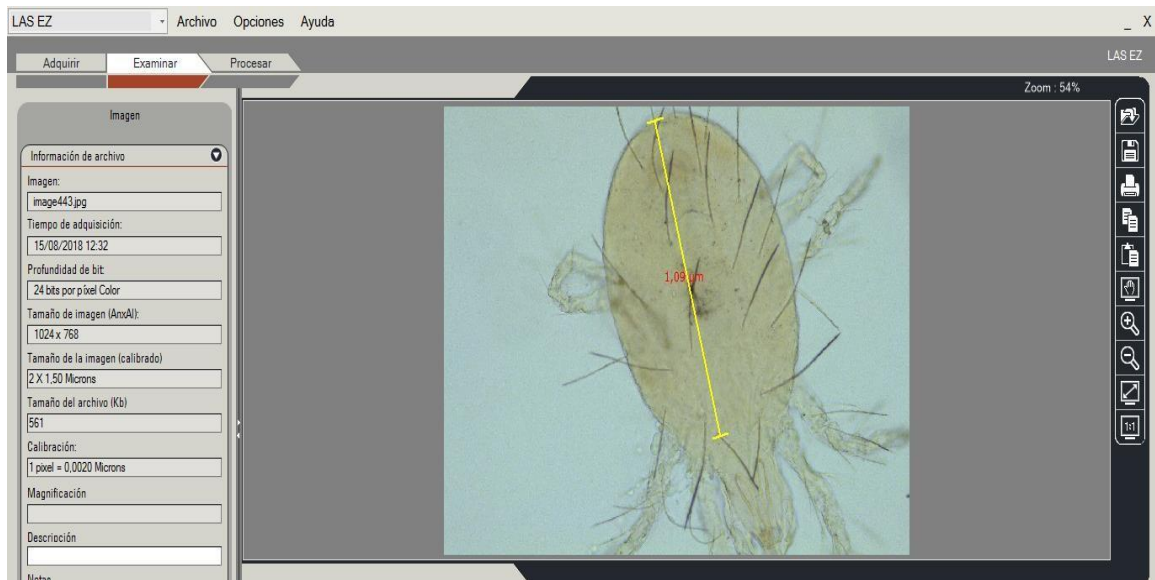


Figura 2. Procedimiento de la medición de las longitudes y distancias entre setas en hembras de *T. urticae*

VARIABLE RESPUESTA

a) Quetotaxia

Definida como el ordenamiento de las setas idiosomales, las cuales en el caso de un ácaro tetraniquido se refiere a las setas ve, sc1, sc2, c₁, d₁, e₁, h₁ c₂, d₂, e₂, f₂, h₂) siguiendo Lindquist (1996) y la distancia de las bases de las setas dorsales del idiosoma las cuales fueron usada como carácter morfológico para estudios comparativos en diferentes grupos de ácaros (Griffiths et al., 1990). Adicionalmente, la quetotaxia es de utilidad para detectar la variabilidad dentro de una especie particular (Vásquez et al., 2014)

2.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se tomaron datos sobre la longitud de las setas dorsales del idiosoma (ve, sc1, sc2, c1, d1, e1, h1 c2, d2, e2, f2, h2) y la distancia de las bases de las setas dorsales del idiosoma. De cada localidad en estudio fueron consideradas 20 ejemplares hembras sobre las cuales se hicieron las mediciones usando un microscopio de contraste de fase (modelo Leica DM 1000) acoplado a una computadora con el programa Leica Application Suite (LAS EZ) versión 3.3.0.

Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y aquellas variables que mostraron diferencias significativas fueron comparadas mediante prueba de medias Tukey ($p < 0,05$) usando el paquete estadísticos Statistix para Windows versión 10.0. Previo a los análisis de varianza se comprobó la homogeneidad de los datos mediante las pruebas de Levene, O'Brian y Brown and Forsythe, mientras que la normalidad de los datos se probó mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

Para visualizar la homogeneidad dentro de poblaciones y la heterogeneidad entre poblaciones se hizo un análisis de componentes principales. Para lo cual se construyó una matriz de datos con los valores de cada variable y a partir de esta se construyó una nueva matriz de correlación entre las variables como entrada para determinar los autovalores (eigen values) y los autovectores (eigen vector). Posteriormente se proyectó la matriz original sobre los autovectores y se representaron los puntos obtenidos en un espacio bidimensional y también en un espacio tridimensional. Todos estos análisis de estadística multivariada fueron hechos usando el programa de estadística multivariada NTSYSpc v. 2.11T.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis multivariado de los caracteres morfológicos de poblacionales *T. urticae* colectadas en plantas de fresa de diferentes localidades

El Análisis de Componentes Principales (ACP) de la quetotaxia (longitud de las setas idiosomales) de *T. urticae* colectados en plantas de fresa provenientes de diferentes localidades mostró que 93,14 % de la variación morfométrica de *T. urticae* fue explicada en 10 componentes (Tabla 1). Las variables morfométricas que mostraron mayor peso en el componente 1 fueron la longitud de las setas c1, c2, c3, d2, e2, f2 y h3, mientras que en el componente 2, las variables de mayor peso fueron la longitud de las setas Sc1, d1, e1, f1 y f2 (Tabla 2). Adicionalmente, en el componente 3 la longitud de las setas v2, Sc1, Sc2 mostraron los mayores pesos específicos para explicar la variabilidad intrapoblacional.

Cuando se consideró la variable sobre distancia entre setas se encontró que los primeros 10 componentes explicaron un porcentaje similar que la longitud de setas (94,67%), de los cuales en el primer componente la mayoría de las variables (v2-v2, sc1-sc1, c3-c3, d1-d1, d2-d2, ee2-e2, f1-f1, h2-h2 y h3-h3) mostraron los mayores pesos específicos para explicar la variación de las poblaciones, mientras que en el segundo cuadrante las distancias sc2-sc2, c1-c1, c2-c2 alcanzaron los mayores valores y por último en el tercer componente solo la distancia sc2-sc2 fue relevante (Tablas 3 y 4). Con estos resultados se evidenció la importancia de estas variables morfométricas para la caracterización de la especie y permitió separar la población de *T. urticae* de Tisaleo, mientras que las poblaciones de Ambato y Tisaleo no fueron claramente separadas (Fig. 3).

Tabla 1. Valores de autovector y porcentaje acumulado de las variables relacionadas con la longitud de setas idiosomales evaluadas en hembras de *T. urticae* colectados en plantas de fresa de diferentes localidades

Componente	Autovector	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	3,45	24,67	24,67
2	1,93	13,77	38,44
3	1,88	13,40	51,83
4	1,19	8,53	60,36
5	1,05	7,52	67,88
6	0,93	6,66	74,54
7	0,88	6,28	80,82
8	0,81	5,81	86,63
9	0,46	3,31	89,94
10	0,45	3,20	93,14
11	0,40	2,83	95,97
12	0,26	1,86	97,83
13	0,20	1,21	99,04
14	0,13	0,96	100,00

Tabla 2. Peso de cada variable morfométrica por competente resultante del análisis de la variación de la longitud de las setas idiosomales de hembras de *T. urticae* mediante Análisis de Componentes Principales

Variable morfométrica	Componente principal			
	C1	C2	C3	C4
V2	0,2435	0,0992	<u>0,8182</u>	0,0639
Sc1	0,1799	<u>-0,4949</u>	<u>0,6205</u>	0,1621
Sc2	0,1302	0,0944	<u>0,5840</u>	-0,0869
c1	<u>-0,4806</u>	-0,3060	0,0976	<u>0,5686</u>
c2	<u>0,7688</u>	-0,2607	-0,1696	-0,1850
c3	<u>0,8398</u>	0,1713	-0,0880	-0,1462
d1	0,2889	<u>-0,5932</u>	-0,2744	<u>0,5620</u>
d2	<u>0,6933</u>	-0,0120	-0,1201	0,2009
e1	-0,2536	<u>-0,7262</u>	0,0658	-0,2722
e2	<u>0,6303</u>	-0,3312	-0,0536	-0,2901
f1	-0,0829	<u>-0,5145</u>	-0,3256	-0,2777
f2	<u>-0,4847</u>	<u>-0,4491</u>	0,2485	-0,3533
h2	0,0403	0,0241	0,3535	-0,1721
h3	<u>0,7408</u>	-0,1282	0,2113	0,1752

Tabla 3. Valores de autovector y porcentaje acumulado de las variables relacionadas con la distancia entre setas idiosomales evaluadas en hembras de *T. urticae* colectados en plantas de mora de diferentes localidades

Componente	Autovector	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	4,4511	31,79	31,79
2	2,2432	16,02	47,82
3	1,3871	9,91	57,72
4	1,1982	8,56	66,28
5	1,1131	7,95	74,23
6	0,7056	5,04	79,27
7	0,6583	4,70	83,98
8	0,6039	4,31	88,29
9	0,4957	3,54	91,83
10	0,3971	2,84	94,67
11	0,3171	2,27	96,93
12	0,2696	1,93	98,86
13	0,1600	1,14	100,00

Tabla 4. Peso de cada variable morfométrica por competente resultante del análisis de la variación de la longitud de las setas idiosomales de hembras de *T. urticae* mediante Análisis de Componentes Principales

Variable morfométrica	Componente principal			
	C1	C2	C3	C4
<i>v2-v2</i>	<u>0,5243</u>	0,3141	0,3783	0,2872
<i>sc1-sc1</i>	<u>0,5731</u>	-0,0853	-0,2915	<u>0,6610</u>
<i>sc2-sc2</i>	0,3370	<u>0,4662</u>	<u>0,4753</u>	-0,1173
<i>c1-c1</i>	0,2952	<u>-0,8804</u>	0,3227	-0,1218
<i>c2-c2</i>	0,2952	<u>-0,8804</u>	0,3227	-0,1217
<i>c3-c3</i>	<u>0,5525</u>	0,0463	0,2124	0,3760
<i>d1-d1</i>	<u>0,5915</u>	0,2240	0,2570	-0,4473
<i>d2-d2</i>	<u>0,6192</u>	0,2526	0,1596	-0,2770
<i>e1-e1</i>	0,3980	-0,1988	-0,5198	-0,2135
<i>e2-e2</i>	<u>0,7496</u>	0,1327	-0,0612	-0,0120
<i>f1-f1</i>	<u>0,7585</u>	0,0944	0,0945	0,1747
<i>f2-f2</i>	<u>0,7008</u>	-0,3986	-0,1732	0,1091
<i>h2-h2</i>	<u>0,5645</u>	0,1637	-0,3825	-0,2732
<i>h3-h3</i>	<u>0,6450</u>	0,0425	-0,3593	-0,2333

En un estudio realizado por Sánchez et al. (2021) se observaron resultados similares, puesto que mediante el Análisis de Componentes Principales se demostró que el 82,2% de la variación observada en ejemplares de *T. urticae* colectados fue explicada tanto por la especie de planta hospedera (fresa, mora y zanahoria blanca) como de la localidad de muestreo en la provincia de Tungurahua y de lo cual se demostró que las variables morfométricas permitieron separar las poblaciones recolectadas sobre mora, independientemente de la especie. De acuerdo con estos autores, la discriminación poblacional se explica por las diferencias observadas entre la distancia entre las setas f2, d2 y e2 y longitud de las setas v2, d1, e1 y c2, así como la longitud y distancia de h2, así como la longitud de la c1.

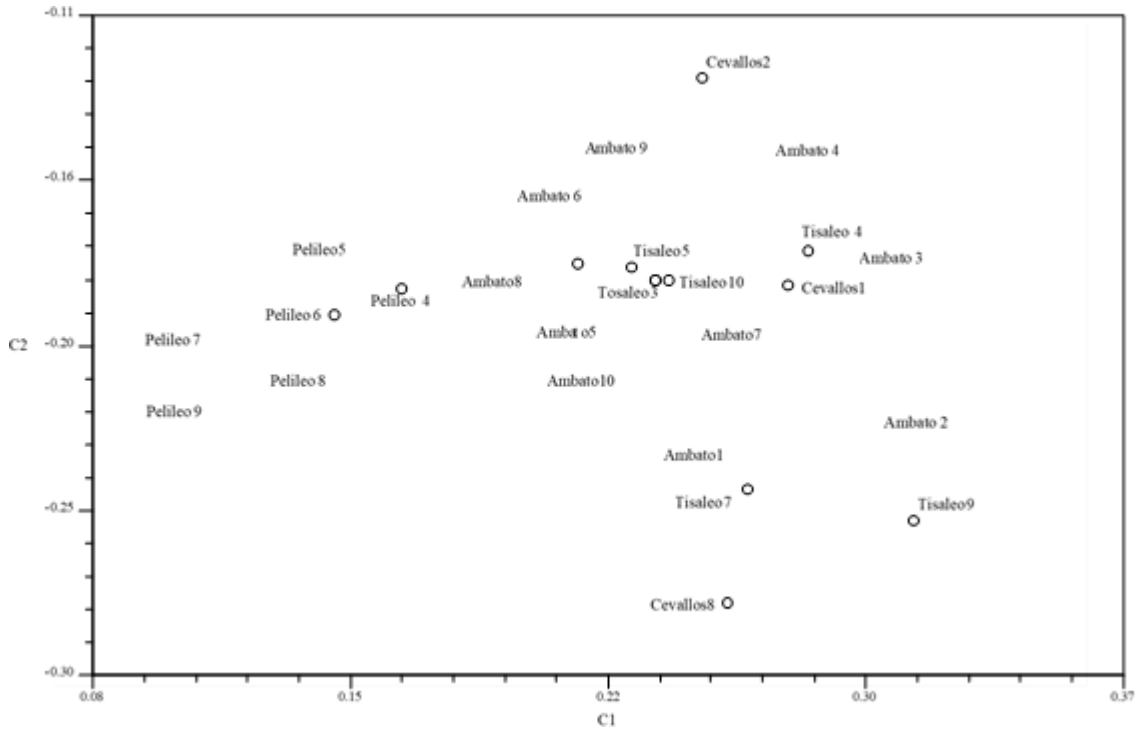


Figura 3. Gráfico bidimensional de componentes principales basado en los caracteres morfométricos de *T. urticae* donde se representa la variación de muestras de ácaros por localidad de muestreo

La técnica de Análisis de Componentes Principales ha demostrado ser una herramienta útil para evaluar la homogeneidad de las especies de ácaros. Así, Vásquez et al. (2014) demostraron que las poblaciones de *Raoiella indica* colectadas sobre *Cocos nucifera* y *Musa* sp. probaron ser más homogéneas que las colectadas sobre *Adonidia merrillii* y *Washingtonia* sp., lo cual fue corroborado por el análisis genético mediante técnicas PCR-RAPD y a su vez advierte sobre la necesidad de realizar monitoreos continuos para evaluar la diversidad genética de esta especie.

Así mismo, en Turquía, Baran et al. (2011) evaluaron la relación entre especies de ácaros de la familia Opiidae (Oribatida) mediante ACP y geométricos, demostrándose que ambos métodos fueron efectivos para la separación de las especies y así observaron

que *Oppia nitens* fue separado como un taxon diferente, mientras que *Lauropippa fallax* y *Rhinoppia obsoleta* permanecieron muy próximas en el dendograma, implicando esto que ambas especies están estrechamente relacionadas.

3.2. Variaciones en la longitud y distancia entre las setas idiosomales en poblaciones de *T. urticae* en el cultivo de fresa colectados en diferentes localidades

Cuando se hizo el análisis univariado de la quetotaxia, no se observaron diferencias estadísticas entre las diferentes poblaciones proveniente de las tres localidades, excepto en la longitud de las setas escapulares 2 (sc2) (Tabla 5). Mientras que al considerar la distancia entre las setas solo las setas d1 y f2 mostraron diferencias, siendo la población de Tisaleo la que mostró mayores valores (Tabla 6).

Tabla 5. Variación de la longitud de las setas idiosomales en hembra de *Tetranychus urticae* colectados en plantas de fresa de diferentes localidades

Nombre de la seta	Ambato	Tisaleo	Pelileo
v2	0,23±0,043a	0,28±0,036a	0,23±0,054a
Sc1	0,44±0,035a	0,45±0,044a	0,39±0,142a
Sc2	0,32±0,050ab	0,40±0,028a	0,29±0,099b
c1	0,40±0,055a	0,43±0,040a	0,36±0,113a
d1	0,33±0,054a	0,41±0,064a	0,37±0,126a
e1	0,34±0,032a	0,40±0,049a	0,33±0,122a
f1	0,32±0,017a	0,34±0,065a	0,29±0,103a
h1	0,14±0,066a	0,15±0,033a	0,12±0,040a
f2	0,31±0,033a	0,35±0,038a	0,27±0,098a
h2	0,05±0,018a	0,07±0,029a	0,08±0,024a
c2	0,40±0,050a	0,45±0,050a	0,35±0,119a
d2	0,38±0,032a	0,41±0,063a	0,34±0,118a
e2	0,37±0,030a	0,40±0,019a	0,34±0,125a
c3	0,34±0,054a	0,37±0,036a	0,31±0,091a

Valores promedio en una fila seguidos de la misma letra no mostraron diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Tabla 6. Variación de la distancia entre setas idiosomales y largo y ancho del idiosoma en hembra de *Tetranychus urticae* colectados en plantas de fresa de diferentes localidades

Distancia entre setas	Ambato	Tisaleo	Pelileo
<i>v2-v2</i>	0,24±0,068a	0,26±0,017a	0,22±0,072a
<i>Sc1-Sc1</i>	0,34±0,021a	0,36±0,011a	0,28±0,095a
<i>Sc2-Sc2</i>	0,76±0,105a	0,84±0,171a	0,74±0,259a
<i>c1-c1</i>	0,37±0,146a	0,34±0,024a	0,35±0,160a
<i>d1-d1</i>	0,34±0,051ab	0,38±0,027a	0,28±0,089b
<i>e1-e1</i>	0,21±0,023a	0,27±0,020a	0,21±0,087a
<i>f1-f1</i>	0,20±0,051a	0,22±0,008a	0,19±0,069a
<i>h1-h1</i>	0,13±0,061a	0,16±0,094a	0,15±0,017a
<i>f2-f2</i>	0,35±0,043b	0,53±0,101a	0,37±0,125b
<i>h2-h2</i>	0,06±0,031a	0,07±0,031a	0,07±0,008a
<i>c2-c2</i>	0,61±0,092a	0,76±0,084a	0,57±0,197a
<i>d2-d2</i>	0,73±0,130a	0,79±0,264a	0,67±0,241a
<i>e2-e2</i>	0,55±0,129	0,71±0,131	0,58±0,194a
<i>c3-c3</i>	0,87±0,402a	1,26±0,113a	1,12±0,446a
Largo idiosoma	1,09±0,094a	1,38±0,207a	1,20±0,385a
Ancho idiosoma	0,93±0,121a	1,23±0,167a	1,14±0,414a

Estudios realizados por Sandoval et al. (2011) permitieron demostrar las diferencias existentes en varias setas idiosomales de dos especies de Tetranychidae (*Oligonychus perseae* y *Oligonychus peruvianus*) colectados a partir de plantas de aguacate y yuca, con excepción de la escapular 2 (Sc2), además de las setas que se ubican en la región ventral del ácaro, (con excepción de las setas ic4 y h2). En este estudio se encontró que las hembras de *O. peruvianus* alimentándose en hojas de aguacate mostraron mayor longitud de las setas dorsales del idiosoma, pero mostraron setas ventrales más cortas en comparación con los especímenes recolectados en yuca.

Estas variaciones en algunas características morfológicas mostradas por los ácaros fitófagos pueden ser explicadas como resultado de la acción de diferentes efectos tanto de la planta hospedante como de los factores del clima (principalmente la temperatura) (Mattos y Feres 2009). La presión de selección diferencial que las plantas hospedantes ejercen sobre los artrópodos fitófagos puede inducir adaptaciones que le permitan especializarse en estas especies de plantas, mediante la selección de fenotipos favorecidos en un conjunto dado de plantas hospedantes en contra de otros (Sousa *et al.* 2019). Sin embargo, el efecto de la planta hospedante sobre la morfología de ácaros es mucho más determinante en aquellas especies más generalistas (Hutcheson *et al.*, 1995; Klimov *et al.*, 2004).

Adicionalmente, la temperatura ha sido reconocido como el factor más influyente en las adaptaciones de los artrópodos herbívoros. pudo haber ejercido un efecto en la morfología de los individuos. Los factores ambientales, junto con las características de la biología reproductiva de Tetranychidae caracterizada por un sistema de haplodiploidía contribuyen con la formación de nuevas (Helle y Overmeer, 1973).

Los estudios en relación a la taxonomía de ácaros han sido usadas con éxito no solo para la distinción de diferentes especies sino también para la detección de las variaciones inter e intraespecíficas de ácaros y otros organismos (Gettinger *et al.*, 2005). En este sentido, los análisis morfométricos multivariados, tales como Análisis de Componentes Principales, son ampliamente usados para demostrar la variabilidad morfométrica y su relación con elementos del clima y la planta hospedante (Klimov *et al.*, 2004).

Los estudios sobre la variación morfométrica en especies de ácaros fitófagos asociados con diferentes plantas hospedantes son necesarios para mejorar nuestra comprensión acerca de la sistemática de cada grupo y así comprender mejor la relación ácaro fitófago-planta hospedante (Skoracka *et al.*, 2000). Con base en los resultados, las poblaciones de *T. urticae* recolectadas en plantas de fresa mostraron mayor relación en aquellas recolectadas en Ambato y Tisaleo, separándolas de la población de Pelileo, por lo que estas deberían ser analizadas mediante estudios moleculares para verificar diferencias genéticas entre ellas.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

El Análisis de Componentes Principales (ACP) que consideró las variaciones en la longitud y distancia de las setas del idiosoma de las hembras de *T. urticae* que se alimentaban en plantas de fresa cultivadas en Ambato, Tisaleo y Pelileo mostró que el 93,14 y 94,67 % de la variación morfométrica estuvo explicada en los primeros 10 componentes. Esto también permitió demostrar que las variables referidas a la longitud de las setas c1, c2, c3, d2, e2, f2 y h3, Sc1, d1, e1, f1 y f2 obtuvieron el mayor peso dentro de los primeros componentes, lo cual indicaría que estas variables deben ser consideradas al momento de describir a esta especie en plantas de fresa. Del mismo modo, también debe prestarse atención especial a las distancias entre setas puesto que estas alcanzaron los mayores pesos específicos en el primer componente.

De acuerdo con el análisis morfométrico univariado no permitió detectar mucha variación en las variables incluidas en el estudio y caracterización de las tres poblaciones de *T. urticae* que estaban alimentándose en plantas de fresa, lo cual sugiere que estas poblaciones no están sometidas a presiones de selección fuertes que conlleven a la formación de nuevas razas del ácaro. Sin embargo, esto debería ser corroborado con estudios moleculares que ayuden a delimitar las diferencias más claras entre las poblaciones.

4.2. RECOMENDACIONES

Puesto que en el presente estudio solo fueron consideradas las variaciones morfológicas, se sugiere complementar los resultados con estudios a nivel molecular de manera de poder concluir acerca de la posibilidad de la formación de nuevas razas fisiológicas que pudieran tener un mayor o menor potencial para producir daño a sus diferentes plantas hospedantes.

Adicionalmente, considerando el efecto de los factores climáticos, se recomienda diseñar estudios enfocados a la evaluación del efecto de las diferentes condiciones climáticas sobre la expresión de la plasticidad tanto morfológica como genética de los tetraníquidos, lo cual incrementaría nuestro conocimiento sobre estas plagas y así poder diseñar estrategias de manejo de sus poblaciones de una manera más sustentables.

CAPÍTULO V

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baran, Ş; Altun, A; Ayyildiz, N; Kence, A. 2011. Morphometric analysis of oppiid mites (Acari, Oribatida) collected from Turkey. *Experimental and Applied Acarology* 54(4): 411–420. <https://doi.org/10.1007/s10493-011-9448-2>
- Costa, AF; Teodoro, PE; Bhering, LL; Fornazier, MJ; Andrade, JS; Martins, DS; Zanuncio Junior, JS. 2017. Selection of strawberry cultivars with tolerance to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and high yield under different managements. *Genetics and Molecular Research* 16(2): 1–11. <https://doi.org/10.4238/gmr16029599>
- Dara, SK. 2016. Managing Strawberry Pests with Chemical Pesticides and Non-Chemical Alternatives. *International Journal of Fruit Science* 16: 129–141. <https://doi.org/10.1080/15538362.2016.1195311>
- Esteca, FCN; Trandem, N; Klingen, I; Santos, JC; Delalibera, I; de Moraes, GJ. 2020. Cereal straw mulching in strawberry-A facilitator of plant visits by edaphic predatory mites at night? *Diversity* 12(6): 1–16. <https://doi.org/10.3390/D12060242>
- Estrada-Chavira, ME; Portillo-Vázquez, M; Calderón-Zavala, G; Segarra, E; Martínez-Damián, MÁ; Medina-Cuéllar, SE. 2017. Potential for strengthening strawberry exports from Michoacán to the United States. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 23(3): 135–146. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2017.02.007>
- FAO. 2020. Datos de cultivos. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- FAO. 2021. Datos de cultivos. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Fierascu, RC; Temocico, G; Fierascu, I; Ortan, A; Babeanu, NE. 2020. *Fragaria* genus: Chemical composition and biological activities. *Molecules* 25(3): 1–22. <https://doi.org/10.3390/molecules25030498>

- Gettinger, D; Martins-Hatano, F; Lareschi, M; Malcolm, JR. 2005. Laelapine mites (Acari: Laelapidae) associated with small mammals from Amazonas, Brazil, including a new species from marsupials. *Journal of Parasitology* 91(1): 45–48. <https://doi.org/10.1645/GE-3401>
- Głowska, E; Skoracki, M. 2009. Anomalous chaetotaxy in the quill mites *torotrogla merulae* Skoracki et al., 2000 (Acari, Prostigmata, Syringophilidae). *Acta Parasitologica* 54(4): 364–367. <https://doi.org/10.2478/s11686-009-0046-y>
- Griffiths, DA; Atyeo, WT; Norton, RA; Lynch, CA. 1990. The idiosomal chaetotaxy of astigmatid mites. *Journal of Zoology* 220(1): 1–32. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1990.tb04291.x>
- Gündüz, K. 2015. Strawberry: Phytochemical Composition of Strawberry (*Fragaria × ananassa*). In Simmonds MSJ; Preedy, VR. (Eds.). *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Londres, Reino Unido, Elsevier Inc. p. 733–752. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00030-1>
- Gutiérrez, J. 1985. Systematics. In Helle, W; Sabelis, M. (Eds.). *Spider Mites: their biology, natural enemies and control*. Amsterdam, Elsevier Science Publishers. p. 75–90.
- Helle, W; Overmeer, WPJ. 1973. Variability in Tetranychid Mites. *Annual Review of Entomology* 18(1): 97–120. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.18.010173.000525>
- Howell, AD; Daugovish, O. 2013. Biological control of *Eotetranychus lewisi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry by four phytoseiids (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology* 106(1): 80–85. <https://doi.org/10.1603/EC12304>
- Hutcheson, HJ; Oliver, JH; Houck, MA; Strauss, RE. 1995. Multivariate morphometric discrimination of nymphal and adult forms of the blacklegged tick (Acari: Ixodidae), a principal vector of the agent of Lyme disease in eastern North America. *Journal of Medical Entomology* 32(6): 827–842.

<https://doi.org/10.1093/jmedent/32.6.827>

Kamran, M; Khan, EM; Alatawi, FJ. 2018. The spider mites of the genus *Eutetranychus* Banks (Acari, Trombidiformes, Tetranychidae) from Saudi Arabia: Two new species, a re-description, and a key to the world species. *ZooKeys* 799: 47–88. <https://doi.org/10.3897/zookeys.799.25541>

Klimov, PB; Lekveishvili, M; Dowling, APG; Oconnor, BM. 2004. Multivariate analysis of morphological variation in two cryptic species of *Sancassania* (Acari: Acaridae) from Costa Rica. *Annals of the Entomological Society of America* 97(2): 322–345. <https://doi.org/10.1093/aesa/97.2.322>

Liburd, O; Rhodes, E. 2019. Management of Strawberry Insect and Mite Pests in Greenhouse and Field Crops. *In* Toshiki A; Asaduzzaman M (Eds.). *Strawberry - Pre- and Post-Harvest Management Techniques for Higher Fruit Quality Monitoring*. Croacia, InTech. p.1-21. <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>

Lima, DB; Rezende-Puker, D; Mendonça, RS; Tixier, MS; Gondim, MGC; Melo, JWS; Oliveira, DC; Navia, D. 2018. Molecular and morphological characterization of the predatory mite *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae): surprising similarity between an Asian and American populations. *Experimental and Applied Acarology* 76(3): 287–310. <https://doi.org/10.1007/s10493-018-0308-1>

Lindquist, EE. 1996. External anatomy and systematics: External anatomy and notation of structures. *In* Lindquist, EE; Sabelis, MW (Eds.). *Eriophyoid Mites - Their Biology, Natural Enemies and Control*. Amsterdam, Elsevier. p. 3–31. [https://doi.org/10.1016/S1572-4379\(96\)80003-0](https://doi.org/10.1016/S1572-4379(96)80003-0)

Magalhães, S; Forbes, MR; Skoracka, A; Osakabe, M; Chevillon, C; McCoy, KD. 2007. Host race formation in the Acari. *Experimental and Applied Acarology* 42(4): 225–238. <https://doi.org/10.1007/s10493-007-9091-0>

- Martínez-Ferri, E; Ariza, MT; Domínguez, P; Medina, JJ; Miranda, L; Muriel, JL; Montesinos, P; Rodríguez-Díaz, JA; Soria, C. 2014. Cropping strawberry for improving productivity and environmental sustainability. *In* Malone, N. (Ed.). *Strawberries: Cultivation, Antioxidant Properties and Health Benefits*. Nova Science Publisher. p. 1–20.
- Mattos, VM; Feres, RJF. 2009. Padrão morfológico e ciclo de vida de *Eutetranychus banksi* (Acari: Tetranychidae) de diferentes locais e hospedeiros. *Zoologia* 26(3): 427–442. <https://doi.org/10.1590/s1984-46702009000300007>
- Meck, ED Kennedy, GG; Walgenbach, JF. 2013. Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on yield, quality, and economics of tomato production. *Crop Protection* 52: 84–90. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.011>
- Migeon, A; Dorkeld, F. 2021. Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. Spider Mite Web. Disponível em: <http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Acesso el 15 de junio de 2021
- Mooney, KA; Agrawal, AA. 2008. Phenotypic Plasticity. *In* Tilmon, K. (Ed.). *Specialization, Speciation, and Radiation: the evolutionary biology of herbivorous insects*. University of California Press. p. 43–57. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00837-5>
- Ochoa, R; Aguilar, H; Vargas, C. 1994. *Phytophagous mites of Central America: An illustrated guide*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 234 p.
- Padilha, G; Fiorin, RA; Filho, AC; Pozebon, H; Rogers, J; Marques, RP; Castilhos, LB; Donatti, A; Stefanelo, L; Burtet, LM; Stacke, RF; Guedes, JVC; Arnemann, JA. 2020. Damage assessment and economic injury level of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* in soybean. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 55: e01836. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.PAB2020.V55.01836>
- Pascual-Ruiz, S; Aguilar-Fenollosa, E; Ibáñez-Gual, V; Hurtado-Ruiz, MA; Martínez-Ferrer, MT; Jacas, JA. 2014. Economic threshold for *Tetranychus urticae* (Acari:

- Tetranychidae) in clementine mandarins *Citrus clementina*. *Experimental and Applied Acarology* 62(3): 337–362. <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9744-0>
- Pence, DB; Casto, SD; Samuel, WM. 1975. Variation in the chaetotaxy and denticulation of *Sarcoptes scabiei* (Acarina: Sarcoptidae) from wild canids. *Acarologia* 17(1): 160–165.
- Quirós-González, MJ; Baker, EW. 1984. Idiosomal and leg chaetotaxy in the Tuckerellidae Baker Pritchard; ontogeny and nomenclature. *In* Griffiths, DA; B. C.E. (Eds.). *Acarology* 6. Chchester, Ellis Horwood Ltd. p. 166–173.
- Sánchez, M; Colmenárez, Y; Manobanda, M; Vásquez, C. 2021. Variación quetotáxica en poblaciones de *Tetranychus urticae* Koch, 1836 y *Eotetranychus lewisi* (Mc Gregor, 1943) (Acari: Tetranychidae) de diferentes cultivos y localidades en la Provincia de Tungurahua, Ecuador. *Revista Chilena de Entomología* 47(1): 19–33.
- Sandoval, MF; Aponte, O; Vásquez, C. 2011. Idiosomal setae analysis in *Oligonychus peruvianus* and *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae) from different hosts. *Entomotropica* 26(3): 107–116.
- Simpson, D. 2018. The Genomes of Rosaceous Berries and Their Wild Relatives. *In* The Genomes of Rosaceous Berries and Their Wild Relatives. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76020-9>
- Skoracka, A; Kuczynski, L; Magowski, W. 2000. Morphological variation in different host populations of *Abacarus hystrix* (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea). *Experimental and Applied Acarology* 26: 187–193. <https://doi.org/10.1023/A>
- Suekane, R; Degrande, PE., de Melo, EP; Bertoncetto, TF; Junior, I; dos Santos de L; Kodama, C. 2012. Damage level of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in soybeans. *Revista Ceres* 59(1): 77–81. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000100011>
- Tixier, MS; Guichou, S; Kreiter, S. 2008. Morphological variation in the biological

control agent *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae):
Consequences for diagnostic reliability and synonymies. *Invertebrate Systematics*
22(4): 453–469. <https://doi.org/10.1071/IS07052>

Tixier, MS; Vicente, VDS; Douin, M; Duso, C; Kreiter, S. 2017. Great molecular
variation within the species *Phytoseius finitimus* (Acari: Phytoseiidae): Implications
for diagnosis decision within the mite family phytoseiidae. *Acarologia* 57(3): 493–
515. <https://doi.org/10.1051/acarologia/20174168>

Vásquez, C; Colmenárez, Y; Dávila, M; Pérez, M; Zurita, H; Telechana, N. 2016.
Phytophagous mites associated to *Fragaria* spp., advances in pest management in
South America. *Journal of Entomology* 13: 110–121.
<https://doi.org/10.3923/je.2016.110.121>

Vásquez, C; Rodríguez, G; Hernandez, A; Mendez, N; Dávila, M; Valera, N; Morales, J.
2014. Variabilidad de poblaciones de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae)
evaluada mediante análisis morfológico y molecular en Venezuela. *Entomotropica*
29(2): 105–120.

Wagner, H; Knorn, A; Olbricht, K. 2021. Resistance evaluation of two-spotted spider
mite in the genus *Fragaria* L. *Acta Horticulturae* 1309: 153–156.

CAPÍTULO VI

ANEXOS

6.1. Análisis de varianza y prueba de medias para la longitud de setas

Statistix 10,0
13:06:21

Analisis longitud.sx; 3/8/2021;

Completely Randomized AOV for V2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00893	4,467E-03	2,23	0,1419
Error	15	0,03004	2,003E-03		
Total	17	0,03897			

Grand Mean 0,2463 CV 18,17

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	0,66	0,5311
O'Brien's Test	0,52	0,6039
Brown and Forsythe Test	0,53	0,5983

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	2,59	0,1253
Error	9,8		

Component of variance for between groups 4,108E-04
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,2312
Pelileo	0,2300
Tisaleo	0,2778
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0183
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0258

Completely Randomized AOV for Sc1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00997	4,985E-03	0,64	0,5402
Error	15	0,11651	7,768E-03		
Total	17	0,12648			

Grand Mean 0,4236 CV 20,81

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	30,43	0,0000
O'Brien's Test	24,04	0,0000
Brown and Forsythe Test	23,91	0,0000

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	0,59	0,5738
Error	8,9		

Component of variance for between groups -4,638E-04
 Effective cell size 6,0

Localidad Mean

Ambato	0,4297
Pelileo	0,3922
Tisaleo	0,4488
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0360
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0509

Completely Randomized AOV for Sc2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,04198	0,02099	4,83	0,0241
Error	15	0,06522	0,00435		
Total	17	0,10721			

Grand Mean 0,3374 CV 19,54

Homogeneity of Variances

	F	P
Levene's Test	17,04	0,0001
O'Brien's Test	13,47	0,0004
Brown and Forsythe Test	10,67	0,0013

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	9,19	0,0075
Error	8,5		

Component of variance for between groups 2,774E-03
 Effective cell size 6,0

Localidad Mean

Ambato	0,3130
Pelileo	0,2943
Tisaleo	0,4048
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0269
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0381

Completely Randomized AOV for C1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,01564	7,821E-03	1,35	0,2902
Error	15	0,08723	5,815E-03		
Total	17	0,10287			

Grand Mean 0,3902 CV 19,54

Homogeneity of Variances

F	P
---	---

Levene's Test	11,73	0,0009
O'Brien's Test	9,27	0,0024
Brown and Forsythe Test	11,40	0,0010

Welch's Test for Mean Difference:

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	1,83	0,2145
Error	9,0		

Component of variance for between groups	3,344E-04
Effective cell size	6,0

Localidad Mean

Ambato	0,3843
Pelileo	0,3573
Tisaleo	0,4288
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0311
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0440

Completely Randomized AOV for D1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,02142	0,01071	1,39	0,2788
Error	15	0,11539	0,00769		
Total	17	0,13681			

Grand Mean 0,3689 CV 23,78

Homogeneity of Variances

	F	P
Levene's Test	10,58	0,0014
O'Brien's Test	8,36	0,0036
Brown and Forsythe Test	8,12	0,0041

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	2,83	0,1093
Error	9,3		

Component of variance for between groups	5,031E-04
Effective cell size	6,0

Localidad Mean

Ambato	0,3268
Pelileo	0,3685
Tisaleo	0,4113
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0358
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0506

Completely Randomized AOV for E1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,01498	7,488E-03	1,22	0,3226
Error	15	0,09198	6,132E-03		
Total	17	0,10696			

Grand Mean 0,3563 CV 21,98

Homogeneity of Variances			F	P
Levene's Test			43,07	0,0000
O'Brien's Test			34,03	0,0000
Brown and Forsythe Test			23,23	0,0000

Welch's Test for Mean Difference:

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	2,91	0,1074
Error	8,7		

Component of variance for between groups 2,260E-04
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,3380
Pelileo	0,3338
Tisaleo	0,3970
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0320
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0452

Completely Randomized AOV for F1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00396	1,980E-03	0,39	0,6825
Error	15	0,07580	5,053E-03		
Total	17	0,07976			

Grand Mean 0,3116 CV 22,81

Homogeneity of Variances			F	P
Levene's Test			120,79	0,0000
O'Brien's Test			95,44	0,0000
Brown and Forsythe Test			118,98	0,0000

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	0,29	0,7566
Error	7,2		

Component of variance for between groups -5,122E-04
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,3118
Pelileo	0,2933
Tisaleo	0,3297
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0290
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0410

Completely Randomized AOV for H1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00421	2,105E-03	0,90	0,4259
Error	15	0,03493	2,329E-03		
Total	17	0,03914			

Grand Mean 0,1454 CV 33,18

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		3,44	0,0588
O'Brien's Test		2,72	0,0982
Brown and Forsythe Test		1,80	0,1992

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	1,24	0,3311
Error	9,5		

Component of variance for between groups -3,725E-05
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,1555
Pelileo	0,1238
Tisaleo	0,1570
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0197
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0279

Completely Randomized AOV for F2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,01502	7,511E-03	1,87	0,1879
Error	15	0,06015	4,010E-03		
Total	17	0,07518			

Grand Mean 0,3041 CV 20,82

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		57,80	0,0000
O'Brien's Test		45,67	0,0000
Brown and Forsythe Test		25,09	0,0000

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	2,30	0,1555
Error	9,2		

Component of variance for between groups 5,834E-04
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,3020
Pelileo	0,2698
Tisaleo	0,3405
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0259

Std Error (Diff of 2 Means) 0,0366

Completely Randomized AOV for H2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00185	9,252E-04	1,56	0,2415
Error	15	0,00887	5,914E-04		
Total	17	0,01072			

Grand Mean 0,0670 CV 36,30

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	2,02	0,1672
O'Brien's Test	1,60	0,2353
Brown and Forsythe Test	1,73	0,2107

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	1,97	0,1916
Error	9,6		

Component of variance for between groups 5,562E-05
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,0528
Pelileo	0,0760
Tisaleo	0,0722

Observations per Mean 6
Standard Error of a Mean 9,928E-03
Std Error (Diff of 2 Means) 0,0140

Completely Randomized AOV for C2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,02605	0,01303	2,04	0,1640
Error	15	0,09558	0,00637		
Total	17	0,12163			

Grand Mean 0,3929 CV 20,31

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	31,64	0,0000
O'Brien's Test	25,00	0,0000
Brown and Forsythe Test	10,30	0,0015

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	2,33	0,1513
Error	9,3		

Component of variance for between groups 1,109E-03
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,3895

Pelileo 0,3482
 Tisaleo 0,4412
 Observations per Mean 6
 Standard Error of a Mean 0,0326
 Std Error (Diff of 2 Means) 0,0461

Completely Randomized AOV for D2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,01039	5,193E-03	0,82	0,4604
Error	15	0,09532	6,355E-03		
Total	17	0,10571			

Grand Mean 0,3707 CV 21,51

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		28,22	0,0000
O'Brien's Test		22,30	0,0000
Brown and Forsythe Test		11,36	0,0010

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	0,73	0,5101
Error	8,3		

Component of variance for between groups -1,936E-04
 Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,3702
Pelileo	0,3415
Tisaleo	0,4003
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0325
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0460

Completely Randomized AOV for E2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00782	3,908E-03	0,69	0,5150
Error	15	0,08450	5,633E-03		
Total	17	0,09232			

Grand Mean 0,3676 CV 20,42

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		242,64	0,0000
O'Brien's Test		191,71	0,0000
Brown and Forsythe Test		66,75	0,0000

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	1,55	0,2673
Error	8,5		

Component of variance for between groups -2,875E-04

Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,3688
Pelileo	0,3415
Tisaleo	0,3925
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0306
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0433

Completely Randomized AOV for C3

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,01372	6,859E-03	1,66	0,2239
Error	15	0,06211	4,140E-03		
Total	17	0,07582			

Grand Mean 0,3399 CV 18,93

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	6,87	0,0076
O'Brien's Test	5,43	0,0168
Brown and Forsythe Test	4,82	0,0242

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	2,40	0,1455
Error	9,0		

Component of variance for between groups 4,531E-04
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,3282
Pelileo	0,3135
Tisaleo	0,3780
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0263
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0372

Statistix 10,0
13:15:43

Analisis longitud.sx; 3/8/2021;

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of V2 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,2778	A
Ambato	0,2312	A
Pelileo	0,2300	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0258
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0671
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Scl by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo	0,4488	A
Ambato	0,4297	A
Pelileo	0,3922	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0509
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1322
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Sc2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo	0,4048	A
Ambato	0,3130	AB
Pelileo	0,2943	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0381
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0989
There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of C1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo	0,4288	A
Ambato	0,3843	A
Pelileo	0,3573	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0440
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1144
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of D1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo	0,4113	A
Pelileo	0,3685	A
Ambato	0,3268	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0506
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1316
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of E1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo	0,3970	A
Ambato	0,3380	A
Pelileo	0,3338	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0452
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1175
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of F1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,3297 A
Ambato 0,3118 A
Pelileo 0,2933 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0410
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1067
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of H1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,1570 A
Ambato 0,1555 A
Pelileo 0,1238 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0279
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0724
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of F2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,3405 A
Ambato 0,3020 A
Pelileo 0,2698 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0366
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0950
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of H2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Pelileo 0,0760 A
Tisaleo 0,0722 A
Ambato 0,0528 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0140
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0365
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of C2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,4412 A
Ambato 0,3895 A
Pelileo 0,3482 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0461
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1198
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of D2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo	0,4003	A
Ambato	0,3702	A
Pelileo	0,3415	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0460
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1196
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of E2 by Localidad**Localidad Mean Homogeneous Groups**

Tisaleo	0,3925	A
Ambato	0,3688	A
Pelileo	0,3415	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0433
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1126
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of C3 by Localidad**Localidad Mean Homogeneous Groups**

Tisaleo	0,3780	A
Ambato	0,3282	A
Pelileo	0,3135	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0372
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0965
 There are no significant pairwise differences among the means.

Statistix 10,0
 13:15:43

Analisis longitud.sx; 3/8/2021;

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of V2 by Localidad**Localidad Mean Homogeneous Groups**

Tisaleo	0,2778	A
Ambato	0,2312	A
Pelileo	0,2300	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0258
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0671
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Sc1 by Localidad**Localidad Mean Homogeneous Groups**

Tisaleo	0,4488	A
Ambato	0,4297	A
Pelileo	0,3922	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0509
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1322
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Sc2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,4048 A
Ambato 0,3130 AB
Pelileo 0,2943 B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0381
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0989
There are 2 groups (A and B) in which the means
are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of C1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,4288 A
Ambato 0,3843 A
Pelileo 0,3573 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0440
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1144
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of D1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,4113 A
Pelileo 0,3685 A
Ambato 0,3268 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0506
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1316
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of E1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,3970 A
Ambato 0,3380 A
Pelileo 0,3338 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0452
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1175
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of F1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,3297 A
Ambato 0,3118 A
Pelileo 0,2933 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0410
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1067
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of H1 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,1570 A
Ambato 0,1555 A
Pelileo 0,1238 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0279
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0724
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of F2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,3405 A
Ambato 0,3020 A
Pelileo 0,2698 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0366
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0950
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of H2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Pelileo 0,0760 A
Tisaleo 0,0722 A
Ambato 0,0528 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0140
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0365
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of C2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,4412 A
Ambato 0,3895 A
Pelileo 0,3482 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0461
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1198
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of D2 by Localidad

Localidad Mean Homogeneous Groups

Tisaleo 0,4003 A
Ambato 0,3702 A
Pelileo 0,3415 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0460
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1196
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of E2 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,3925	A
Ambato	0,3688	A
Pelileo	0,3415	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0433
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1126
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of C3 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,3780	A
Ambato	0,3282	A
Pelileo	0,3135	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0372
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0965
There are no significant pairwise differences among the means.

6.2. Análisis de varianza para distancia entre setas

Statistix 10,0
13:17:19

Análisis distancia.sx; 3/8/2021;

Completely Randomized AOV for V2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00612	3,060E-03	0,90	0,4266
Error	15	0,05088	3,392E-03		
Total	17	0,05700			

Grand Mean 0,2416 CV 24,11

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	1,96	0,1750
O'Brien's Test	1,55	0,2443
Brown and Forsythe Test	3,36	0,0621

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	1,25	0,3407
Error	7,3		

Component of variance for between groups -5,535E-05
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,2415
Pelileo	0,2190
Tisaleo	0,2642
Observations per Mean	6

Standard Error of a Mean 0,0238
 Std Error (Diff of 2 Means) 0,0336

Completely Randomized AOV for Sc1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,01991	9,955E-03	3,09	0,0753
Error	15	0,04834	3,223E-03		
Total	17	0,06825			

Grand Mean 0,3273 CV 17,34

Homogeneity of Variances

	F	P
Levene's Test	116,92	0,0000
O'Brien's Test	92,38	0,0000
Brown and Forsythe Test	116,41	0,0000

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	3,05	0,1036
Error	8,0		

Component of variance for between groups 1,122E-03
 Effective cell size 6,0

Localidad

Localidad	Mean
Ambato	0,3418
Pelileo	0,2813
Tisaleo	0,3588
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0232
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0328

Completely Randomized AOV for Sc2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,03305	0,01652	0,46	0,6381
Error	15	0,53539	0,03569		
Total	17	0,56843			

Grand Mean 0,7779 CV 24,29

Homogeneity of Variances

	F	P
Levene's Test	3,92	0,0426
O'Brien's Test	3,10	0,0747
Brown and Forsythe Test	4,72	0,0258

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	0,47	0,6406
Error	8,9		

Component of variance for between groups -3,195E-03
 Effective cell size 6,0

Localidad

Mean

Ambato 0,7622
 Pelileo 0,7352
 Tisaleo 0,8365
 Observations per Mean 6
 Standard Error of a Mean 0,0771
 Std Error (Diff of 2 Means) 0,1091

Completely Randomized AOV for C1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00367	0,00184	0,12	0,8912
Error	15	0,23729	0,01582		
Total	17	0,24096			

Grand Mean 0,3530 CV 35,63

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	1,21	0,3259
O'Brien's Test	0,96	0,4069
Brown and Forsythe Test	1,38	0,2816

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	0,15	0,8669
Error	7,0		

Component of variance for between groups -2,330E-03
 Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,3727
Pelileo	0,3472
Tisaleo	0,3392
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0513
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0726

Completely Randomized AOV for D1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,03059	0,01530	4,05	0,0392
Error	15	0,05664	0,00378		
Total	17	0,08723			

Grand Mean 0,3298 CV 18,63

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	15,78	0,0002
O'Brien's Test	12,46	0,0006
Brown and Forsythe Test	9,29	0,0024

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	4,01	0,0599
Error	8,4		

Component of variance for between groups 1,920E-03
 Effective cell size 6,0

Localidad Mean

Ambato 0,3372
 Pelileo 0,2760
 Tisaleo 0,3762
 Observations per Mean 6
 Standard Error of a Mean 0,0251
 Std Error (Diff of 2 Means) 0,0355

Completely Randomized AOV for E1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,01232	6,160E-03	2,17	0,1482
Error	15	0,04250	2,833E-03		
Total	17	0,05482			

Grand Mean 0,2284 CV 23,31

Homogeneity of Variances F P

Levene's Test 8,79 0,0030
 O'Brien's Test 6,95 0,0073
 Brown and Forsythe Test 7,75 0,0049

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	9,96	0,0052
Error	9,0		

Component of variance for between groups 5,546E-04
 Effective cell size 6,0

Localidad Mean

Ambato 0,2082
 Pelileo 0,2117
 Tisaleo 0,2653
 Observations per Mean 6
 Standard Error of a Mean 0,0217
 Std Error (Diff of 2 Means) 0,0307

Completely Randomized AOV for F1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00343	1,713E-03	0,69	0,5183
Error	15	0,03740	2,493E-03		
Total	17	0,04083			

Grand Mean 0,2027 CV 24,64

Homogeneity of Variances F P

Levene's Test 2,86 0,0889
 O'Brien's Test 2,26 0,1390
 Brown and Forsythe Test 3,75 0,0478

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	1,19	0,3601
Error	6,9		

Component of variance for between groups -1,301E-04
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,1970
Pelileo	0,1893
Tisaleo	0,2217
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0204
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0288

Completely Randomized AOV for H1

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00437	2,185E-03	0,51	0,6130
Error	15	0,06480	4,320E-03		
Total	17	0,06917			

Grand Mean 0,1454 CV 45,19

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	2,85	0,0895
O'Brien's Test	2,25	0,1398
Brown and Forsythe Test	1,22	0,3215

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	0,37	0,7011
Error	7,3		

Component of variance for between groups -3,558E-04
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,1263
Pelileo	0,1455
Tisaleo	0,1645
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0268
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0379

Completely Randomized AOV for F2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,11140	0,05570	6,05	0,0118
Error	15	0,13800	0,00920		
Total	17	0,24940			

Grand Mean 0,4188 CV 22,90

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	2,67	0,1021

O'Brien's Test 2,11 0,1561
 Brown and Forsythe Test 2,32 0,1326

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	7,13	0,0160
Error	8,2		

Component of variance for between groups 7,750E-03
 Effective cell size 6,0

Localidad Mean

Ambato	0,3540
Pelileo	0,3728
Tisaleo	0,5295
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0392
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0554

Completely Randomized AOV for H2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,00037	1,834E-04	0,28	0,7605
Error	15	0,00986	6,577E-04		
Total	17	0,01023			

Grand Mean 0,0663 CV 38,69

Homogeneity of Variances

	F	P
Levene's Test	5,05	0,0211
O'Brien's Test	3,99	0,0409
Brown and Forsythe Test	5,83	0,0134

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	0,19	0,8327
Error	7,6		

Component of variance for between groups -7,904E-05
 Effective cell size 6,0

Localidad Mean

Ambato	0,0615
Pelileo	0,0650
Tisaleo	0,0723
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0105
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0148

Completely Randomized AOV for C2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	7,6511	3,82556	0,88	0,4341
Error	15	65,0171	4,33447		
Total	17	72,6682			

Grand Mean 1,1470 CV 181,51

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		1,57	0,2405
O'Brien's Test		1,24	0,3174
Brown and Forsythe Test		1,14	0,3454

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	4,38	0,0475
Error	8,9		

Component of variance for between groups -0,08482
 Effective cell size 6,0

Localidad Mean

Ambato	0,6135
Pelileo	2,0650
Tisaleo	0,7625
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,8499
Std Error (Diff of 2 Means)	1,2020

Completely Randomized AOV for D2

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,04483	0,02241	0,46	0,6372
Error	15	0,72383	0,04826		
Total	17	0,76866			

Grand Mean 0,7306 CV 30,07

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		0,77	0,4803
O'Brien's Test		0,61	0,5569
Brown and Forsythe Test		1,09	0,3621

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	0,33	0,7269
Error	9,0		

Component of variance for between groups -4,307E-03
 Effective cell size 6,0

Localidad Mean

Ambato	0,7330
Pelileo	0,6683
Tisaleo	0,7905
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0897
Std Error (Diff of 2 Means)	0,1268

Completely Randomized AOV for E2

Source	DF	SS	MS	F	P
---------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------

Localidad	2	0,08132	0,04066	1,71	0,2140
Error	15	0,35630	0,02375		
Total	17	0,43762			

Grand Mean 0,6121 CV 25,18

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		1,57	0,2411
O'Brien's Test		1,24	0,3181
Brown and Forsythe Test		1,99	0,1714

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	2,11	0,1732
Error	9,8		

Component of variance for between groups 2,818E-03
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,5532
Pelileo	0,5770
Tisaleo	0,7062
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,0629
Std Error (Diff of 2 Means)	0,0890

Completely Randomized AOV for C3

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,45774	0,22887	1,84	0,1931
Error	15	1,86728	0,12449		
Total	17	2,32501			

Grand Mean 1,0801 CV 32,67

Homogeneity of Variances		F	P
Levene's Test		1,99	0,1712
O'Brien's Test		1,57	0,2399
Brown and Forsythe Test		3,74	0,0482

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	2,51	0,1460
Error	7,5		

Component of variance for between groups 0,01740
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,8693
Pelileo	1,1158
Tisaleo	1,2550
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,1440
Std Error (Diff of 2 Means)	0,2037

Completely Randomized AOV for Largo

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,24881	0,12441	1,87	0,1886
Error	15	0,99897	0,06660		
Total	17	1,24778			

Grand Mean 1,2206 CV 21,14

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	2,17	0,1482
O'Brien's Test	1,72	0,2129
Brown and Forsythe Test	1,57	0,2407

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	4,42	0,0507
Error	8,1		

Component of variance for between groups 9,635E-03
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	1,0900
Pelileo	1,1967
Tisaleo	1,3750
Observations per Mean	6
Standard Error of a Mean	0,1054
Std Error (Diff of 2 Means)	0,1490

Completely Randomized AOV for Ancho

Source	DF	SS	MS	F	P
Localidad	2	0,29720	0,14860	2,08	0,1591
Error	15	1,06988	0,07133		
Total	17	1,36708			

Grand Mean 1,1012 CV 24,25

Homogeneity of Variances	F	P
Levene's Test	14,06	0,0004
O'Brien's Test	11,11	0,0011
Brown and Forsythe Test	13,88	0,0004

Welch's Test for Mean Differences

Source	DF	F	P
Localidad	2,0	6,35	0,0193
Error	8,9		

Component of variance for between groups 0,01288
Effective cell size 6,0

Localidad	Mean
Ambato	0,9268
Pelileo	1,1442

Tisaleo 1,2327
Observations per Mean 6
Standard Error of a Mean 0,1090
Std Error (Diff of 2 Means) 0,1542

Statistix 10,0
13:18:06

Análisis distancia.sx; 3/8/2021;

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of V2 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,2642	A
Ambato	0,2415	A
Pelileo	0,2190	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0336
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0874
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Sc1 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,3588	A
Ambato	0,3418	A
Pelileo	0,2813	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0328
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0852
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Sc2 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,8365	A
Ambato	0,7622	A
Pelileo	0,7352	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1091
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,2834
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of C1 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Ambato	0,3727	A
Pelileo	0,3472	A
Tisaleo	0,3392	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0726
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1887
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of D1 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,3762	A

Ambato	0,3372	AB
Pelileo	0,2760	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0355
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0922
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of E1 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,2653	A
Pelileo	0,2117	A
Ambato	0,2082	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0307
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0799
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of F1 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,2217	A
Ambato	0,1970	A
Pelileo	0,1893	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0288
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0749
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of H1 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,1645	A
Pelileo	0,1455	A
Ambato	0,1263	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0379
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0986
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of F2 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,5295	A
Pelileo	0,3728	B
Ambato	0,3540	B

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0554
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,1439
 There are 2 groups (A and B) in which the means are not significantly different from one another.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of H2 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
-----------	------	--------------------

Tisaleo	0,0723	A
Pelileo	0,0650	A
Ambato	0,0615	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0148
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,0385
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of C2 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Pelileo	2,0650	A
Tisaleo	0,7625	A
Ambato	0,6135	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 1,2020
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 3,1235
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of D2 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,7905	A
Ambato	0,7330	A
Pelileo	0,6683	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1268
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,3296
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of E2 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	0,7062	A
Pelileo	0,5770	A
Ambato	0,5532	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,0890
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,2312
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of C3 by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	1,2550	A
Pelileo	1,1158	A
Ambato	0,8693	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,2037
 Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,5293
 There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Largo by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	1,3750	A

Pelileo 1,1967 A
Ambato 1,0900 A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1490
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,3872
There are no significant pairwise differences among the means.

Tukey HSD All-Pairwise Comparisons Test of Ancho by Localidad

Localidad	Mean	Homogeneous Groups
Tisaleo	1,2327	A
Pelileo	1,1442	A
Ambato	0,9268	A

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 0,1542
Critical Q Value 3,675 Critical Value for Comparison 0,4007
There are no significant pairwise differences among the means.