UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA

"IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE ESPECIES DE LA FAMILIA Coccinellidae (Latreille, 1807) EXISTENTES EN EL CULTIVO DEL MAÍZ EN ALGUNAS LOCALIDADES DEL VALLE DEL RÍO PORTOVIEJO EN ÉPOCA SECA"

AUTORES

BAILÓN SORNOZA ALVARO GREGORIO.

MENDOZA MESÍAS FERNANDO LEONEL.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. ARIOLFO LEONARDO SOLÍS BOWEN. Mg. Sc.

SANTA ANA – MANABÍ- ECUADOR

2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TEMA

"Identificación taxonómica y fluctuación poblacional de especies de la familia Coccinellidae (Latreille, 1807) existentes en el cultivo del maíz en algunas localidades del valle del río Portoviejo en época seca"

TRABAJO DE TITULACIÓN

Sometida a consideración del Tribunal de Seguimiento y Evaluación, legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

Dra. Jessenia Castro Olaya PhD.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Juan Horacio Alcívar Hidrovo Mg.Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Armando Moro Peña PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN

Dra. DORYS TEREZINHA CHIRINOS TORRES. PhD.

CERTIFICO:

Que he revisado estilo y ortografía del trabajo de titulación "IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE ESPECIES DE LA FAMILIA Coccinellidae (Latreille, 1807) EXISTENTES EN EL CULTIVO DEL MAÍZ EN ALGUNAS LOCALIDADES DEL VALLE DEL RÍO PORTOVIEJO EN ÉPOCA SECA" elaborados por Alvaro Gregorio Bailón Sornoza y Fernando Leonel Mendoza Mesías, el presente trabajo ha sido escrito de acuerdo a las normas ortográficas y sintaxis vigentes en el REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.

Dra. Dorys Terezinha Chirinos Torres. PhD.

REVISORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICACIÓN

Ing. ARIOLFO LEONARDO SOLÍS BOWEN. Mg. Sc.

CERTIFICO:

Que la tesis de grado titulada "IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE ESPECIES DE LA FAMILIA Coccinellidae (Latreille, 1807) EXISTENTES EN EL CULTIVO DEL MAÍZ EN ALGUNAS LOCALIDADES DEL VALLE DEL RÍO PORTOVIEJO EN ÉPOCA SECA" es trabajo original de los señores egresados Alvaro Gregorio Bailón Sornoza y Fernando Leonel Mendoza Mesías, la cual fue realizado bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones y reglamentos establecidos en su ejecución.

Santa Ana, Agosto 2019

Ing. Ariolfo Leonardo Solís Bowen. Mg. Sc.

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN

BAILÓN SORNOZA ALVARO GREGORIO Y MENDOZA MESÍAS FERNANDO LEONEL, declaráramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración de este trabajo investigativo es de sumo derecho de propiedad intelectual de los autores.

Alvaro Gregorio Bailón Sornoza

EGRESADO

Fernando Leonel Mendoza Mesías

EGRESADO

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por habernos brindado la oportunidad y la fuerza para realizar este trabajo.

Agradecemos también a las personas que nos aportaron con su granito de arena para culminar esta meta como fueron.

A la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro AGROCALIDAD por habernos brindado la oportunidad de analizar las muestras de los insectos en sus instalaciones y brindarnos apoyo técnico.

Ing. José Velásquez Vinces.

Ing. Karime Montes Escobar.

Dra. Dorys Terezinha Chirinos Torres. PhD

Blgo. Diego Perla Gutiérrez.

Sr. Robinson Emilio Pachay Santana.

Por habernos brindado sus orientaciones y apoyó en el desarrollo de este proyecto por eso estamos muy agradecidos con Uds.

A nuestro Director de tesis Ing. Leonardo Solís Bowen Mg. Sc., quien siempre nos brindó su apoyo y guía durante el transcurso del trabajo.

Y por último pero de manera muy cordial a todos los productores que nos brindaron la oportunidad de realizar las colectas en sus sitios de producción.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme las fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres que siempre me han apoyado, creído en mí, como lo son el Sr. José Cristóbal Bailón Intriago, a la Sra. Ángela Josefina Sornoza Sornoza, quienes siempre me han dado ejemplo de superación, humildad y de sacrificio y a mis hermanos y sobrinos a todos ellos dedico este trabajo.

No puedo dejar de agradecerles a mis abuelos y especial al sr. Roberto Vitoriano Baylón Moreira por todo el afecto y aprecio que tuvo conmigo en vida abuelo por eso siempre estas día a día en mis pensamientos y corazón.

Por ellos y para ellos…

Alvaro Gregorio Bailón Sornoza

DEDICATORIA

Dedico mi esfuerzo de este trabajo a mis padres al Sr. Ulbio Leonel Mendoza Zambrano y a la Sra. Rosa Patricia Mesías Loor, que son el pilar fundamental de mi vida que me enseñaron la constancia de salir a delante día a día y no rendirme por las adversidades que la vida nos pone.

También dedicó este trabajo a una persona muy especial en mi vida a mi novia a la Ing. Karla Vanessa Zambrano Cobeña que me brindó su apoyo incondicional en todo momento y por darme ánimos en los momentos necesarios.

Y por último, sin no más dejar de mencionar dedico este trabajo con mucho cariño y orgullo a un ser que está en el cielo que siempre me aconsejo y que nunca dudo de mí, a mi abuelo Ulbio Olivo Mendoza García.

Fernando Leonel Mendoza Mesías

ÍNDICE GENERAL

1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA. 19

1.1 OBJETIVOS 20

- General. 20
- Específicos 20

2. REVISIÓN DE LITERATURA Y MARCO TEORICO 21

2.2 MARCO TEORICO 22

2.2.1 Cultivo de Maíz 22

2.2.2 Generalidades del cultivo del maíz *Zea mays* Linneo, 1753. 22

2.2.3 Plagas que atacan al maíz. 22

2.2.3 Daños de los áfidos en el cultivo del maíz. 22

2.2.4 Tipos de control biológico que existen. 23

2.3.1 Control biológico. 23

2.3.2 Parasitoides. 23

2.3.3 Depredadores. 24

2.3.4 Familia Coccinellidae 24

2.3.5 Taxonomía. 25

2.3.6 Aspecto biológico y morfológico. 25

a) Huevos. 25

b) Larva. 26

c) Pupa. 26

d) Adulto. 27

2.3.7 Alimentación. 29

2.4 Especies más importantes de la familia Coccinellidae. 29

2.5 *Hippodamia convergens,* Guérin, 1842. 30

2.6 *Cheilomenes sexmaculata,* Fabricius, 1781 31

2.7 Biodiversidad. 32

2.8 Índices de riqueza especifica. 32

2.9 Índice de diversidad. 33

3. ALCANCE Y VISUALIZACIÓN DE ESTUDIO 35

4. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES 36

4.1 Hipótesis 36

4.1.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES. 36

a) Especies de coccinélidos presentes. 36

b) Número de individuos por especie. 36

5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 37

5.1 Ubicación del ensayo. 37

6 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA 37

6.1 Toma de muestra. 37

7 RECOLECCIÓN DE DATOS. 38

7.1 Método. 38

7.1.2 Clasificación por género y especie de la familia Coccinellidae en el laboratorio…. 38

8 ANÁLISIS DE DATOS 39

8.1 Análisis funcional. 39

9 ELABORACIÓN Y REPORTE DE RESULTADOS 40

9.1 Descripción taxonómica de las 15 especies encontradas en los diferentes sitios de recolección y las mismas se describen a continuación. 40

***Hippodamia convergens* (Guerin, 1842).** 40

***Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius, 1781).** 40

***Hyperaspis arida* (Gordon & Canepari, 2008).** 41

***Cycloneda sanguínea* (Linnaeus, 1763)** 41

***Coleomegilla maculata limensis* (Philippi & Philippi 1854)** 42

***Psyllobora confluens* (Fabricius, 1801).** 42

Cyrea alma. 43

***Tenuisvalvae bromelicola* (Sicard, 1925).** 43

***Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850)** 44

Pentilia insidiosa. 44

***Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850).** 45

***Diomus apollinea* (Gordon, 1999).** 45

***Hyperaspis onerata* (Mulsant, 1850).** 45

***Diomus* sp.** 46

***Azya* sp.** 46

9.2 Especies de la familia Coccinellidae encontrada en la localidad de Rocafuerte 47

9.3 Especies de la familia Coccinellidae encontrada en la localidad de Portoviejo 48

9.4 Especies de la familia Coccinellidae encontrada en el cantón de Santa Ana 51

9.5 Estimación de los índices de mega alfa diversidad (Simpson; Shannon y Margalef) para la familia Coccinellidae en el cultivo de maíz en tres localidades de la provincia de Manabí. 53

9.6 Biplot para componentes principales del análisis de las especies de coccinélidos capturados durante las cinco semanas de muestreo en las tres localidades. 54

10 DISCUSIÓN 55

11 CONCLUSIONES 59

12 RECOMENDACIONES 60

13 BIBLIOGRAFÍA 61

14 ANEXOS 70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de productores agrícolas que cultivan por localidad por cantón. ... 38

Cuadro 2. Abundancia relativa en porcentaje de las especies encontradas en el cultivo del maíz en la localidad de Rocafuerte. 47

Cuadro 3. Abundancia relativa en porcentaje de las especies encontradas en el cultivo del maíz en la localidad de Portoviejo. 49

Cuadro 4. Abundancia relativa en porcentaje de las especies encontradas en el cultivo del maíz en la localidad de Santa Ana. 51

Cuadro 5. Estimación de los índices de la alfa-diversidad de acuerdo a la cantidad de muestra recolectadas para cada localidad. 53

ÍNDICE DE GRAFÍCAS

Gráfica 1. Fluctuación de especies de la familia Coccinellidae en la localidad de Rocafuerte periodo septiembre – octubre 2019. 48

Gráfica 2. Fluctuación de especies de la familia Coccinellidae durante las cinco semanas de muestreo en la localidad de Portoviejo. 50

Gráfica 3. Fluctuación de especies de la familia Coccinellidae durante las cinco semanas de muestreo en la localidad de Santa Ana. 52

Gráfica 4. Biplot para identificar las especies de insectos que mejor se relacionan a las localidades Santana, Rocafuerte y Portoviejo. 54

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. *Hippodamia convergens.* 40

Figura 2. *Cheilomenes sexmaculata.* 41

Figura 3. *Hyperaspis arida.* 41

Figura 4. *Cycloneda sanguínea.* 42

Figura 5. *Coleomegilla maculata limensis.* 42

Figura 6. *Psyllobora confluens.* 43

Figura 7. *Cyrea alma* 43

Figura 8. *Tenuisvalvae bromelicola.* 44

Figura 9. *Paraneda pallidula guticollis.* 44

Figura 10. *Pentilia insidiosa.* 44

Figura 11. *Rodolia cardinalis.* 45

Figura 12. *Diomus apollinea.* 45

Figura 13. *Hyperaspis onerata.* 46

Figura 14. *Diomus* sp. 46

Figura 15. *Azya* sp. 46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Suma total de los individuos de coccinélidos encontrados en la localidad de Rocafuerte. 70

Anexo 2. Suma total de los individuos de coccinélidos encontrados en la localidad de Portoviejo. 71

Anexo 3. Suma total de los individuos de coccinélidos encontrados en la localidad de Santa Ana. 71

Anexo 4. Capturas de indivíduos de coccinelidos. 72

Anexo 5. Especies en su estado natural. 73

Anexo 6. Huevos de *Cycloneda sanguine*a. 74

Anexo 7. Muerte de *Cycloneda sanguinea* (a) y *Psyllabora confluens* (b) por causas de aplicaciones de insecticidas químicos. 74

Anexo 8. Productos que usan los productores para el control de insectos en el maíz... 74

Anexo 9. Pre-identificación en el laboratorio de Agrocalidad. 75

Anexo 10. Muestras para la identificación de los coccinélidos en el Perú. 75

Anexo 11. Colaboración para la identificación y la corroboración de los individuos recolectados de coccinélidos. 76

RESUMEN

Durante el periodo septiembre 2018 - marzo 2019 se realizó la presente investigación, con el objetivo de determinar taxonómicamente las especies de la familia Coccinellidae y su fluctuación poblacional en el cultivo de maíz en las localidades de Rocafuerte, Portoviejo y Santa Ana que corresponden al valla del río Portoviejo en época seca, así como estimar su fluctuación poblacional. La toma de muestra se utilizó por la metodología del ZIG ZAG, se realizaron 5 muestreos y los especímenes fueron colocados en alcohol en 98%. La pre-identificación de la familia Coccinellidae se realizó en el laboratorio de Agrocalidad por medio de la genitalia y posteriormente para corroborar la identificación de individuos de la familia Coccinellidae se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Molina, Lima, Perú. Se aplicaron los índices de alfa mega diversidad de Margalef, Shannon y Simpson. Se colectaron un total de 2,656 ejemplares de individuos de Coccinelidos donde se registraron 13 géneros, 15 especies las mismas que son: *Hippodamia convergens* (Guerin, 1842), *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius, 1781), *Hyperaspis arida* (Gordon & Canepari, 2008), *Cycloneda sanguínea* (Linnaeus, 1763), *Coleomegilla maculata limensis* (Philippi & Philippi 1854), *Psyllobora confluens* (Fabricius, 1801), *Cyrea alma*, *Tenuisvalvae bromelicola* (Sicard, 1925), *Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850), *Pentilia insidiosa*, *Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850), *Diomus apollinea* (Gordon, 1999), *Hyperaspis onerata* (Mulsant, 1850), *Diomus* sp., *Azya* sp., donde las subfamilias Coccinellinae y Scymninae fueron las más representativas, ambas con 6 especie cada una. La especie más predominante fue *Hippodamia convergens*, donde se obtuvieron un buen porcentaje de abundancia relativa, con un porcentaje de 45% tanto en la localidad de Portoviejo como en Rocafuerte.

Palabras claves: Diversidad, fluctuación poblacional, Coccinellidae**,** Ecuador Manabí (Rocafuerte, Portoviejo y Santa Ana).

SUMMARY

This research was carried out during the period September 2018 - March 2019, with the objective of taxonomically determining the species of the Coccinellidae family and their population fluctuation in the cultivation of corn in the towns of Rocafuerte, Portoviejo and Santa Ana that correspond to the Portoviejo river fence during the dry season, as well as estimate its population fluctuation. The sampling was used by the ZIG ZAG methodology, 5 samples were taken and the specimens were placed in alcohol at 98%. The pre-identification of the Coccinellidae family was carried out in the Agrocality laboratory through genitalia and subsequently to corroborate the identification of individuals of the Coccinellidae family was carried out at the National Agrarian University of La Molina, Lima, Peru. The alpha mega diversity indexes of Margalef, Shannon and Simpson were applied. A total of 2,656 specimens of individuals from Coccinelids were collected where 13 genera were registered, 15 species the same as: *Hippodamia convergens* (Guerin, 1842), *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius, 1781), *Hyperaspis arida* (Gordon & Canepari, 2008), *Cycloneda sanguínea* (Linnaeus, 1763), *Coleomegilla maculata limensis* (Philippi & Philippi 1854), *Psyllobora confluens* (Fabricius, 1801), *Cyrea alma, Tenuisvalvae bromelicola* (Sicard, 1925), *Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850), *Pentilia insidiosa, Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850), *Diomus apollinea* (Gordon, 1999), *Hyperaspis onerata* (Mulsant, 1850), *Diomus* sp., *Azya* sp., where the Coccinellinae and Scymninae subfamilies were the most representative, both with 6 species each. The most predominant species was Hippodamia convergens, where a good percentage of relative abundance was obtained, with a percentage of 45% both in the town of Portoviejo and Rocafuerte.

Keywords: Diversity, population fluctuation, Coccinellidae, Manabí Ecuador (Rocafuerte, Portoviejo and Santa Ana).

1. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.

El maíz (*Zea mays L.*), es uno de los granos más antiguos que se conoce, pertenece a la familia Poaceae (Gramíneas), tribu Maydeas (Acosta, 2009); está considerado uno de los tres cereales más consumidos a nivel mundial junto con el trigo y el arroz (Grande y Orozco, 2013). El mismo que es utilizado para la producción animal, consumo humano, por tal razón es muy representativo en el mercado mundial (Santana *et al*., 2018).

El control químico es la práctica más empleada para reducir los efectos de insectos plagas. Sin embargo, generalmente los productos utilizados son altamente tóxicos, los cuales causan un impacto ecológico para la entomofauna benéfica y un alto riesgo de intoxicación y residualidad en alimentos (Gómez et al; 2010). En algunos casos también se ha generado resistencia de insectos a productos químicos por su uso indiscriminado y dosificaciones no adecuadas, además interfiere con la llegada y acción de los agentes naturales de control (Morillo y Notz; 2001).

La identificación de la fauna inséctil benéfica en el Ecuador, es una iniciativa muy poca apoyada desde el punto de vista productivo, y en consecuencia, para un gran número de agricultores la única forma de combatir las plagas es la aplicación de insecticidas, sin tener en cuenta que aquellas aplicaciones no solo eliminan las plagas, sino que también afectan a la fauna benéfica (Alcívar y Zambrano, 2016). Los coccinélidos conocidos comúnmente como vaquitas o mariquitas, son coleópteros de gran importancia para los agroecosistemas, ya que ayudan de manera notable al control de plagas de importancia económica, tales como áfidos, mosca blanca, cochinillas y en general insectos de cuerpo blando (Flores y Salas, 2004).

Muchas especies de Coccinellidae, tanto en su estado larval como adulto, son consideradas eficaces controladores biológicos de una gran variedad de plagas agrícolas, es por ello, que el conocimiento de la fauna de Coccinellidae en áreas agrícolas, es importante para realizar programas de manejo integrado de plagas, enfocados principalmente en control biológico (Perla, D 2018).

En programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP), la primera alternativa a ser considerada es el control biológico natural. Como base fundamental es necesario el conocimiento de la entomofauna.

Al considerar la importancia que estos insectos ejercen en la agricultura, especialmente en el control de plagas de importancia agrícola, actualmente no existe registro de especies de coccinélidos asociados con el cultivo de maíz en el valle del río Portoviejo. Dentro de este contexto, la finalidad de este trabajo consiste en la identificación de las especies de la familia Coccinellidae presentes en el cultivo del maíz en el valle del río Portoviejo, así también como estimar su fluctuación poblacional.

PROBLEMA GENERAL

¿Qué especies de la familia Coccinellidae están presentes en el cultivo del maíz en valle del río Portoviejo y cómo es su fluctuación poblacional?

1.1 OBJETIVOS

- **General.**

Determinar taxonómicamente las especies de la familia Coccinellidae y su fluctuación poblacional en el cultivo de maíz en ciertas partes del valle del río Portoviejo, en época seca.

- **Específicos.**

a) Identificar y Estimar la fluctuación poblacional de las especies presentes de la familia Coccinellidae en el cultivo de maíz.

b) Establecer diversidad, abundancia y predominancia de las especie de Coccinelidos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA Y MARCO TEORICO

2.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La importancia de los Coccinellidae como controladores biológicos ha sido señalada en varias investigaciones para algunos cultivos.

Iannacine y Perla (2011) realizaron una investigación en 20 localidades en Perú, para determinar las especies presentes y predominantes de Coccinellidae y su voracidad sobre pulgones. Los resultados mostraron que las especies de coccinélidos predominantes fueron *Harmonia axyridis*, Pallas, 1773 (48, 69%) seguido de *Cycloneda sanguinea*, Linneo, 1763 (29,01%), *Hippodamia convergens*, Guérin, 1842 (7,37%), *Prodilis inclytus*, Mulsant, 1853 (3,81%), *Eriopis connexa*, Germar, 1824 (3,56%). No obstante, la especie más efectiva en cuanto a voracidad de pulgones fue *H. axyridis.*

González et al. (2012), determinaron la abundancia de coccinélidos asociados con el Psíllido asiático de los cítricos *Diaphorina citri*, Kuwayama, 1908 en 480 árboles de limón variedad valencia *(Citrus sinensis*, Osbeck) en el estado de Tuxpan, Veracruz, México, donde se obtuvo como resultado que las especies de coccinélidos encontrados fueron *Curinus coeruleus*, Mulsant, 1850; *Cycloneda sanguinea*, Linneo 1763; *Chilocorus stigma*, Say, 1835 e *H. convergens.* La especie con mayor abundancia significativa fue *C. coeruleus* con un promedio de 0,6. La misma investigación detectó que *C. coeruleus* fue la especie que consumió en el menor tiempo ninfas de *D. citri* (345,0 ± 9,26 min), seguido de *C. stigma* (510,0 ± 10,69 min) y por último *C. sanguinea* (622,5 ± 10,35 min) y *H. convergens* (622,5 ± 18,32 min).

Mallama y Eraso (2015), propusieron el control biológico por medio de coccinélidos, como una alternativa al uso de productos químicos para evitar el daño en la salud pública, y por ser un método de control más amigable para el ambiente. En La investigación de laboratorio se determinó el ciclo biológico de *H. convergens* utilizando como alimento ninfas y adultos de *Aphis gossypii*, Glover, 1877 y *Macrosiphum* sp., donde se determinó que *H. convergens* se alimentó principalmente del *A. gossypii* por su tamaño como presa.

Chura y Bedregal (2018), estudiaron la identificación y fluctuación poblacional de especies de coccinélidos en un cultivar de alfalfa, en Arequipa, Perú. Llegaron a registrar un total de cinco especies de coccinélidos, las cuales fueron *Hippodamia variegata*,

Goeze, 1777; *H. convergens, Cycloneda arcula,* Erichson, 1847; *C. sanguinea*; *Adalia bipunctata,* Linnaeus, 1758; la especie más abundante que registraron fue *H. convergens,* representando entre el 50 a 90 % de los individuos obtenidos durante evaluaciones.

2.2 MARCO TEORICO

2.2.1 Cultivo de Maíz

2.2.2 Generalidades del cultivo del maíz *Zea mays* Linneo, 1753.

El maíz se ha convertido en uno de los cereales más consumidos en el mundo, es utilizado para la alimentación humana y animal y como materia prima en la producción de almidón industrial y alimenticio, además este cultivo es consumido en gran parte por el propio agricultor y su familia y para el consumo de animales de corral (Grande y Orozco, 2013).

2.2.3 Plagas que atacan al maíz.

En los últimos años, la incidencia de insectos se ha incrementado considerablemente en el cultivo de maíz, siendo las plagas más representativas el gusano cogollero *Spodeptera frugiperda,* áfidos o pulgones, gusano verde, *Hypera postica*, Gyllenhal, 1813 gusano blanco *Phyllophaga* sp., entre otros. Por lo cual ocurre un desajuste desequilibrio en el ecosistema, trayendo como consecuencia el aumento de las plagas mencionadas.

2.2.3 Daños de los áfidos en el cultivo del maíz.

Los áfidos constituyen insectos plagas importantes en la agricultura, debido a su ataque a varias de las especies vegetales de importancia agronómica, como son las hortalizas, cucurbitáceas, leguminosas y frutales, su importancia es a nivel nacional y mundial, debido a los daños directos como manchas, decoloraciones, desecación, acucharamiento y defoliación, y la mayor relevancia se da por causar daños indirectos al ser transmisores de virus, lo cual ocasiona grandes pérdidas para productores agrícolas, ocasionando una baja producción y calidad de la cosecha (Gaona *et al*., 2000; Rahsepar *et al*., 2016).

En el maíz se encuentran numerosas colonias en los cogollos, en las inflorescencias masculinas y en la mazorca. Esta plaga es más frecuente en cultivos establecidos en tierras bajas. Las plantas lesionadas se degeneran y si el ataque es intenso y disperso disminuye la producción por la extracción de savia. Las ninfas son muy parecidas a las formas

ápteras adultas, pero más pequeñas, sufren pocas modificaciones para llegar al estadío adulto (Lorenzo, 2016).

2.2.4 Tipos de control biológico que existen.

A pasar de los años el control biológico se ha establecido en el combate de insectos plagas, clásicamente se han definido en tres tipos de controladores en la área entomológica que corresponden a los depredadores, parasitoides y por ultimo a los patógenos.

2.3.1 Control biológico.

Es la acción de parasitoides, depredadores o patógenos en mantener a las densidades de poblaciones de otros organismos a promedios más bajos de lo que ocurriría en ausencia de ellos (DeBach 1962).

Existen diferentes tipos de control biológico y se resumen a continuación (Calle. 2013):

a) Control biológico clásico: consta en la agregación de una especie exótica para el control de una plaga. El objetivo es que se establezca de forma permanente, pasando a formar parte de la fauna de la zona.

b) Control biológico aumentativo: consiste en incrementar la población de enemigos naturales mediante crías en laboratorio, para luego liberarlos en gran cantidad varias veces al año.

c) Control biológico por conservación: se basa en la modificación del entorno y de las prácticas existentes con el fin de proteger y aumentar la población de enemigos naturales ya presentes en el entorno.

2.3.2 Parasitoides.

Los parasitoides son insectos que durante su desarrollo larvario se alimentan y desarrollan dentro o sobre otro animal invertebrado llamado hospedero, el cual generalmente matan (Ríos, 2011; Hernández *et al*., 2017).

La mayoría de los parasitoides atacan a una determinada etapa del ciclo de vida de una o varias especies de hospederos, el ciclo de vida del parasitoide y hospedero generalmente coinciden, una vez que la larva del parasitoide ocasiona la muerte del hospedero, éste queda en estado momificado y de él emerge el parasitoide para pupar o bien el adulto. Un

parasitoide requiere de un hospedero para completar su ciclo de vida, así el hospedero (que puede ser insecto plaga) (Gutiérrez *et al.* 2013).

2.3.3 Depredadores.

Los insectos depredadores típicamente son más grandes que los organismos que consumen, a los cuales se les denominan presas, requieren de matar y consumir varios organismos durante su ciclo de vida para realizar funciones esenciales, estos insectos buscan activamente su alimento (Gutiérrez *et al.* 2013).

En función de la alimentación de los depredadores se pueden clasificar como: Polífagos, aquellos que consumen un amplio rango de especies presa, mientras que a los que se alimentan de un rango más estrecho se les llama Oligófagos, por otra parte, aquellos que son altamente específicos en su alimentación se les llama Monófagos. Los depredadores oligófagos y monófagos son mejores como agentes de regulación, esto desde el punto de vista de control biológico. Los depredadores juveniles usan la presa para crecimiento y desarrollo, una vez alcanzada la madurez fisiológica las utilizan para mantenimiento y reproducción (Rodríguez y Arredondo, 2007).

2.3.4 Familia Coccinellidae

La familia Coccinellidae es muy diversa y conocida dentro del Orden Coleoptera, se les conoce vulgarmente con el nombre de chinitas o mariquitas y debido a su inofensiva apariencia y sus vistosos colores son considerados como uno de los grupos de coleópteros más carismáticos (Zúñiga, 2011). Presentan gran actividad de búsqueda, ocupando todos los ambientes de sus presas, siendo por eso agentes eficientes para el control biológico de plagas, especialmente de insectos fitófagos estacionarios, como los pulgones (Funichello, 2012). Es abundante en climas tropicales y subtropicales, su distribución es amplia, encontrándose en todo el mundo (Szawaryn y Tomaszewska, 2013).

Esta familia comprende seis subfamilias, las cuales son Sticholotidinae; Coccidulinae Exopelctrinae; Chilocorinae; Scymninae; Coccinellinae (Zúñiga, 2011). En la actualidad existen alrededor de 6,000 especies, distribuidas en 42 tribus y 360 géneros (Saeed *et al*., 2016; Rodríguez, 2018).

Muchas especies de la familia Coccinellidae son afidófagos, que son los insectos que se alimentan de larvas y adultos de diferentes especies de pulgones, que constituye un 85% de su dieta principal (Quinteros *et al.*, 2007; Escalona *et al*., 2017).

Las especies de coccinélidos efectúan el control de plagas en forma natural en los cultivos agrícolas, estos ejercen una fuerte presión depredadora sobre sus poblaciones, convirtiéndose por ello en especies benéficas para el hombre, las presas más habituales son generalmente especies del orden Hemiptera, especialmente del Suborden Sternorhyncha, como pulgones (Aphididoidea), cochinillas (Coccoidea), moscas blancas Aleyrodoidea, psílidos (Psyllidae), cochinillas algodonosas (Pseudococcidae). Los coccinélidos permiten jugar un rol importante en las actividades agrícolas y en el mantenimiento de los equilibrios en el medio natural (González, 2015).

2.3.5 Taxonomía.

La clasificación taxonómica de la familia Coccinellidae según González (2008) es la siguiente:

Reino: Animal

División: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Sub orden: Polyphaga

Súper familia: Cucujoidea

Familia: Coccinellidae (Latreille, 1807)

2.3.6 Aspecto biológico y morfológico.

Los coccinélidos presentan cuatro estadios de desarrollos que son huevo, larva, pupa y adulto.

a) Huevos.

Los huevos son ovalados, miden entre 0.25 hasta 2.5 mm, siendo la mayoría alrededor de 1 mm, superficie lisa y brillante, de coloración anaranjada, amarillenta o crema, al

maduran se van volviendo oscuros y al salir la larva se ponen blancos (González *et al*., 2015).

b) Larva.

El cuerpo generalmente rectangular o alargado, fusiforme y ligeramente con las patas bien desarrolladas, de color amarillento a marrón rojizo y densamente cerdoso en la cabeza, superficies dorsales a veces cubiertas por unas densas exudaciones de cera, tegumento ligeramente pigmentado (Lu *et al*., 2002). Sus colores varían de acuerdo a la especie, lagunas son de color gris, negro, azul, poco amarillentas o rosáceas, muchas manchas amarillas, anaranjadas o rojas (Rodríguez, 2015).

Cabeza prolongada y prognatismo a veces oculta desde arriba por el pronoto, generalmente transversal y ligeramente aplanada, rara vez alargada, borde posterior ligeramente emarginada (Slipinski y Tomaszewska, 2010).

Las larvas presentan ojos simples, existiendo tres en cada lado ubicados sobre la base de las antenas, el labro se ubica en el extremo terminal del cráneo, delante de la abertura bucal, mandíbulas muy poderosas, terminan en un solo diente agudo, palpos maxilares formados por tres segmentos habitualmente terminados en punta detrás de la cabeza, el protórax, mesotórax y metatórax se presentan como tres segmentos claramente diferenciados que normalmente van adelgazando (González *et al*., 2015).

Abdomen formado por 9-10 segmentos visibles, normalmente decreciendo de tamaño hacia el segmento posterior. Existen tres zonas específicas en la parte superior de cada segmento donde se visualizan las estructuras pilosas, las cuales se denominan dorsal, dorso-lateral y lateral. El noveno segmento suele estar simplificado y carece de estructuras pilosas. El décimo segmento normalmente no es visible y posee un anillo membranoso rodeando el ano (González *et al*., 2015).

c) Pupa.

De colores claros, anaranjadas o amarillentas, a menudo con manchas más oscura, superficies escasamente a densamente liso, cubierto con arugas o espinas poco notorias, cabeza cubierta por pronoto en vista dorsal, piezas bucales bien visibles en vista ventral, antenas que se encuentra entre los ojos, los apéndices son libres (Slipinski y Tomaszewska, 2010).

d) Adulto.

Tamaño de 0,8 a 18 mm, cuerpo ovalado o casi esférico, colores llamativos, con el dorso muy convexo y el vientre plano, cabeza parcial o totalmente escondida por el pronoto, el cual es corto (Zumbado y Azofeifa, 2018).

La cabeza se encuentra normalmente insertada frontalmente en el protórax, los ojos se ubican lateralmente y suelen ser ovalados o más comúnmente arriñonados y pueden tener escotaduras insertada frontalmente en el protórax. Las mandíbulas pueden estar terminadas en un diente simple, dos dientes terminales o múltiples dientecillos, los palpos maxilares poseen cuatro segmentos, el ultimo generalmente de forma triangular o securiforme (González *et al*., 2015).

Antenas claviformes cortas a muy cortas, de 7 a 11 antenómeros, inserción antenales generalmente expuestos, situado cerca de margen interior de los ojos, pero a menudo completamente oculto bajo clipeo expandido o ampliamente separado de los márgenes de los ojos, rara vez inserciones casi adyacente y distintamente en frente de los márgenes de los ojos (Kovár, 1996).

El abdomen posee normalmente seis esternitos, las patas son simples o modificadas para recibir las tibias o tarsos, el primer y segundo tarso son bilobulados y con escobillas de pelos en el lado inferior, el tercero es diminuto en la base del cuarto, aunque a veces no existe, las tibias y tarsos pueden presentar ensanchamientos o proyecciones laterales.

Las patas generalmente son cortas, las coxas son transversales y separadas en las patas anteriores, redondeadas y separadas en las patas medias, y transversales y ampliamente separadas en las patas posteriores (Perla, 2018). Las uñas pueden ser simples, bífidas o tener un diente cuadrangular en la base, las patas en reposo pueden quedar totalmente insertadas en cavidades bajo el cuerpo (González *et al*., 2015).

Los adultos presentan dimorfismo sexual, el cual en esta fase se puede diferenciar el macho y la hembra, los machos son levemente más pequeños que las hembras y con la punta del abdomen romo, mientras que el abdomen de las hembras terminan en punta bien marcada (Palomares *et al*., 2016).

El sistema reproductivo de la hembra incluye un par de ovarios y un par de oviductos, cada ovario contiene ovariolas, donde se desarrollan los oocitos, hembras con mayor cantidad de ovariolas, tienden a ovipositar un mayor número de huevos, en periodos de apareamiento solo la mitad de total de ovariolas de un coccinélidos están activas y

produciendo huevos, en cuanto a los machos su órgano sexual madura durante la etapa de la pupa (Yoon, 2013).

La madurez sexual o periodo de preoviposición de un coccinélido hembra se alcanza dentro de un periodo de 13 a 20 días luego de la emergencia del adulto, generalmente este aumenta a bajas temperatura, también se ve modificado el tipo de alimento en disposición (Lanzoni *et al*., 2004).

La primera copula se lleva a cabo pocos días luego de que emergen como adulto y durante el acto de la copula los machos usan sus potas posteriores para sujetarse con la ayuda del élitro de la hembra, el número de huevos ovipuestos por día se incrementa rápidamente luego de varios días de emerger el adulto, alcanzando un máximo cerca de la segunda a tercera semana para luego decrecer lentamente durante la vida fértil de la hembra (Lanzoni *et al*., 2004).

Cada hembra de coccinélidos puede llegar a producir un promedio de 789 hasta 1112,7 huevos en toda su longevidad de vida, distribuido en 11 posturas y con una mayor concentración de la oviposición en los primeros 25 días de la fase reproductiva (Duarte y Zenner, 2009).

La familia Coccinellidae tiene un desarrollo holometábolo, o metamorfosis completa, pasando por distintos estados biológicos como huevo, larvas (cuatro o cinco instares) prepupa, pupa y adulto. El ciclo de vida de los coccinélidos dura aproximadamente entre 28 y 33 días, desde huevo hasta pupa y esta depende de acuerdo al tipo de alimento y condiciones de temperatura en la cual se desarrolla. (Rodríguez, 2015).

Los huevos duran alrededor de cuatro a diez días, estos son depositados generalmente en masas sobre el envés de las hojas. Las larvas después de eclosionar permanecen en los huevecillos, generalmente por un día y se alimentan de huevos no viables o de larvas que eclosionan tardíamente, lo cual son caníbales, posteriormente se retiran para alimentase de sus presas. Las larvas tienen un periodo de vida de 12 a 20 días, hasta un máximo de 30 días y pasan por cuatro o cinco instares. Antes de pasar al estado de pupa, las larvas permanecen inmóviles y sin alimentarse, este estado se denomina como prepupa, el cual deja de alimentarse para posteriormente empupar, tiene una duración muy corta que puede durar máximo un día. Las pupas son libres, es decir, no contenidas en un capullo y se unen por su base a un sustrato que puede ser una hoja, ramita, corteza o pared. La piel del último estado larval (exuvia) queda normalmente unido a la base de la pupa. La pupa

manifiesta una violenta reacción al contacto, enderezándose bruscamente y efectuando movimientos rápidos, tiene una duración de 3 a un máximo de 12 días, el adulto emerge de la pupa rompiendo transversalmente su lado superior, busca activamente sus presas para alimentarse hasta cumplir su metamorfosis, tiene una longevidad de vida de 80 a 110 días, incluso puede llegar a vivir más tiempo bajo condiciones favorables (González, 2006; Rodríguez, 2015).

2.3.7 Alimentación.

La alimentación de larvas y adultos es básicamente la misma dentro de la especie, por lo que es común observarlas juntas alimentándose de la misma presa. Una larva de coccinélido puede llegar a consumir entre 300 y 500 individuos de pulgón durante su desarrollo, sin embargo, esta cantidad puede variar entre 100 y más de 1000 de acuerdo a la especie de áfidos que consuma. A medida que la larva crece escogen a los pulgones de mayor tamaño para alimentarse de ellos, los adultos son menos voraces que las larvas, se alimentan entre 4 y 8 pulgones por día (Rodríguez, 2015). Un solo adulto consume alrededor de 1000 a 4000 pulgones durante toda su vida útil, la hembra adulta se alimenta aproximadamente de 300 áfidos antes de poner huevos (Saeed *et al*., 2016).

2.4 Especies más importantes de la familia Coccinellidae.

Hay especie que ya han tenido su reconocimiento propio con su gran control biológico como lo es *Rodolia cardinalis*, desde que controlo exitosamente a la cochinilla acanalada *Icerya purchasi*, pero también *Cryptolaemus montrouzieri* este es sin duda el enemigo natural más efectivo de *Planoccocus citri* por ese caso es el más empleado, este controlador natural fue empleado para combatir la cochinilla de los cítricos en California.

2.5 Hippodamia convergens, Guérin, 1842.

Morfología. De forma ovalada y plana, la cabeza es de color negra con una mancha marfil irregular que cubre el margen anterior y el centro de la cabeza, pronoto de color negro con una franja en los bordes laterales y los bordes anterior de color marfil, presentan en el pronoto dos rayas diagonales en forma de (\) a cada lado del disco, los élitros normalmente de color anaranjado, pudiendo algunas veces ser rojos, poseen seis manchas irregulares negras en cada élitro, esta mancha se distribuye en cada élitro de la siguiente forma: tres manchas pequeñas equidistantes en la primera mitad elitral, dos cerca del margen lateral elitral y una en el disco elitral y son equivalentemente a los puntos de intersección de un triángulo, luego más abajo en la segunda mitad elitral se encuentran tres manchas negras de mayor tamaño que se distribuyen de la misma forma que las de más arriba. Por último, poseen una mancha negra semitriangular en el escutelo (Zúñiga, 2011).

Las larvas son negras con manchas naranjas en el protórax y el abdomen semejantes a pequeños caimanes. Las larvas se desarrollan en cuatro instares (etapas) que se hacen cada vez más grandes y más manchadas de coloración naranja y alcanzan aproximadamente 7 mm (1/4 de pulgada) antes de convertirse en pupa. La pupa es hemisférica de coloración naranja y negra (Aristizábal y Arthurs, 2018).

Ciclo biológico. El ciclo de vida dura entre 28 y 33 días aproximadamente. La tasa de reproducción varía de acuerdo al tamaño de la hembra, tipo de presa consumida y condiciones de temperatura. La hembra oviposita de 10 a 50 huevecillos por día, generalmente de color amarillo, con una capacidad de oviposición de hasta 1,500 huevecillos (Nicholls, 2008).

Importancia. Adultos y larvas se alimentan principalmente de pulgones. También son depredadores de huevecillos, estados inmaduros de pequeños insectos y ácaros. Las larvas consumen un número variable de pulgones, que puede llegar hasta 170 por día, dependiendo de la densidad de la plaga, cuando la comida es escasa, *Hippodamia convergens* puede volverse caníbal (Nájera y Souza, 2010; Aristizábal y Arthurs, 2018).

2.6 *Cheilomenes sexmaculata,* Fabricius, 1781

Morfología. El adulto mide aproximadamente 5, 2 cm de longitud y 3,7 a 4,0 cm de ancho a través de los élitros medio. La cabeza es de color marrón oscuro, ojos negro y marrón las antenas. Los élitros son de color marrón oscuro con dos puntos negros hacia el extremo proximal de cada elytron (Joshi y Sharma, 2008). El contorno del cuerpo va de ovalado a subredondeado, dorso moderadamente convexo y brillante, por debajo totalmente plano, de color naranja terroso, rojo claro, amarillo o rosáceo, presenta marcas típicas como: marca negra por la mitad posterior, élitros con seis manchas negras incluyendo dos líneas en zig zag y un punto negro posterior, línea sutural con una línea negra estrecha o amplia. Presentan diferentes patrones de coloración amarillentos, naranja sin manchas y total o parcialmente negros. La marca en el pronoto es siempre constante y apenas puede ser vista en individuos totalmente negros (Angulo, 2010).

El macho presenta pronoto con manchitas discales y bordes delanteros y laterales amarillo marfil. Élitro con mancha submarginal en el tercio delantero anaranjada, y dos manchitas rojas cada uno, en el disco (González, 2007). Mientras que la hembra presenta en el pronoto una mancha negra y reducida en la parte central (Angulo, 2010; González, 2016).

La larva es de tipo campodeiforme, posee cuerpo alargado, algo achatado, es decir, no llegan a ser cilíndricas, es oscura, va desde el gris pizarroso al marrón. La pupa es de tipo exarate, de color amarillo con puntos negros (Angulo, 2010).

Ciclo biológico. El ciclo biológico dura aproximadamente 20 a 30 días, pero varía mucho en función de la temperatura, la larva pasa por cuatro estadíos, el adulto con una longevidad de vida de 34 a 77 días, se alimentan de pulgones, el adulto hembra deposita 4 a 33 huevecillos por día en el extremo de las hojas de las plantas en forma perpendicular a la superficie (Tank y Korat, 2007).

Importancia. *Cheilomenes sexmaculata,* es una especie que ha sido estudiado por su potencial como agente de control de plagas en el control biológico debido a sus hábitos alimenticios, siendo un depredador natural de las especies de plagas de áfidos tales como (*Craccivora Aphis*, Kock, 1854); (*Aphis gossypii*) y (*Lipaphis erysimi*, Kaltenbach, 1843), que son problemático para una variedad de cultivos (Ramírez *et al*., 2018). Adultos y larvas son importantes depredadores, especialmente de cuerpos blando como pulgones,

mosca blancas y cochinillas, además los adultos se alimentan del polen de planta silvestres (Joshi y Sharma, 2008; Singh *et al*., 2016).

2.7 Biodiversidad.

La biodiversidad se hace referencia a variedad de especies que presenta cada forma de vida como las plantas, los animales y los microorganismos entre otras las cuales se encuentran habitando el planeta tierra, pero la biodiversidad no solo se refiere a la diversidad de especies, sino que también comprende dentro de cada especie la diversidad genética y a nivel de los ecosistemas se refiere a la variación que existe en los diferentes tipos de hábitats de especies que son los que hacen posible que cada ecosistema sea único (Dorado, 2010).

Para la estimación de biodiversidad, es más común la utilización de los siguientes índices:

2.8 Índices de riqueza especifica.

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces tenemos que recurrir a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad. A continuación, se describen el índice más común para medir la riqueza especies (Moreno, 2001).

2.8.1 Índice de Margalef (1958).

Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, esenciales para medir el número de especies en una unidad de muestra. Fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramón Margalef y tiene la siguiente expresión. Donde Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad y valores superiores a 5 son considerados como indicativos de alta biodiversidad. Este

índice transforma el número de especies por muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Orellana, 2009).

Está determinado por siguiente fórmula:

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{In\ N}$$

Donde:

S= Número de especies.

N= Número total de individuos

(Moreno, 2001).

2.9 Índice de diversidad.

Los indicadores de diversidad, más conocidos son los relativos a la diversidad de especies, son algoritmos matemáticos que habitualmente se empelan para el conjunto de todas las especies. El valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad (Neumann y Starlinger, 2001; Gavilán y Rubio, 2005).

Los índices de diversidad más utilizados son el índice de Simpson y el índice de Shannon.

2.9.2 Índice de Shannon.

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver, este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de los dos factores, el número de especies presentes y la abundancia relativa, Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Pla, 2006).

Este índice puede tener una variación de 0-5 en donde tendría unos valores normales de entre 2 y 3 y en donde se puede determinar que valores por debajo de 2 están considerados bajo y valores relativamente superiores a 3 se puede decir que es de alta diversidad y está representado por la siguiente formula:

$$H = \sum_{i=1}^{s} (P_i) (In\, p_i)$$

Donde:

S= Número de indivíduos de cada espécie.

p_i= Proporción de individuos de las especies; respecto al total de individuos (abundancia relativa al total de la especie).

N= Número de individuos totales.

(Pla, 2006).

2.9.3 Índice de Simpson.

El índice de Simpson, es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Toma un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa (Orellana, 2009).

Con este índice se puede medir el número de especies que estén presente en un determinado hábitat y así mismo medir su abundancia, el índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. En donde este índice tendría una variación entre 0 y 1 y estaría representado con la siguiente formula:

$$D = \Sigma\, (n_i\, N)^2$$

Donde:

n_i: Es igual número de individuos de cada especie.

N: Es igual a el total de organismos de todas las especies o la muestra.

(Moreno, 2001).

3. ALCANCE Y VISUALIZACIÓN DE ESTUDIO

El uso irracional de plaguicidas se ha incrementado, provocando desequilibrios biológicos y la resistencia que se crea en plagas, haciendo más difícil el control. La finalidad de este proyecto de investigación es determinar las especies de la familia Coccinellidae que predominan en cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el valle del río Portoviejo, ya que no se han realizado investigaciones previas en estos aspectos.

El uso de enemigos naturales de las plagas no solo garantiza un cultivo con variedad biológica en donde las poblaciones de organismos se controlen unas a otras, sino que también hacen que produzcan cosechas libres de insecticidas y totalmente aptos para satisfacer los más exigentes requerimientos de los consumidores (Alcívar y Zambrano, 2016).

El papel pionero en el desarrollo del control biológico de plagas le ha dado a los coccinélidos un gran interés práctico y científico (Zahoor *et al*. 2003); además son de gran importancia para la agricultura, ya que contribuyen con el control biológico de insectos plagas dañinas en los cultivos y estos a su vez ayudan a reducir los gastos excesivos a los agricultores por aplicaciones frecuentes de productos químicos.

Los coccinélidos son depredadores naturales de los áfidos (pulgones), escamas o cochinillas, ácaros, larvas de moscas y otras plagas de la agricultura. Se estima que un coccinélido adulto puede consumir más de mil de estos animales y si tenemos en cuenta que una hembra puede poner entre 30 a 50 huevos diarios, nos daremos cuenta porque son considerados como insecticidas naturales, en muchos lugares del mundo se utilizan para lo que se conoce como control biológico de las plagas; es decir, estas eliminan los animales perjudiciales para la agricultura utilizando sus enemigos naturales, en lugar de utilizar productos químicos. (Pérez, 2013)

Se quiere en un futuro realizar crianza de coccinélidos depredadores para minimizar el uso excesivo de plaguicidas.

4. ELABORACIÓN DE HIPÓTESIS Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

4.1 Hipótesis

La diversidad y abundancia es la misma en todas las localidades estudiadas.

4.1.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES.

Las variables de esta investigación fueron tomadas durante las etapas fenológicas de desarrollo y floración del cultivo del maíz.

a) Especies de coccinélidos presentes.

b) Número de individuos por especie.

5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Ubicación del ensayo.

La presente investigación se llevó a cabo durante el período septiembre 2018 - marzo 2019 “este periodo de tiempo corresponde desde que se iniciaron las colectas de los insectos has la identificación de los mismos” en la provincia de Manabí en los cantones de Santa Ana; Portoviejo y Rocafuerte. El cantón Santa Ana, está ubicado a 60 msnm a -1.2069 de latitud Sur y -80.3686488 latitud Oeste con una temperatura anual 25°C, humedad relativa 82%, precipitación anual 550 mm/año. Dentro de este cantón se recolectaron coccinélidos en la parroquia Lodana, Portoviejo, ubicado a 43msnm a -1.054723 latitud Sur y -80.4524902 longitud Oeste con temperatura de 26°C, humedad relativa 76.2% y precipitación anual 460 mm/año, las localidades de recolección fueron Colón y Estancia Vieja. En Rocafuerte ubicado a -0.9236736 latitud Sur y -80.4508492 latitud Occidental con una temperatura 25°C, humedad relativa 78% y precipitación anual de 471 mm/año se realizaron las recolecciones en las localidades de, Los Suches y Danzarín.

6 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA

6.1 Toma de muestra.

El tamaño de muestra se calculó en base al total de unidades de producción que siembra el productor en la época seca por localidad aplicando la fórmula para poblaciones finitas (Cuadro 1).

$$n = \frac{N.Za^2.p.q}{d^2\ (N-1) + N.Z\ a^2.p.q}$$

Dónde:

N = Total de la población

Zα= 1.96 al cuadrado (con seguridad del 95% = 0,95)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (5% = 0,05).

Cuadro 1. Número de productores agrícolas que cultivan por localidad por cantón.

	Cantones		
Sitios	**Santa Ana**	**Portoviejo**	**Rocafuerte**
Lodana	7		
Colón		4	
Estancia Vieja		1	
Los suches			8
Danzarin			4

7 RECOLECCIÓN DE DATOS.

7.1 Método.

Para la captura de los insectos coccinélidos se utilizó la técnica del aspirador bucal. Para esta técnica se utilizó un muestreo de zig zag, donde se ingresó por el tercer surco y la tercera fila de la planta, esto con el fin de disminuir el efecto borde, de este punto se contabilizaron 10 plantas, las cuales fueron el objeto de muestreo, posteriormente se contabilizaron 10 surcos y se contaron 10 plantas más de ese punto en la columna, hasta completar 100 plantas, este procedimiento se lo repitió hasta que se completó el número de las plantas establecidas, las evoluciones se realizaban una vez por semana en cada lote de cultivo de maíz por 5 semanas seguidas las que correspondes a todo el muestreo realizado.

7.1.2 Clasificación por género y especie de la familia Coccinellidae en el laboratorio.

Una vez capturados, los insectos fueron trasladados en envases plásticos hasta el laboratorio de Agrocalidad el cual estaba ubicado dentro de los previos de la Facultad de Ingeniería Agronómica FIAG, en el laboratorio los insectos se colocaron en alcohol al 70% para su respectivamente muerte. Después de esto se procedió a realizar el respectivo montaje y pre-identificación de los insectos recolectados, donde se tuvo la colaboración del Ing. José Velásquez Vinces responsable del laboratorio de Agrocalidad, al Ing. Leonardo Solís Bowen docente de la FIAG, quienes nos dieron una inducción de como

extraer la genitalia de cada insectos, después nosotros una vez ya aprendido de cómo se saca la genitalia realizábamos este proceso, posteriormente las muestras fueron trasladadas a Lima-Perú, donde el Blog. Diego Perla, especialista entomólogo de la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima, realizó la identificación de las muestras analizadas previamente en AGROCALIDAD. Además, en la identificación de las especies se trabajó con las claves de González año 2006 hasta el 2017, donde describe la taxonomía de especies de la familia Coccinellidae en Sudamérica.

8 ANÁLISIS DE DATOS

8.1 Análisis funcional.

A los datos se le realizó un análisis demográfico *"Demographic Analysis"* utilizando los índices de alfadiversidad los mismos que son Simpson: Shannon-Wiener y Margalef, mediante el programa estadístico (PAST) "*Paleontological STatistics"* para el análisis de fluctuación se utilizó el Excel y para Biplot el programa estadístico InfoStat (IS).

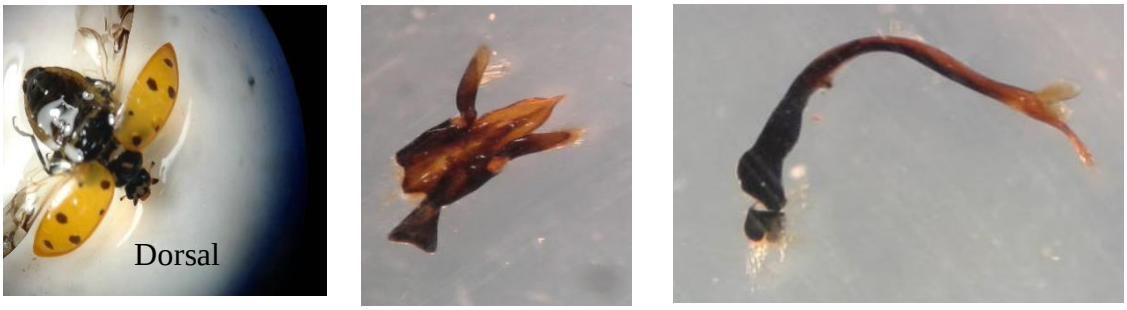
9 ELABORACIÓN Y REPORTE DE RESULTADOS

9.1 Descripción taxonómica de las 15 especies encontradas en los diferentes sitios de recolección.

***Hippodamia convergens* (Guerin, 1842).**

Descripción: forma alargada, los élitros tienen una tonalidad que varía entre rojo o anaranjado y los mismos cuentan con 6 puntos negros de cada lado, que van en posición (1;2;2;1) en la cabeza tiene una llamativa figura en blanco y negro las mismas que se denominan chinitas o rayitas de convergen (Figura 1).

Genitalia masculina



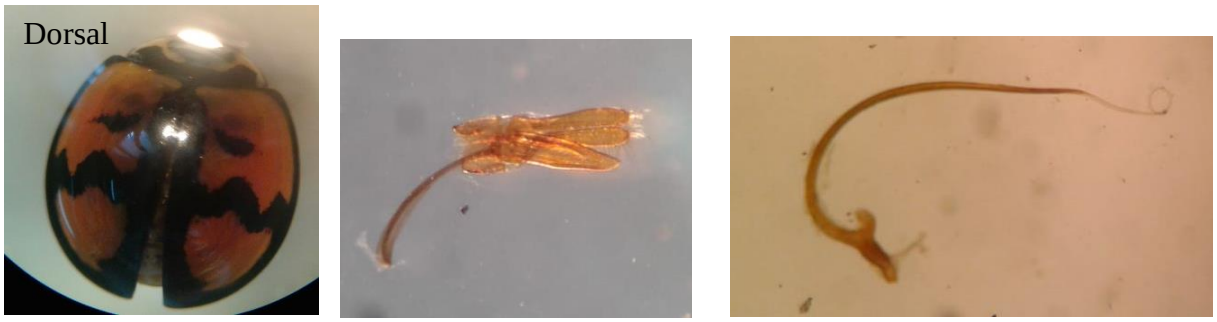
Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 1. *Hippodamia convergens.*

***Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius, 1781).**

Descripción: Cuerpo casi redondo de color principal negro con dibujos en los élitros de colores que pueden ser, amarillo, anaranjado y rojo los mismos que varían de acuerdo a su alimentación o condiciones climáticas, pronoto con manchas discales y bordes delanteros y laterales amarillo marfil (Figura 2).

Genitalia masculina



Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 2. *Cheilomenes sexmaculata.*

***Hyperaspis arida* (Gordon & Canepari, 2008).**

Descripción: Cuerpo en forma oblonga de color amarillo, pronoto con una gran mancha discal negra que ocupa 2/3 la misma que cubre desde la base esta hasta el borde anterior del nivel de los ojos, los élitros con dos manchas negras laterales que no alcanzan los bordes y con una franja sutural que en la base se une a la mancha basal, alcanza los 3/4 del largo del élitro y luego se adelgaza para expandirse en una pequeña mancha preapical. (Figura 3).

Genital masculino

Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 3. *Hyperaspis arida.*

***Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763)**

Descripción: De forma casi esférica, tiene el pronotum de color negro con dos manchas en forma de anteojos casi circulares de color blanco o crema, los élitros son de color anaranjado sin ningún tipo de manchas en los mismos lo que los hacen distinguirse e las otras especies (Figura 4).

Genitalia masculina

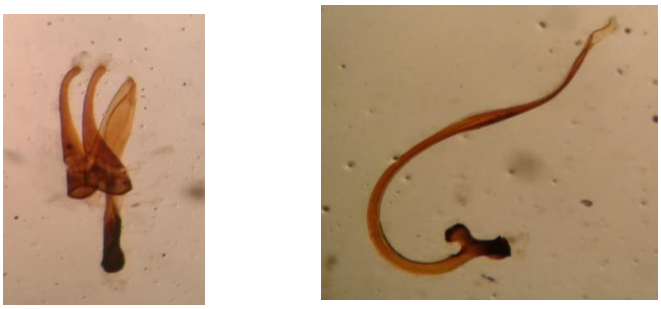
Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 4. *Cycloneda sanguinea.*

***Coleomegilla maculata limensis* (Philippi & Philippi 1854)**

Descripción: Forma oval de color rojo anaranjado con machas negras, la mancha central del pronoto divide por una línea vertical, tiene 6 manchas en cada uno de sus élitros las mismas que no son confluentes (Figura 5).

Genitalia masculina

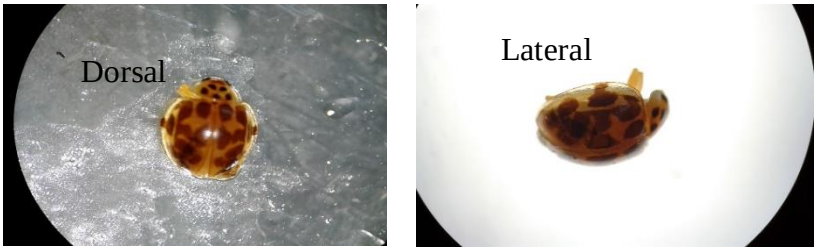


Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 5. *Coleomegilla maculata limensis.*

***Psyllobora confluens* (Fabricius, 1801).**

Descripción: Forma esférica tamaño medio, es de color amarilla opaco tanto el pronotum y élitro, en el pronotum se localiza 5 machas redondas pequeñas de color marrón, y en los élitros se localizan 10 puntos de color marrón, las mismas que se distribuyen en posición (2;3;1;3;1) (Figura 6).



Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 6. *Psyllobora confluens.*

Cyrea alma.

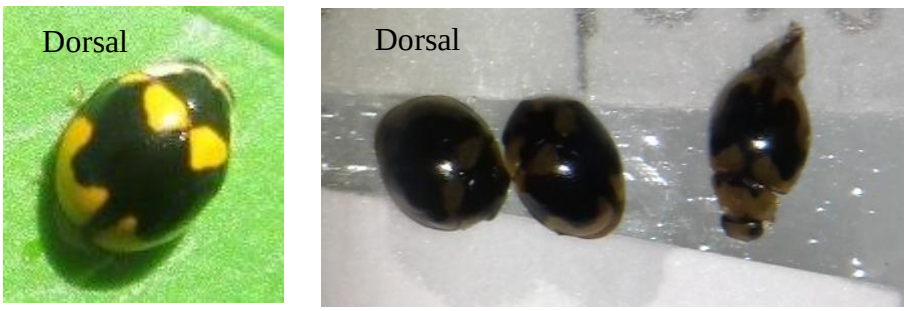
Descripción: Es de forma ovalada y alargada, el pronoto es de color amarilla cremoso con mancha de coloración marrón oscuro trapezoidal, y que cuentan con dos manchas que parecen triángulos invertidos y están ubicados en el centro del mismo, tiene otra mancha que está ubicada en la base y recorre 2/3 del ancho del pronoto, siendo ancho y curvo en dirección a la cabeza. Élitro marrón oscuro a negro cada uno cuenta con 5 manchas de color amarillo cremoso los mismos que están distribuidos en posición (2:2:1) (Figura 7).

Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 7. *Cyrea alma*

***Tenuisvalvae bromelicola* (Sicard, 1925)**.

Descripción: De forma oval alargado, cabeza amarilla, pronoto de tonalidad amarillo marfil con una gran mancha negra trapezoidal en la base la cual no alcanza el borde delantero, y está dividido por una penetración amarilla en el centro del ápice, élitro de color negro con 4 mancha amarillas dispuestas en posición (2;1;1) (Figura 8).



Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 8. *Tenuisvalvae bromelicola.*

***Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850)**.

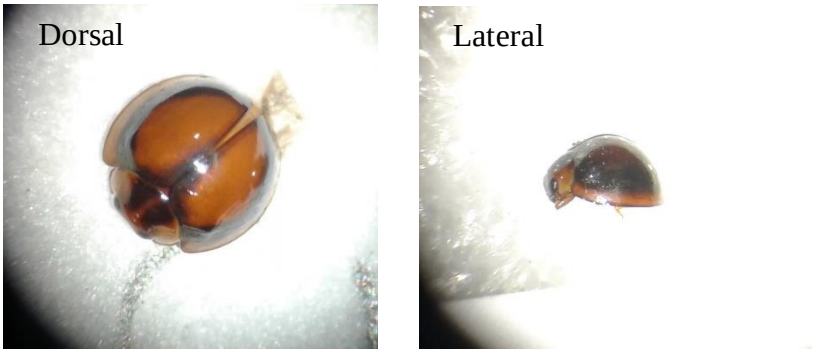
Descripción: Especie de una tonalidad ocre claro con los bordes pronotales de color crema, con un ligero borde negro que lo separa de la zona discal (Figura 9).

Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 9. *Paraneda pallidula guticollis.*

Pentilia insidiosa.

Descripción: Forma semicircular, cabeza de color marrón rojiza, pronoto amarillo con una mancha trapezoidal de gran tamaño, élitros de tonalidad negros, y en los bordes laterales amarillos, y una gran mancha discal ovalada marrón rojiza, del 3/5 de largo del élitro (Figura 10).

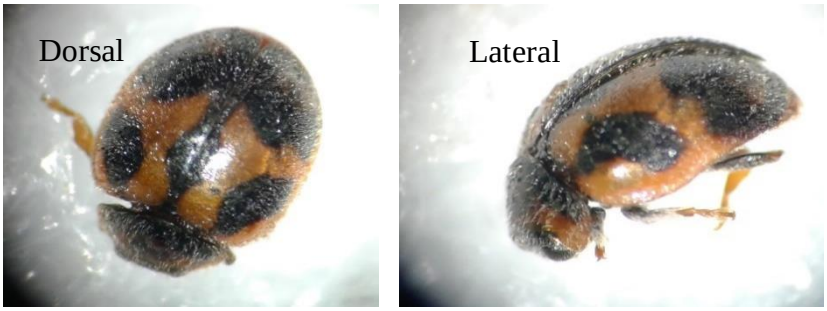


Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 10. *Pentilia insidiosa.*

***Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850).**

Descripción: Forma semicircular de color amarillo opaco, cabeza negra; pronoto con una gran mancha basal de tonalidad negra con los ángulos delanteros claros, élitros con la sutura de color negro (Figura 11).



Fuente: Bailón y Mendoza

Figura 11. *Rodolia cardinalis.*

***Diomus apollinea* (Gordon, 1999).**

Descripción: Forma oval alargada cabeza y pronoto amarillo rojizo, élitros negros con 1/5 de la parte apical de color amarillo rojizo, color que se extiende levemente adelante por la sutura (Figura 12).

Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 12. *Diomus apollinea.*

***Hyperaspis onerata* (Mulsant, 1850).**

Descripción: Cabeza amarilla marrón de forma oval, pronoto de color crema con 4 manchas unidas hacia la base de color negro en forma de abanico, élitros amarrillos con una gran mancha común sutural en el centro la misma que se extiende hacia la base por la sutura, 2 manchas laterales del mismo color (Figura 13).

Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 13. *Hyperaspis onerata.*

***Diomus* sp.**

Descripción: Cabeza y pronoto de color marrón rojizo, de pequeño tamaño de forma ovalada, élitros negros lado inferior marrón rojizo, meso y meta tarso oscuros lados abdominales claros, patas, antenas, y las piezas bucales marrón rojizo (Figura 14).

Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 14. *Diomus sp.*

***Azya* sp.**

Descripción: Forma oval semicircular, de color negro con reflejos azueles en el pronoto y élitros, con abundante pilosidad banco ceniza corto (Figura 15).

Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Figura 15. *Azya* sp.

9.2 Especies de la familia Coccinellidae encontrada en la localidad de Rocafuerte.

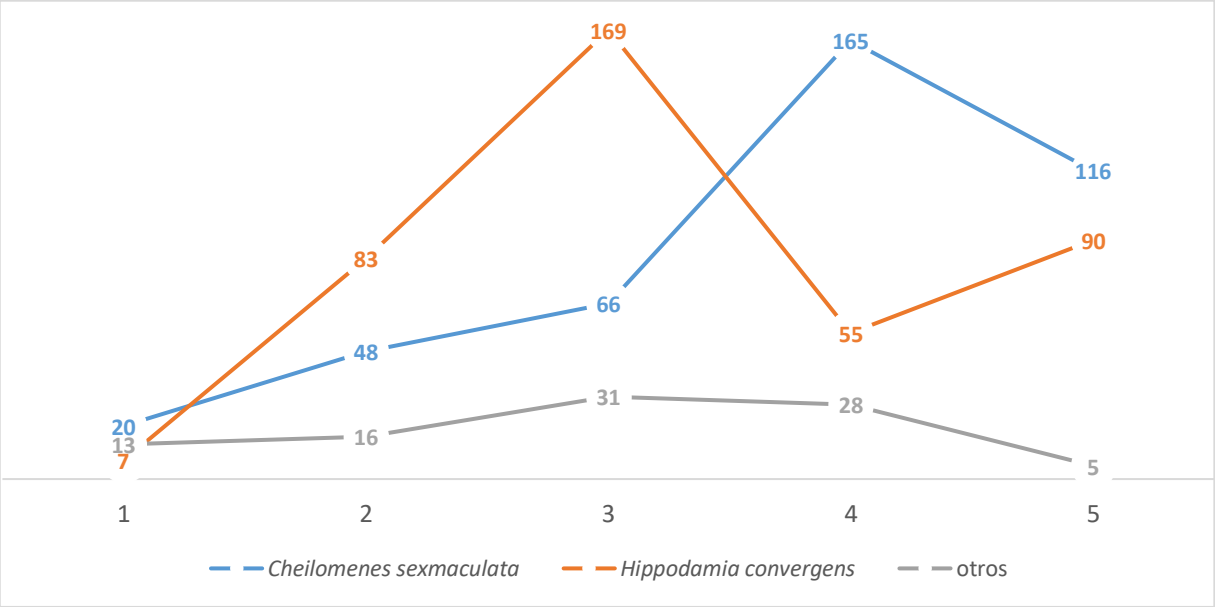
En Rocafuerte se colecto un total de 1,041 Coccinélidos, agrupados en tres subfamilias (Coccinellinae, Scymninae y Ortaliinae) y en 12 especies, donde predominaron dos especies que fueron *Hippodamia convergens* y *Cheilomenes sexmaculata*, ambas con el 45% de abundancia. La especie de *Cycloneda sanguinea* registró 5% de abundancia y el 3 % el resto de las especies (Cuadro 2).

Cuadro 2. Abundancia relativa en porcentaje de las especies encontradas en el cultivo del maíz en la localidad de Rocafuerte del año 2019. N=1,041

Subfamilia	**Tribu**	**Genero/especie**	**Abundancia relativa (%)**
Coccinellinae	Coccinellini	*Hippodamia convergens* (Guérin,1842)	45
Coccinellinae	Coccinellini	*Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius,1781)	45
Coccinellinae	Coccinellini	*Cycloneda sanguínea* (Linneo, 1763)	5
Scymninae	Brachiacanthini	*Cyrea alma* (Mulsant, 1850)	2.11
Scymninae	Hyperaspidini	*Hyperaspis arida* (Gordon & Canepari, 2008)	0.89
Scymninae	Hyperaspidini	*Tenuisvalvae bromelicola* (Sicard, 1925)	0.55
Coccinellinae	Coccinellini	*Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850)	0.44
Scymninae	Cryptognathini	*Pentilia insidiosa* (Mulsant, 1850)	0.33
Ortaliinae	Noviini	*Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850)	0.23
Coccinellinae	Halyziini	*Psyllobora confluens* (Fabricius, 1801)	0.23
Scymninae	Diomini	*Diomus apollinea* (Gonzales)	0.11
Scymninae	Hyperaspidini	*Hyperaspis onerata* (Gordon & Canepari, 2008)	0.11
Total			100 %

Se encontró que solo dos especies de coccinélidos *H. convergens y C. sexmaculata* aumentaron de manera significativa, la primera especie, se ve un aumento de individuos desde la primera semana hasta la tercera, teniendo en esta un descenso fuerte de la población, en la quinta semana existe un crecimiento leve de insectos de esta especie. Para la segunda especie se observa, que en los cuatros primeras semanas hubo un aumento secuencial, sin embargo, en la última semana bajo la población, representando así las especies más relevantes de esta localidad al momento de realizar la fluctuación, las especies restantes tienen un porcentaje de fluctuación baja y no tienen una tendencia significativa (Gráfica 1).

Gráfica 1. Fluctuación de especies de la familia Coccinellidae en la localidad de Rocafuerte periodo septiembre – octubre 2018.



Fecha de muestreo (1) 12/09/2018 (2) 18/09/2018 (3) 25/09/18 (4) 02/10/2018 (5) 10/10/2018.

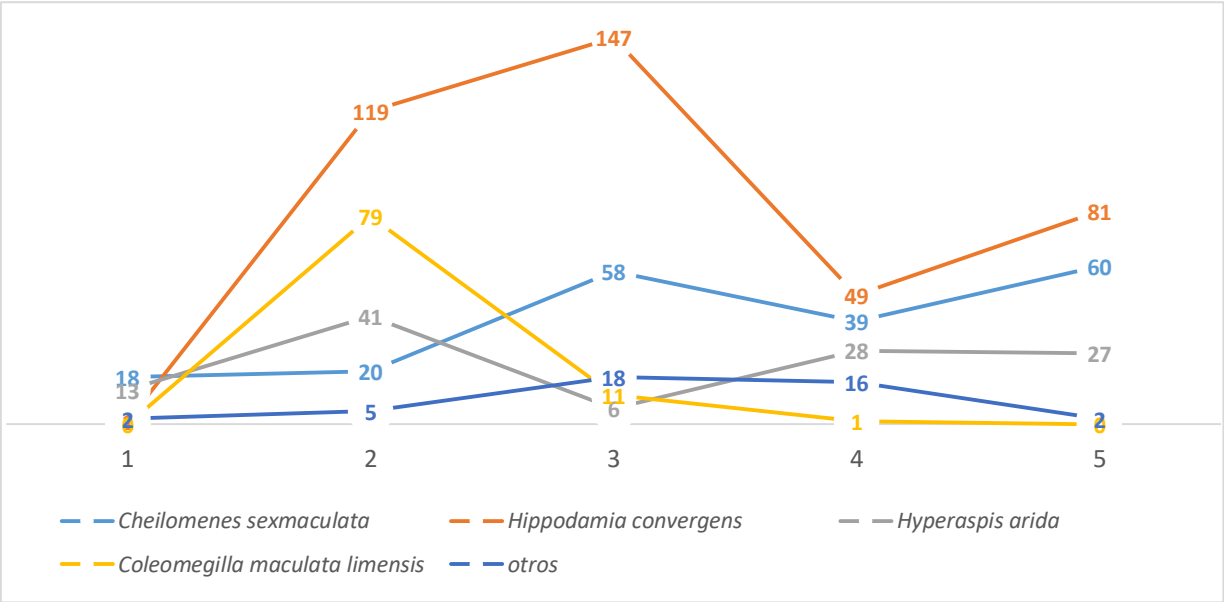
En Portoviejo, en las localidades de Colón y Estancia Vieja colectaron un total de 895 individuos, agrupados en tres subfamilias (Coccinellinae, Scymninae y Azyinae), 11 géneros y 9 especies, de las cuales el 44% corresponde a *Hippodamia convergens*, siendo esta la más predominante en las localidades ya mencionadas; seguido de *Cheilomenes sexmaculata* con un 22% e *Hyperaspis arida* con el 12%, el 22% corresponde a otras especies que se encontraron en menor cantidad (Cuadro 3).

Cuadro 3. Abundancia relativa en porcentaje de las especies encontradas en el cultivo del maíz en la localidad de Portoviejo N=895.

Subfamilia	**Tribu**	**Genero/especie**	**Abundancia relativa (%)**
Coccinellinae	Coccinellini	*Hippodamia convergens* (Guérin,1842)	44.35
Coccinellinae	Coccinellini	*Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius,1781)	21.79
Scymninae	Hyperaspidini	*Hyperaspis arida* (Gordon & Canepari, 2008)	12.07
Coccinellinae	Coccinellini	*Coleomegilla maculata limensis* (Philippi, 1985)	10.17
Coccinellinae	Coccinellini	*Cycloneda sanguínea* (Linneo, 1763)	6.82
Coccinellinae	Halyziini	*Psyllobora confluens* (Fabricius, 1801)	3.02
Scymninae	Brachiacanthini	*Cyrea* alma (Mulsant, 1850)	0.89
Scymninae	Hyperaspidini	*Tenuisvalvae bromelicola* (Sicard, 1925)	0.45
Coccinellinae	Coccinellini	*Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850)	0.22
Scymninae	Diomini	*Diomus* sp (Gonzales)	0.11
Azyinae	Azyini	*Azya* sp (Gordon)	0.11
Total			100 %

En cuanto a la fluctuación de esta localidad (Gráfica 2), *H. convergens,* fue la especie más abundante, se observa una curva ascendente hasta la tercera semana donde tuvo su pico más alto, con un total de 147 individuos, ya en la cuarta semana existe una reducción notable de individuos, llegando su número a 49, estas intermitencias en la fluctuación se atribuyen a la aplicación de insecticidas por parte de los agricultores, y en la quinta semana sube un poco el número individuos a 81. La especie *C. sexmaculata*, las dos primeras semanas obtuvieron valores bajos, pero de la tercera semana en adelante mantuvo una población que llamaremos media debido a los picos más altos, que se obtuvieron en *H. convergens,* obteniendo un número de individuos que fluctúan entre 39 a 60 en las semanas subsiguientes. Vale recalcar que la especie *C. sanguinea* hasta la segunda semana tuvo un valor considerable de 79 individuos, pero en las semanas siguientes bajo, y el resto de las especies se mantuvieron con valores bajo e iguales.

Gráfica 2. Fluctuación de especies de la familia Coccinellidae durante las cinco semanas de muestreo en la localidad de Portoviejo.



Fecha de muestreo (1) 12/09/2018 (2) 18/09/2018 (3) 25/09/18 (4) 02/10/2018 (5) 10/10/2018.

9.4 Especies de la familia Coccinellidae encontradas en el cantón de Santa Ana.

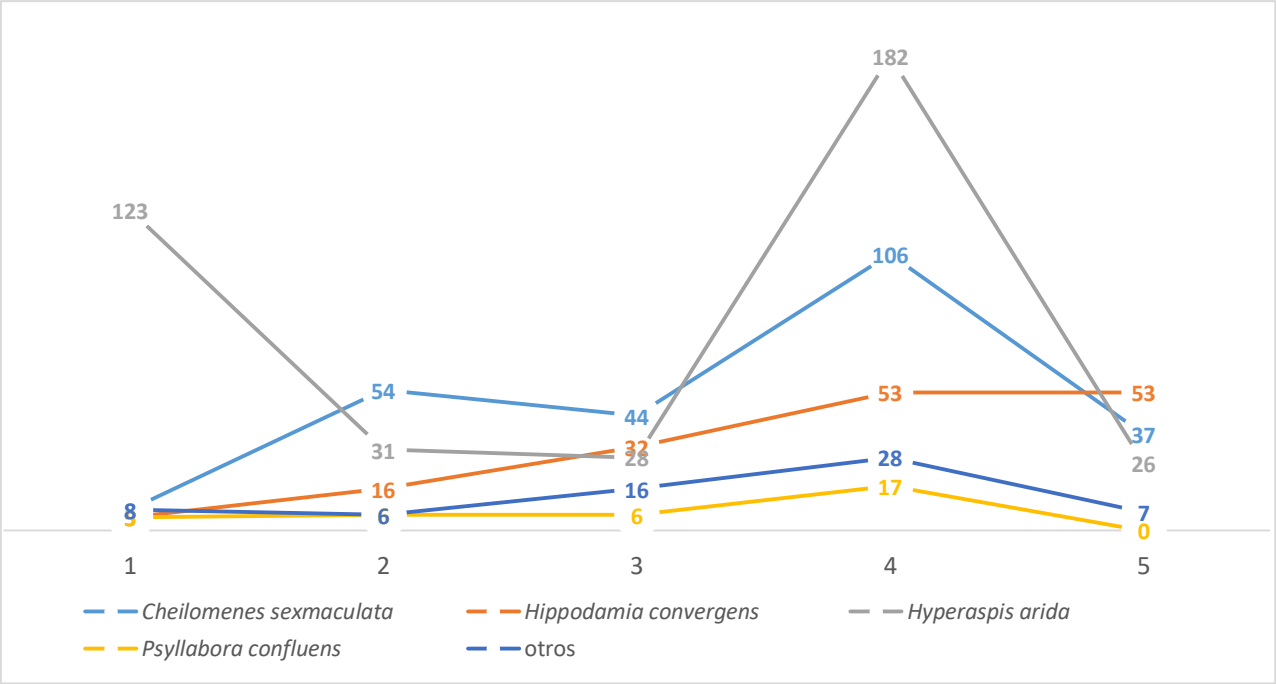
En la localidad de Santa Ana, se recolectó un total de 720 coccinélidos, *Hyperaspis arida* con 38%, seguido *Cheilomenes sexmaculata* con 29% e *Hippodamia convergens* con un 22%. Para esta localidad solo se encontraron 7 especies, de la cuales seis de estas pertenecen a la subfamilia Coccinellinae (Cuadro 4). Cabe recalcar que este resultado resulta relevante al ser la única localidad en donde la especie de mayor relevancia es *Hyperaspis arida*, a diferencia de las otras localidades donde los valores resaltantes no corresponden a esta especie, debido a que *Hippodamia convergens* es la especie predominante tanto para Portoviejo y para Rocafuerte.

Cuadro 4. Abundancia relativa en porcentaje de las especies encontradas en el cultivo del maíz en la localidad de Santa Ana.

Subfamilia	**Tribu**	**Genero/especie**	**Abundancia relativa (%)**
Scymninae	Hyperaspidini	*Hyperaspis arida* (Gordon & Canepari, 2008)	37.76
Coccinellinae	Coccinellini	*Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius,1781)	29.10
Coccinellinae	Coccinellini	*Hippodamia convergens* (Guérin,1842)	22.24
Coccinellinae	Coccinellini	*Coleomegilla maculata limensis* (Philippi, 1985)	4.04
Coccinellinae	Coccinellini	*Cycloneda sanguínea* (Linneo, 1763)	3.43
Cocc inellinae	Halyziini	*Psyllobora confluens* (Fabricius, 1801)	3.13
Coccinellinae	Coccinellini	*Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850)	0.30
Total			100 %

En la fluctuación poblacional de Coccinellidos para el cantón Santa Ana, se pudo observar, que la especie más importante es *Hyperaspis arida*, tuvo sus picos altos en la primera y la cuarta semana, con valores de 123 y 182 individuos respectivamente, y manteniendo una población relativamente baja con valores que oscilan entre los 26 a 31 individuos en las semanas restantes. *Cheilomenes sexmaculata* siendo la segunda especie en relevancia para esta localidad, tuvo un número de 106 individuos en la cuarta semana, luego se mantiene con valores medios que oscilan entre los 44 a 54 individuos entre la segunda, tercera y quinta semana, a diferencia de la primera semana donde solo 2 individuos fueron encontrados. Otra especie de importancia, y donde se observa una curva ascendente es *Hippodamia convergens*, si bien no tuvo picos comparados a los de las otras especies en mención, mantuvo un incremento y conservó sus poblaciones en las 2 últimas semanas de muestreo con 53 individuos por evaluación, dato importante debido a que es la especie que más se encuentra presente en las 3 localidades evaluadas, las otras especies encontradas tuvieron valores bajos y similares (Gráfica 3).

Gráfica 3. Fluctuación de especies de la familia Coccinellidae durante las cinco semanas de muestreo en la localidad de Santa Ana.



Fecha de muestreo (1) 13/09/2018 (2) 19/09/2018 (3) 26/09/18 (4) 03/10/2018 (5) 11/10/2018.

9.5 Estimación de los índices de mega alfa diversidad (Simpson; Shannon y Margalef) para la familia Coccinellidae en el cultivo de maíz en tres localidades de la provincia de Manabí.

La diversidad de coccinélidos mediante el índice de Simpson en cada una de las localidades se obtuvo como resultado una diversidad alta y una dominancia baja, para las 3 localidades, siendo en Portoviejo 0,7252 y 0,2748; para Rocafuerte fue de 0,5947 y 0,4053; y para la localidad de Santa Ana 0,7186 y 0,2814 de diversidad y dominancia respectivamente. En este índice el valor de escala es de 0 y 1, lo que se refiere a que si la diversidad es alta la dominancia es baja y así viceversa. No obstante, en el índice de riqueza Shannon y de diversidad Margalef, los valores obtenidos para las localidades ya mencionadas fueron relativamente bajos (Cuadro 5).

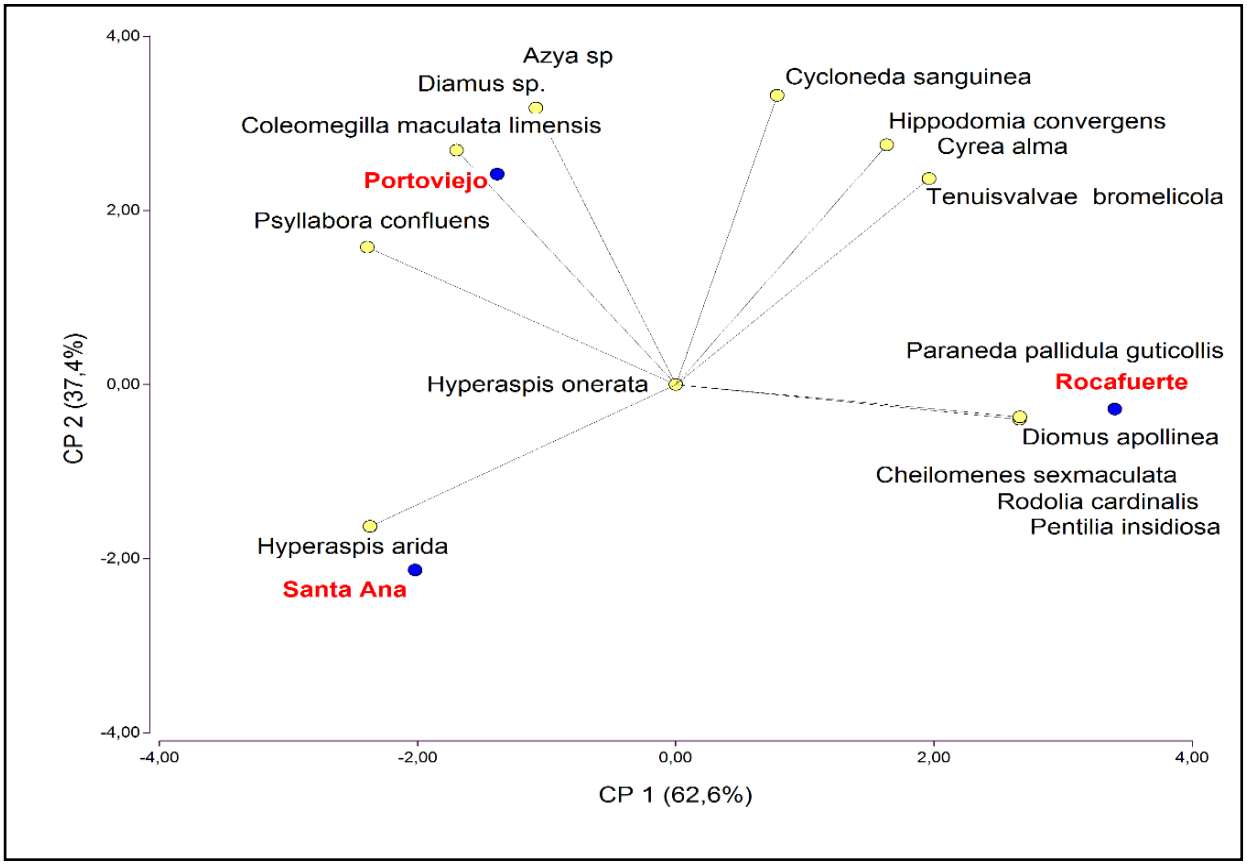
Cuadro 5. Estimación de los índices de alfa-diversidad de acuerdo a la cantidad de muestra recolectada para cada localidad.

Escala	Índices	Rocafuerte	Portoviejo	Santa Ana
	N° de individuos	1,041	895	720
	N° de especies	12	11	7
	Dominancia	0,4053	0,2748	0,2814
0-1	Simpson	0,5947	0,7252	0,7186
< 2 Baja	Shannon	1,1	1,564	1,413
> 5 Alto	Margalef	1,583	1,471	0,76

9.6 Biplot para componentes principales del análisis de las especies de coccinélidos capturados durante las cinco semanas de muestreo en las tres localidades.

Como puede verse la primera componente (CP1) separa a Santa Ana, Portoviejo y Rocafuerte, por tanto, la mayor variabilidad entre las especies de insectos de las distintas localidades se explica con estas variables. Santa Ana se encuentra más asociada con la especie *Hyperaspis arida* ya que se encontró mayor cantidad de este individuo; Portoviejo encontró mayor cantidad de insectos en las especies, *Azya* sp, *Diomus* sp. *Coleomegilla maculata limensis*, *Psyllobora confluens*, teniendo mayor relación con estas; Rocafuerte se encuentra mayormente relacionado con las especies *Paraneda pallidula guticollis*, *Diomus apollinea*, *Hyperaspis onerata*, *Pentilia insidiosa*, *Cheilomenes sexmaculata*, *Rodolia cardinalis;* las especies, *Cycloneda sanguínea*, *Hippodamia convergens*, *Cyrea alma*, *Tenuisvalvae bromelicola*, tiene una relación compartida con las localidades de Portoviejo y Rocafuerte ya que tienen una abundancia de individuos similares; Cabe resaltar que con estos dos ejes se explicó el 100% de la variabilidad total en las observaciones (Gráfica 4).

Gráfica 4. Biplot para identificar las especies de insectos que mejor se relacionan a las localidades Santana, Rocafuerte y Portoviejo.



10 DISCUSIÓN

Se colectaron un total de 2,656 coccinélidos, 13 géneros, 15 especies. La subfamilia Coccinellinae y Scymninae fueron la más representativa, ambas con seis especies cada una. Barriga y González (2014), señalan que en el Ecuador la subfamilia Coccinellinae es la más representativa y comprenden un total de 10 tribus; 24 géneros y 52 especies, donde la tribu más predominante es Coccinellini. En el Ecuador, se registran un total de 9 géneros y 13 especies pertenecientes a esta tribu, donde se mencionan géneros como *Cycloneda; Coleomegilla; Cheilomenes; Eriopis; Hippodamia; Harmonia; Paraneda; Psyllobora, Neda*.

La subfamilia Scymninae en el Ecuador, comprende 8 tribus; 13 géneros y 50 especies. La tribu más representativa es Brachiacanthini con 4 géneros y 19 especies, seguido de Hyperaspidini con 4 géneros y 10 especies. Dentro de la tribu Brachiacanthini se mencionan los géneros Brachiacantha; *Cyrea*; *Dilatitibialis* y *Serratitibia*. Para la tribu Hyperaspidini se mencionan los géneros *Hyperaspis*; *Tenuisvalvae*; *Prognataspis* y *Diazonema* González (2015).

La especie predominante fue *Hippodamia convergens*, donde se obtuvo un buen porcentaje de abundancia relativa, tanto en la localidad de Portoviejo como en Rocafuerte, lo que coincide con el trabajo realizada por Carvajal (2014), donde menciona que esta especie presenta una amplia distribución por todo el Ecuador, son frecuentes en malezas, arbustos, cultivos y frutales, especie muy activa sobre todo en vegetación; es un importante enemigo natural de áfidos, escamas, trips y otros insectos de cuerpo blando, también se alimenta de polen y néctar de flores cuando la presa es escasa. Esta especie es uno de los pocos enemigos naturales que actualmente se recolectan en forma silvestre de agregaciones en masas (Aristizábal y Arthurs, 2014).

Chura y Bedregal (2018), estudiaron la identificación de especies de la subfamilia Coccinellinae en el distrito de Characato-Perú, en un cultivar de alfalfa, encontraron un total de 6 especies de esta subfamilia, las cuales fueron *Hippodamia convergens*; *H. variegata*; *Eriopis churai*; *Cycloneda arcula*; *C. sanguinea*; *Adalia bipunctata*, de todas las especies mencionadas *H. convergens* registró el mayor porcentaje de abundancia relativa con el 74%, Lo que se asemeja a los resultados de la presente investigación, donde encontramos dos especies de los que se reportan en el trabajo en mención, como son *Hippodamia convergens* y *Cycloneda sanguinea*.

Pérez et al. (2009), estudiaron la entomofauna asociada a la rosa de Jamaica, *Hibiscus sabdariffa,* Linneo, 1753, en el sitio Chiautla de Tapia estado de Puebla-México, y encontraron la presencia de larvas y adultos de *Hippodamia convergens,* alimentándose de *Aphis gossypii* y *Macrosiphum* sp, por lo que la consideraron un depredador importante en la regulación natural de áfidos y otras especies de insectos fitófagos para el estado de Chiautla de Tapia. Así mismo Barrios et al. (2004), encontraron abundantemente *Hippodamia convergens* alimentándose de *Brevicoryne brassicae,* Linneo, 1758 pulgón del cultivo de col *Brassica oleácea,* Linneo, 1753; ambos trabajos coinciden con la presente investigación, teniendo como una de las especie más en las tres zonas del valle del río Portoviejo a *Hippodamia convergens.*

Villegas et al. (2013), encontraron 1,061 individuos de coccinélidos, colectadas en una arvense "cardo mariano" *Silybum marianum,* Gaertn, 1791, donde registraron 13 especie, las cuales fueron *Rhizobius lophantae; Cryptoalemus montrouzieri; Scymnus bicolor; S. loewii; Hyperaspis sphaeridioides; Adalia angulifera; A. bipunctata; Cycloneda fulvipennis; Eriopis andina; E. connexa; Hippodamia convergens; H. variegata* y *Psyllobora picta.* Dentro de todas estas especies mencionadas *Hippodamia convergens,* fue la más representativa, la cual representó el 62% de abundancia.

Cheilomenes sexmaculata, en el preste trabajo se reporta como la segunda especie de mayor abundancia en las tres localidades estudiadas; en el Ecuador, esta especie se reportado tanto en la sierra como en la costa. Carvajal (2014), reporto la presencia de *Cheilomenes sexmaculata* en la ciudad de Quito, frecuentemente en especies de pumamaqui *Oreopanax ecuadorensi,* Seem, 1965 y Yalomán *Delostoma integrifolium,* Don. Así mismo Cornejo y González (2015), reportaron esta especie en la provincia del Guayas, en la Isla Santay (Duran), encontrada sobre el envés de las hojas tiernas de *Talipariti tiliaceum,* Linneo*;* donde se alimentaban de secreciones lineales, sin embargo los niveles de abundancia de *Cheilomenes sexmaculata* en ningunos de los trabajos reflejan poblaciones elevadas como en el presente trabajo.

En la parroquia Lodana del cantón Santa Ana de la provincia de Manabí, estudios realizados por Vega y Zambrano (2016), sobre la entomofauna benéfica en el cultivo del maíz, *Zea Mays,* Linneo, 1753 y García y Zambrano (2016), sobre la biodiversidad de la entomofauna en el cultivo del pimiento, *Capsicum annuum,* Linneo, 1753; llegaron a reportar la presencia de *C. sexmaculata* frecuentemente en los cultivos ya mencionados. En estos estudios se resalta la importancia de la familia Coccinellidae dentro del control biológico. Vega y Zambrano (2016), determinaron que la mayor abundancia y diversidad

de depredadores, la obtuvieron en la familia Coccinellidae, registrando un total de 13 géneros y 10 especies. Así mismo García y Zambrano (2016), tuvieron como resultados que entre los controladores con mayor abundancia y número se lo encontró en la familia Coccinellidae con 8 géneros y 6 especies respectivamente.

En la mayoría de las especies como *Psyllobora confluens; Tenuisvalvae bromelicola; Paraneda pallidula guticollis; Pentilia insidiosa; Rodolia cardinalis; Cyrea alma; Hyperaspis onerata* y *Diomus sp,* se encontraron un bajo número de individuos, y por ende una abundancia relativa muy baja. Probablemente esto se haya debido a que estas especies no son frecuentemente de alimentarse de pulgones, por lo general su alimento de preferencia son los insectos de escamas y las cochinillas. Algunos autores hacen referencia a que estos coccinélidos son depredadores de este este tipo de especie, como Llorens (2000), que indica que *Rodolia cardinalis,* se alimenta de *Icerya purchasi,* Maskell, 1878. Salcedo (2014), menciona que *Hyperaspis onerata,* es una especie depredadora de *Planococcus citri,* Risso, 1813 y *Paracoccus marginatus,* Willink, 1992. Freitas (2019), indica que el alimento de preferencia de *Tenuisvalvae bromelicola* son las cochinillas de la familia Pseudococcidae. Trejo y Arriola (2012), menciona la especie de *Rodolia cardinalis* como depredadora de *Ceroplastes floridensis,* Comstock, 1881; *Aspidiotus destructor,* Signoret, 1869. Castillo y Miró (2013), mencionan que *Psyllobora confluens,* se alimenta de hongos, además son depredadora de cochinillas harinosa de la familia Pseudococcidae.

Otro de los factores que también hayan incidido en un bajo número de individuos de estas especies, fue la aplicación de insecticidas químicos en los diferentes cultivares donde se realizaron las colecta de los coccinélidos, donde se presume que presentaron susceptibilidad a los productos que aplicaban los productores como Bifentrina; Novaluron; Chlorpyrifos; Lambda- Cyhalothrin; Cipermetrina, Acetamiprid; Methomyl.

La fluctuación poblacional de *Hippodamia convergens* y *Cheilomenes sexmaculata* fue variable, debido a su gran abundancia durante las diferentes semanas de recolecta, pero estas dos especies en una que otras semanas presentaron una reducción en el número de individuos, esto posiblemente también se haya debido a las aplicaciones de insecticidas químicos, que afectaron considerablemente las poblaciones de coccinélidos.

Mizell y Schiffhauer (1990), evaluaron el efecto de diferentes insecticidas químicos, en tres especies de coccinélidos, depredadores de áfidos de pacanas (*Hippodamia convergens; Olla nigrum* y *Cycloneda sanguinea*). Teniendo como resultado una alta toxicidad de

Diazinon; Chlorpyrifos; Malathion; Fenvalerate; Methomyl; Dimetoato; Cipermetrina, sobre las tres especies de coccinélidos, llegando a reportar una mortalidad de más de 80% de estas especies sobre a insecticidas ya mencionados. Así mismo Kaakeh et al. (1996), reportaron una alta toxicidad de Carbaryl; Chlorpyrifos; Bendiocarb; Diazinon; Fenvalerate; Imidacloprid sobre adultos de *Hippodamia convergens,* mientras que Hamilton et al. (1997), encontraron alta mortalidad de adultos de *Coleomegilla maculata limensis* luego de 48 h de exposición tópica a Esfenvalerato.

11 CONCLUSIONES

Se recolectó un total de 2,656 coccinélidos, donde se identificaron 13 géneros y 15 especies. La subfamilia Coccinellinae y Scymninae fueron las representativas, las especies identificadas fueron: *Hippodamia convergens* (Guerin, 1842), *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius, 1781), *Hyperaspis arida* (Gordon & Canepari, 2008), *Cycloneda sanguínea* (Linnaeus, 1763), *Coleomegilla maculata limensis* (Philippi & Philippi 1854), *Psyllobora confluens* (Fabricius, 1801), *Cyrea alma, Tenuisvalvae bromelicola* (Sicard, 1925), *Paraneda pallidula guticollis* (Mulsant, 1850), *Pentilia insidiosa, Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850), *Diomus apollinea* (Gordon, 1999), *Hyperaspis onerata* (Mulsant, 1850), *Diomus* sp., *Azya* sp.

Se determinó que especie de *Hippodamia convergens,* fue la especie que más predominante con 1,029 en el presente estudio, seguido por *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius, 1781) con *876, Hyperaspis arida* (Gordon & Canepari, 2008) 383, *Cycloneda sanguínea* (Linnaeus, 1763) 155 respectivamente, la mayor diversidad se obtuvo en la localidad de Rocafuerte, donde se obtuvieron 12 especies y seguida de Portoviejo con 11 especies y por ultimo Santa Ana con 7 especies de las 15 encontradas en el estudio donde se la encontraron con gran frecuencia y abundancias en los diferentes cultivares de maíz, presentando una fluctuación poblacional considerable en las diferentes semanas de recolección. Cabe destacar que a nivel del área de estudio el índice de Simpson, Shannon-Wiener y Margalef denotaron una baja biodiversidad.

La fluctuación poblacional de algunas especies se vio afectada por las aplicaciones de productos químicos, donde se reflejó una abundancia muy baja en casi todas las especies encontradas.

12 RECOMENDACIONES

Hacer este tipo de trabajo en la época de verano e invierno para determinar la diferencia de fluctuación poblacional durante las dos épocas.

Hacer comparaciones con cultivares sin aplicación y con aplicación para determinar su abundancia y la diversidad de especies que se pueden encontrar.

Realizar crianza, ya sea natural o artificial de las especies que más predominaron en este estudio para fomentar el control biológico en la provincia de Manabí.

13 BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R. 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. Maíz en Cuba. *Cultivos tropicales.* Vol. 30. N°2. Pág. 113-120. URL: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000200016

Alcívar, J; Zambrano, P. 2016. Estudio de la biodiversidad de la entomofauna del agroecosistema pimiento (*Capsicum annuum* l.) en la parroquia Lodana, Santa Ana-Manabí. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

Angulo, J. 2010. Aspectos biológicos de Cheilomenes *sexmaculata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentado con *Aphis craccivora* (Koch) (Hemiptera: Aphididae). Tesis de pregrado. Universidad centroccidental Lisandro Alvarado. Venezuela.

Aristizábal, L; Arthurs, S. 2018. *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville (Insecta: Coleoptera: Coccinellidae). Entomology and Nematology Department, University of Florida. Consultado el 17 de Marzo del 2019. URL: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/BENEFICIAL/convergent_lady_beetle.html

Barriga, J; Gonzáles, G. 2014. Especies presentes en Ecuador de la familia Coccinellidae, subfamilia Coccinellinae. Consultado el 17 de Junio del 2019. URL http://coleoptera-neotropical.org/paginas/2_PAISES/Ecuador/CUCUJOIDEA/coccinellidae-ecuhtml

Barrios, B; Alatorre, R; Calyecac, H; Bautista, N. 2004. Identificación y fluctuación poblacional de plagas de col (*Brassica oleracea*) y sus enemigos naturales en acatzingo, puebla. *AGROCIENCIA.* Vol. 38: N°2. Pág. 239-248. URL: http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2004/mar-abr/art-11.pdf

Calle, G. 2013. Prospección de insectos plaga y sus controladores biológicos en el cultivo de caña panelera (*Saccharum officinarum*). Pacto, Pichincha. Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador.

Cañedo, V; Alfaro, A; Kroschel, J. 2014. Manejo Integrado de plagas de insectos en hortalizas Principios y referencias técnicas para la Sierra Central de Perú. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú. ISBN 978-92-9060-407-5. Pp. 48. Consultado el 14 de Enero del 2019. URL:

https://www.researchgate.net/publication/262262604

Carvajal, V. 2014. Algunos registros de Coccinellidae en la ciudad de Quito y lista anotada de especies para Ecuador. Consultado el 17 de Junio del 2019. URL: https://biologia.epn.edu.ec/index.php/coccinellidae-quito

Castillo, P; Miró, J. 2013. Proporciona información de los principales coccinélidos que se presentan en cultivos de frutales de la región Tumbes-Perú. Edición. Universidad Nacional de Tumbes-Perú. Consultado el 29 de Junio del 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/280572023

Chura, A; Bedregal, R. 2018. Identificación y fluctuación poblacional de especies de la subfamilia Coccinellinae (Coleoptera: Coccinellidae) en campos de alfalfa en Characato, Arequipa, Perú. *Revista Chilena de Entomología.* Vol. 44: N°4. Pág. 397-406. URL: https://biotaxa.org/rce/article/view/41801

Cornejo, X; Gonzales, G. 2015. Contribución al conocimiento de la fauna entomológica de los manglares: *Olla roatanensis* Vandenberg y *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius, dos nuevos registros de Coleoptera: Coccinellidae para Ecuador y Perú. Rev. *Rev.Cient. Cien. Nat. Ambien.* Vol. 8: N°2. Pág. 76-80. URL: http://www.coccinellidae.cl/paginasWebChile/PDFs/Cornejo_Gonzalez_2015_Coccinellifae_Mangle_Ecuador.pdf

Dorado, A. 2010. Que es la biodiversidad. Fundación Biodiversidad. España-Madrid. Consultado el 17 de Marzo del 2019. URL: http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2010/10/que-es-la-biodiversidad-web.pdf

Duarte, W; Zenner, I. 2009. Tabla de vida del cucarrón depredador *Eriopis connexa* (germar) (Coleoptera: Coccinellidae). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica.* Vol. 12: N°2. Pág. 147-155. URL: http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v12n2/v12n2a15.pdf

Escalona, H; Zwick, A; Li, H; Li, J; Wang, X; Pang, H; Hartley, H, Lars S; Niehuis, O. et al. 2017. Molecular phylogeny reveals food plasticity in the evolution of true ladybird beetles (Coleoptera: Coccinellidae: Coccinellini). *BMC Evolutionary Biology.* Vol. 17. Pág. 1-11. URL:

https://bmcevolbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12862-017-1002-3

Flores, F; Salas, M. 2004. Coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) del Estado de Guanajuato en la colección Leopoldo Tinoco Corona de la Universidad de Guanajuato. *Acta Universitaria.* Vol. 14: N°2. Pág. 8-16. URL:

https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41614202

Funichello, M; Costa, L; Aguirre, O; Busoli, A. 2012. Aspectos biológicos de Cycloneda sanguinea (Coleoptera: Coccinellidae) alimentadas con pulgones criados en algodón transgénico Bollgard I. *Revista Colombiana de Entomología.* Vol. 38: N°1. Pág. 156-161. URL: http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v38n1/v38n1a27.pdf

Freitas, L. 2019. Resposta biológica e de predação de *Tenuisvalvae notata* (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae) sob diferentes temperaturas e presas e uso do climex para prever sua distribuição geográfica. Teses do Pós-Graduação. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Gaona, G; Ruiz, E; Peña, R. 2000. Los pulgones (Homóptera: Aphididae) y sus enemigos naturales en la naranja, *citrus sinensis*, en la zona centro de Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana.* N° 81. ISSN: 0065-1737. Pág. 1-12. URL: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57508101

Gavilán, R; Rubio, A. 2005. Pueden los índices de diversidad biológica se aplicado como parámetros técnicos de la gestión forestal. *Cuad.*Soc.Esp. Vol. 20.Pág. 93-98. URL: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2982704.pdf

Gómez, J; Guevara, E; Barrera, G; Cortes, A; Villamizar, L. 2010. Aislamiento, identificación y caracterización de Nucleopoliedrovirus nativos de *Spodoptera frugiperda* en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín.* Vol. 63: N°2. Pág.5512 -5520. URL: http://www.bdigital.unal.edu.co/27271/1/25041-88025-1-PB.pdf

González, G. 2008. Lista y distribución geográfica de especies de Coccinellidae (Insecta: coleoptera) presentes en Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile.* N° 57. Pág. 77-107. URL: http://publicaciones.mnhn.cl/668/articles-64553_archivo_01.pdf

Gonzáles, G. 2015. Coccinellidae en Ecuador, subfamilia Scymninae (1-2-3-4-5). Consultado el 17 de Junio del 2019. URL: https://www.coccinellidae.cl/paginasWebEcu/Paginas/Scymninae_Ecu_01.php

González, G. 2015. Especies nuevas y nuevos registros de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) de Ecuador. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa.* N° 57. ISSN: 1134-9064. Pág. 143–163. URL: http://www.coccinellidae.cl/paginasWebChile/PDFs/143%20163%20BSEA%2057%20Coccinellidae%20Ecuador.pdf

Gonzáles, G. 2016. Coccinellidae de Colombia. *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius, 1781). Consultado el 17 de Marzo del 2019. URL: https://www.coccinellidae.cl/paginasWebCol/Paginas/Cheilomenes_sexmaculata_Col.php

González, G; Roig, S; Claps, L; Morrone, J. 2015. Familia Coccinellidae. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos.* Vol. 3. Pág. 509-530. URL: https://docplayer.es/57584158-Coccinellidae-resumen-abstract-guillermo-gonzalez-introduccion.html

González, J; Castellano, I; Fucikovsky, L; López, M; Sánchez, G. 2012. Coccinélidos como potenciales enemigos naturales de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en un huerto de cítricos en Tuxpan, Veracruz, México. *Revista Científica UDO Agrícola.* Vol. 12: N°4. Pág. 855-860. URL:

http://www.bioline.org.br/pdf?cg12097

González, W. 2006. Los Coccinellidae de Chile. Últimas Especies y Páginas Incorporadas o Modificadas para Chile. Consultado el 17 de Marzo del 2019. URL: http://www.coccinellidae.cl/paginasWebChile/Paginas/InicioChi.php

Grande, C; Orosco, B. 2013. Producción y procesamiento del maíz en Colombia. *Revista Científica Guillermo de Ockham.* Vol. 11: N°1. Pág. 97-110. URL: https://www.redalyc.org/pdf/1053/105327548008.pdf

Gutiérrez, A; Robles, A; Santillán, C; Ortiz, M; Cambero, O. 2013. Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias.* Vol. 2: N°3. ISSN 2007-3380. Pág. 102-112. URL: http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/40/132

Hernández, A; Osorio, E; López, J; Ríos, C; Varela, S; Rodríguez, R. 2017. Insectos benéficos asociados al control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz (*zea mays* l.). Vol. 11. N°1. Pág. 9-14. URL: https://www.researchgate.net/publication/328107905

Iannacine, J; Perla, D. 2011. Invasión del depredador *Harmonia axyridis* (coleoptera: Coccinellidae) y una evaluación del riesgo ambiental en el Perú. *The Biologist.* Vol. 9: N°2. Pág. 213-233. URL: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3892558

Joshi, P; Sharma, P. 2008. First Records of Coccinellid Beetles (Coccinellidae) from the Haridwar, (Uttarakhand), India. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*. Vol. 8: N° 2. Pág. 157-167. URL: http://www.biology.sc.chula.ac.th/TNH/archives/v8_no2/7.%20JOSHI%20157-167.pdf

Kaakeh, N; Kaakeh, W; Bennett, G. 1996. Tropical toxicity of Imidacloprid, Fipronil, and seven conventional insecticides to the adult converges lady Beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal entomology science*. Vol. 31: N°3. Pág. 315-322. URL: https://www.researchgate.net/publication/286955456

Kovár, L. 1996. Ecology of Coccinellidae. Morphology andanatomy. Series Entomologica. Vol. 54. Pág. 1-18. DOI: https://doi.org/10.1007/978-94-017-1349-8_1

Lanzoni, A.; Accinelli, G.; Bazzocchi, G.; Burgio, G. 2004. Biological traits and life table of the exotic Harmonia axyridis compared with Hippodamia variegata and Adalia bipunctata (Col., Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*. Vol. 148: N°4. Pág. 298-306. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2004.00847.x

Llorens, J. 2000. Biología de los enemigos naturales de las plagas de cítricos y efectos de los productos fitosanitarios. *Dossiers Agraris ICEA*. ISSN: 2013-9772. Pág. 35-41. URL: http://revistes.iec.cat/index.php/DA/article/viewFile/487/486

Lorenzo, D. 2016. Manejo integrado de pulgones en cultivos hortícolas al aire libre. Tesis de posgrado. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Lu, W; Souphanya, P; Montgomery, M. 2002. Descriptions of immature stages of *Scymnus* (Neopullus) *Sinuanodulus* Yu and Yao (Coleoptera: Coccinellidae) with notes on life history. *The Coleopterists Bulletin*. Vol. 56: N°1. Pág. 127-141. URL: http://www.jstor.org/stable/4009555

Mallama, A; Erazo, R. 2015. Determinación del ciclo biológico de *Hippodamia convergens* (coleoptera: Coccinellidae) y su capacidad predadora de áfidos (*Aphis* sp.) en condiciones de laboratorio. Tesis de posgrado. Universidad de Manizales. Colombia.

Mizell, R; Schiffhauer, D. 1990. Effects of Pesticides on Pecan Aphid Predators *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae), *Hippodamia convergens, Cycloneda sanguinea* (L.), *Olla nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae), and *Aphelinus perpallidus* (Hymenoptera: Encyrtidae). *PESTICIDES AND APHID PREDATORS*. Vol. 88: N°5. Pág. 1806–1812. URL:

https://www.zin.ru/animalia/COLEOPTERA/addpages/Andrey_Ukrainsky_Library/References_files/Mizell90.pdf

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA. Primera edición. Editora: CYTED. ISBN: 84 – 922495 – 2 – 8. España-Zaragoza. Consultado el 17 de Marzo del 2019. URL: http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf

Morillo, F; Notz, A. 2001. Resistencia de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) a lambdacihalotrina y metomil. *Sociedad Entomológica de Venezuela.* Vol. 16: N°2. Pág. 79-87. URL: https://tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/5742/1/em01011.pdf

Nájera, M; Sousa, B. 2010. Insectos benéficos, Guía para su identificación. Campo Experimental Uruapan. Primera edición. Editora: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. Consultado el 17 de Marzo del 2019. URL:https://www.socla.co/wpcontent/uploads/2014/INSECTOS_BENEFICOSNajeraySouza.pdf

Neumann, M; Starlinger, F.2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forest. *Forest Ecology and Management.* Vol. 145: N° 2. Pág. 91-106. DOI:

https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00577-6

Nicholls E. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Ciencia y tecnología. Primera edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. Pp 278. ISBN: 978-958-714-186-3. Consultado el 17 de Marzo del 2019. URL: https://es.slideshare.net/stellamarisaguirre52/control-biolgico-de-insectos-un-enfoque-agroecolgico

Orellana, J. 2009. Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del valle de sacta. Tesis de pregrado. Universidad mayor de San Simón. Bolivia.

Palomares, M; Rodríguez, B; Ayala, M; De la Cruz, J; Mendoza, A; Sánchez, J; Arredondo, H, Córdoba, E. 2016. Aspectos biológicos y capacidad de depredación de *Exochomus marginipennis* (leconte) (Coleoptera: Coccinellidae) sobre *Diaphorina citri* kuwayama (Hemiptera: Liviidae). *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia.* Vol. 32: N°2. ISSN 0719-3882. Pág. 102-109. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902016000200003

Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia.* Vol. 31: N°8. Pág. 583-590. URL: http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf

Pérez, B; Aragón, A; Bautista, N; Tapia, A; Lopez, J. 2009. Entomofauna asociada al cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa L)* en el municipio de Chiautla de Tapia, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana*. Vol. 22: N°2. ISSN: 0065-1737. Pág. 239-247. URL: http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v25n2/v25n2a1.pdf

Perla, D. 2018. Diversidad y distribución de la familia Coccinellidae (Coleoptera: Cucujoidea), en un gradiente altitudinal, en la cuenca del río Cañete, Perú (2009-2010). Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú. URL:

http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1688/Perla_d.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quinteros, P; Pinzón O; Gonzales, R; Ruiz, J; Wanumen, A. 2007. Mulsantina Mexicana Chapín (Coleóptera: Coccinellidae) depredador de chupadores de savia de árboles ornamentales de Bogotá. Vol. 10: N°20. Pág. 148.160. URL:

http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=423939610008

Rahsepar, A; Haghani, M; Sedaratian, A; Mojtaba, J; Farrar, N. 2016. Different cucumber (*Cucumis sativus*) varieties could affects biological performance of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) a case study at laboratory condition. *Entomofauna*. Vol. 37: N°21. ISSN 0250-4413. Pág. 353-364. URL: https://www.researchgate.net/publication/290740325

Ríos, L. 2011. ¿Que son los parasitoides? Revista ciencia. Consultado el 23 de Enero del 2018.URL: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_2/PDF/05_QueSonParasitoides.pdf

Rodriguez, J. 2018. Especie nueva de *Exochomus* (Coleoptera: Coccinellidae: Chilocorinae) de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* Vol. 89. Pág. 666-671. DOI: https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2445

Rodriguez, L; Arredondo, B. 2007. Teoría y aplicación del control biológico. Sociedad Mexicana de Control Biológico. Primera edición. México. ISBN 978-968-5384-10-0. Pp. 303. Consultado el 17 de Febrero del 2019. URL: http://www2.tap-ecosur.edu.mx/mip/pdf/06_Teoria&applCB_Cap14.pdf

Rodriguez, M. 2015. “Diversidad de Coccinélidos (coleoptera: Coccinellidae) depredadores en el cultivo de yaca *(Artocarpus heterophyllus* lam.) en Nayarit, México”. Tesis de posgrado. Universidad Autónoma de Nayarit. México.

Saeed, K; Khan, M; Khan, F; Naz, F; Akhtar, N. 2016. Morphological Characteristics of Ladybird Beetles (Coccinellidae: Coleoptera) of District Buner, Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Pakistán J. Zool.* Vol. 48: N°5. Pág. 1367-1372. URL: https://www.researchgate.net/publication/306094612

Salcedo, C. 2014. *Hyperaspis onerata.* Consultado el 29 de Junio del 2019. URL: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/SENA_1d7e61e69b79e6b9ee05d144490eb962/Description#tabnav

Santana, F; Granillo, R; Espinoza, I; Aguilar, J; Ortega, J. 2018. Caracterización de la cadena de valor del maíz. *Ingeniero y Conciencia.* Vol. 5: N°9. Pág. 1-15. URL: https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/article/view/2899

Slipinski, A; Tomaszewska, W. 2010. Coccinellidae Latreille, 1802. Consultado el 19 de Marzo del 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/291866420

Singh, V; Goyal, V; Devi, S; Hooda, S; Malik, V. 2016. Polymorphism of *Cheilomenes sexmaculata* (Fabricius) (Coleoptera: Coccinellidae) in Haryana, India. Journal of Entomology and Zoology Studies. Vol. 4: N° 5. Pág. 548-551. URL: http://www.entomoljournal.com/archives/2016/vol4issue5/PartH/4-5-41-780.pdf

Szawaryn, K; Tomaszewska, W. 2013. Two new genera of Epilachnini Mulsant from New Guinea and Aru Islands (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Natural History.* Vol. 47: N°37-38. Pág. 2427-2457. DOI: http://dx.doi.org/10.1080/00222933.2012.763067

Tank, B; Korat, D. 2007. Biology of Ladybird Beetle, *Cheilomenes sexmaculata* (Fab.) in Middle Gujarat Conditions. *Karnataka J. Agric. Sci.* Vol. 20: N° 3. Pág. 634-636. URL: http://14.139.155.167/test5/index.php/kjas/article/viewFile/945/938

Trejo, A; Arriola, N. 2012. Nuevos registros de Coccinellidae para el estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana.* Vol. 28: N°3. Pág. 640-643. ISSN 0065-1737. URL: http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v28n3/v28n3a16.pdf

Vega, N; Zambrano, D. 2016. “Prospección de la entomofauna benéfica asociada al cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Lodana, Manabí. Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

Villegas, C; Verdugo, J; Grez, A; Tapia, J; Lavandero, B. 2013. Movement between crops and weeds: temporal refuges for aphidophagous insects in Central Chile. *Ciencia e investigación agraria.* Vol. 40: N° 2. Pág. URL: https://rcia.uc.cl/index.php/rcia/article/view/1100

Yoon, E. 2013. Ciclo de vida de los coccinélidos (Coleoptera-Coccinellidae). *Hippodamia variegata, Eriopis connexa* y *Harmonia axyridis,* en condiciones de laboratorio. Tesis de pregrado. Universidad de Chile.

Zahoor, M; Suhail, A; Iqbal, J; Zulfaqar, Z; Anwar, M. 2003. Biodiversity of Predaceous Coccinellids and Their Role as Bioindicators in an Agro-ecosystem. *International Journal of Agriculture & Biology.* Vol. 5: N°4. Pág. 555-559. URL: https://www.researchgate.net/publication/251950535

Zumbado, M; Azofeifa, D. 2018. Insectos de importancia agrícola. Guía básica de entomología. Costa Rica. Primera edición. Pp. 2004. Consultado el 14 de Marzo del 2019. URL: http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H10-10951.pdf

Zuñiga, A. 2011. Los coccinélidos (coleoptera: Coccinellidae) de la región de Magallanes: nuevos registros y distribución regional. *Anales Instituto Patagonia.* Vol. 39: N°1. Pág. 59-71. URL: https://scielo.conicyt.cl/pdf/ainpat/v39n1/art05.pdf

14 ANEXOS

Anexo 1. Suma total de los individuos de coccinélidos encontrados en la localidad de Rocafuerte.

Rocafuerte	
Cheilomenes sexmaculata	466
Hippodamia convergens	466
Hyperaspis arida	10
Tenuisvalvae bromelicola	8
Rodolia cardinalis	2
Psyllabora confluens	2
Cycloneda sanguinea	68
Cyrea alma	10
Paraneda pallidula guticollis	4
Diomus apollinea	1
Pentilia insidiosa	3
Hyperaspis onerata	1
Suma total	1041

Anexo 2. Suma total de los individuos de coccinélidos encontrados en la localidad de Portoviejo.

Portoviejo	
Cheilomenes sexmaculata	195
Hippodamia convergens	397
Hyperaspis arida	108
Tenuisvalvae bromelicola	4
Psyllabora confluens	27
Cycloneda sanguinea	61
Cyrea alma	8
Paraneda pallidula guticollis	2
Diomus sp.	1
Azya sp.	1
Coleomegilla maculata limensis	91
Suma total	895

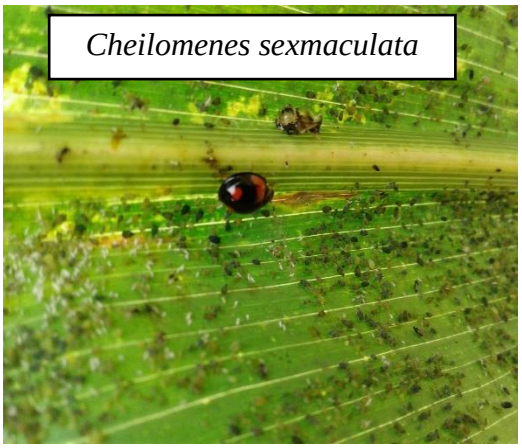
Anexo 3. Suma total de los individuos de coccinélidos encontrados en la localidad de Santa Ana.

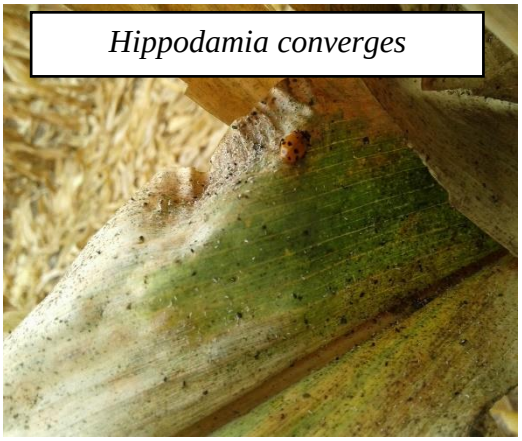
Santa Ana	
Cheilomenes sexmaculata	215
Hippodamia convergens	166
Hyperaspis arida	265
Psyllabora confluens	21
Cycloneda sanguinea	26
Coleomegilla maculata limensis	27
Suma total	720

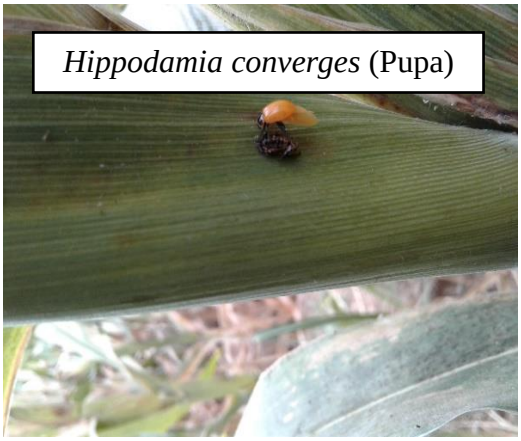
Anexo 4. Capturas de individuos de coccinélidos.

Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Anexo 4. Especies en su estado natural.



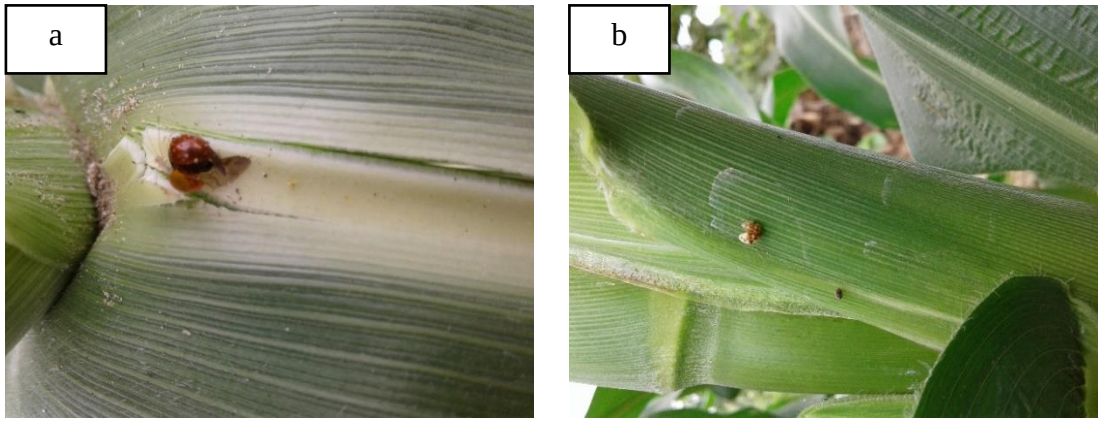




Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Anexo 5. Huevos de *Cycloneda sanguinea.*

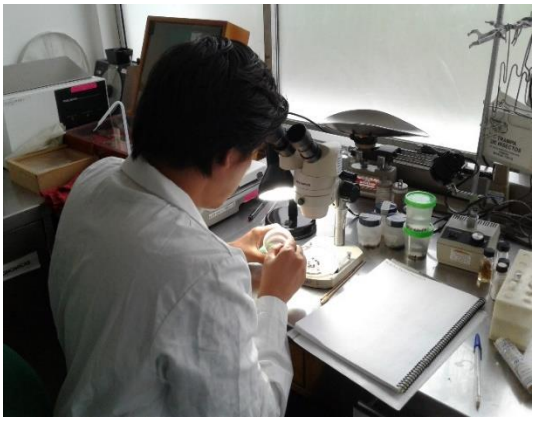
Anexo 6. Muerte de *Cycloneda sanguinea* (a) y *Psyllobora confluens* (b) por causas de aplicaciones de insecticidas químicos.



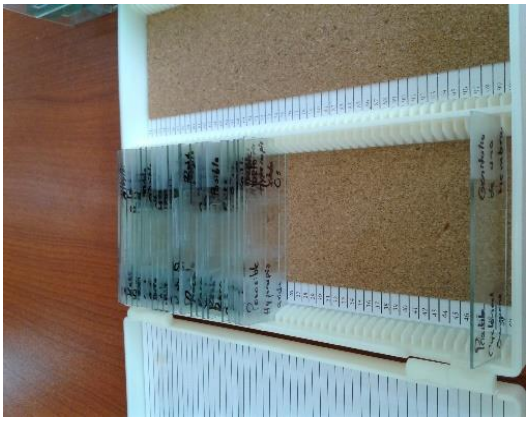
Anexo 7. Productos que usan los productores para el control de insectos en el maíz.

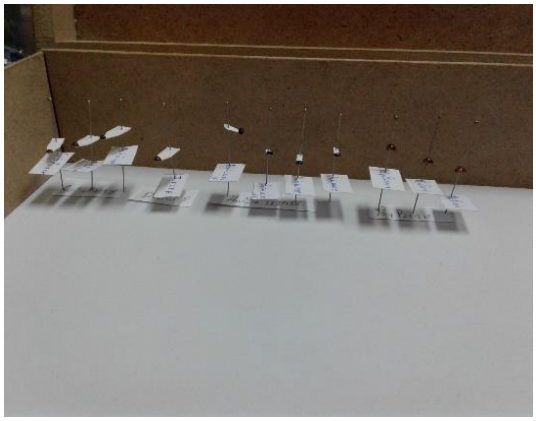
Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Anexo 8. Pre-identificación en el laboratorio de Agrocalidad.



Anexo 9. Muestras para la identificación de los coccinélidos en el Perú.





Fuente: Bailón y Mendoza (2018)

Anexo 10. Colaboración para la identificación y la corroboración de los individuos recolectados de coccinélidos.

Fuente: Bailón y Mendoza (2018)