



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE
LA AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: EVALUACIÓN DE DAÑOS PRODUCIDOS POR *Euxesta*
spp. (DIPTERA: ULIDIIDAE) EN LA MAZORCA DE
MAÍZ SUAVE, EN DOS LOCALIDADES DE
PICHINCHA - ECUADOR**

AUTOR: ARENILLO GUALLASAMÍN, RUTH MARIBEL

DIRECTOR: ING. TIGRERO SALAS, JUAN OSWALDO

SANGOLQUÍ

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo titulación “*EVALUACIÓN DE DAÑOS PRODUCIDOS POR Euxesta spp. (DIPTERA: ULIDIIDAE) EN LA MAZORCA DE MAÍZ SUAVE, EN DOS LOCALIDADES DE PICHINCHA – ECUADOR*” realizado por *RUTH MARIBEL ARENILLO GUALLASAMÍN*, ha sido revisado en su totalidad y analizado en el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a la señorita *RUTH MARIBEL ARENILLO GUALLASAMÍN* para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 06 de febrero del 2017

ING. JUAN TIGRERO SALAS

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **RUTH MARIBEL ARENILLO GUALLASAMÍN** con cédula de identidad N° 1725679334, declaro que este trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE DAÑOS PRODUCIDOS POR *Euxesta* spp. (DIPTERA: ULIDIIDAE) EN LA MAZORCA DE MAÍZ SUAVE, EN DOS LOCALIDADES DE PICHINCHA – ECUADOR”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 06 de febrero de 2017

RUTH MARIBEL ARENILLO GUALLASAMÍN

C.C. 1725679334



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **RUTH MARIBEL ARENILLO GUALLASAMÍN**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**EVALUACIÓN DE DAÑOS PRODUCIDOS POR *Euxesta* spp. (DIPTERA: ULIDIIDAE) EN LA MAZORCA DE MAÍZ SUAVE, EN DOS LOCALIDADES DE PICHINCHA – ECUADOR**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 06 de febrero de 2017

RUTH MARIBEL ARENILLO GUALLASAMÍN

C.C. 1725679334

DEDICATORIA

Dedicado a mis amados padres, César y Helbia, grandes maestros en impartir amor y enseñanzas de vida, muestras personificadas de grandeza, sencillez y Fe.

A mis hermanos: Marcos y Natasha por ser mis eternos amigos y colaboradores en todo.

A mi complemento, Cristian, por amarme, apoyarme y darme ánimos en todo momento.

En especial a Edwar, un ángel dentro del paraíso de Dios, por acompañarme cómo mi ángel guardián.

Ruth Maribel Arenillo Guallasamín

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar un sentimiento sincero de agradecimiento a todas las personas que tuvieron Fe en mí. El hecho de saber que tuve la dicha de conocerlos y recibir sus manifestaciones de experiencia, hace que mi vida tenga un rumbo diferente.

A la roca de la humanidad entera, que ha permitido que seamos testigos de su amor infinito, Dios.

A un hombre de bien con la guía de Dios, mi mejor amigo, Felipe, por sus consejos, aliento, ayuda y cariño, por ser una gran persona, hijo y amigo.

A mi compañera de laboratorio, Dani, por la compañía, tiempo y amistad.

Al Ing. Juan Tigrero, mi guía, mi amigo, por toda su ayuda, enseñanzas y consejos.

Al Ing. Eduardo Urrutia, quién me ayudó con sus conocimientos y consejos, para seguir adelante con mi tesis y tener una idea de conducir una vida de una forma correcta.

A mi querido IASA, que en él conocí sobre la ciencia y la vida, encontré a grandes maestros, buenos amigos y me realicé como profesional.

Al Dr. Vicente Hernández, por su apoyo cómo taxónomo, en mi investigación.

A toda mi familia y amigos que de una u otra forma hicieron que sea posible éste mérito en mi vida y estoy feliz de llevarlas en mi corazón: mis queridos abuelos: Sra. Celestina y Don Nicanor; mis amigos: Bety, Cristian, Mónica, Andrea, María, Magui, Elysandra, Sra. María Orfelina.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA

CERTIFICADO	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1 Formulación del problema	2
1.2 Justificación del problema.....	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 General	3
1.3.2 Específicos	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	4
2.1 Maíz.....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Evolución	4

2.1.3	Importancia.....	5
2.1.4	Maíz dulce	6
2.1.5	Clasificación Taxonómica.....	7
2.1.6	Descripción botánica y variedades.....	7
2.1.7	Ciclo del cultivo	9
2.1.8	Condiciones Agroecológicas.....	11
2.1.9	Usos.....	11
2.2	Principales plagas.....	12
2.2.1	Barrenador del maíz	12
2.2.2	Gusano del choclo	13
2.2.3	Gusano trozador	13
2.2.4	Gusano cogollero o ejército.....	13
2.2.5	Barrenador del tallo.....	14
2.2.6	Pulgón Verde.....	14
2.3	<i>Euxesta</i> spp.....	14
2.3.1	Ciclo Biológico	16
2.3.2	Características generales de <i>Euxesta</i> spp.	16
2.3.2.1	<i>Euxesta eluta</i> Loew y <i>Euxesta mazorca</i> Steyskal	17
2.3.2.2	<i>Euxesta annonae</i> (Fabricius).....	18
2.3.3	Control.....	19
2.3.3.1	Biológico	19
2.3.3.2	Químico.....	20

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS	21	
3.1	Lugar de la investigación	21
3.1.1	Ubicación Política	21

3.1.2	Ubicación Geográfica.....	21
3.1.3	Ubicación Ecológica	22
3.2	Materiales	23
3.2.1	Materiales de Campo.....	23
3.2.2	Materiales de laboratorio.....	23
3.3	Métodos.....	23
3.3.1	Recolección y manejo de muestras	23
3.3.1.1	Colección de muestras en el campo	23
3.3.1.2	Etapa de laboratorio	24
3.3.2	Determinación de la incidencia y severidad.....	24
3.3.3	Identificación de las especies del complejo <i>Euxesta</i> presentes en las áreas de estudio y que atacan al maíz dulce.....	25
3.3.3.1	Especímenes para el museo de entomología de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA 1.....	26
3.3.3.2	Etiquetado de especímenes.....	26
3.3.4	Comparaciones de infestación entre los diferentes sitios de estudio	27
3.3.5	Análisis estadístico.....	27
3.3.5.1	Tipo de diseño	27
3.3.5.2	Variables a medir	28
3.3.5.3	Tipo de análisis estadístico.....	28

CAPÍTULO IV

RESULTADOS 29

4.1	Incidencia y severidad de <i>Euxesta</i> spp. en el maíz suave	29
4.2	Análisis de la encuesta aplicada a los productores de maíz suave en dos localidades de Pichincha, Ecuador, 2016	32
4.3	Identificación de especies del complejo <i>Euxesta</i> presentes en las zonas y que atacan al maíz suave.....	33

4.3.1	<i>Euxesta eluta</i>	34
4.3.2	<i>Euxesta mazorca</i>	36
4.3.3	<i>Euxesta annonae</i>	38

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN	41
------------------------	----

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43	
6.1	Conclusiones	43
6.2	Recomendaciones.....	44
6.3	Bibliografía.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla.1	Estimación mundial sobre el mercado de cereales en millones de toneladas	5
Tabla 2	Etapas de crecimiento del maíz.....	10
Tabla 3	Promedio \pm error estándar de la incidencia producida por Euxesta spp., en la mazorca de maíz suave en dos localidades de Pichincha, Ecuador, 2016.....	29
Tabla 4	Promedio \pm error estándar de la severidad ocasionada por Euxesta spp., en la mazorca de maíz suave en dos localidades de Pichincha, Ecuador, 2016.....	30
Tabla 5	Promedio \pm error estándar de la severidad ocasionada por Euxesta spp., en cada tercio de la mazorca de maíz suave en dos localidades de Pichincha, Ecuador, 2016.....	31
Tabla 6	Determinación de especies encontradas en las zonas de estudio, por parte del Dr. Vicente Hernández.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Participación de cultivos alimentarios en bio-economía mundial (2009) .	6
Figura 2	Partes principales del grano de maíz	9
Figura 3	Cabeza de <i>Euxesta</i> spp., en dónde el borde	16
Figura 4	<i>Euxesta mazorca</i> adulto (derecha).....	17
Figura 5	Coloración y distribución de manchas en alas de <i>Euxesta. E. eluta.</i> <i>E. mazorca</i>	18
Figura 6	<i>E. eluta</i> . 1. Macho y 6. Hembra.....	18
Figura 7	Adulto de <i>Euxesta annonae</i> , macho (izquierda) y hembra (derecha).....	19
Figura 8	Mapa de la parroquia Sangolquí	22
Figura 9	Mapa de la parroquia Machachi	22
Figura 10	Incidencia del ataque de <i>Euxesta</i> en mazorcas de maíz, en Machachi y Sangolquí.....	30
Figura 11	Análisis sobre el control de plagas que realizan las personas dedicadas al cultivo de maíz suave en Sangolquí y Machachi.	32
Figura 12	Uso de plaguicidas según el grupo químico (%), en los sitios de muestreo en Machachi.....	33
Figura 13	Cabeza de <i>E. eluta</i>	34
Figura 14	<i>Euxesta eluta</i> : hembra (izquierda) y macho (derecha)	35
Figura 15	Ala de <i>E. eluta</i>	35
Figura 16	Genitalia de <i>E. eluta</i> : frente (Izquierda) y lado (Derecha).	36
Figura 17	Cabeza de <i>E. mazorca</i>	36
Figura 18	<i>E. mazorca</i> : hembra (izquierda) y macho (derecha).....	37
Figura 19	Ala de <i>E. mazorca</i>	37
Figura 20	Genitalia del espécimen macho de <i>E. mazorca</i> : vista frontal (izquierda) y lado (derecha)	38
Figura 21	Cabeza de <i>E. ca. annonae</i>	38
Figura 22	<i>E. ca. annonae</i> : hembra (izquierda) y macho (derecha)	39
Figura 23	Ala de <i>E. ca. annonae</i>	40
Figura 24	Genitalia del macho de <i>E. ca. annonae</i> : vista frontal (izquierda) y vista lateral (derecha).	40

RESUMEN

El maíz (*Zea mays*) ocupa el tercer lugar dentro de los alimentos básicos más importantes del mundo. América Latina y el Caribe representan más del 10% de la producción mundial de cereales, en Ecuador, en la serranía es uno de los cultivos más importantes debido a la superficie sembrada, por el papel importante que cumple en la seguridad y soberanía alimentaria y por ser un componente básico de la dieta de la población. Una de las plagas que ocasiona severos daños a la mazorca del maíz es conocida como mosca de los estigmas, pertenece al género *Euxesta*, y los daños que ocasiona en la mazorca incluyen desde el consumo de estilos, el ápice de tusa, y los granos en desarrollo debido a que se alimentan del endospermo de los mismos, provocando así pudrición de la mazorca, y finalmente la calidad del grano es baja. En Ecuador el único estudio realizado fue en 1974, por ésta razón, se evaluaron los daños que actualmente causa ésta plaga y las especies presentes en las zonas en estudio. La investigación se realizó en dos localidades de Pichincha (Sangolquí y Machachi), se realizaron muestreos para determinar incidencia y severidad. Los especímenes obtenidos en el laboratorio se enviaron al Dr. Vicente Hernández para su identificación. En Sangolquí se registraron los daños más severos, la incidencia llega a 71,25% y la severidad a 21,19%. Las especies identificadas fueron: *Euxesta eluta*, *Euxesta mazorca* y *Euxesta ca. annonae*.

PALABRAS CLAVES:

- **ESPECIES**
- **EUXESTA**
- **MAÍZ**
- **INCIDENCIA**
- **SEVERIDAD**

ABSTRACT

The corn (*Zea mays*) occupies the third place within the most important food products in the world, Latin America and the Caribbean. It represents more than 10% of the world cereal production. Besides, in the Ecuadorian highlands the corn is one of the most important crops due to the sowed surface, and its important role over the security and food sovereignty as well as for being a basic component of the population diet. One of the plagues that greatly affect the corn is the stigma fly which belongs to the *Euxesta* genre. The damage produced by the stigma fly includes the consumption of styles, the apex of the corncob and the developing grains since the stigma flies feed on the endosperm which leads to the plant putrefaction and a decline of the grain quality. In Ecuador, there was a study about the stigma fly in 1974 which revealed the damage that this plague is currently producing to the corn and the different species that live in the study zone. This research was carried out in two regions of the province of Pichincha (Sangolquí and Machachi) in which samples were taken to determine the incidence and severity. The specimens obtained in the laboratory were sent to Dr Vicente Hernández for their identification. In Sangolquí, more severe damages were registered, the incidence and the severity reached 71.25% and 21.19% respectively. Among the identified species were *Euxesta eluta*, *Euxesta mazorca* and *Euxesta ca. annonae*.

KEY WORDS:

- SPECIES
- EUXESTA
- CORN
- INCIDENCE
- SEVERITY

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), 2016 informa que en el año 2016 se produjeron 961.1 millones de toneladas de maíz, para este año la producción incrementará en un 7.4 % alrededor del mundo (PMM, 2017).

El maíz de altura o maíz dulce constituye el eje principal sobre el cual se desarrollan los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores de la zona andina (2000 a 3000 msnm) los mismos que tienen superficies pequeñas que alcanzan hasta una hectárea por productor, con suelos en donde no se practica rotación de cultivos y que al ser por temporada dependen casi exclusivamente de la lluvia que cae durante el ciclo del cultivo, lo que ha ocasionado que los rendimientos sean bajos (0.8 TM/ha). En la zona norte de la sierra ecuatoriana (Carchi, Imbabura y Pichincha) se siembran los maíces de tipo amarillo harinoso, en la zona central (Chimborazo, Tungurahua y especialmente Bolívar) se cultivan de preferencia los blancos harinosos y al sur (Cañar y Azuay) una variedad conocida como Zhimas (INIAP, 2012).

En Ecuador el maíz es uno de los cereales más importantes debido a que se lo utiliza en una gran variedad de platos por su accesibilidad económica y por sus nutrientes y energía que aporta, también es utilizado como alimento para los animales; la producción del maíz es importante para el consumo interno.

Los daños ocasionados por *Euxesta* spp. en el maíz dulce, han sido registrados en estudios realizados en Ecuador por Merino & Vázquez (1974) quienes manifiestan que el largo periodo de floración femenina del maíz dulce es el principal problema, debido a que en ese tiempo, ocurre el ataque de la mosca de los estigmas del maíz así como a los granos. También afirman que esta plaga reviste importancia económica.

1.1 Formulación del problema

Los daños causados por *Euxesta* spp., en la mazorca del maíz en diferentes variedades, ocurre principalmente en el periodo de emisión de los estigmas de cada una de las variedades de maíz. En los mercados de Quito se ha observado que, debido a los daños que ocasiona *Euxesta* spp. en la mazorca del maíz suave, las personas se ven obligadas a desgranar la mazorca; lo que representa una pérdida económica para el productor y los comerciantes.

1.2 Justificación del problema

Se realizó la evaluación del daño que actualmente ocasiona *Euxesta* spp. en la mazorca de maíz de altura, en dos zonas importantes de producción y que se encuentran cercanas a la zona del único estudio realizado sobre el daño ocasionado por *Euxesta* en la zona de Quito, que fue en 1974 por Merino y Vázquez, en donde el porcentaje de choclos con el grano dañado por *Euxesta eluta*, se encontraba entre el 60 al 90%. Mientras que en Perú, otro estudio realizado por Díaz (1982), determina que el porcentaje de daño que ocasiona *Euxesta* spp. está entre el 46 y 75%.

En México, Giles (2014) menciona que la mosca de los estigmas del maíz (*Euxesta stigmatias*) es un problema para los productores, debido a que los adultos de estas moscas ovipositan en las puntas de las mazorcas, después las larvas se alimentan de los estigmas y de los granos, entonces un leve descuido por parte del productor en la etapa de desarrollo de la mazorca puede ocasionar daños en los cultivos, consecuentemente una pérdida económica, debido a que los productores no pueden comercializar el maíz cuando tiene daños en los granos, así también las personas que se dedican al comercio del mismo cuando los granos de la mazorca se encuentran dañados, no los pueden comercializar, entonces se ven obligados a desgranar, lo que ocasiona una pérdida económica para ellos.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Evaluar los daños producidos por *Euxesta* spp. en la mazorca del maíz suave en dos localidades (Machachi y Sangolquí) de Pichincha-Ecuador.

1.3.2 Específicos

- Determinar la incidencia y severidad del ataque de *Euxesta* spp. en maíz suave en las zonas de Machachi y Sangolquí en la provincia de Pichincha.
- Realizar la identificación de las especies del complejo *Euxesta* presentes en la zona y que atacan al maíz suave.
- Realizar comparaciones de infestación entre las diferentes localidades de estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Maíz

2.1.1 Origen

El maíz (*Zea mays* L.) es originario de América y representa un aporte importante a la seguridad alimentaria mundial. La antigüedad del maíz domesticado y primitivo, está estimado entre 7000 años en Coxcatlán, México; 6000 años en Pikimachay, Perú y 5000 años en Yanacora, Perú (Escalante Gutiérrez, 2008).

El maíz como se menciona en el párrafo anterior, ya era conocido por los americanos, sin embargo el maíz dulce como se lo conoce hoy por los occidentales es el resultado del manejo de los agricultores del este americano en los siglos XVIII y XIX. La primera mención de maíz dulce fue realizada por Thomas Jefferson en 1810 en su libro La huerta, de esta manera el interés por el cultivo creció de manera acelerada hasta ahora que tenemos distintas variedades de éste tipo de maíz (Ordás, Romay, & Revilla, 2007)

2.1.2 Evolución

Nikolai Vavilov genetista importante del siglo XX, quién consolidó el concepto de “centro de origen”, en 1931 concluyó que el teocintle era el pariente más cercano al maíz y fue Francisco Hernández Boncalo en 1570, quién informó por primera vez de ésta planta, pero sólo hasta el siglo XX es cuándo se la integra al género *Zea*. George Beadle quién desde 1939 estudió el origen del maíz, en sus publicaciones de 1978 y 1980 desarrolló a hipótesis del teocintle como ancestro del maíz. Jhon Doebley de la Universidad de Minnesota, entre 1990 y 1992, formula a partir de las investigaciones de Beadle, con la aplicación de marcadores moleculares para definir la diferenciación del teocintle y el maíz, y consolida la teoría del teocintle como ancestro del maíz. En 1997 Brandon Gaut y Jhon Doebley sugieren que hace 11 millones de años se produjo la hibridación de dos especies ancestrales que conformaron el número de 10 cromosomas que contiene el maíz (Serratos, 2012).

2.1.3 Importancia

La producción mundial de maíz suave en el año 2014 incrementó 2.96% con respecto al año 2000. Las exportaciones incrementaron 16.88% desde el año 2012 y la oferta no influyó en los precios mundiales ya que aumentaron en 12.64% debido al incremento de la demanda a nivel mundial. El Consejo Internacional de Cereales (2016) informa que para el año 2016/2017 se consumirán 1019 millones de toneladas de maíz cómo se observa en la Tabla 1.

Tabla 1
Estimación mundial sobre el mercado de cereales en millones de toneladas

Maíz (millones de toneladas)				
Producción	998	1018	970	1027
Comercio	122	125	136	132
Consumo	950	994	968	1019
Exportaciones principales	52	59	54	69
Año	13/14	14/15	15/16	16/17

Fuente (Tomado y adaptado de IGC, 2016)

En el año 2011 la región de América Latina y el Caribe representó más del 10% de la producción mundial de cereales secundarios de los cuales el 70% es maíz, el mismo que representa el 75% dentro de la bio-economía mundial y se encuentra dentro de los alimentos y balanceados considerados por la FAO, cómo lo explica el Anuario Estadístico de la FAO: La alimentación y la Agricultura en América Latina y El Caribe en el 2014.

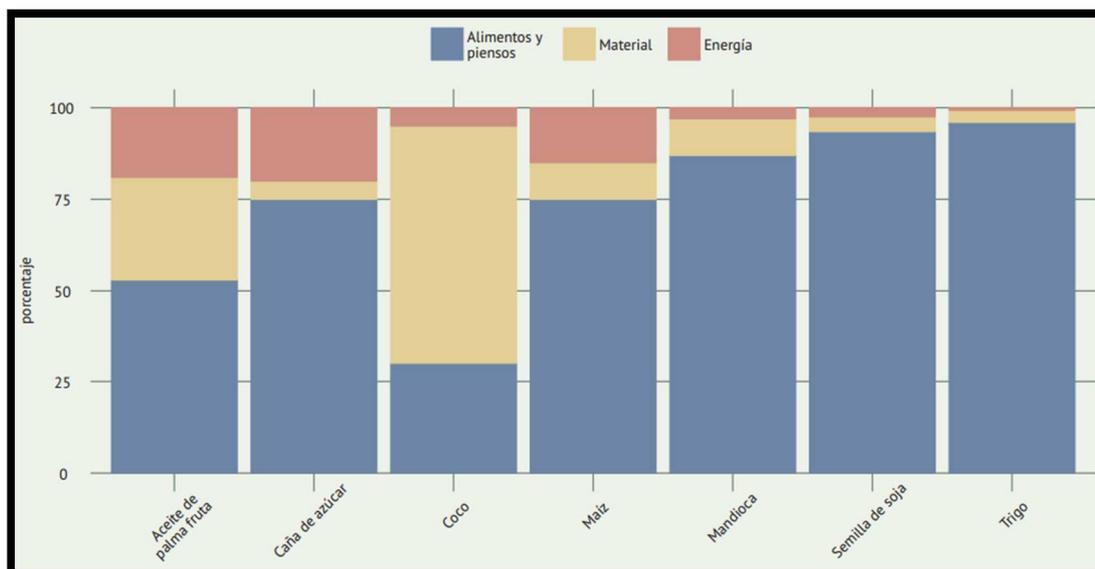


Figura 1 Participación de cultivos alimentarios en bio-economía mundial (2009)

Fuente (FAO, División estadística FAOSTAT, 2009)

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) informa que la producción mundial de maíz del año pasado fue de 959.14 millones de toneladas; y estima que la producción mundial de maíz 2016/2017 será de 1025.69 millones de toneladas (PMM, 2016).

Mientras que en Ecuador la producción de maíz suave en el año 2014 aumentó en 14.07% con respecto al año 2013. Las importaciones aumentaron en 30.36%, sin experimentar un alza en los precios a nivel de productor y tampoco mayorista. La superficie nacional cosechada disminuyó en 27.85% con respecto al año 2013, y el rendimiento aumentó en 50.10% (INIAP, 2014).

2.1.4 Maíz dulce

El maíz dulce o de altura se diferencia de otros tipos de maíces por la presencia de genes que alteran la síntesis de almidón en el endospermo lo que hace que tenga mejor sabor y textura que el maíz de grano o duro. También el mismo se cosecha alrededor de 20 días después de la floración, antes de la maduración del mismo. El maíz dulce posee sustancias (vitaminas, minerales) con un gran valor nutritivo, en especial vitamina E, folatos y carotenos debido a que actúan como antioxidantes (Ordás, Romay & Revilla, 2007).

El INIAP en el año 2014 informa que en la serranía ecuatoriana uno de los más importantes cultivos es el maíz debido a la superficie sembrada, por el papel importante que cumple en la seguridad y soberanía alimentaria y por ser un componente básico de la dieta de la población rural. La superficie sembrada de maíz en las provincias de la sierra ecuatoriana para el año 2012 fue de 82525 has, la producción nacional de maíz suave seco fue de 28136 toneladas métricas y 27389 toneladas métricas de maíz suave en choclo (INEC, 2012), y el consumo per cápita de maíz es alrededor de 14,50 kg/año (FAO, 2007). De acuerdo con los datos proporcionados por la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2012 la provincia con mayor superficie sembrada de maíz suave es Azuay, seguida de Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo y Pichincha, en esta última hay un rendimiento de 2,24 toneladas/Ha de maíz suave en choclo y un rendimiento de 0.55 toneladas/Ha de maíz suave seco (MAGAP, 2014).

De acuerdo con los datos proporcionados por el INEC en el año 2010 el rendimiento del maíz suave seco en Pichincha es 1,90 tm/Ha y la media nacional es 0.87 tm/Ha; el rendimiento del maíz suave en choclo en Pichincha es 2,34 tm/Ha y la media nacional es 2,70 tm/Ha (DGAP, 2011).

2.1.5 Clasificación Taxonómica

Según Acosta (2009) la clasificación taxonómica del maíz es la siguiente:

Familia: Poáceae

Subfamilia: Panicoideae

Tribu: Maydeae

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays* L.

Nombre común: Maíz (español), *sara* (quechua), *tonqo* (aymara)

2.1.6 Descripción botánica y variedades

El maíz es monocotiledónea que mide entre 1-4 metros, tiene un tallo robusto sin ramificaciones y de forma cilíndrica; el sistema radicular está compuesto por raíz-

ces aéreas y subterráneas, las hojas son alternadas, lanceoladas y acuminadas, con pequeñas lígulas que nacen de los nudos de forma alternada y presentan pequeñas vellocidades; es de inflorescencia monoica, es decir consta de inflorescencia femenina y masculina en la misma planta pero por separado, la inflorescencia femenina se desarrolla en una mazorca cubierta por hojas que la envuelven, ésta es la parte de la planta que almacena reservas; la inflorescencia masculina o panoja, tiene una espiga central y varias ramificaciones laterales con flores masculinas que producen abundantes granos de polen (CONACYT, 2014; Paliwal, 2001 & Ortega, 2014).

Según la FAO (1988) los granos de maíz se desarrollan en la inflorescencia femenina denominada espiga. La mazorca puede contener de 300 a 1000 granos según el número de hileras y el diámetro y longitud que presente. El peso del grano puede variar de aproximadamente 19 a 30 g por cada 100 granos. El grano maduro o cariósido de maíz está formado por cuatro partes principales: pericarpio, endospermo, germen y pedicelo. El pericarpio es una capa de células fibrosas y constituye el 5% del peso del grano. El endospermo el cual es el segundo tejido de reserva, representa alrededor del 80% del peso del grano y tiene un alto contenido de almidón. El germen es aproximadamente un 11% del peso del grano y es considerado el primer tejido de reserva puesto que contiene una gran cantidad de nutrientes utilizados durante la germinación donde se origina el tallo (plúmula) y las raíces (radícula). El pedicelo o capa terminal, es la continuación del pericarpio y permite la unión de grano con el olote, puede observarse estas partes en la Fig. 1 (García J. C., 2013).

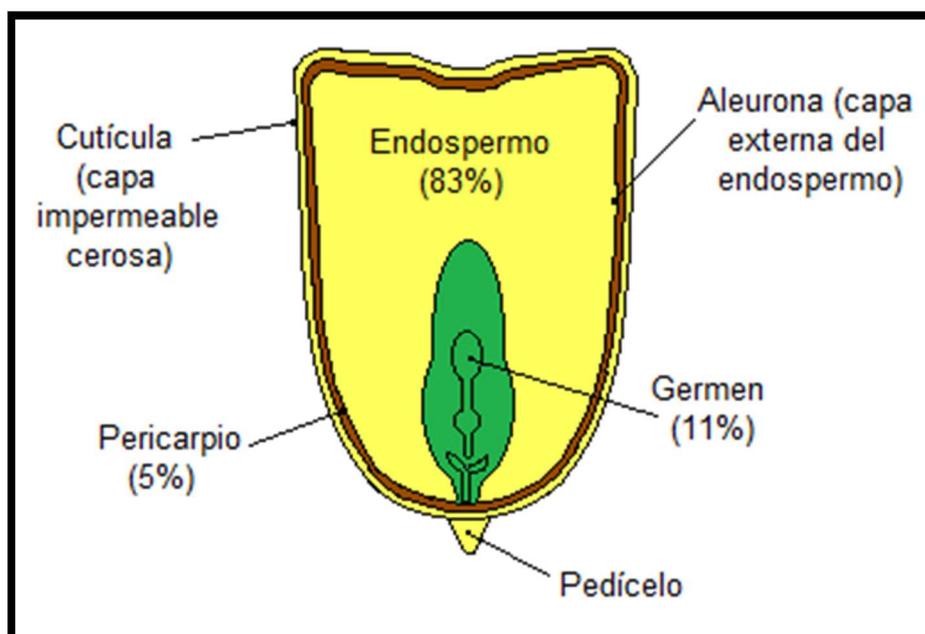


Figura 2 Partes principales del grano de maíz

Fuente (García, 2013)

En Ecuador según el INIAP (2014) contamos con las siguientes variedades de maíz suave para la Sierra:

- **Chillos mejorado**
- **INIAP 101 - Blanco Harinoso Precoz**
- **INIAP 102 - Blanco Blandito Mejorado**
- **INIAP 103 - Mishqui Sara**
- **INIAP 111 - Guagal Mejorado**
- **INIAP 122 - Chaucha Mejorada**
- **INIAP 124 - Mishca Mejorado**
- **INIAP 153 - Zhima Mejorado**
- **INIAP 176 - Maíz para grano y forraje**
- **INIAP 180 - Maíz de Alto Rendimiento**
- **INIAP 192 - Chulpi Mejorado**

2.1.7 Ciclo del cultivo

Según la universidad de Iowa el ciclo de desarrollo es el conjunto de fases que empieza desde la germinación de la semilla hasta la formación del fruto y comprende

dos etapas o estadios: desarrollo vegetativo y desarrollo reproductivo. Según Rithchie *et al.*, (1986), citado por Fassio, Carriquiry, Tojo & Romero, (1998), las subdivisiones del estadio vegetativo (V) son designadas como V1, hasta V(n), siendo n la última hoja antes del panojamiento (VT). El número de hojas varía de acuerdo al cultivar y el efecto ambiental. El estado reproductivo tiene seis subdivisiones (Fassio *et al.*, 1998).

Según CIMMYT (2004) las etapas de crecimiento se pueden agrupar en cuatro períodos y se describen en la tabla 1:

- Crecimiento de las plántulas (etapas VE y V1)
- Crecimiento vegetativo (etapas V2, V3... Vn)
- Floración y la fecundación (etapas VT, R0, y R1)
- Llenado de grano y la madurez (etapas R2 a R6)

Tabla 2

Etapas de crecimiento del maíz

Etapa	DAS*	Características
VE	5	El coleoptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n”. (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.)
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panícula.
R0	57	Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.

 Continúa

R5	102	Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

* **DAS:** número aproximado de días después de la siembra en tierras bajas tropicales, donde las temperaturas máxima y mínima pueden ser de 33°C y 22°C, respectivamente. En los ambientes más fríos, se amplían estos tiempos.

Fuente (CIMMYT, 2004)

2.1.8 Condiciones Agroecológicas

Según INIAP (2014) las condiciones en las cuales se desarrolla el maíz son las siguientes:

Zonas de Producción: Se siembra en toda la sierra ecuatoriana.

Altitud: 2200 a 3000 msnm

Temperatura: 10 a 20°C.

Precipitación: 700 a 1300 mm en todo el ciclo.

Suelo: Profundos, ricos en materia orgánica y con un buen drenaje.

pH: 5.5 a 7.5

2.1.9 Usos

Este producto cumple un importante papel como componente básico en la dieta de la población latinoamericana. En Ecuador y en algunos países, especialmente Andinos, se lo cosecha en dos tipos de estados: en choclo tierno (72%) y en grano seco (SINAGAP, 2013). El maíz dulce en la serranía ecuatoriana en parte se lo utiliza como hortaliza para consumo directo, principalmente se consume como maíz cocinado o cocido (mote), también las mazorcas se cocinan y se las sirve acompañadas con

queso, habas, melloco y papas; así como también, se lo utiliza para ensaladas, guisos entre otros. Cuando termina el ciclo del maíz, se lo cosecha en seco para utilizarlo como semilla, también para preparar harinas, piensos y los residuos de la cosecha se utilizan como alimento de los animales, principalmente ganado bovino.

Cuando el maíz se encuentra en la etapa semi-pastosa o “cao” se lo cosecha para hacer un plato típico de la Serranía Ecuatoriana como son las humitas. En las comunidades indígenas, se añade agua a las semillas para que emerjan las radículas y en este estado fenológico son utilizadas para hacer la chicha de jora. Las harinas obtenidas del maíz seco, son utilizadas para preparar tortillas, sopas, coladas, empanadas, tortas y en el campo se lo consume tostado.

2.2 Principales plagas

Según la FAO (2006) las principales plagas son:

En la planta: Gusano de la tierra o cortador (*Copitarsia turbata*), cogollero comedor de las hojas o “utuscuro” (*Spodoptera frugiperda*), gusano de la mazorca o “pulush” (*Heliothis zea*), mosca de la mazorca que ataca a la punta de los granos (*Euxesta* spp.).

En el almacén de granos almacenados: Gorgojo (*Sitophilus orizae*), polilla (*Calandra granaria*).

En Ecuador según el MAGAP, el año 2014, las principales plagas que afectaron el desarrollo del cultivo de maíz suave choclo fueron: Trozador (*Agrotis* sp.), Gusano de la Mazorca (*Heliothis zea*), Gusano ejército (*Spodoptera frugiperda*), Barrenador del tallo (*Diatraea* sp.), y Pulgón Verde (*Rhopalosiphum maidis*). Las principales enfermedades que se presentaron fueron: Mancha de Asfalto (*Phyllachora maydis*), Roya (*Puccinia sorghi*), Mancha gris (*Cercospora maydis*) (SINAGAP, 2014).

2.2.1 Barrenador del maíz

Elasmopalpus lignosellus (Lepidoptera, Pyralidae) Los adultos son mariposas de color grisáceo, las hembras depositan sus huevos en las hojas, tallos y a veces en el suelo, las larvas se alimentan en un inicio de las hojas y después perforan el tallo de la plántula, las galerías producidas afectan el crecimiento de la planta. Las larvas

son también vectores secundarios de enfermedades que afectan a la planta (INIA, 2009).

2.2.2 Gusano del choclo

Helicoverpa zea, (= *Heliothis zea*, *Heliothis armigera*, *Bombyx obsoleta*) En su estado adulto es una mariposa de hábito nocturno, que deposita sus huevos en los pelos del choclo recién salidos. Los gusanos se alimentan de los granos tiernos. Disminuyen el rendimiento y la calidad del producto, sea para choclo o grano seco. Para el control se utiliza el aceite comestible, con el cual se taponan los orificios de salida de los pelos del choclo, impidiendo la penetración de los gusanos en la mazorca; se recomiendan tres aplicaciones, la primera cuando la tercera parte de las plantas muestren sus mazorcas con pelos del choclo recién salidos, la segunda luego de ocho días y la tercera a los quince días de la primera aplicación y se utilizan 4 litros/ha (INIAP, 2014).

2.2.3 Gusano trozador

Agrotis ipsilon El adulto es una mariposa nocturna de color café y de alrededor de 3 cm de largo. La larva es de color gris, y de aspecto cilíndrico. Ataca a las plántulas por debajo de la superficie del suelo en etapa de germinación y emergencia. Las hojas de la parte central se marchitan dando el aspecto de estar afectadas por ausencia de agua, mientras que las hojas externas permanecen normales. Para el control, cuando se detecten 25 plantas afectadas de 100 aplicar productos que tengan de ingrediente activo Cipermetrina o clorpirifos en dosis de 1500 mililitros en 200 litros de agua (INIAP, 2014).

2.2.4 Gusano cogollero o ejército

Spodoptera frugiperda Es una especie polífaga. El adulto es una mariposa de color café con alas triangulares y angostas, la larva provoca daños en todo el ciclo del cultivo, poniendo en riesgo la productividad del mismo. Tiene un ciclo entre 30 y 70 días, con cuatro estados: pupa, dura entre 6-13 días; adulto, 6 a 20 días; huevo, entre 2-5 días (la hembra pone alrededor de mil huevos en grupos de cien a trescientos) y, larva, entre 17 a 32 días (en esta etapa pasa por 6 a 9 estadios). La exposición a bajas temperaturas (< a 2°C) durante períodos breves (< 4 días) mata las pupas. Para el control la mejor herramienta es el monitoreo (CropLife, 2014).

2.2.5 Barrenador del tallo

Diatraea saccharalis Fab., es un lepidóptero (Familia: Pyralidae) es una plaga que afecta a gramíneas. El adulto oviposita en el maíz cuando tiene más de tres hojas y en el estado reproductivo del mismo. Cada oviposición es una masa de 10-50 huevos con apariencia escamosa y de coloración blanca a anaranjada, éste período dura entre 6 y 10 días. Presenta 5 estadios larvales comprendidos en un período de alrededor de 25 días, dependiendo de las temperaturas. Para el control de ésta plaga se debe monitorear las oviposiciones, y el tratamiento químico en maíz debe realizarse antes de que las larvas penetren en el tallo, ya que cuando están dentro del mismo resultará inútil cualquier medida de control (Iannone, 2001).

2.2.6 Pulgón Verde

Rhopalosiphum maidis El pulgón es de color azul verdoso no pone huevos, sino que da a luz a ninfas y éstas a su vez son vectores de virus y favorecen el desarrollo de hongos, esto le confiere una importancia económica considerable. Las plantas afectadas presentan manchas amarillas y son rojizas conforme maduran y no producen mazorcas. Estos insectos suelen atacar las plantas hacia el final de la etapa del verticilo medio (Ortega, 1987).

2.3 *Euxesta* spp.

Según CIMMYT (2010) la mosca de los estigmas del maíz, también es conocida como Gusano de la mazorca, Mosca, Gusano del verticilo del maíz, mosca pinta.

Según Panorama Agropecuario (2015) la mosca de los estigmas pertenece al Reino Animalia, Clase Insecta, Orden Díptera, Familia Ulidiidae y Género *Euxesta*.

De los insectos que atacan al cultivo de maíz, las moscas del género *Euxesta* se destacan entre las especies más abundantes y típicas de esta planta. En un principio era considerada una plaga de carácter secundario, pero después, debido a las investigaciones realizadas se observó que estas moscas causaban perjuicios que podían alcanzar un nivel de significación desde el punto biológico y económico, las especies de *Euxesta* son dípteros que atacan a la mazorca del maíz, independientemente del ataque de otra plaga, éste insecto está en toda la América y se ha convertido en una

amenaza seria en los valles altos de la región andina (Díaz, 1982; Huepe, Vargas, Frías & Bobadilla, 1986; CIMMYT, 2010).

En América latina hay más de 69 especies de *Euxesta*, *E. stigmatias* es la más dañina para el maíz. Otras especies incluyen *E. major*, *E. sororcula* y *E. mazorca* (CIMMYT, 2010). Frías en 1978 menciona a *Euxesta eluta* y *Euxesta annonae* como plagas del maíz en Chile, por la importancia del daño que ocasiona la mosca de los estigmas del maíz, en el mismo país, en 1986, Huepe *et al.*, menciona dos especies de la familia Ulidiidae: *Euxesta: E. mazorca* Steykal y *E. eluta* Loew. En 1982, Díaz menciona las especies registradas en Perú: *E. annonae*, *E. eluta*, *E. insólita*, *E. leucomellae*, *E. macquarti*, *E. mazorca*, *E. scbinieri*, *E. obliquistriata*, *E. sororcula*, *E. stigmatias*, también menciona que el ataque de *Euxesta* puede dañar desde el 46% hasta el 75% de mazorcas. En Ecuador *E. annonae* (MAG-PNSV-PGZ, 1986) y *E. eluta* (Evans and Zambrano, 1991). En Hawái, Evenhuis y Eldredge (2003), publican la presencia de *E. stigmatias*, *E. annonae* y *E. wettsteini*. En Argentina en el año 2010 se reportaron dos especies del género *Euxesta*: *E. mazorca* Steykal y *E. eluta* Loew, éstas aparecen en forma simultánea y causan severas pérdidas en el maíz y las infestaciones están sobre el 50% en promedio (Bertolaccini *et al.*, 2010). En el año 2011, Cruz *et al.*, identificaron a *Euxesta: E. mazorca* Steykal y *E. eluta* Loew, siendo *E. eluta* más abundante en los campos de maíz de Brazil. Camacho *et al.*, en el 2012 aseveran que el complejo de moscas de los estigmas: *Euxesta stigmatias* (Loew), *Chaetopsis massyla* (Walker) y *Eumecosomyia nubila* (Wiedemann), son importantes plagas en el cultivo de maíz en Sinaloa, México. Y en Estados Unidos en el año 2015, Owens, Nuessly & Puertas, mencionan a las siguientes especies: *Euxesta annonae* Fabricius, *E. eluta* Loew, *E. stigmatias* Loew, y *Chaetopsis massyla* Walker (Diptera: Ulidiidae) como plagas primarias del maíz dulce en Florida.

Según Merino (2003), dentro de los insectos del choclo identificados en Ecuador en el período comprendido entre los años 1959 y 1977, con la colaboración de Insect Identification and Parasite Introduction Research Branch, se encuentra *Euxesta eluta* Loew que con la mariposa *Heliothis* sp., provocan daños hasta del 93% de los granos de la mazorca (Merino & Vázquez, 1974).

2.3.1 Ciclo Biológico

Las larvas de *Euxesta* spp., presentan un color blanco cremoso y miden alrededor de 1 cm. cuando están totalmente desarrollados; forman pupas dentro de un puparium color rojo-café o café oscuro en el canal de los estigmas. La forma adulta es una mosca que mide 0.5 cm, tiene alas bandeadas que desliza lateralmente con movimientos rápidos cuando se desplaza. Estas moscas ovipositan en el canal de los estigmas los huevos que son de color blanco (Ortega, 1987).

Los huevecillos se encuentran en grupos de 2-30 (95/hembra), son de color blanco hialino y de forma alargada, midiendo 0.80 x 0.20 mm. La larva dura 13 ± 3 días, es de color blanco-amarillenta, alargada con la parte apical más ancha que la posterior, alcanzando 7 mm de largo. La pupa dura 7 ± 2 días, de color amarillo-rojizo-café oscuro, con un extremo redondeado, mide 5 x 1.3 mm (García, Vázquez, Camacho, & Nava, 2011).

2.3.2 Características generales de *Euxesta* spp.

Según Goyal (2010) citado por Pliego (2015) las características generales del género *Euxesta* son: las patas de color café o negras, presentan 4 bandas oscuras en las alas, la parte superior del ápice del primer flagelómero antenal es redondo (**Figura 3**), la vitta frontal tiene varias setas o aristas cruciales, el ovipositor es angosto suave y no laminado apicalmente.

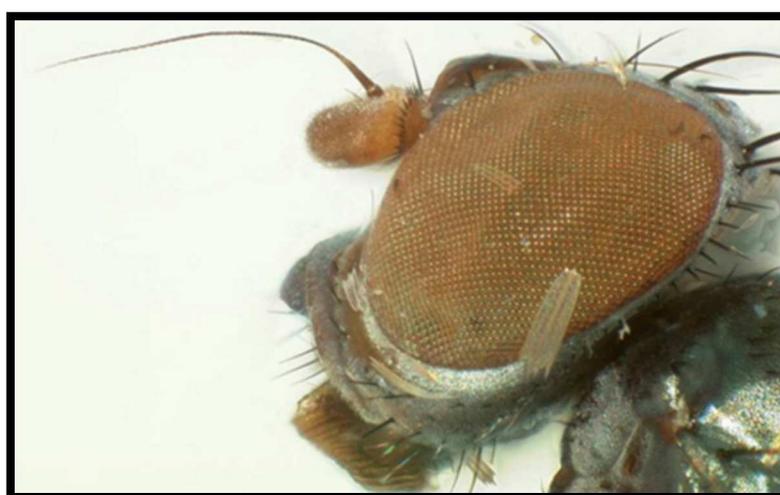


Figura 3 Cabeza de *Euxesta* spp., en dónde el borde del primer segmento de la antena, es redondeado

Fuente (Goyal *et al.*, 2011)

2.3.2.1 *Euxesta eluta* Loew y *Euxesta mazorca* Steyskal

Los adultos son moscas típicas con tórax de color azul metálico, abdomen negro y un cuerpo de 5 mm de largo; las alas están marcadas con cuatro bandas transversales negras (**Figura 4**). En el **Figura 5** se puede observar que los modelos de coloración y distribución de manchas en las alas son característicos de cada especie, éste aspecto es el más notorio y fácil de distinguir. Existen otros caracteres diferenciales, como el perfil de la cabeza, la longitud de las cerdas ocelares y el ovipositor (Huepe *et al.*, 1986; FAO, 2000).

Los huevos de *Euxesta eluta* son blancos, ovoides y alargados, el extremo posterior es ligeramente redondeado. Las larvas son de color blanco cremoso a amarillento, son alargadas con la cabeza puntiaguada y el extremo posterior redondeado y con dos espiráculos; y las pupas tiene un color marrón claro (Goyal *et al.*, 2011).



**Figura 4 *Euxesta mazorca* adulto (derecha)
y pupa (izquierda)**

Fuente (Cruz, s.f)

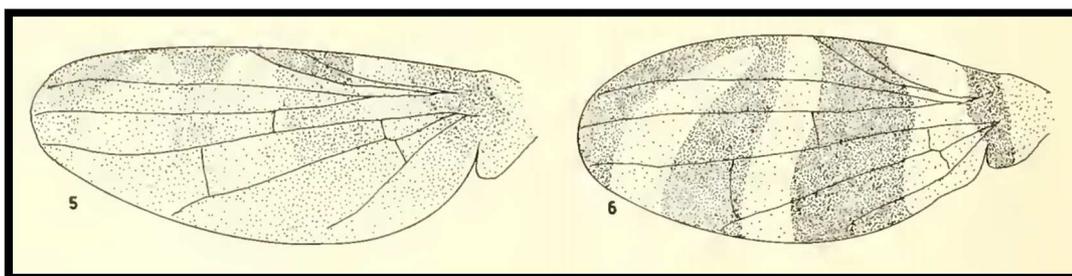


Figura 5 Coloración y distribución de manchas en alas de *Euxesta*: *E. eluta*(izquierda) y *E. mazorca*(derecha)

Fuente (Huepe, 1986)



Figura 6 *E. eluta*: Macho (izquierda) y Hembra (derecha)

Fuente (Goyal *et al.*, 2011)

2.3.2.2 *Euxesta annonae* (Fabricius)

Desde 1922 en un experimento con ratas muertas, dirigido por Illingworth se observó que varias moscas eran atraídas por el olor a descomposición, dentro de ellas *E. annonae*, esto muestra el hábito saprófago de las mismas.

Se encuentra reportada en varios lugares cómo: Florida (Goyal, 2011), Bolivia, Hawái (Illingworth, 1922), Guayana, Brazil, Filipinas, Fiji mencionado por Cruz (2011) citado por Bisby *et al.* (2009), Chile (Frías, 1978), Perú (Díaz, 1982), Ecuador (MAG-PNSV-GTZ, 1986).

Ésta especie es muy similar morfológicamente a *E. eluta*, las hembras ovipositan en la mazorca del maíz, las larvas se alimentan del albumen de los granos, finalmente pupan y emergen los adultos, teniendo en cuenta que el ciclo biológico de *E. annonae* es menor al de *E. eluta* (Frías, 1978). Según Curran, (1935); (Nuessly y Webb, (2010), citados por (Kalsi, (2011) la cabeza es de color rojizo-metálico, la primera banda del ala cubre el 33% de la parte basal en la celda “c”, la porción trans-

parente entre la tercera y cuarta banda no continúa a través de la celda “r₁” y permanece más oscura cerca del margen de la parte final del ala



Figura 7 Adulto de *Euxesta annonae*, macho (izquierda) y hembra (derecha)

Fuente (García, 2011)

2.3.3 Control

2.3.3.1 Biológico

Existen enemigos naturales de la mosca de los estigmas, la avispa *Spalangia* spp. (Hymenoptera: Pteromalidae) parasita a diferentes géneros de moscas, entre éstos el género *Euxesta*, en campo mostró un parasitismo del 38 al 47% de las pupas de las moscas de éste género, en el ciclo agrícola primavera-verano. Ésta mosca puede penetrar hasta 20 cm de profundidad, cuándo encuentra las pupas las parasita depositando un huevecillo dentro de las mismas, y completa su desarrollo en 20 días (Camacho *et al.*, 2012).

En un estudio realizado en Argentina se identificó el endoparasitoide *Dettmeria* Borgmeier (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae: Eucoilinae) parasitando las larvas, con una incidencia del 3%. Las hembras ovipositan dentro de los primeros estados de larvas y el adulto emerge del pupario (Bertolaccini *et al.*, 2010).

2.3.3.2 Químico

Para el control de la mosca de la mazorca la literatura recomienda el uso de Insecticidas Órgano Fosforados, Carbamatos, Piretroides y Neonicotinoides, los cuales también se utilizan para controlar insectos chupadores, masticadores y minadores (Kalsi *et al.*, 2014).

En la zona de Machachi los productos mayormente utilizados son: Lorsban (Organofosforado), Cyperkill (Piretroide), Pirinox (Organofosforado), Kañon (Organofosforado y Piretroide), Gladiador (Neonicotinoide y Piretoride), Engeo (Neonicotinoide y Piretoride), Curacron (Organofosforado), Azocor (Organofosforado), Agronate (Carbamaato), Acefato (Organofosforado) (com. pers).

En un estudio realizado en la Universidad de Florida por Nuessly y Hentz (2004) con adultos de *Euxesta stigantias* recolectados en campo y sometidos a tratamientos con insecticidas organofosforados y piretroides en el laboratorio, se observó que la mortalidad de insectos adultos expuestos a éstos insecticidas está entre el 30 al 100%, después de las 24 horas de aplicación del tratamiento. En Ecuador en un estudio realizado por Chamorro (1981) para el control de *Euxesta eluta* y *Helicoverpa* sp., con los mismos grupos de insecticidas, se encontró que realizando dos aplicaciones con insecticidas en la etapa de floración del maíz, se controla hasta el 58,86%, y no surge efecto si se realiza una sola aplicación.

Entre los plaguicidas comúnmente utilizados se encuentran los organofosforados, los carbamatos, los organoclorados y los piretroides. Los efectos tóxicos producidos por éstos plaguicidas se enfocan en el sistema nervioso. Las intoxicaciones crónicas y exposiciones a dosis menores se asocian a problemas respiratorios, trastornos de memoria, enfermedades de la piel, depresión, abortos, defectos de nacimiento, cáncer y enfermedades neurológicas como Enfermedad de Parkinson y el aumento de probabilidad de ADD / ADHD (Déficit de Atención e Hiperactividad) en niños de 8-15 años (Ecogenetics, 2012).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de la investigación

3.1.1 Ubicación Política

Los trabajos de laboratorio se realizaron en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA1, Laboratorio de Entomología, ubicada en Ecuador, Provincia: Pichincha, Cantón Rumiñahui, Parroquia: Sangolquí, en La Hacienda “El Prado”.

El trabajo de campo se realizó en la Provincia de Pichincha, en los Cantones Rumiñahui y Mejía, en 20 sitios de cada una de las parroquias urbanas: Sangolquí y Machachi.

3.1.2 Ubicación Geográfica

La ubicación geográfica de los lugares en donde se realizó la investigación son:

Laboratorio de entomología de la Hacienda “El Prado”:

Latitud 0°23'11.49" (S)

Longitud 78°24'57.95" (O)

Parroquia Sangolquí:

Latitud 0°20'02" (S)

Longitud 78°27'07" (O)

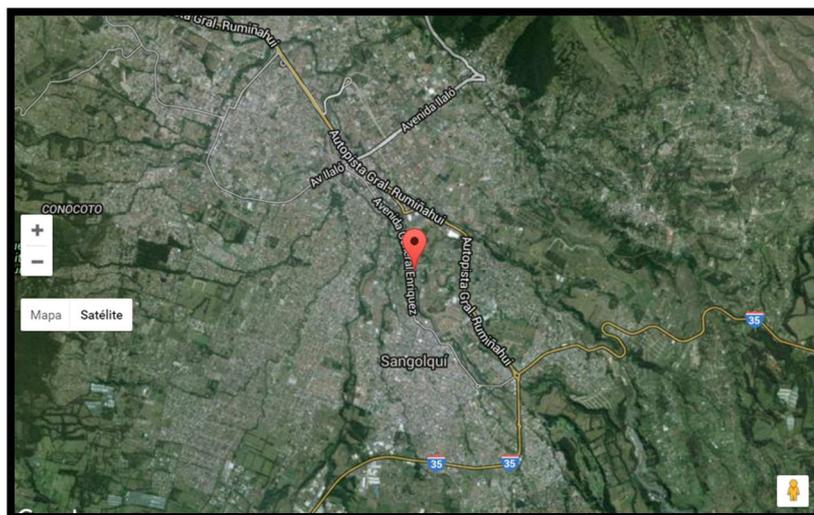


Figura 8 Mapa de la parroquia Sangolquí

Fuente (Mapas América, 2016)

Parroquia Machachi:

Latitud 0°30'36" S

Longitud 78°34'01" O

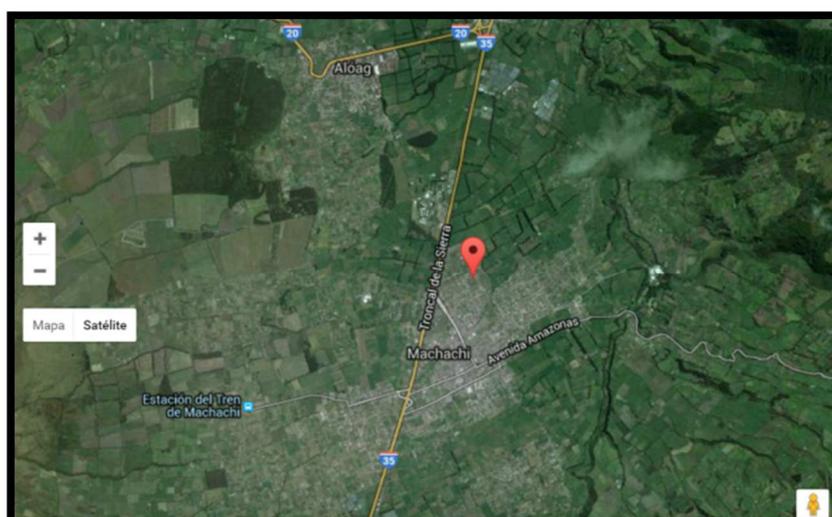


Figura 9 Mapa de la parroquia Machachi

Fuente (Mapas América, 2016)

3.1.3 Ubicación Ecológica

La parroquia Sangolquí ubicada a 2513 m.s.n.m., presenta una temperatura media de 15.4°C, sin embargo en días muy calurosos la temperatura se eleva a 23°C y por la noche puede llegar hasta 8°C. La precipitación anual es de 1390 mm., Arce

(2009) menciona que la humedad relativa es de 67,91%, pertenece al Piso Altitudinal Montano Bajo y a la Región Latitudinal Templada (Climate-data.org, 2016).

La parroquia Machachi se encuentra a 2933 m.s.n.m., el SIN (2015) informa que la humedad relativa es 77,6% y la precipitación anual es de 1572 mm.. Es una zona templada fría perteneciente al piso montañoso, la temperatura oscila entre 6°C y 12°C y se localiza en las estribaciones de la cordillera occidental (MSP, 2015).

3.2 Materiales

3.2.1 Materiales de Campo

Gps, cámara fotográfica, bitácora de campo, fundas plásticas, etiquetas, encuestas.

3.2.2 Materiales de laboratorio

Recipientes plásticos transparentes de cinco litros, ligas, malla de tela, etiquetas, alcohol al 75%, red entomológica, estéreo-microscopio, microscopio, alfileres, minucias, pegamento, caja entomológica, marcadores permanentes, pinzas entomológicas, frascos de vidrio pequeños, viales de polietileno para genitales, acetato de etilo, alcohol glicerinado, glicerina, cajas Petri, pincel de punta plana, tijeras, hornilla eléctrica, piedra pómez, cámara fotográfica.

3.3 Métodos

3.3.1 Recolección y manejo de muestras

3.3.1.1 Colección de muestras en el campo

En el campo se seleccionó un cultivo representativo (que presente ataque de la mosca del choclo), se delimitó un área de 2000 m², entonces se eligieron dos filas al azar y se tomó el 25% de las plantas de las hileras, finalmente se colectaron cuatro mazorcas, una por planta; éste muestreo se realizó dos veces con un espacio de tiempo de treinta días.

Las muestras recolectadas fueron colocadas en fundas de papel kraft debidamente etiquetadas y fueron llevadas al laboratorio de entomología para su posterior adecuación. También se utilizó un Gps para ubicar las coordenadas de cada sitio en donde se colectaron las muestras.

En esta etapa también se aplicó la encuesta de caracterización a los productores de maíz suave en las localidades: Machachi y Sangolquí; las mismas que fueron procesadas con el software estadístico SPSS, **Anexo 5**.

3.3.1.2 Etapa de laboratorio

Las muestras recolectadas en campo fueron colocadas en recipientes plásticos desechables de cinco litros, los cuales tenían una abertura en la cima, del diámetro de la base del mismo recipiente (botella de cinco litros de agua, vacía).

El recipiente fue debidamente numerado, en la base se colocó piedra pómez sin humedad y de granulometría fina.

Se retiró el 25% de brácteas del choclo, se colocó en cada recipiente 4 mazorcas.

Se cubrió el recipiente con una malla en la parte superior y se sujetó con una liga elástica, finalmente se etiquetó el recipiente.

Periódicamente se observó los recipientes con las muestras para saber cuándo emergieron los adultos.

Cuando emergieron los adultos, sobre la malla se colocó una tapa plástica de la mitad del diámetro del recipiente, esto se realizó para evitar pérdida de humedad, y diariamente con el aplicador se asperjó aproximadamente 2 mililitros de agua con azúcar con el objetivo de alimentar a los adultos y mantener una adecuada humedad.

Cuando los adultos endurecieron su exoesqueleto y los colores propios de la especie se definieron adecuadamente, se tomó el recipiente y se sobrepuso la red entomológica y cuándo las moscas salieron, fueron capturadas en esta red, entonces se colocó la red con los insectos en el congelador durante tres minutos, después fueron colocadas en un frasco de vidrio con alcohol al 70% para su conservación, el cual estaba debidamente rotulado.

3.3.2 Determinación de la incidencia y severidad

Para determinar la incidencia de *Euxesta* spp., se observaron las mazorcas dañadas (las mazorcas que tienen granos afectados) y mazorcas sin daño (las mazorcas que no están afectadas), entonces se determinó el porcentaje de mazorcas dañadas de acuerdo a la localidad de muestreo (Bertolaccini, Bouzo, Larsen y Favaro, 2010).

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de mazorcas dañadas}}{\text{Total de mazorcas muestreadas}} * 100$$

Cada mazorca muestreada se dividió en tercios, para determinar la parte mayormente afectada.

Para el cálculo del porcentaje de severidad se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Número de granos afectados}}{\text{Total de granos/ mazorca}} * 100$$

Para determinar el grado de afectación se utilizó la escala de severidad propuesta por García (2013):

Grado 1 = 0 – 20%

Grado 2 = 21 – 40%

Grado 3 = 41 – 60%

Grado 4 = 61 – 80%

Grado 5 = 81 – 100%

Para registrar la incidencia y severidad se utilizó la bitácora de laboratorio, **Anexo 6.**

3.3.3 Identificación de las especies del complejo *Euxesta* presentes en las áreas de estudio y que atacan al maíz dulce.

Se extrajeron los especímenes con una pinza de punta fina del frasco con alcohol, después se los colocó en una valva de caja Petri con alcohol y utilizando dos estiletes se arrancó la parte final del abdomen; ésta estructura se colocó en un vial que contiene hidróxido de potasio al 10% para clarificar la estructura, ahí permaneció por 24 horas, transcurrido ese período se extrajo la estructura y se colocó en una valva de caja Petri con agua, con la finalidad de eliminar el hidróxido, la grasa, y otros tejidos de tal manera que se logró observar limpia la genitalia para proceder al trabajo de identificación.

Para el trabajo de identificación en el laboratorio se tomó la genitalia de un espécimen de un grupo de moscas con las mismas características, se colocó la genitalia en una lámina de portaobjetos cóncavo de dos cavidades, con glicerina, entonces en

el estéreo microscopio con un estilete se colocó la pieza en una posición óptima para después en el microscopio ser fotografiada y finalmente retocada en Photoshop.

Para la determinar las especies fueron enviados al doctor Vicente Hernández del Instituto de Ecología (INECOL) de Xalapa-Veracruz (México), quien ha trabajado con algunos géneros de la familia Ulidiidae.

3.3.3.1 Especímenes para el museo de entomología de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA 1

De los adultos obtenidos en cada localidad, se separaron atendiendo a características comunes, en grupos diferentes y se tomaron veinte especímenes de cada morfotipo diez hembras y diez machos, entonces se los colocó en acetato de etilo por una semana, después en una valva de caja Petri se colocó cada espécimen después en el estéreo microscopio, con un estilete de punta fina se colocó en una posición óptima y se abrieron las alas del insecto, se dejó reposar por cinco minutos bajo la luz del estéreo microscopio hasta que se elimine la humedad del espécimen, entonces se tomó el insecto y se colocó sobre una esponja de 4 cm x 4cm x 3cm, con una pinza de extremo ancho y punta fina se tomó una minucia (alfiler muy fino sin cabeza de una longitud superior a 1cm) y se lo incrustó en la esponja, después con un estilete de punta fina se tomó una gota de goma escolar y se colocó en la minucia a una distancia de 1 cm de la cabeza y con la pinza se tomó el espécimen y se lo pegó a la minucia por el abdomen, después que se encontraba en la posición correcta se dejó secar por un minuto y en la punta de una cartulina fina pero resistente de 13 x 8 mm triangular se colocó con una pinza la minucia con el espécimen, después se colocó un alfiler en la base del triángulo de cartulina, a una distancia de 1 cm de a cabeza. En la gradilla se colocaron las etiquetas y finalmente fueron colocados en una caja entomológica.

3.3.3.2 Etiquetado de especímenes

Para el etiquetado de los especímenes se utilizaron tres etiquetas, en la primera etiqueta están los datos sobre el lugar de recolección de las mazorcas; la segunda etiqueta contiene la información sobre la parte de la planta en dónde se encuentran los especímenes y la tercera etiqueta contiene la información taxonómica.

Las etiquetas para los especímenes preservados en seco fueron elaboradas en papel bond de 75 g., con letra tipo Arial, tamaño cuatro y estilo normal; mientras que

las etiquetas para preservación de especímenes en alcohol, fueron elaboradas a mano con lápiz.

3.3.4 Comparaciones de infestación entre los diferentes sitios de estudio

Con los índices de severidad e incidencia se procedió a realizar comparaciones de infestación entre localidades de estudio utilizando la prueba de comparación de medias de Tukey.

Para ubicar los sitios de muestreo y de mayor infestación se utilizó un software en el campo de los sistemas de Información Geográfica conocido como ArcGIS y Google Earth, previamente se tomaron los puntos de muestreo con un GPS.

3.3.5 Análisis estadístico

El análisis se basó en toma de muestras y determinación de incidencia y severidad, para lo cual se utilizaron fórmulas antes mencionadas, para la identificación de los especímenes se realizó una identificación preliminar y las muestras se enviaron al Dr. Vicente Hernández.

Las muestras de maíz suave se tomaron en dos parroquias, y dentro de cada parroquia en 20 barrios.

3.3.5.1 Tipo de diseño

Se utilizó un diseño completamente al azar.

El modelo matemático es:

$$Y_{ij} = \mu + L_i + e_{ij}$$

En dónde:

Y_{ij} : incidencia, severidad de *Euxesta* spp. y especies del género *Euxesta*

μ : media general

L_i : efecto de la *i*-ésima localidad

e_{ij} : error experimental

3.3.5.2 Variables a medir

Variables Dependientes: Especies por localidad, porcentaje de incidencia y porcentaje de severidad.

Variable independiente: Localidad

3.3.5.3 Tipo de análisis estadístico

Los análisis se realizaron en el software estadístico Infostat estudiantil y Microsoft Excel, para procesar las encuestas se utilizó el software SPSS Statics.

Se realizaron pruebas de comparación de medias para determinar la infestación entre localidades.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Incidencia y severidad de *Euxesta* spp. en el maíz suave

Tabla 3
Promedio \pm error estándar de la incidencia producida por *Euxesta* spp., en la mazorca de maíz suave en dos localidades de Pichincha, Ecuador, 2016

Localidad	Media \pm E.E.	D.E.	CV
Machachi	67,5 \pm 2,92 a	13,08	21,68
Sangolquí	71,25 \pm 3,75 a	16,77	

Se observa una media de incidencia de 67,5 para Machachi y una media de 71,25 para Sangolquí, que son incidencias altas. Para el promedio de estas incidencias se realizó la prueba de comparación de medias *Tukey*, y se encontró que las dos localidades (Machachi y Sangolquí) no presentaron diferencias estadísticas significativas, ($F_{1,38} = 0,62$; $p = 0,43$; **Tabla 3**).

En la figura 10 se observa el porcentaje de incidencia de *Euxesta* en mazorcas de maíz, en los sitios muestreados; las marcas que indican los sitios de muestreo han sido coloreadas tomando como referencia una escala de color que muestra al rojo intenso cómo el 100%, hasta llegar al color blanco que representa el 50%; los sitios en dónde se cultivan varias parcelas de maíz y están cerca a los lugares que tienen otros hospederos de *Euxesta*, presentan mayor incidencia, mientras que en los lugares más poblados, en dónde las parcelas de maíz se encuentran distantes unas de otras, y las fuentes de alimentación de los insectos disminuyen, se reducen las poblaciones de los mismos, entonces existe una menor incidencia.

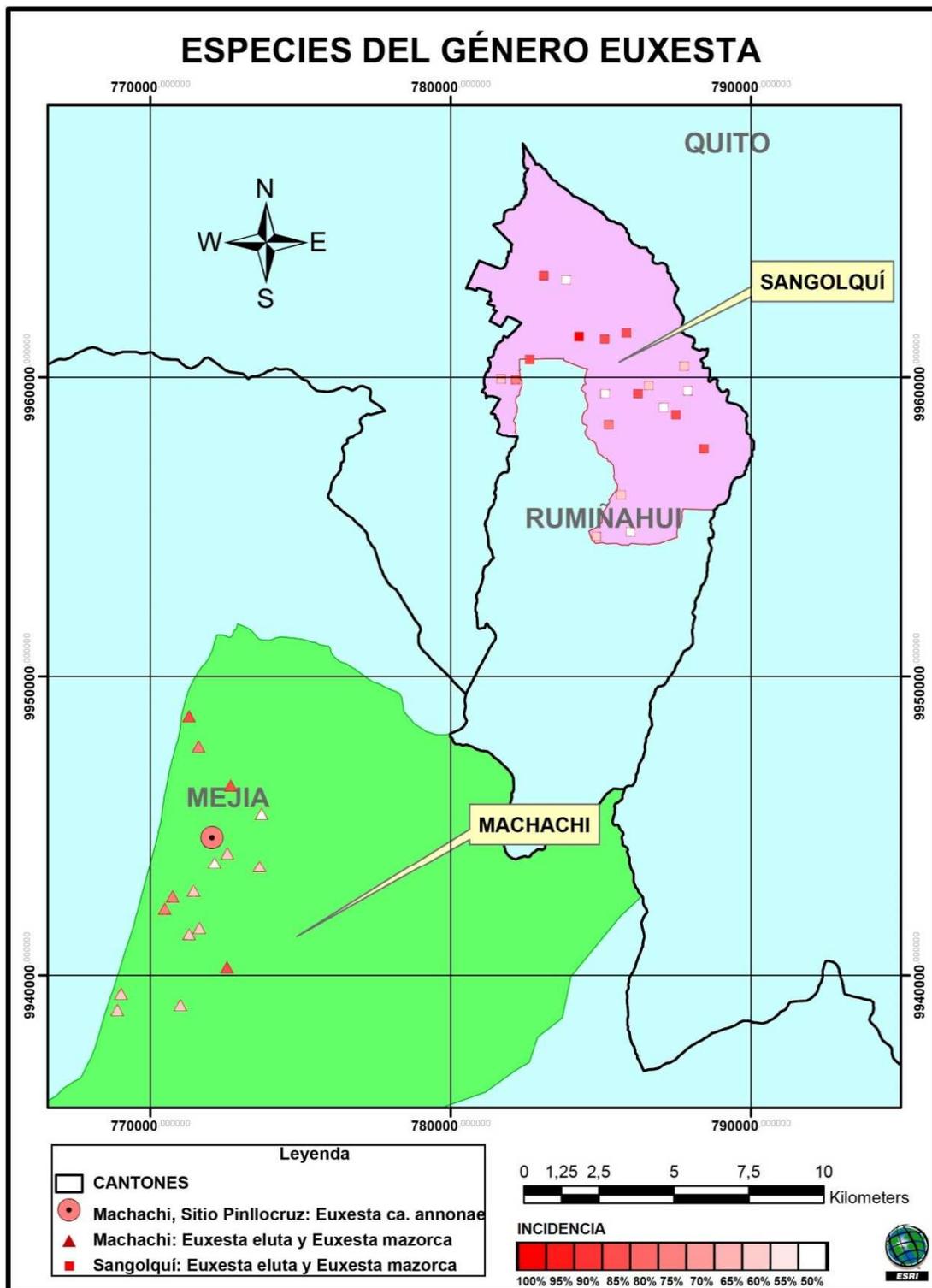


Figura 10 Incidencia del ataque de Euxesta en mazorcas de maíz, en Machachi y Sangolquí

Tabla 4
Promedio \pm error estándar de la severidad ocasionada por *Euxesta* spp., en la mazorca de maíz suave en dos localidades de Pichincha, Ecuador, 2016

Localidad	Media \pm E.E.	D.E.	Grado de afectación	C.V.
Machachi	18,72 \pm 1,54 a	16,03	Grado 1	33,03
Sangolquí	21,19 \pm 1,48 a	15,80	Grado 2	

Mediante la prueba de comparación de medias *Tukey*, se determinó que la severidad del daño que ocasiona *Euxesta* spp., es estadísticamente similar en las dos localidades. El coeficiente de variación de 33,03% está en el límite de aceptación, esto es posible explicar debido a que en los insectos, la distribución en el campo no es uniforme, por lo que se acepta un CV en un rango de 20 a 30% ($F_{1,958} = 2,38$; $p = 0,1241$; Tabla 4).

Tabla 5
Promedio \pm error estándar de la severidad ocasionada por *Euxesta* spp., en cada tercio de la mazorca de maíz suave en dos localidades de Pichincha, Ecuador, 2016

Tercio de la mazorca	Media \pm E.E.	D.E.	C.V.
Superior	30,37 \pm 1,29 a	19,25	50,57
Medio	17,96 \pm 1,25 b	18,61	
Bajo	9,20 \pm 1,06 c	15,72	

La severidad promedio es mayor en el tercio superior de la mazorca y menor en el tercio bajo, esto se debe a que la mosca de los estigmas del maíz o gusano de la mazorca cómo se le llama en Ecuador, oviposita en los estilos del maíz, después las larvas emergen y comienzan atacando el tercio superior de la mazorca, hasta que llegan a la etapa de pupa, en dónde ya no se alimentan de los granos de la mazorca ($F_{957,2} = 67,17$; $p = 0,0001$; Tabla 5).

4.2 Análisis de la encuesta aplicada a los productores de maíz suave en dos localidades de Pichincha, Ecuador, 2016

En el Figura 11 se observa que en Machachi el 100% de personas que se dedican al cultivo de maíz utilizan productos químicos de síntesis para el control de las plagas, mientras que en Sangolquí el 25% de personas controlan las plagas con productos orgánicos (aceite agrícola y vegetal), y el 75% de personas no controlan las plagas debido a que en ésta parroquia las personas tratan de producir orgánicamente, además que hay personas que por su avanzada edad, o falta de tiempo no realizan prácticas de control alguno.

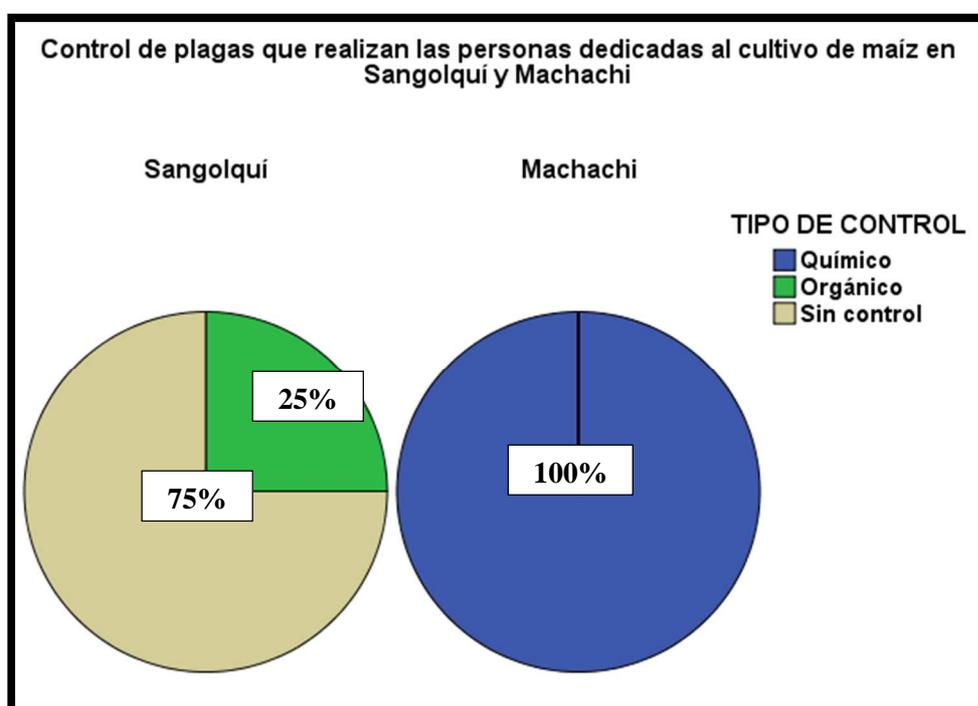


Figura 11 Análisis sobre el control de plagas que realizan las personas dedicadas al cultivo de maíz suave en Sangolquí y Machachi.

En el Figura 12 se observa el porcentaje de uso de plaguicidas según el grupo químico, en la parroquia Machachi, debido a que el cien por ciento de personas de ésta parroquia utilizan plaguicidas, en dónde se observa que el 50% de plaguicidas utilizados pertenecen al grupo químico de Organofosforados, los mismos que, según la molécula; actúan como insecticidas de contacto, fumigantes, de ingestión, y un importante número actúan como sistémicos. Después de éstos con un 20%, los pla-

guicidas más utilizados son los que resultan de la combinación de Neonicotinoides con Piretroides; seguidos de los Piretroides, la mezcla de organofosforados con piretroides y finalmente los Carbamatos.

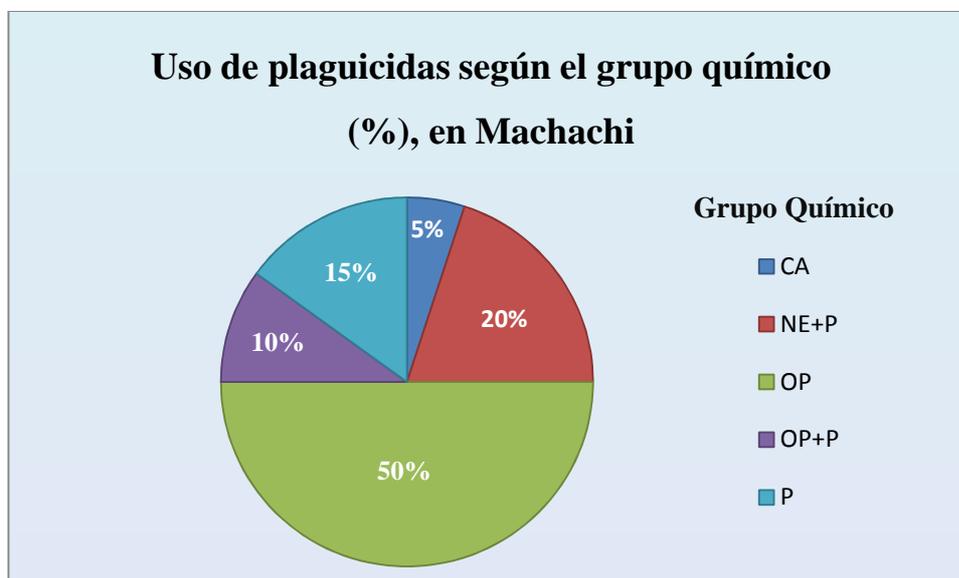


Figura 12 Uso de plaguicidas según el grupo químico (%), en los sitios de muestreo en Machachi.

NE=Neonicotinoides, P=Piretroides, CA=Carbamatos, OP=Organofosforados.

4.3 Identificación de especies del complejo *Euxesta* presentes en las zonas y que atacan al maíz suave.

Los especímenes del género *Euxesta* fueron enviados a México, dónde fueron identificados por el Dr. Vicente Hernández, quien determinó que corresponden a *E. eluta*, *E. mazorca* y *E. ca. annonae* (Tabla 6).

Tabla 6

Determinación de especies encontradas en las zonas de estudio, por parte del Dr. Vicente Hernández

Código Muestra	Cantón	Parroquia	Observaciones	DETERMINACIÓN
PIC-5025	Mejía	Machachi (Pinllocruz)	10 ♀ y 10 ♂	<i>Euxesta ca. annonae</i> (Fabricius)
PIC-5225	Mejía	Machachi	10 ♀ y 10 ♂	<i>Euxesta mazorca</i> Steyskal

➔ Continúa

PIC-6725	Mejía	Machachi	10 ♀ y 10 ♂	<i>Euxesta eluta</i> Loew
PIC-1625	Rumiñahui	Sangolquí	10 ♀ y 10 ♂	<i>Euxesta eluta</i> Loew
PIC-2725	Rumiñahui	Sangolquí	10 ♀ y 10 ♂	<i>Euxesta eluta</i> Loew
PIC-2925	Rumiñahui	Sangolquí	10 ♀ y 9 ♂	<i>Euxesta mazorca</i> Steyskal

4.3.1 *Euxesta eluta*

En la antena la arista es de color café oscuro y se inserta el tercio caudal del pos-pedicelo y el flagelómero mide 0,80 mm de largo y 0,45 mm de ancho, dando una apariencia globosa alargada. Presenta de 2 a 4 setas frontales negras, aunque a veces se puede encontrar alguna de ellas reducidas; también presentan un par de setas oclares de color negro, largas que sobrepasan ligeramente el margen de la vitta frontal (Figura 13).



Figura 13 Cabeza de *E. eluta*

El tórax es ligeramente pruinoso sobre los húmeros y scutum, mide entre 1,07 y 1,49 mm. En el primer y segundo par de patas, la coxa es amarillenta con una mancha café cerca de la base en dónde se inserta la pata, en los mismos pares el trocánter es amarillento, mientras que en el tercer par de patas tanto la coxa como el trocánter son de color café. Las articulaciones entre el fémur con la tibia y de ésta con el tarso son amarillentas. El fémur es negro metálico y la tibia café a negra en todas las patas. El primer segmento del tarso en el primer par de patas es café oscuro, y es amarillen-

to en los dos últimos pares de patas. El abdomen tiene una ligera pruinosidad en la parte apical de los costados de los segmentos: 1+2, tres y cuatro (Figura 14).



Figura 14 *Euxesta eluta*: hembra (izquierda) y macho (derecha)

En el ala, la vena segunda radial (R2+3) en el tercio final del ala, presenta una notoria convexidad, la vena cubital distal medial (dm-cu) es ligeramente cóncava, la vena radio medial (r-m) es semirrecta y está por delante del ápice de R1. Y el área hialina localizada en la cuarta banda del ala, no es bien definida (Figura 15).

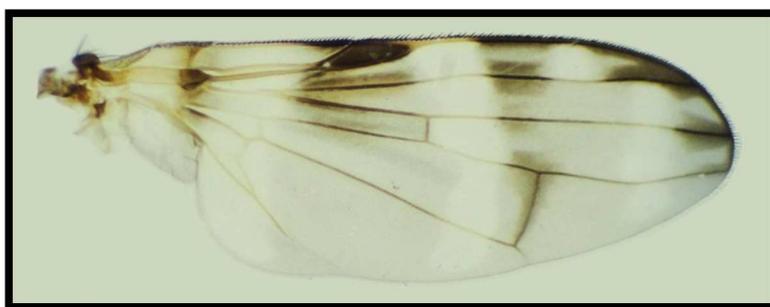


Figura 15 Ala de *E. eluta*



Figura 16 Genitalia de *E. eluta*: frente (Izquierda) y lado (Derecha)

En las genitales de los machos, los surstylus presentan tres pares de “sencillas o setas”. Con respecto a la vista lateral de las genitales de los especímenes machos, el cerci no es notorio (Figura 16).

4.3.2 *Euxesta mazorca*

En la antena, el flagelómero mide 0,93 mm de largo y 0,5 mm de ancho (Figura 17).



Figura 17 Cabeza de *E. mazorca*

El tórax presenta una ligera pruinosidad sobre los húmeros y scutum y mide 1,27 mm. En el primer par de patas la coxa y trocánter son amarillentos y el tarso es de color café con una mancha amarillenta en la parte apical del mismo. El fémur y la tibia son café oscuros-metálicos en todas las patas. En el segundo par de patas la coxa es de color café claro con una mancha café oscura metálica en la parte apical y el

trocánter es de color café claro. En el tercer par de patas la coxa y trocánter son de color café metálico. El tarso es amarillento en el segundo y tercer par de patas. El abdomen es negro metálico y presenta una ligera pruinosidad similar a la de *E. eluta* y *E. ca. annonae* (Figura 18).



Figura 18 *E. mazorca*: hembra (izquierda) y macho (derecha)

En el ala, la vena segunda radial (R2+3) es semirecta, la vena dm-cu es notablemente cóncava y la vena radio medial (r-m) es ligeramente cóncava y está dispuesta a la altura del ápice de la vena primera radial (R1) (Figura 19).



Figura 19 Ala de *E. mazorca*

En la genitalia de los especímenes machos los surstylus presentan tres pares de “sencillas o setas” (Figura 20).



Figura 20 Genitalia del espécimen macho de *E. mazorca*: vista frontal (izquierda) y lado (derecha)

4.3.3 *Euxesta annonae*

En la antena, el flagelómero mide 0,76 mm de largo y 0,50 mm de ancho. Presenta de 2 a 4 setas frontales negras, aunque a veces se puede encontrar alguna de ellas reducidas y presentan una segunda fila de setas, después de las setas frontales; también presentan un par de setas ocelares similares a la de *E. eluta* (Figura 21).



Figura 21 Cabeza de *E. ca. annonae*

El tórax presenta una ligera pruinosidad sobre los húmeros y en la parte caudal del scutum y mide en promedio 0,94 mm desde el borde apical del scutum hasta el borde caudal del scutellum. En el primer par de patas, la coxa es amarillenta con una mancha café oscura en los costados, el trocánter tiene un café claro y la tibia es color café. En el segundo y tercer par de patas la coxa es de color café oscuro. En el segundo par de patas la tibia es amarillenta. En el tercer par de patas el trocánter es café oscuro al igual que la tibia. Las articulaciones entre el fémur con la tibia y de la misma con el tarso son café claras. El fémur es negro metálico y el tarso amarillento, en todas las patas. El abdomen tiene un color negro metálico, y presenta una ligera pruinosidad en la parte apical de los costados de los tres primeros segmentos (Figura 22).



Figura 22 *E. ca. annonae*: hembra (izquierda) y macho (derecha)

En el ala, la vena segunda radial (R2+3) es semirrecta, la vena cubital distal medial (dm-cu) es semirrecta, la vena radio medial (r-m) es recta y está dispuesta por delante del ápice de la vena primera radial (R1) (de acuerdo a la prolongación longitudinal de r-m); en el patrón de manchas alar, la primera banda se extiende desde la vena h hasta el ápice de la vena A1+CuA2 (primera anal + cubital anterior). La segunda banda cubre la parte apical de la celda c hasta el ápice de R1, siendo de un color negro muy definido, extendiéndose hacia abajo hasta parte superior del tercio medio de la celda cua1, presentando un color atenuado; la parte hialina entre la tercera y cuarta banda termina bajo la vena R2+3.



Figura 23 Ala de *E. ca. annonae*

En las genitalias de los machos, los surstylus de los especímenes, presentan normalmente cinco pares de “setas o sencillas”; aunque se han observado especímenes que presentan en un lado seis “setas o sencillas” y en otro cinco.



Figura 24 Genitalia del macho de *E. ca. annonae*: vista frontal (izquierda) y vista lateral (derecha).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Euxesta spp., puede causar daños severos en el maíz suave y alcanzar hasta el 100% de infestación según Bailey (1940); Seal and Jansson (1989); Nuessly & Hentz (2004), citados por Goyal *et al.* (2011). En Argentina un estudio realizado en el maíz suave de Santa Fé, por Bertolaccini *et al.* (2010) se encontró la presencia de *E. eluta* y *E. mazorca*; éstas especies se presentaron juntas con una infestación del 50 %. En Ecuador el INIAP (1998) menciona que la mazorca del maíz suave es atacada por *Heliothis zea* y *Euxesta eluta* que llega hasta niveles del 80 y 90 % de infestación, que ocasionan pérdidas de hasta el 40% de grano. Según Cruz *et al.* (2011) en el maíz dulce o suave, los daños que ocasiona *Euxesta* son significativos incluso con aplicaciones de insecticidas y cuándo las infestaciones sobrepasan el 30%, suelen ser rechazados en el mercado para la venta en fresco; éstos resultados concuerdan con los obtenidos en ésta investigación, ya que pese a que en Machachi las personas utilizan insecticidas para el control, la infestación llega a 67,5 % y en Sangolquí en dónde aplican productos como aceite agrícola y aceite vegetal para el control, o incluso no utilizan ningún tipo de control, la infestación llega a 71,25 %, estos valores muestran la severidad del daño que ocasiona *Euxesta* spp.

Con respecto al porcentaje de la mazorca dañada, en Santa Fé, Argentina, se encontró que el daño producido por *E. eluta* corresponde a la categoría 2, con daños solo en la punta de la mazorca, e inferiores al 25%; los daños con un promedio de 0.13%, correspondieron al valor de daño 1. (Curis *et al.*, 2015). Éstos resultados son muy similares a los de Ecuador, ya que en el presente estudio el grado de afectación de la mazorca es 1 en Machachi y 2 en Sangolquí, con la diferencia que en esta investigación existieron daños en toda la mazorca, siendo mayor en el tercio superior llegando hasta 30,37%, en el tercio medio el daño fue 17,96% y con menor daño en el tercio inferior 9,20%, coincidiendo con el estado fenológico en el que las mazorcas tienen más cantidad de larvas y por el daño ocasionado en toda la mazorca, con un estudio realizado por Martos (1983) el daño ocasionado por *Euxesta*, alcanzó el 100% en el tercio superior y sólo un mínimo porcentaje es menor en las otras partes, sin importar la fecha de recolección ya que para ese estudio se recolectaron mazorcas de diferentes estados fisiológicos, sin embargo la presencia de larvas es mayor cuan-

do la mazorca se encuentra tierna y su número es mayor al de otras larvas de las demás plagas del maíz.

Según Curis *et al.* (2015) los mayores daños producidos en maíces de siembra temprana demuestran que especies del género *Euxesta* están adaptadas a condiciones climáticas cálidas, como las que se dan en Florida (EE. UU.) y en Brasil, siendo la temperatura un factor limitante de las poblaciones de esta plaga en el cinturón verde hortícola santafesino, que varían según las diferentes campañas agrícolas; en el presente estudio realizado en una zona cálida (Sangolquí) y en una zona fría (Machachi) se encontraron tanto *E. eluta* como *E. mazorca*, además de encontrar *E. ca. Annonae* en Machachi, esto demuestra la agresividad de propagación de *Euxesta* en el cultivo de maíz, ya hasta en zonas de clima frío; estos resultados son parecidos a los de un estudio realizado por Goyal *et al.* (2011) en donde menciona la presencia de cuatro especies de dos géneros que son reconocidas como plagas del maíz en Florida: *Euxesta annonae*, *Euxesta eluta*, *Euxesta stigmatias*, y *Chaetopsis massyla*.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La incidencia del ataque de *Euxesta* en el maíz suave, se presentó con una media de 67,5 para Machachi y 71,25 para Sangolquí, la misma que es alta, considerando que sobrepasa el 50%. Si bien en Machachi se utilizan productos químicos para el control; se observa que esta medida no resulta efectiva.
- La severidad de *Euxesta* spp., en Sangolquí y Machachi presenta una media de 21,19% y 17,72%, respectivamente, esto resulta en una pérdida para el agricultor debido a que habría una reducción de hasta el 21% de la cosecha, lo que es equivalente a perder 2 dólares por saco de 80 mazorcas de maíz suave a un precio promedio de \$15,50.
- La severidad promedio es mayor en el tercio superior de la mazorca (30,37%) y menor en el tercio bajo (9,20%), esto se debe a que *Euxesta* spp., oviposita en los estilos del maíz, después las larvas emergen y comienzan atacando el tercio superior de la mazorca, hasta que llegan a la etapa de pupa, en donde ya no se alimentan de los granos de la mazorca.
- Las especies identificadas del género *Euxesta* corresponden a: *E. eluta*, *E. mazorca* y *E. annonae*; las dos primeras especies se encuentran presentes en las dos localidades de estudio, mientras que la última se encontró únicamente en Machachi.
- La infestación de *Euxesta* spp., más alta se presentó en Sangolquí (71,25 %), esto se puede explicar debido a que el 75 % de las personas no realizan control alguno y sólo el 25% de las personas controlan las plagas con aceite agrícola y aceite vegetal, según lo recomendado por la FAO, pero aun así, no existen diferencias estadísticas significativas con Machachi en donde la infestación es 65,5 %.

6.2 Recomendaciones

- En las zonas importantes de producción de maíz suave cómo: Bolívar, Tungurahua y Cotopaxi; también en la costa: Los Ríos, Esmeraldas y Manabí, se deberían realizar estudios de evaluación de daños porque en éstas zonas no se han realizado estudios; y control de *Euxesta* spp., ya que los métodos aplicados hasta el momento para el control de ésta plaga, en el área en estudio, no son efectivos.
- En Ecuador es importante realizar estudios de *Euxesta* cómo plaga del maíz, para determinar los picos poblacionales, hospederos alternativos y enemigos naturales.
- Debido a que en el presente estudio se encontró *Euxesta* ca. *annonae*, es importante comparar con los paratipos y determinar si en realidad se trata de una nueva especie.
- Realizar estudios de combinación de maíz con leguminosas y cucurbitáceas.

6.3 Bibliografía

- Acosta, R. (2009). El cultivo de maíz su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos tropicales*, 30(2), 113-120. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>
- Arce, M. (2009). Normal climática y distribución de la precipitación de la Hacienda El Prado-IASA. *Serie Zoológica* 8(4-5), 126-128. Disponible en [http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoologicaNo2/8\(4-5\)/10marcelolisto.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoologicaNo2/8(4-5)/10marcelolisto.pdf)
- Bertolaccini, I., Bouzo, C., Larsen, N. y Favaro, J. (2010). Especies del género *Euxesta* Loew (Diptera: Ulidiidae (= Otitidae)) plagas de maíces dulces Bt en la provincia de Santa Fe, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argentina* 69(1-2). Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802010000100012
- Biodiversidad. (2006). Proyecto Global de Maíces Nativos: El origen y diversificación del maíz. Recuperado de http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo8_ResultadosProyectos/FX004/EL_ORIGEN_Y_DIVERSIFICACION_DE_MAIZ_ene09.pdf
- Bungacho, M. (2014). *Rotulación y señalización del sendero ecológico La Gran Cascada del Pita, Cantón Quito, Provincia Pichincha*. (Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2481/1/T-UCE-0004-15.pdf>
- Camacho, J., García, C., Mundo, M., Armenta, A., Nava, E., Valenzuela, J., & Gonzáles, U. (2012). Enemigos naturales de las moscas de los estigmas del maíz *Euxesta stigmatias* (Loew), *Chaetopsis massyla* (Walker) y *Eumecosommyia nubila* (Wiedemann) EN GUASAVE SINALOA, MÉXICO. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo sustentable*, VIII(3), 71-77.

- Chamorro, F. (1981). Contro, de plagas del choclo *Helicoverpa* sp. Y *Euxesta eluta*, (Diptera: Otitidae) mediante aplicaciones localizadas de insecticidas en los estigmas, Uyumbicho-Pichincha. Recuperado en 2017, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/146/1/iniapsctCh442c.pdf>
- Centro de Ecogenética y Salud Ambiental, Ecogenetics. (2012). Riesgos a la Salud por Pesticidas en los Alimentos. Recuperado en 2017, de http://depts.washington.edu/ceeh/downloads/FF_Pesticides_SP.pdf
- Consejo Internacional de Cereales, IGC. (2015). Producción de maíz y trigo. Disponible en <http://lta.reuters.com/article/idLTAKBN0LU1SV20150226>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. (2015). Programa Global de Maíz: Investigación sobre Maíz. Recuperado de <http://www.cimmyt.org/es/que-hacemos/investigacion-sobre-maiz>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. (2010). Doctor Maíz: Gusanos de la mazorca. Recuperado de <http://maizedoctor.org/es/gusanos-de-la-mazorca>
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. (2004). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo: *Etapas de crecimiento de maíz*. Obtenido de <http://maizedoctor.org/es/etapas-de-crecimiento-del-maiz>
- Climate-data.org (2016). Clima: Sangolquí. Recuperado de <http://es.climate-data.org/location/30838/>
- CropLife. (2014). *Oruga Militar o Gusano cogollero un problema para los cultivos de maíz y sorgo*. (J. Lezaun, Ed.) Recuperado el 2016, de <http://www.croplifela.org/es/proteccion-de-cultivos/plaga-del-mes/oruga-militar-o-gusano-cogollero-un-problema-para-los-cultivos-de-maiz-y-sorgo.html>
- Cruz, I., Braga, R., Corrêa, M., Penteado, A., Laboissière, M., Nuessly, G. (2011). Survey of ear flies (Diptera, Ulidiidae) in maize (*Zea mays* L.) and a new record of *Euxesta mazorca* Steyskal in Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 55(1): 102–108.

- Dateandtime. (2016). Coordenadas geográficas de: Sangolquí y Machachi, Ecuador. Recuperado de <http://dateandtime.info/es/citycoordinates.php?id=3654536>
- DGAP. (2011). *Agropecuaria: Agenda Productiva Provincial*. Recuperado el 2016, de http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/apoyoproduccion/app_libro_2_%20agropecuarioweb.pdf
- Diario Los Andes. (27 de Junio de 2016). *MAGAP Bolívar socializa el precio del maíz suave seco*. Recuperado el Septiembre de 2016, de <http://biodatos.ec/losandes/index.php/videos/item/876-magap-bolivar-socializa-precio-de-maiz-suave-seco>
- Diaz, W. (1982). Daños de *Euxesta eluta* y *E. mazorca* (Dipt.: Otitidae) sobre maíces amiláceos en la costa central del Perú. *Rev. Peruana de Entomol.* 25:51-54. Recuperado de <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v25/pdf/a07v25.pdf>
- Dow Agrosiences. (2013). Solicitud de liberación al ambiente en Etapa Experimental del maíz Herculex evento DAS-01507-1 en el Estado de Sinaloa. Recuperado de <http://www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento=27847&IdUrl=71189&down=true>
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria continua, ESPAC. (2012). Censo Nacional Agropecuario. Recuperado en 2016, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-espac-2012/>
- El Diario. (2014). El cambio de la matriz productiva. Recuperado de <http://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/312392-el-cambio-de-la-matriz-productiva/>
- Escalante, J. Á. (2008). El maíz: Recurso alimenticio. *El Antoniano de la Universidad Nacional San Antonio ABAD del Cusco*, 18(113), 8-30.
- Fassio, A., Carriquiry, A. I., Tojo, C., & Romero, R. (1998). *Maíz: Aspectos sobre fisiología*. Recuperado el 2016, de INIA:

<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135855.pdf>

Frías, D. L. (1981). Diferencias de microhabitats entre *Euxesta eluta* y *Euxesta annonae* (Díptera, Otitidae). *Agricultura Técnica (Chile)* 41(2): 89–94.

Frías, D. L. (1978). Estudios ecológicos en *Euxesta eluta* y *Euxesta annonae* (Diptera, Otitidae). *Agricultura Técnica*, 38, 109-115.

García, C. (2013). *La nixtamalización del maíz*. Obtenido de <http://papeldeperiodico.com/2013/07/la-nixtamalizacion-del-maiz/>

García, C. (2013). Control biológico de la mosca de los estigmas del maíz. Recuperado de <http://es.slideshare.net/salvadorechavarria/control-biologico-de-la-mosca-de-los-estigmas-del-maz-2013>

García, C., Camacho, J., Nava, E., Armenta, A., López, F., Vázquez, E. & Hernández, V. (2011). Mosca de los estigmas del maíz: comportamiento y control biológico. Recuperado de <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/Publicaciones-Sinaloa/Resultados-de-Proyectos-2010-2011/Mosca%20de%20los%20estigmas%20del%20maiz,%20comportamiento%20y%20control%20biologico.pdf>

García, C., Vázquez, E., Camacho, J. & Nava, E. (2011). Morfología, Ciclo de Vida y Comportamiento de la Mosca de los Estigmas del Maíz *Euxesta stigmatias* (Loew) (Diptera: Ulidiidae) en Sinaloa. *Southwestern Entomologist Scientific Note*, 36(1), 112. Recuperado de http://sistemanodalsinaloa.gob.mx/archivoscomprobatorios/_11_articulosrevistasindexadas/565.pdf

Giles, F. (2014). Control de la Mosca de los estigmas del maíz durante las últimas etapas del ciclo de cultivo. Recuperado de <http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/control-de-la-mosca-de-los-estigmas-del-maiz-durante-las-ultimas-etapas-del-ciclo-de-cultivo/>

Goyal, G., Nuessly, G. S., Steck, G. J., Capinera, J. L. & Seal D. R. (2011). Comparative Morphology of the Immature Stages of Three Corn-Infesting Ulidiidae

- (Diptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 104(3):416-428. 2011.
- Hentz, M. G., & Nuessly, G. S. (2004). A technique for rearing the sweet corn pest, *Euxesta stigmatias* (Diptera: Otitidae), on a *Helicoverpa* diet. *Journal of Entomological Science*, 39(1), 140-143.
- Huepe, S., Vargas, H., Frías, D. & Bobadilla, D. (1986). Estudio Morfológico y Ecológico de *Euxesta eluta* Loew y *Euxesta mazorca* Steyskal (Diptera: Otitidae) en cultivares de maíz en el Valle de Lluta, Arica. *Revista Chilena Entomológica*, 14(1), 17-24. Recuperado de http://www.insectachile.cl/rchen/pdfs/1986v14/Huepe_et_al_1986.pdf
- Iannone, N. (2001). Control químico de *Diatraea*, Tecnología que apunta a la alta producción. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. *Revista de Tecnología Agropecuaria, Divulgación Técnica del INTA Pergamino*. Vol. VI, Nº 17. Pergamino, Bs As. pp. 33-37.
- Consejo Internacional de Cereales, IGC. (2016). *Informe Mercado De Cereales*. Recuperado el Octubre de 2016, de <http://www.igc.int/downloads/gmrsummary/gmrsumms.pdf>
- Illingworth, J. (December de 1922). Insects Attracted to Carrion in Hawaii. *Proc. Haw. Ent. Soc.*(2), 280-281.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, INEC. (2014). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC: Cultivos transitorios. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2014/Resultados_2014/3.%20Informe_ejecutivo_ESPAC_2014.pdf
- Instituto Nacional de Innovación Agraria, INIA. (2009). *Producción de Canola, Lupino y Arveja*. (J. Tay Urbina, Ed.) Recuperado el 2016, de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36469.pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2014). *Manejo de Insectos*. Recuperado el 2016, de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/maiz/7insectos.pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2012). Oferta tecnológica del Programa Nacional de Maíz. Recuperado de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi7s-jIm-KjLAhXD9R4KHWS8AhYQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iniap.gob.ec%2Fnsite%2Fimages%2Fstories%2Fdescargas%2Fproyectos_inversio_n_iniap%2Fpriorizados_senplades%2Ffortalecimiento_institucional%2FMatrices%2FWord%2Fmatrizmaizsantacata.doc&usg=AFQjCNHemFSulDyV9s2UTjMvbNw2XFBYFQ&sig2=bPC11hUWMGiplMJQx4wr4A

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (1998). *Control de gusanos de la mazorca de maíz mediante el uso de aceite vegetal*. (J. Drobonski, E. Silva, J. Vásquez, & J. Heredia, Edits.) Recuperado el 2016, de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Control%20de%20gusano%20de%20la%20mazorca%20de%20ma%C3%ADz%20mediante%20el%20uso%20de%20aceite%20vegetal..pdf>

Kalsi, M., Seal, D., Nuessly, G., Capinera, J., & Martin, C. (Septiembre de 2014). Distribution of arthropod predators and their responses to *Euxesta* spp. (Diptera: Ulidiidae) in the laboratory and in corn fields in South Florida. *Florida Entomologist*, 3(97), 911-920.

Mapas América. (2016). Mapas, coordenadas GPS e imagen de satélite de: Sangolquí y Mapachachi. Recuperado de <http://mapasamerica.dices.net/ecuador/>

Martínez, U. (2013). Plagas y enfermedades del maíz: Especificaciones de las plagas que afectan el grano. Recuperado de http://plagas-enfermedades-maiz.blogspot.com/2013/11/especificaciones-de-las-plagas-que_8.html

- Martos, A. (1983). Status de *Euxesta* spp. como plaga y relación de otros insectos de las mazorcas de maíz. *Revista Peruana Entomológica* 26(1), 41-45. Disponible en <http://www.revperuentomol.com.pe/publicaciones/vol26/EUXESTA-SPP41.pdf>
- MAG-PNSV-GTZ. (1986). Programa Nacional de Sanidad Vegetal: *Inventario de Plagas, Enfermedades y Malezas del Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Merino, G. & Vázquez, V. (1974). Periodo de la emisión de estigmas de cuatro variedades de maíz y susceptibilidad de las mismas al ataque de *Heliverpa* sp., y *Euxesta eluta* Loewe. *Revista técnica INIAP*, 1(1), 29-32. Recuperada de https://books.google.com.ec/books?id=2IMzAQAAMAAJ&pg=PA29&lpg=PA29&dq=merino+y+vazquez+euxesta&source=bl&ots=27qA3eO4Zh&sig=4GHIHNiDc44MAzTIEN-eWCdjvps&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj-kZnc_6DLAhWB1x4KHSTOCGoQ6AEIHTAB#v=onepage&q=merino%20y%20vazquez%20euxesta&f=false
- Merino, G. (2003). *Identificación científica, investigaciones y observaciones sobre algunos insectos del Ecuador*. Ecuador: Ediciones Aby-Ayala.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, MAGAP. (2014). Boletín Situacional Maíz suave choclo. Recuperado en 2016, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2014/jboletin-situacional-maiz-suave-choclo.pdf>
- Ministerio de Salud Pública, MSP. (2015). Plan Médico Funcional Hospital Machachi. Recuperado de https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/sigobito/tareas_segui_miento/1533/Sigobito229%20PMF.pdf
- Nuessly, G. S., Scully, B. T., Hentz, M. G., Beiriger, R., Snook, M. E., & Widstrom, N. W. (2007). Resistance to *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Euxesta stigmatias* (Diptera: Ulidiidae) in sweet corn derived from exogenous and endogenous genetic systems. *Journal of economic entomology*, 100(6), 1887-1895.

- Nuessly, G. S., Hentz, M. Contact and Leaf Residue Activity of Insecticides Against the Sweet Corn Pest *Euxesta stigmatias* (Diptera: Otitidae). *Journal of Economic Entomology*, 97(2):496-502.
- Ordás, B., Romay, M. & Revilla, P. (2007). Misión Biologica de Galicia: Maíz Dulce. Recuperado de <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=67438>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2015). Perspectivas por sectores principales: Producción de cultivos. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s08.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2014). Perspectivas por sectores principales: *Anuario Estadístico de la FAO: La alimentación y la Agricultura en América Latina y El Caribe*. Recuperado el Octubre de 2016, de <http://www.fao.org/3/a-i3592s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2009). Participación de cultivos alimentarios en la bio-economía mundial. Recuperado el 2016, de <http://www.fao.org/3/a-i3592s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2007). Perspectivas de cosechas y situación alimentaria. Recuperado en 2016, de <http://www.fao.org/docrep/013/al972s/al972s00.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2006). Perspectivas por sectores principales: *Agronomía de los Cultivos Andinos*. Recuperado el 2016, de <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s04.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2003). Perspectivas por sectores principales: Insectos del maíz. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s11.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2000). Perspectivas por sectores principales: *El maíz en los trópicos*. (G.

- Granados, Ed.) Recuperado el Noviembre de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s11.htm>
- Ortega, A. 1987. Insectos nocivos del maíz: una guía para su identificación en el campo. México DF, MX. CIMMYT. p. 106. Recuperado de repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/732/4941.pdf
- Paliwal, R. (s.f). FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación): Introducción al maíz y su importancia. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s02.htm>
- Panorama Agropecuario. (2015). Banco de Información Agropecuaria: Mosquita pinta. Recuperado de bancoinfo.panorama-agro.com/?p=543
- Producción Mundial Maíz, PMM. (2016). Maíz producción mundial 2015/2016. Disponible en <https://www.produccionmundialmaiz.com/>
- Producción Mundial Maíz, PMM. (2017). Producción mundial 2016/2017. Disponible en <https://www.produccionmundialmaiz.com/>
- Ramírez, S., Meza, P., Yáñez, M. & Reyes, J. (2009). Asociaciones interespecíficas de anuros en cuatro gradientes altitudinales de la Reserva Biológica Tapichalaca, Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Serie Zoológica* 8(4-5), 35-49. Recuperado de <http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/Recursos/publicaciones/Cientifica/Ramirezetal2009.pdf>
- Rumiñahui. (s.f). Clima. Recuperado de <http://www.ruminahui.gob.ec/?q=canton-ruminahui/datos-geograficos/clima>
- Seal, D. R., & Jansson, R. K. (1989). Biology and management of corn-silk fly, *Euxesta stigmatis* Loew (Diptera: Otitidae), on sweet corn in southern Florida. *Environ. Entomol*, 6, 715-718.
- Serratos, J. (2012). Greenpace: El origen y la diversidad del maíz en el continente Americano. Recuperado de <http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2012/9/gporigenmaiz%20final%20web.pdf>

- SIN. (2015). Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía: Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Recuperado de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/1760003760001_DIAGN%C3%93STICO%20ACTUALIZADO%20MARZO_11-03-2015_16-37-03.PDF
- Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, SINAGAP. (2014). Boletín Situacional del maíz suave. Recuperado en 2016, de sina-gap.magap.gob.ec/Sina/paginasValidaciones/Cupos_Exportacion.aspx
- Thomas, A. & Kroff, M. (2015). CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo): El cultivo de maíz y trigo entra en la era de los mercados cambiantes. Recuperado de <http://www.cimmyt.org/es/donde-trabajamos/actividades-globales-del-cimmyt/item/El-cultivo-de-maiz-y-trigo-entra-en-la-era-de-los-mercados-cambiantes>
- Valdivieso, L., & Núñez, E. (1984). Plagas del maíz y sus enemigos naturales. *Manual técnico*(4), 45-48.
- Yáñez G., C., Zambrano Mendoza, J. L., Caicedo, M., Sánchez A., V. H., y Heredia, J. (2003). Catálogo de recursos genéticos de maíces de altura ecuatorianos. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz.