

**DETERMINACIÓN DE LA ENTOMOFAUNA EN SISTEMAS
CONVENCIONALES Y AGROECOLÓGICOS EN ZONAS
POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*)
EN EL CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

ARAVELIA SORAYA TORRES MORENO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado “**DETERMINACIÓN DE LA ENTOMOFAUNA EN SISTEMAS CONVENCIONALES Y AGROECOLÓGICOS EN ZONAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN EL CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA**”. De responsabilidad de la Srta. Egresada Aravelia Soraya Torres Moreno, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

ING. ARMANDO ESPINOZA

DIRECTOR

ING. LUCIA ABARCA

MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

DEDICATORIA

Con mucho respeto y a mis queridos padres Cesar y Eulalia, a mis hermanos Edward e Isabel por su amor y amistad ya que siempre me apoyaron decididamente en el transcurso de mi vida estudiantil.

A mi esposo y en especial a mis Hijos **Isaac Augusto y Gabriel Enrique** quienes se convirtieron en el pilar fundamental y fortaleza para seguir adelante.

AGRACECIMIENTO

A DIOS, por brindarme la vida, por haberme llenado de fe y esperanza para concluir el anhelo de ser profesional.

Un agradecimiento especial al Centro Internacional de la papa (CIP), por haberme abierto las puertas para realizar mi trabajo de investigación. A la Ing. Norma Erazo como Directora del proyecto por habernos guiado acertadamente.

A los Ing. Armando Espinoza como mi Director de Tesis, a la Ing. Lucia Abarca en calidad de miembro. Por su predisposición, conocimiento, paciencia, motivación y apoyo desinteresado en la culminación de la presente investigación.

Al Ing. Xavier Mera por su apoyo en la fase de Campo, mostrándonos el camino para el desempeño del monitoreo.

No puedo dejar de lado a mis amigos y compañero que con su apoyo y calidad humana perduraran por siempre en mi corazón.

A la ESPOCH, en especial a la Facultad de Recursos Naturales y a la Escuela de Ingeniería Agronómica porque en sus aulas me forme como profesional, llevándome por siempre en mi mente la frase:

**MI PROFESIÓN
“AGRICULTOR”
OCUPACIÓN DIGNA
DE TODO HOMBRE LIBRE.**

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO	PAG.
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE ANEXOS	iii
I. TITULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
IV. MATERIALES Y METODOS	14
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES	54
VIII. ABSTRACTO	55
IX. SUMMARY	56
X. BIBLIOGRAFIA	57
XI. ANEXOS	60

LISTA DE CUADROS

N°	CONTENIDO	Página
1	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS DE LOS ORDENES HYMENOPTERA, LEPIDÓPTERA, NEURÓPTERA, ORTHOPTERA Y THYSANOPTERA POR ZONA.	30
2	CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR GRUPO FUNCIONAL PRESENTE EN LOS DIFERENTES ÓRDENES.	33
3	INFLUENCIA DEL ENTORNO SIMPLE Y ENTORNO COMPLEJO EN LOS GRUPOS FUNCIONALES.	36
4	INFLUENCIA DEL ENTORNO COMPLEJO O SIMPLE EN GRUPOS FUNCIONALES Y FAMILIAS.	37
5	PRINCIPALES INSECTICIDAS AGRÍCOLAS IDENTIFICADOS EN LAS ZONAS MONITOREADAS EN EL CULTIVO DE PAPA.	39
6	INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES DE PESTICIDAS ENTRE ZONA Y GRUPOS FUNCIONALES.	40
7	INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES DE PESTICIDAS ENTRE ZONA, GRUPOS FUNCIONALES Y FAMILIAS.	41
8	ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD POR ZONA, GRUPO FUNCIONAL RESPECTO AL ENTORNO SIMPLE Y COMPLEJO.	44
9	ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD POR ZONA, GRUPO FUNCIONAL RESPECTO A LAS APLICACIONES.	45
10	ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE SHANNON POR ZONA, GRUPO FUNCIONAL RESPECTO AL ENTORNO SIMPLE Y ENTORNO COMPLEJO.	46
11	ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DE SHANNON POR ZONA, GRUPO FUNCIONAL RESPECTO A LAS APLICACIONES.	47

LISTA DE FIGURAS.

N°	CONTENIDO	Página
1	NÚMERO DE INDIVIDUOS COLECTADOS POR CADA ORDEN ENCONTRADO.	22
2	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS COLECTADOS POR FAMILIAS DEL ORDEN COLEÓPTERA.	23
3	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR FAMILIAS Y POR ZONA DEL ORDEN COLEÓPTERA.	24
4	PORCENTAJES DE INDIVIDUOS POR FAMILIAS DEL ORDEN DÍPTERA.	25
5	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS DEL ORDEN DÍPTERA POR ZONA.	26
6	PORCENTAJES DE INDIVIDUOS POR FAMILIAS PERTENECIENTES AL ORDEN HEMÍPTERA.	27
7	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR FAMILIA DEL ORDEN HEMÍPTERA POR ZONA.	28
8	PORCENTAJES DE INDIVIDUOS POR FAMILIAS DEL ORDEN DERMÁPTERA, LEPIDÓPTERA, NEURÓPTERA, ORTHOPTERA, THYSANOPTERA Y HEMÍPTERA.	29
9	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS ENCONTRADOS POR GRUPO FUNCIONAL.	31
10	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS EN LAS DISTINTAS ZONAS POR GRUPO FUNCIONAL.	32
11	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR ZONAS EN LOS LOTES CON ENTORNO COMPLEJO Y CON ENTORNO SIMPLE.	34
12	PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR ZONAS EN LOS LOTES CON APLICACIÓN Y SIN APLICACIÓN DE PESTICIDAS.	40
13	PROMEDIO DE INDIVIDUOS EN LOS LOTES CON ENTORNO COMPLEJO Y CON ENTORNO SIMPLE.	48
14	PROMEDIO DE INDIVIDUOS CON Y SIN LA APLICACIÓN DE PESTICIDAS.	49

LISTA DE ANEXOS

N°	CONTENIDO	Página
1	MAPA DE PÍLLARO.	52
2	ZONA 1 SAN JOSÉ DE POALÓ.	53
3	ZONA 2 SAN ANDRÉS.	53
4	ZONA 3 SAN MIGUELITO.	54
5	TRAMPAS DE CAÍDA.	
6	TRAMPAS MALAISE.	
7	PASADA DE RED.	
8	EVALUACIÓN POR PLANTA.	
9	CLASIFICACIÓN.	
10	CANTIDAD DE INDIVIDUOS COLECTADOS POR ORDEN /FAMILIA.	
11	CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ZONA/FAMILIA DEL ORDEN COLEÓPTERA.	
12	CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ZONA/FAMILIA DEL ORDEN DÍPTERA.	
13	CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ZONA/FAMILIA DEL ORDEN HEMÍPTERA.	

I. DETERMINACIÓN DE LA ENTOMOFAUNA EN SISTEMAS CONVENCIONALES Y AGROECOLÓGICOS EN ZONAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN EL CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

II. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la demanda en mercados locales e internacionales de productos agrícolas de calidad, es decir productos sanos libres de agentes contaminantes nos conlleva a esforzarnos cada día para ofrecer nuevas y mejores técnicas en el manejo de los diferentes cultivares.

Los agricultores de la región Andina han cultivado la papa sin necesidad de pesticidas por cerca de cinco mil años. Sin embargo con la introducción de materiales y pesticidas a comienzos del Siglo XX, que causaron desequilibrio en el ambiente, ocasionaron el surgimiento de plagas y enfermedades demandando la aplicación continua de insecticidas.

A partir de los años 70, la intensificación del monocultivo impulsó el uso de grandes cantidades de pesticidas y fertilizantes químicos, lo que unido a la falta de asistencia técnica y poca o ninguna capacitación a los agricultores, provocó una utilización exagerada de estos productos.

El aumento de la población humana, exige una intensificación en el cultivo de la tierra con graves consecuencias sobre los recursos naturales y los balances ecológicos.

Como resultado, hoy en día la papa representa a uno de los cultivos más complejos en cuestiones fitosanitarias, con problemas de dependencia y sobreutilización de agroquímicos y efectos colaterales negativos en la productividad de los cultivos, el medio ambiente y la salud humana.

Vivimos un mundo globalizado sin fronteras comerciales y la producción, uso y comercio de los agroquímicos encontramos en todos los rincones. Las consecuencias del uso inadecuado de agroquímicos ya son visibles y causan una preocupación mundial.

Estas circunstancias condujeron a la necesidad de desarrollar alternativas tecnológicas económicas, competitivas y sostenibles, enmarcadas en el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIP). Bajo este concepto, desde 1996, el Centro Internacional de la Papa (CIP), la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y los agricultores de la zona, han trabajado para cuantificar el daño que se causa en la entomofauna con el mal uso de pesticidas y así desarrollar de alternativas tecnológicas para el manejo de las principales plagas y enfermedades de la papa, particularmente para el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), con un enfoque de MIP se busca la reducción y el uso seguro de pesticidas.

La introducción de agroquímicos, especialmente los insecticidas, parece haber sido altamente exitosa para los productores de papa. Debido a que el uso de plaguicidas baja considerablemente el riesgo de perder el cultivo por las plagas.

No obstante, consecuencias negativas en la salud humana y el ambiente ponen en duda el beneficio real de los plaguicidas a largo plazo. El 80 % de los insecticidas aplicados corresponden a carbofuran o metamidofos, químicos de Categoría I (altamente tóxicos) del sistema de clasificación por toxicidad. OMS (2008).

El impacto de los plaguicidas en el ambiente es difícil de cuantificar. El equilibrio ecológico y control natural de plagas es muy reducido debido al uso indiscriminado de pesticidas como única forma de control, lo que ocasiona degeneración de los ecosistemas y alteración de la naturaleza.

El propósito de la investigación fue determinar en impacto de los insecticidas de dos sistemas de producción (convencional y agroecológico) en la entomofauna del cultivo de papa con entornos simples y entornos complejos.

A. OBJETIVOS

1. Objetivo general.

Determinar el impacto de los insecticidas de dos sistemas de producción (convencional y agroecológicos) en la entomofauna del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) con entornos simples y entornos complejos del paisaje en el Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua.

2. Objetivos específicos.

1. Determinar la biodiversidad de insectos presentes en dos sistemas de producción de papa convencional y agroecológico.
2. Determinar el efecto de los insecticidas sobre las plagas y enemigos naturales en el cultivo de papa.
3. Determinar el efecto del entorno (simple y complejo) sobre las plagas y enemigos naturales en el cultivo de papa.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

1. CULTIVO DE PAPA.

1.1. Origen del cultivo de la papa.

El cultivo de papa era cultivada desde Colombia (Chibchas) hasta Chile (Araucanos). Después de la conquista se difunde a España (1560-1570) y de allí al resto de Europa.

Después de los primeros decenios del siglo pasado, el empleo de este cultivo tuvo un incremento grandioso por todas partes. Las satisfacciones y entusiasmo condujeron, en algunos casos al exceso en cuanto a su cultivo, llegándose al monocultivo; y, empiezan las plagas y enfermedades a destruir las cosechas, iniciándose así una era en la cual los agroquímicos se hicieron necesarios para mantener un cultivo; lo cual trajo como consecuencia la contaminación del ambiente y un desequilibrio en el mismo debido al daño al ecosistema incluido en esto a los diferentes grupos de insectos existentes.

1.2. Importancia del cultivo de papa en el Ecuador.

En la década pasada (1990 - 1999), el país tuvo una producción promedio anual aproximada de 419 mil toneladas métricas, con una tasa de crecimiento de 8.6%, es uno de los principales cultivos tradicionales, orientado al consumo interno de la población. La papa está presente en la dieta diaria de la población, especialmente de la Sierra.

En el mismo período, la superficie dedicada a su cultivo en promedio fue de 56 mil hectáreas, a diferencia de la producción, refleja una tasa de crecimiento negativa de 4.2%.

De acuerdo a los resultados del III Censo Nacional Agropecuario, realizado entre octubre de 1999 y septiembre del 2000, el cultivo de papa en el Ecuador, vincula a 88.130 productores, en ese año alcanzó una superficie sembrada de 49.700 ha de la cual se cosecharon 42.550 ha, con una producción de 240 mil toneladas métricas, destinándose al comercio el 83%. De los principales cultivos transitorios, se ubica en el quinto lugar en hectareaje después de arroz, maíz duro, maíz suave y soya.

Entre los años 2000-2006, la producción creció en el orden del 69%, debido al incremento del rendimiento en el 71%, en cambio la superficie decreció en el 1.23%.

El cultivo de papa en Ecuador se realiza en la Sierra, en alturas comprendidas entre los 2700 a 3400 msnm, sin embargo los mejores rendimientos se presentan en zonas ubicadas entre los 2.900 y 3.300 msnm donde las temperaturas fluctúan entre 11 y 9⁰C.

La papa se produce en las diez provincias de la Sierra, constituyéndose las más representativas por el volumen de producción, Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi. Las variedades cultivadas preferentemente en la zona Norte son Superchola, Gabriela, Esperanza, Roja, Fripapa y María; en la zona Centro Gabriela, Esperanza y María, Fripapa y las nativas Uvilla y Leona Blanca; y en la zona Sur Bolona, Esperanza, Gabriela y Jubaleña.

El cultivo de la papa constituye la base de producción de los agricultores del área y su fuente principal de alimentación e ingresos económicos. Se estima que alrededor de 65 Kg./año es el consumo percapita con una tendencia al crecimiento, considerando el aspecto económico, dentro del gasto en alimentos la papa tiene incidencia aproximadamente el 10 % del total, especialmente en las familias de ingresos bajos a medios del sector urbano y rural (www.iniap.tecnolog.ec).

Después de los primeros decenios del siglo pasado, el empleo de este cultivo tuvo un incremento grandioso por todas partes. Las satisfacciones y el entusiasmo condujeron, en algunos casos al exceso en cuanto a su cultivo así como el uso indiscriminado de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades, llegándose muchas veces al monocultivo y a la contaminación por el uso de químicos tóxicos. (www.mediterraneadeagroquimicos.es.informa.melo.htm)

1.3. Clasificación Botánica.¹

Angiosperms

Eudicots

Core eudicots

Asterids

Solanales

Euasterids I

Especie: *S. tuberosum*

Nombre binomial: *Solanum tuberosum* L.

Subespecies: *S. tuberosum* ssp. *andigena*

S. tuberosum ssp. *tuberosum*

1.4. Plagas del cultivo de papa

Se han identificado más de un centenar de insectos que dañan a la papa, sin embargo solo algunos resultan ser plagas importantes por los severos daños que ocasionan directamente a los tubérculos, como es el caso del gorgojo de los Andes, la polilla de la papa y los gusanos de tierra; o indirectamente, aquéllos que dañan el follaje y reducen el rendimiento como la mosca minadora. (www.infoagro.com/papas/insectos_plagasbeneficos_cultivos.htm#1)

a. Plagas del tubérculo.

Según PUMISACHO M. y SHERWOOD S., (2002). Podemos describir las siguientes plagas del cultivo de la papa.

Gusano blanco. *Premnotrypes vorax*.

Polilla de la papa. *Tecia solanivora* (Povolny).

Pulgón. *Myrus persicae* y *Macrosiphun euphorbiae*.

¹ 2003 The Linnean Society of London, Botanical Journal of the Linnean Society 2003, 141, 399-436

b. Plagas del follaje.

Pulguilla. *Epitrix spp. pitrix spp.*)

Trips. *Frankliniella tuberosi*

Mosca minadora. *Liriomyza huidobrensis*

Gusano Tungurahua. *Copitarcia sp.*

c. Otras plagas.

Lorito verde de la lechuga. *Agriotes lineatus*

Gusano de alambre. *Agriotes lineatus*

2. LOS PESTICIDAS.

Los pesticidas son sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o para matar los microorganismos u organismos perjudiciales para las plantas. La mayoría de los pesticidas de uso agrícola se utilizan sobre las semillas, hojas o frutas para impedir la propagación de la roya, el tizón, los mohos, el mildú, etc. (Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2009)

Estos compuestos sintéticos se han hecho imprescindibles en nuestras vidas. Ya que los hemos vuelto necesarios para la producción agrícola. Los pesticidas ayudan a combatir los daños causados por las plagas y enfermedades y son muy beneficiosos. Sin ellos no se podría haber dado el gran aumento de producción de alimentos de la llamada "**revolución verde**" que ha permitido alimentar, cada vez mejor, a una población mundial que ha ido creciendo continuamente. El uso de pesticidas se multiplicó por 32 de 1950 a 1986. (www.tecnum.es/asignaturas/ecología/hipertexto/09ProdQui/110Pestc.htm)

Los países en vías de desarrollo también los han ido empleando cada vez más y, en la actualidad, consumen la cuarta parte de este tipo de productos. Se calcula que por cada dólar invertido en pesticidas el agricultor se ahorra pérdidas por valor de unas 3 a 5 dólares. (www.tecnum.es/asignaturas/ecología/hipertexto/09ProdQui/110Pestc.htm)

2.1.Peligros.

Los pesticidas tienen también sus riesgos, además de las importantes ventajas. Si acaban con las plagas y enfermedades es porque son sustancias tóxicas, y su uso excesivo e inapropiado puede causar contaminación, tanto del ambiente como de los mismos alimentos y, en algunos casos, daños en la salud de los agricultores o de otras personas. (www.infoagro.com/pesticidas/cultivos.htm#1)

En el Ecuador se ha comprobado que la provincia de mayor uso de plaguicidas en la sierra es Carchi. Se muestra que los agricultores aplican un promedio de siete veces durante el ciclo de cultivo de papa con tres productos mezclados en cada aplicación. Este uso representa cerca de 32% de los costos totales de producción, entre compras y mano de obra (500 dólares/ha) año 2000, lo cual genera un retorno inmediato en la producción de más de 10%. Quizás más importante, el uso de plaguicidas baja considerablemente el riesgo de perder el cultivo debido a plagas. (PAREDES M. 20001).

Según, la Organización mundial de la salud y su sistema de clasificación por toxicidad señala que la un ochenta por ciento de los plaguicidas químicos tienen Categoría I (altamente tóxicos); conocidos por sus efectos dermatológicos y sospechados como mutagénicos de cromosomas. Estudios han encontrado que el sobre uso y pobre manejo de plaguicidas han afectado la salud, causando envenenamientos (171/100 000 personas al año), dermatitis (48% de aplicadores), desórdenes de pigmentación (25% de aplicadores) y efectos neuro-psicológicos medibles (daño en nervios periféricos, reflejos y coordinación) en más de 60% de la población rural. Cada envenenamiento cuesta cerca de seis días de trabajo en días perdidos por recuperación y costos de atención médica y hay evidencia que los agricultores más afectados por plaguicidas son menos productivos. La mortalidad debido a plaguicidas en nuestro país está entre la más alta reportada a nivel mundial (21/100 000 personas al año).

El daño ocasionado por los plaguicidas y sus efectos negativos en el balance ecológico es muy difícil de cuantificar. Los controles naturales de plagas y enfermedades han traído un costo muy real para los productores. (SUQUILANDA M. 2007)

Por Ej. Históricamente el minador de hoja (*Lyriomyza quadrata*, *L huidrobrensis*) no causó mayores dificultades para los agricultores de papa. Según investigaciones realizadas por el CIP, en sistemas tradicionales donde no usan insecticidas más del 90% de las larvas del minador se encuentran parasitadas por diversos enemigos naturales. No obstante, el uso cada vez mayor de agroquímicos dirigidos a controlar otras plagas han tenido el efecto secundario de interferir con el parasitismo del minador. Como consecuencia, en 1999 el minador comenzó a ser la primera preocupación de los agricultores en muchas partes del país. Existen evidencias de similares efectos negativos con otros mecanismos biológicos, incluyendo entre fungicidas y entomopatógenos del gusano blanco (*Premnotrypes vorax*). (GALLEGOS P. 2001)

Frente a esta situación, existe la necesidad de regular el uso de plaguicidas y controlar sus efectos colaterales. Diversas entidades públicas y privadas están buscando salidas para bajar la dependencia de plaguicidas en los cultivos de papa y de hortalizas y reducir el uso y exposición a estos productos nocivos. Las estrategias han incluido la incidencia de políticas de control y regulación de productos altamente tóxicos, programas de manejo integrado de plagas, apoyo en la comercialización de productos orgánicos y de etiqueta verde (productos producidos con productos menos tóxicos y con menos aplicaciones) y campañas de educación. Sin embargo, hasta la fecha estas estrategias han tenido un impacto limitado. Debido a su contribución inmediata en la economía de la finca y la seguridad de producción, los plaguicidas han ganado un lugar importante en los sistemas de conocimiento y la cultura de los agricultores del Ecuador. Además, la demanda de plaguicidas en los cultivos ha creado una industria millonaria alrededor de la producción y venta de agroquímicos en la sierra. (GARCIA J 1998).

3. LA AGRICULTURA ECOLÓGICA.

La agricultura ecológica, o sus sinónimos orgánica o biológica, es un sistema para cultivar una explotación agrícola autónoma basada en la utilización óptima de los recursos naturales, sin emplear productos químicos de síntesis, u organismos genéticamente modificados (OGMs), ni para abono ni para combatir las plagas, logrando de esta forma

obtener alimentos orgánicos a la vez que se conserva la fertilidad de la tierra y se respeta el medio ambiente. Todo ello de manera sostenible y equilibrada. (SUQUILANDA M. 2007)

Los principales objetivos de la agricultura ecológica son: trabajar con los ecosistemas de forma integrada; mantener y mejorar la fertilidad de los suelos; producir alimentos libres de residuos químicos; utilizar el mayor número de recursos renovables y locales; mantener la diversidad genética del sistema y de su entorno; evitar la contaminación a resulta de las técnicas agrarias; permitir que los agricultores realicen su trabajo de forma saludable. La agricultura biodinámica, la permacultura, la agricultura natural, la agricultura indígena, la agricultura familiar, la agricultura campesina, son tipos de agricultura natural que buscan el equilibrio con el ecosistema, son sistemas agrícolas sostenibles que se han mantenido a lo largo del tiempo en distintas regiones del mundo buscando satisfacer la demanda de alimento natural y nutritivo a las personas y los animales, de manera que el agroecosistema mantenga el equilibrio. (GARCIA J 1998).

4. ENTORNO COMPLETO Y ENTORNO SIMPLE.

Según (Schellhorn Et Al. 2000). La mayoría de los cultivos agrícolas no tienen en su entorno vegetación circundante, por esta razón los recursos se limitan para que se mantenga niveles altos de enemigos sin afectación cuando se dan estas condiciones. Por consiguiente, el establecimiento y mantenimiento del hábitat adecuado en la granja o en el paisaje circundante puede dar realce la supervivencia de distintas especies de insectos polinizadores, parasitoides, predadores o fitófagos que toman a estos entornos como un medio alternante para su sobrevivencia ya que les brinda un habitad con presas en el caso de los predadores o para los fitófagos una alimentación alterna.

La vegetación del cultivo pueden proveer parasitoides para un control biológico eficaz, también puede servir a los insectos para invernadero, sitios, refugio de el disturbio que puede darse con el cultivo cosechando, fuentes nutritivas para adultos algo semejante, proveer de alimento como néctar, para los polinizadores. (Gurr Et Al. 2004).

El acrecentamiento de poblaciones de insectos con el paso del tiempo y la presencia de la vegetación circundante, las plantas conservadas (exóticas y nativas) han mejorado mucho la producción agrícola adyacente para muchas zonas estudiadas. (Schellhorn Et Al. 2000; Tscharrntke 2000).

5. INDICES DE SHANNON Y MARGALEF.

Una introducción a la diversidad de especies:

Divide en grupos de 3-4. Cada grupo recibe dos bolsas llenas de "especies" que son el resultado conceptual de un muestreo de dos comunidades. La meta es sencilla. Simplemente hay que decidir cual de las dos comunidades es "más diversa".

Ejercicio 1.

Para cuantificar la diferencia entre las comunidades contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Cual muestra contiene mas especies?
2. ¿Cual contiene más individuos?
3. ¿Cual muestra es más equitativa?
4. ¿En cual muestra hay más especies raras?

Ahora imagina que tienes que decidir cual de las dos comunidades debe recibir el estatus de área natural protegida basado en las muestras (solo hay recursos para proteger una de las dos).

1. ¿Cuál vas a proteger y por qué?
2. ¿Cómo puedes justificar tu decisión formalmente?
3. ¿Estas convencido que no has cometido un error?
4. ¿Qué tipo de información adicional debes pedir?

Si estabas pensando bien debe ser claro que aunque el concepto de diversidad de especies parece sencillo, cuando lo ves de cerca y empiezas a pensar no lo es en absoluto. Incluso si

puedes decidir en un índice que representa la diversidad en una muestra, ¿Cuales son los retos en hacer muestreos representativos de estas comunidades? Sería fácil llegar a la misma conclusión como Hurlbert (1971) que diversidad de especies es un "non concepto".

Antes de pensar en una forma tan negativa debemos aprender como se ha intentado medir este concepto tan escurridizo.

Diversidad tiene que estar relacionada con:

1. El numero total de especies (¿?)
2. La equitatividad en sus abundancias (¿?)

Hay dos índices en uso común, aunque ya hay más de 60 publicados en revistas ecológicas. Siendo honesto no se necesita mucho más de estos dos índices de diversidad convencional, dado de que todos miden más o menos lo mismo. Lo más importante es asegurar que tengas un entendimiento general de los propiedades de los índices y especialmente el efecto del tamaño del muestreo sobre su comportamiento.

¿Cual es el problema? ¿Puedes realmente tomar una muestra sin sesgo de estas comunidades?

1. El índice de Shannon (Shannon-Weiner)

$$H = -\sum p_i \ln(p_i)$$

2. El índice de Simpson

$$D = \sum p_i \cdot p_i \text{ o sea } D = \sum p_i^2$$

Ejercicio 3.

5.1. El índice de Margalef.

Si tienes la buena suerte de poseer intuición matemática debes percibir que el índice de Margalef muestra los siguientes parámetros

< 2 zonas de baja diversidad.

> 5 zonas de alta diversidad.

$$I = (S - 1) / \ln N$$

S = número de especies presentes

Dado de que queremos un índice que aumenta con la diversidad en vez de disminuir, sería mejor si podemos interpretar el índice en una forma directa en este sentido.

5.2. El índice de Shannon.

El índice de Shannon, H, mide más o menos lo mismo, pero su lógica teórica está más profundamente basada en la teoría informática. Esto hace su interpretación un poco menos intuitiva. Sin ir a más detalle H normalmente toma valores entre 1 y 4.5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos". Por razones que no son tan obvias como el caso de Shannon el máximo valor que puede tomar H es el logaritmo de S, $\ln(S)$, o sea si la comunidad es completamente equitativa $\exp(H)=S$. Para confundir el asunto un poco, la derivación original de Shannon fue con logaritmos al base de dos y algunos autores todavía lo usan así.

$$H = - \{ \sum (n_i/N) \log_e (n_i/N) \}$$

$$H = - \{ \sum (p_i) (\log_e p_i) \}$$

n_i = número de individuos

N = número total de individuos

\log_e = logaritmo natural del número total de individuos

Cuando tiende a 0 con comunidades poco diversas.

Se acerca al $\log(S)$, en comunidades de máxima equitatividad.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

1. Localización.

La presente investigación se realizó en el Cantón Píllaro dividido en tres zonas bien delimitadas (San José de Poaló, San Andrés y San Miguelito) ubicados en la Provincia de Tungurahua. (ANEXO 1)

2. Ubicación geográfica².

Altitud. 2817 - 4800 m.s.n.m

Latitud. 1° 10' 33.1" S.

Longitud. 78° 32' 51.1" O.

B. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS³

El Cantón Píllaro

Temperatura media:	10 °C
Humedad relativa:	73 %
Precipitación media anual:	500 - 1000 mm

Su clima es variado desde el subtropical hasta el frío helado, con temperaturas que oscilan entre los 0° y 20° C. **Invierno:** Noviembre-Febrero y **Verano:** Marzo-Octubre.

² TORRE S. 2009 Datos obtenidos en el campo

³ Instituto Nacional Geográfico

1. Clasificación Ecológica.

Según (Holdridge, 1982); la zona del experimento corresponde a la formación ecológica estepa espinosa – Montano Bajo (ee-MB).

B. MATERIALES

1. Zonas.

Para la realización del presente trabajo se identificaron las tres principales zonas: San José de Poaló (zona 1), San Andrés (zona 2) y San Miguelito (zona 3); las cuales presentaron mayor importancia por los ingresos que generan así como por la extensión de los cultivos de papa.

- a. Se seleccionaron las localidades que cultivan papa y con diferentes grados de uso de insumos externos. Dependiendo de la intensidad de aplicación de insecticidas, se realizó un seguimiento detallado de todas las prácticas agronómicas que realizan en sus cultivos. De acuerdo con las características de las áreas en estudio se podrán seleccionar campos desde orgánicos hasta campos con elevado uso de insecticidas altamente peligrosos.
- b. De acuerdo con la geografía de las tres zonas en estudio, se seleccionaron campos con un entorno complejo y con entorno simple. Vegetación natural con arbustos y árboles que le rodean los terrenos agrícolas, tapiales entre otros.

Zona 1. San José de Poaló (ANEXO 2). Se seleccionó diez lotes en diferentes comunidades de la zona entre estas: Censo Poaló; Poaló Rasga; Poaló bajo y Andahualo. De estos diez lotes cinco tienen la presencia de estructura y cinco sin la presencia de esta.

Por ser una zona alta que se encuentra entre los 3000 a 4000 msnm, hubo la presencia de abundante vegetación circundante. Además es una zona de altas precipitaciones y con una

alta humedad relativa. Motivos por los cuales los agricultores se dedican al cultivo de papa, por el gran potencial para desarrollar el mismo.

Zona 2. San Andrés (ANEXO 3). Entre los 2400 a 3000 msnm. Aquí se escogieron cinco lotes, zona más hortícola que papera debido al mal uso del suelo se ha ido perdiendo la productividad de los mismos.

Zona 3. San Miguelito (ANEXO 4). Entre los 2320 a 3500 msnm. También se escogieron 5 lotes, pobremente cultivados ya que es una zona en la cual se ha abusado de los agroquímicos y la gente a preferido cambiar de actividad sembrando simplemente potreros.

a. Materiales.

- Trampas de piso
- Trampas Malaise.
- Red entomológica de tela blanca de 35 cm. de diámetro
- Tela blanca
- Tubos de colección
- Aspiradores
- Alcohol de 70 %
- Pinzas, etc.

b. Materiales de instalación.

Para el trabajo en el campo se utilizo: azada para la instalación de trampas de piso.

c. Materiales para la toma de datos.

Libreta de campo, tarrinas pequeñas, másquin, fundas plásticas tarjetas para identificar los lotes en los cuales realizamos la colección.

2. **Materiales de escritorio**

Equipo fotográfico, computadora, materiales de escritorio y papelería en general.

3. **Material experimental para el montaje de muestras.**

Se utilizaron agujas entomológicas (agujas de pelo), planchas pequeñas de espuma flex, alcohol de 70 %, botellas pequeñas para colocación de muestras.

Se trabajaron con lotes de cultivo de papa, desde su primera etapa fenológica.

C. **METODOLOGIA.**

La metodología para este trabajo y que se describe a continuación fue propuesta por El Centro Internacional de la papa (CIP) Lima – Perú. (2009).

Los monitoreos se realizaron durante un año en las principales etapas fenológicas del cultivo por medio de técnicas de evaluación pasiva y activa (Evaluaciones de biodiversidad entomológica).

a. **Evaluación pasiva.**

- **Trampas de caída.** (ANEXO 5)

Se colocó trampas de caída, una por cada 50 m² en 500 m² de terreno cultivado.

La fauna capturadas en las trampas de caída se colectaron cada semana, cambiando el embase pequeño, luego se colocó los insectos en placas o embases de plástico previa identificación de la posición, campo, tratamiento y fecha de la muestra.

- **Trampas Malaise. (ANEXO 6)**

La trampa Malaise fue diseñada para capturar insectos voladores. Su funcionamiento consiste en interceptar el vuelo de los principales órdenes (Hymenoptera, Díptera y otros) a través de una malla. Los insectos tienen la tendencia a subir quedando atrapados en un recipiente con alcohol (sustancia preservante). Método adaptado del Proyecto Diversidad de Insectos de Colombia. Cada trampa fue colocada en estrato arbustivo preferiblemente en el borde de las parcelas de manera que involucre un área que pueda ser un corredor de los insectos voladores. La trampa se coloca como mínimo una semana y máximo tres semanas dejando la trampa en promedio 15 días al cabo de los cuales se recolecta su contenido en una bolsa hermética con alcohol al 96%. Este contenido es considerado como una muestra de malaise y debe llevar la etiqueta respectiva con los datos mínimos de sitio, fecha de captura y nombre de colector.

b. Evaluación activa.

- **Pasada de red. (ANEXO 7)**

Bolsa de Tul o malla sostenida por un aro de alambre de acero de 30 cm de diámetro, unido a un mango metálico de 70 cm. El diámetro, tipo de cono y largo de la red pueden variar. Generalmente se utiliza para coleccionar insectos voladores.

- **Evaluación por planta. (ANEXO 8)**

Se revisó la planta completa y se colectó. Esto permitió identificar las principales plagas en las diferentes etapas de desarrollo de los cultivos así como los enemigos naturales. Para evaluar otras plagas y enemigos naturales, las mismas plantas fueron sacudidas sobre una tela para coleccionar los insectos que caigan.

D. DATOS A REGISTRARSE.

1. Caracterizar al tipo de productor por su sistema para la recolección de muestras entomológicas de las trampas.

Una vez instaladas las trampas de caída así como las Malaise. Se colectaron todos los insectos por trampa diferenciándolos por sistema de producción con su respectiva identificación.

2. Colección de muestras entomológicas con otros implementos.

Colectados los insectos de las trampas se procedió a pasar la red; con el objetivo de recolectar todos los insectos que rodearan al cultivo; además se sacudió la planta en una tela blanca. Esto se realizó cada 30 días.

3. Clasificación.

Se determinó el orden, la familia y grupo funcional de los ejemplares colectados con la ayuda del Centro Internacional de la papa y la ESPOCH. (ANEXO 9)

4. Índices de Biodiversidad.

Los índices de biodiversidad aplicados fueron (Shannon, Margalef) usando PAST (programa estadístico).

E. ESPECIFICACIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL.

1. Número de campos.

Se monitorearon 20 campos. Diez en San José de Poaló, de estos cinco con entorno complejo y cinco con entorno simple. Cinco en la zona dos San Andrés

independientemente de que sean con entorno complejo o con entorno simple y cinco en la zona tres San Miguelito.

2. Número de trampas por campos.

Por cada campo o lote se instalaron diez trampas de caída ubicadas, cada 50 m² en un área de 500 m² y dos trampa Malaise por cada zona.

3. Número total de pasadas con la red.

Se paso tres veces de ida y tres veces de vuelta en el centro de la parcela o cultivo.

4. Número de plantas monitoreadas.

Se evaluaron 10 plantas consecutivas iniciando desde 3 metros del borde del campo o lote.

F. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Las recolecciones de insectos se realizo en cada etapa fenológica del cultivo de papa.

1. Materiales de experimentación

Los materiales que se utilizaron en este proyecto son:

- a. Material vegetativo: Cultivos de papa.
- b. Trampas de piso
- c. Trampas malaise
- d. Red entomológica
- e. Tela blanca de 1 m²

2. Unidad de observación.

La unidad de observación. Esta constituida por lotes establecidos de cultivos de papa. Además por el entorno simple o entorno complejo que presenten cada uno de los lotes monitoreados, también se tomarán en cuenta si son lotes con o sin aplicación de pesticidas.

G. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Análisis estadístico con CHI cuadrado, los índices de biodiversidad propuestos (Shannon y Margalef) usando PAST.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

a. Cantidad de individuos colectados, orden y familias. (ANEXO 10)

Se han colectado 10 276 individuos en las tres zonas, pertenecientes a nueve órdenes y cuarenta y tres familias.

Encontrándose la mayor cantidad de individuos en el orden Díptera con 6005, seguido por el orden Coleóptera con 2849 individuos y el orden que presentó la menor cantidad de individuos fue el orden Orthoptera con 4. (FIGURA 1)

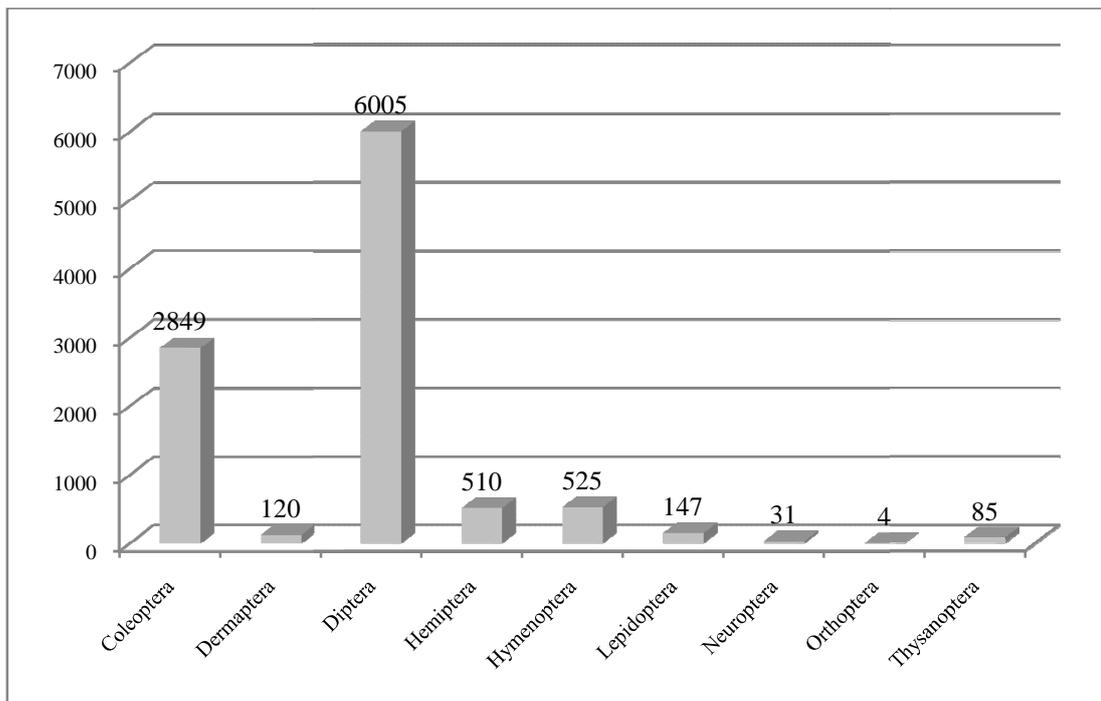


FIGURA 1. NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ORDEN ENCONTRADO.

1. Orden Coleóptera.

Se registro perteneciente a este orden 2849 que representan el 27,7 % del total.

La familia Scarabaeidae fue la mas numerosa con 980 individuos que corresponde a un 34,4%, seguido por las familias Carabidae con 527 y Curculionidae con 519 individuos,

con un 18,5 % y 18,2 % respectivamente, la familia Chrysomelidae presento 339 individuos colectados con el 11,9 %. (FIGURA 2)

También hemos encontrado 175 individuos de la familia Staphylinidae con 6,1 %, Histeridae 147 individuos con un 5,2 %, Elateridae 97 individuos con 3,4 %, Tenebrionidae 52 individuos con 1,8 % y Lampyridae 13 individuos que pertenece al 1,8 %.

En el monitoreo se realizado por zona se registro 4522 individuos en la zona 1 o alta, San José de Poaló, en la zona 2 o media, San Andrés 3408 individuos y en San Miguelito zona 3 o baja 2346 individuos. (ANEXO 11)

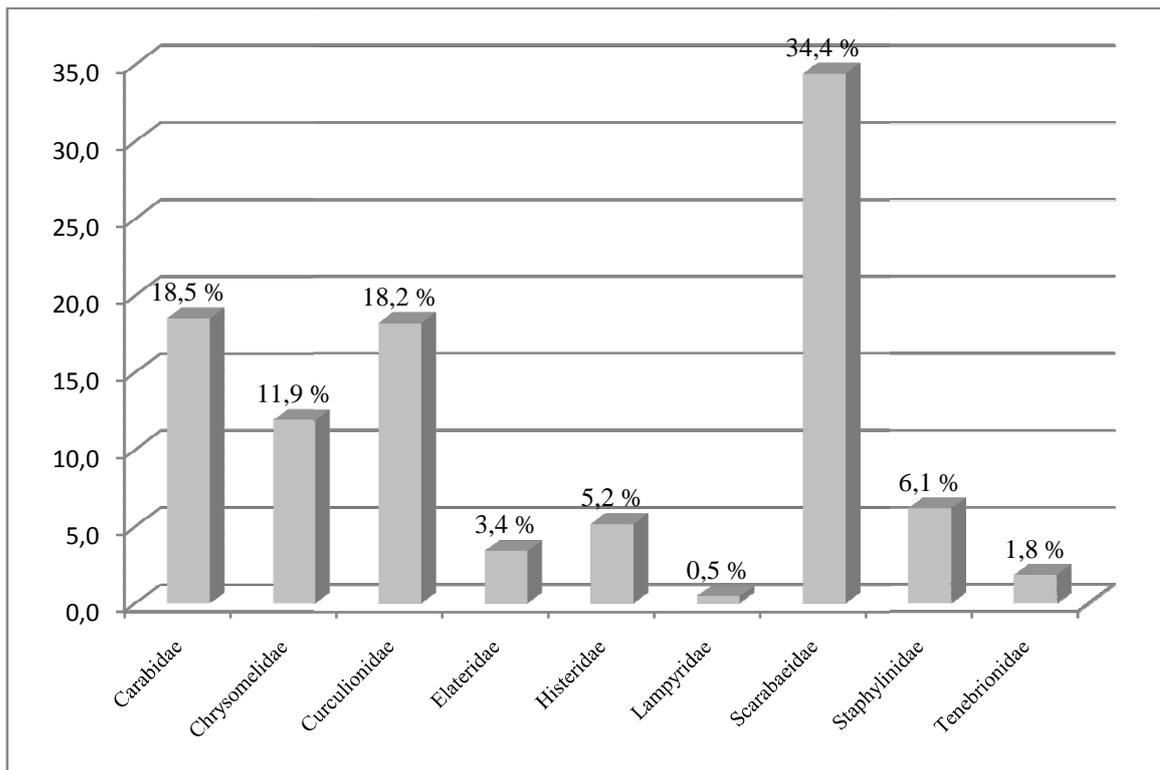


FIGURA 2. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR FAMILIAS DEL ORDEN COLEÓPTERA.

(FIGURA 3) Variabilidad de familias pertenecientes al orden Coleóptera en las diferentes zonas estudiadas.

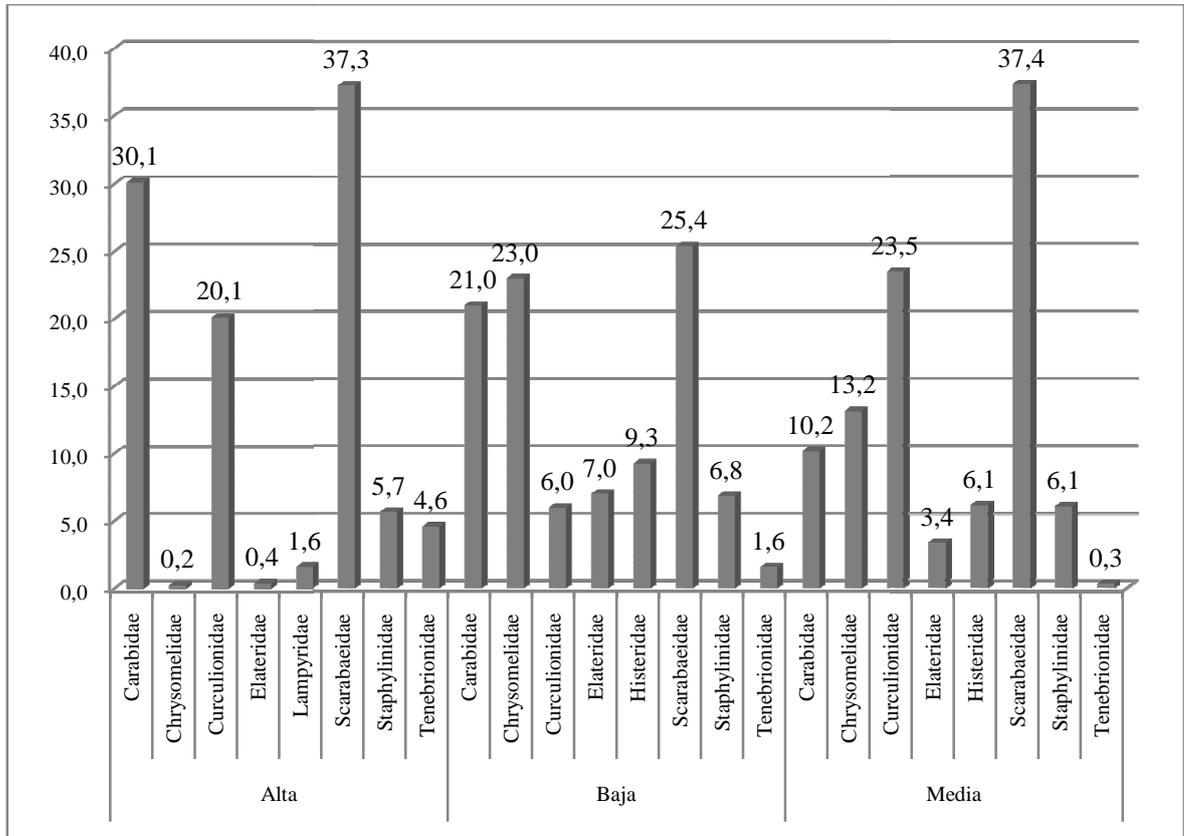


FIGURA 3. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR FAMILIAS/ZONA DEL ORDEN COLEÓPTERA.

2. Orden Díptera.

El número de individuos de este orden fue 6005 que representaron el 58,4 % del total. (ANEXO 12)

La familia predominante ha sido la Syrphidae con 1401 individuos que representa el 23,3 % seguido por las familias Tachinidae con 83 individuos, Otitidae con 63 individuos y Sciomyzidae con 56 individuos con el 1,4 %, 1 %, y 0,9 % respectivamente. En menor cantidad se encontraron las familias Agromyzidae con 36 individuos con el 0,6 %, Anthomyiidae 31 individuos con el 0,5 % y Lonchaeidae con 2 individuos y un 0,0 %. (FIGURA 4)

Otras familias encontradas fueron la Muscidae 2009 individuos con un 33,5 %, Tipulidae 1392 individuos con un 23,2 %, Calliphoridae 538 individuos con el 9%, Simuliidae 189 individuos con el 3,1 %, Bibionidae 67 individuos y Mycetophilidae 67 individuos con el 1,1 %, Drosophilidae 43 individuos con 0,7 %, Chyrenomidae 28 individuos con 0,5 %. Todas estas pertenecientes al grupo funcional de los Saprófagos motivos por los cuales no se los representa en la gráfica, por no ser de importancia para el cultivo.

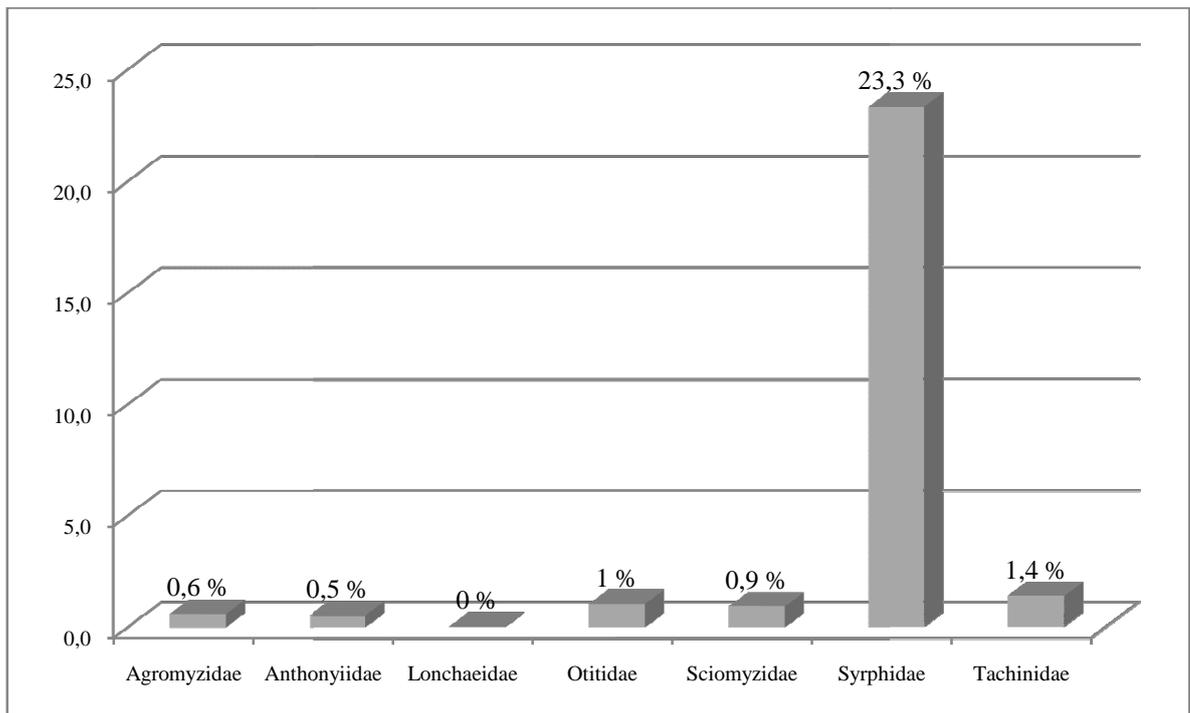


FIGURA 4. PORCENTAJES DE INDIVIDUOS POR FAMILIAS DEL ORDEN DÍPTERA.

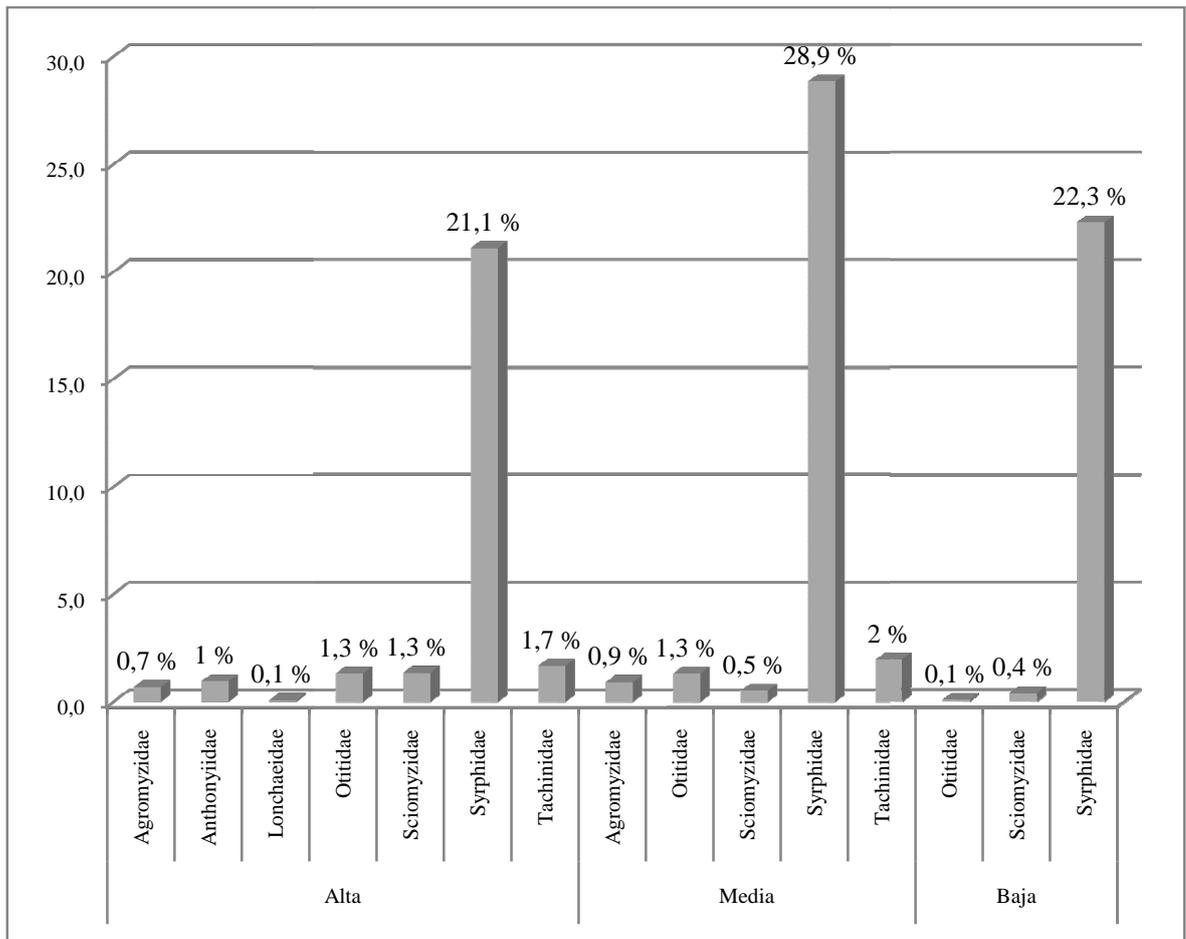


FIGURA 5. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS DEL ORDEN DÍPTERA POR ZONA.

Los resultados obtenidos por zona: 3192 individuos en la zona 1 o alta, San José de Poaló, para la zona 2 o media, San Andrés, tenemos 1525 individuos y para San Miguelito zona 3 o baja 1288 individuos colectados.

(FIGURA 5) Variabilidad de porcentajes en cuanto a familias pertenecientes al orden Díptera en las diferentes zonas estudiadas. La familia Syrphidae registro mayor porcentaje y las menos representativas en la zona baja fue la Otitidae, en la media la familia Sciomyzidae y en la zona alta la familia Lonchaeidae.

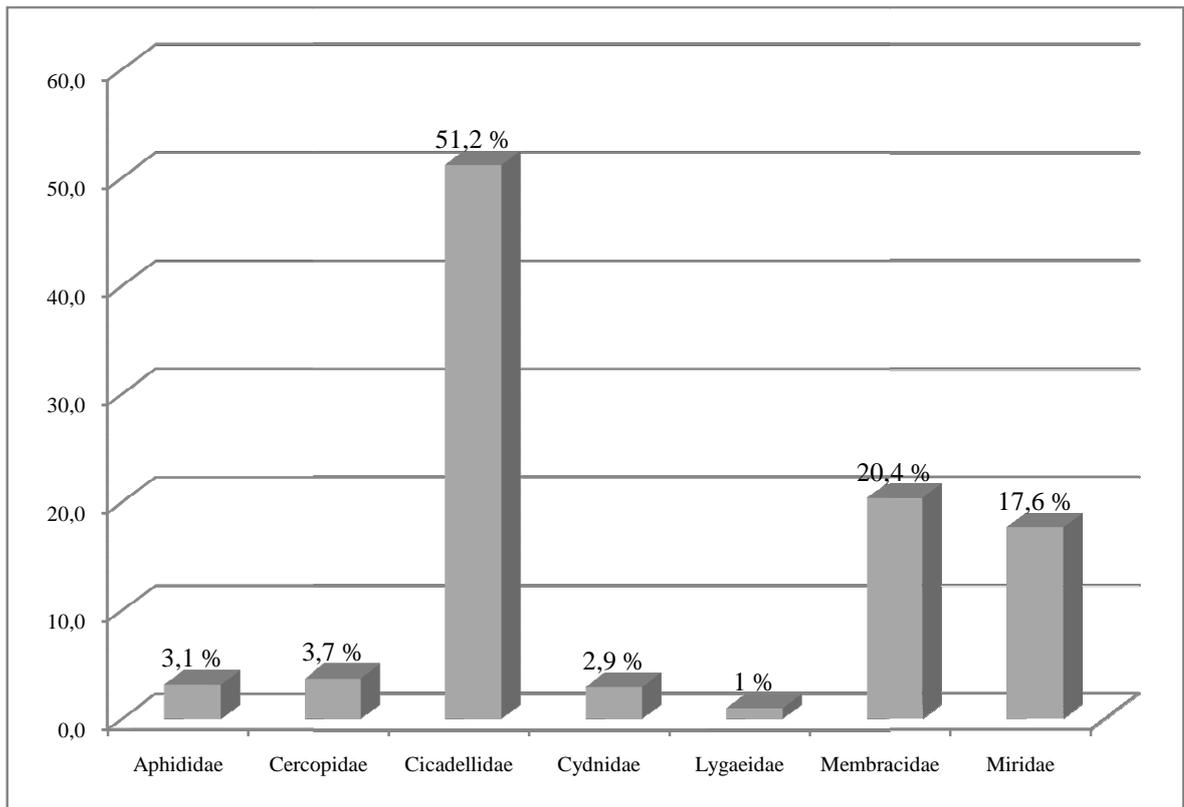


FIGURA 6. PORCENTAJES DE INDIVIDUOS POR FAMILIAS DEL ORDEN HEMÍPTERA.

3. Orden Hemíptera.

En este orden se encontraron 510 individuos que constituyen el 5 % del total de insectos colectados. (ANEXO 13)

Como muestra la (FIGURA 6), la familia Cicadellidae es la dominante de este orden con 261 individuos y 51,2 %, seguido por las familias Membracidae con 104 individuos y la de menor población fue la familia Lygaeidae con 5 individuos con el 1 %.

Los resultados obtenidos por zona fue: 178 individuos en la zona 1 o alta, San José de Poaló, en la zona 2 o media, San Andrés, tenemos 153 individuos y en San Miguelito zona 3 o baja 179 individuos colectados.

En la (FIGURA 7) se puede observar la variabilidad de familias pertenecientes al orden Hemíptera en las tres zonas estudiadas.

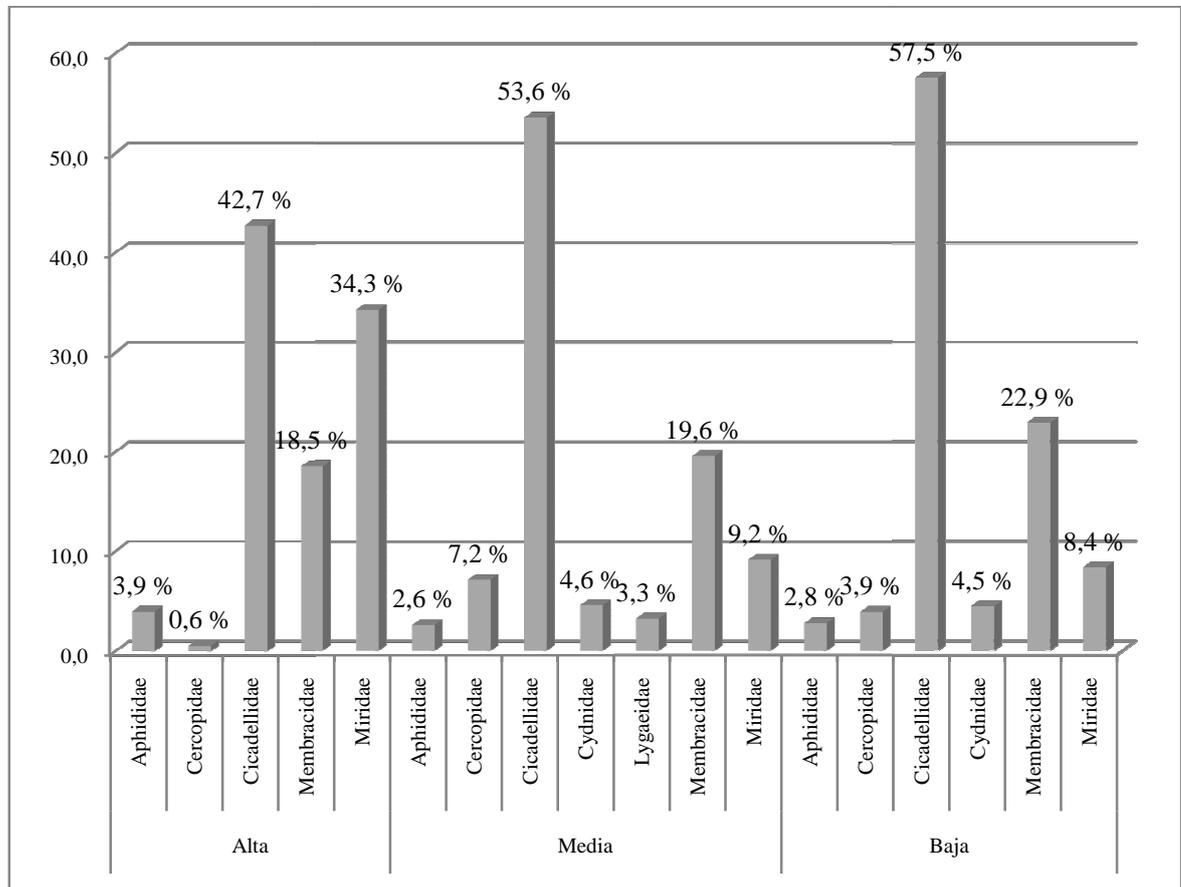


FIGURA 7. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS DEL ORDEN HEMÍPTERA POR ZONA.

Los órdenes que se describen a continuación registraron menor porcentaje de familias.

4. Orden Himenóptera, Dermáptera, Lepidóptera, Neuróptera, Orthoptera, Thysanoptera.

Se registro 525 individuos con el 5,1 %, del orden Himenóptera agrupados en apenas 3 familias siendo la más numerosa la Ichneumonidae. Para el orden Dermáptera se registro 120 individuos con el 1,2 % del total de individuos colectados. Las familias encontradas han sido: Labiduridae con un número de 72 individuos con el 60 % y de la familia Forficulidae se han encontrado 48 individuos con el 40 % del total de individuos. Se han registrado 147 individuos con el 1,4 %, en el orden Lepidóptera siendo la única familia

encontrada la Pyralidae con 147 individuos. En el orden Neuroptera con 31 individuos 0,3 %. Las familias encontradas han sido Chrysopidae con 24 individuos con el 77,4 % y Hemerobiidae con 7 individuos 22,6 %. El orden Orthoptera se han encontrado 4 individuos que en porcentaje correspondería al 0,0 %, siendo la única familia encontrada la Acrididae con un total de 4 individuos colectados. En el orden Thysanoptera 85 individuos con el 0,8 %, siendo la única familia encontrada la Thrypidae con un total de 85 individuos colectados. (FIGURA 8).

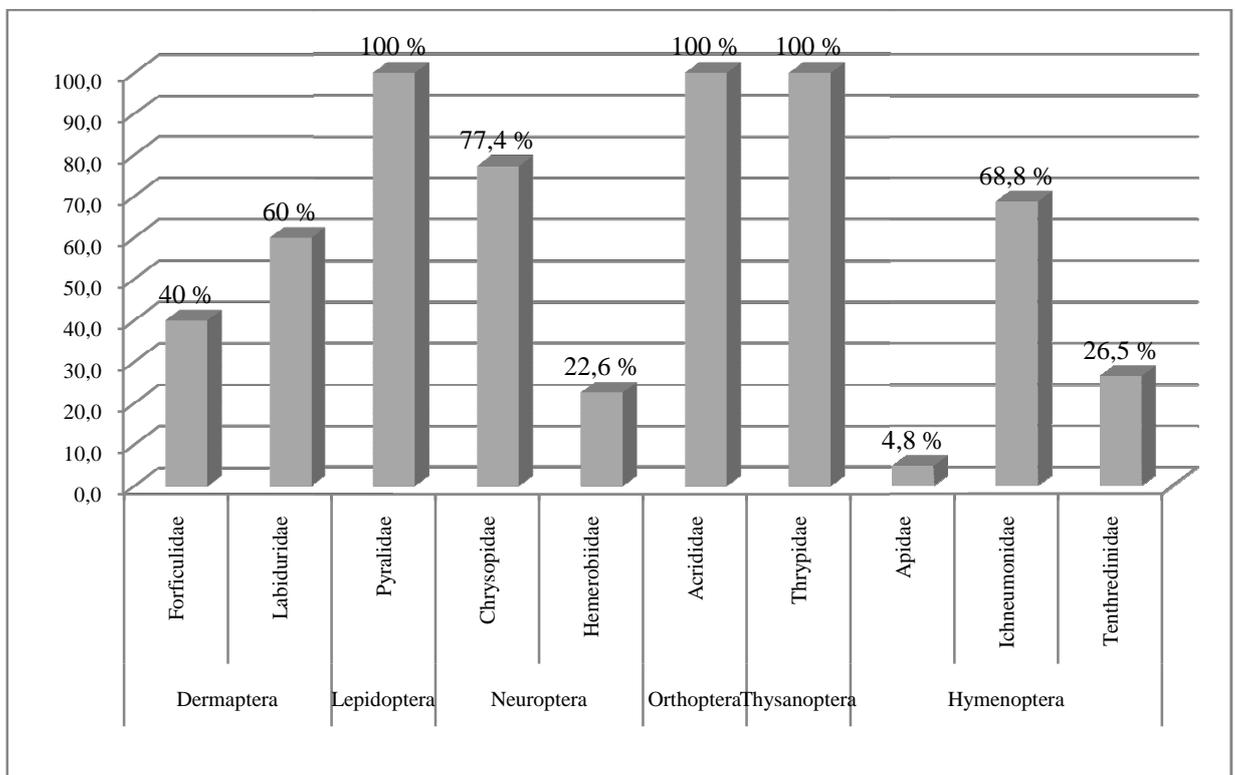


FIGURA 8. PORCENTAJES DE INDIVIDUOS POR FAMILIAS DEL ORDEN DERMAPTERA, LEPIDOPTERA, NEUROPTERA, ORTHOPTERA, THYSANOPTERA Y HEMÍPTERA.

Los resultados obtenidos en las zonas: 1 o alta, San José de Poaló, 2 o media, San Andrés y para San Miguelito zona 3 o baja. (CUADRO 1) en la cual se puede observar la variabilidad de porcentajes de los órdenes en las diferentes zonas estudiadas.

CUADRO 1. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS DE LOS ORDENES HYMENOPTERA, DERMAPTERA LEPIDOPTERA, NEUROPTERA, ORTHOPTERA Y THYSANOPTERA POR ZONA.

Zona	Orden	Familia	# Individuos	%
Alta	Dermaptera		50	
		Labiduridae	50	100
	Hymenoptera		151	
		Apidae	1	1
		Ichneumonidae	123	81
		Tenthredinidae	27	18
	Lepidoptera		74	
		Pyralidae	74	100
	Neuroptera		10	
		Chrysopidae	3	30
		Hemerobiidae	7	
	Orthoptera		4	
		Acrididae	4	100
Thysanoptera		53		
	Thrypidae	53	100	
Baja	Dermaptera		62	
		Forficulidae	43	69
		Labiduridae	19	31
	Hymenoptera		68	
		Apidae	18	26
		Ichneumonidae	47	69
		Tenthredinidae	3	4
	Lepidoptera		22	
		Pyralidae	22	100
	Neuroptera		5	
		Chrysopidae	5	100
	Thysanoptera		21	
		Thrypidae	21	100
Media	Dermaptera		8	
		Forficulidae	5	62,5
		Labiduridae	3	
	Hymenoptera		306	
		Apidae	6	2
		Ichneumonidae	191	62
		Tenthredinidae	109	36
	Lepidoptera		51	
		Pyralidae	51	100
	Neuroptera		16	
		Chrysopidae	16	100
	Thysanoptera		11	
		Thrypidae	11	100

FUENTE: Datos de campo, 2009.

LABORACIÓN: Torres S, 2010.

b. Grupos Funcionales.

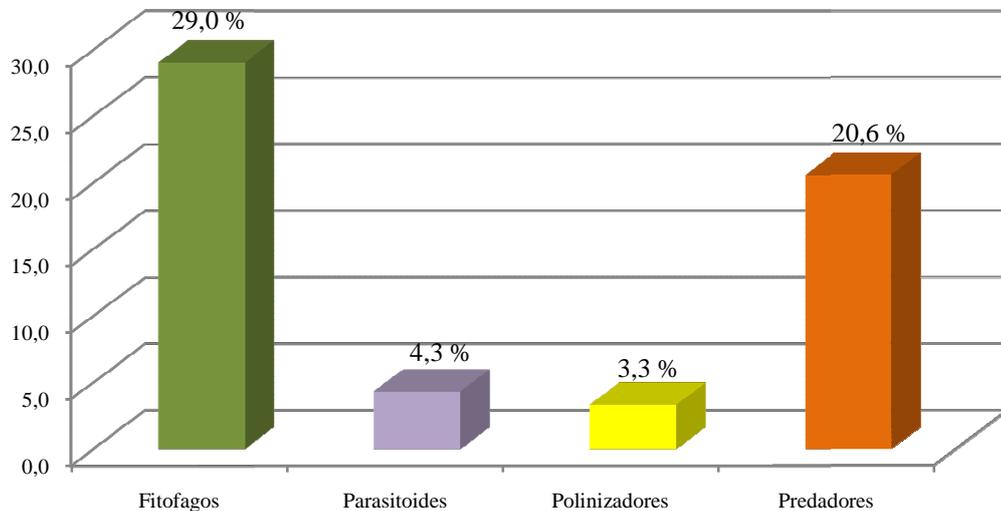


FIGURA 9. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS ENCONTRADOS POR GRUPO FUNCIONAL.

Los de mayor porcentaje son los Fitófagos con una cantidad de individuos de 2983 que corresponden al 29 %; seguido por los predadores con una cantidad de individuos de 2115 que corresponde al 20,6 %, también se encontraron grupos funcionales como los Parasitoides con un número de individuos de 444 que corresponde al 4,3 % y los Polinizadores con 340 individuos y el 3,3 %. (FIGURA 9).

El estudio a demás se ha enfocado hacia la influencia de la altura, haciendo una breve comparación entre zonas para los diferentes grupos funcionales.

El número de saprófagos supera los porcentajes de grupos antes mencionados y no están representados en el grafico por lo ser de importancia directa para el cultivo de papa.

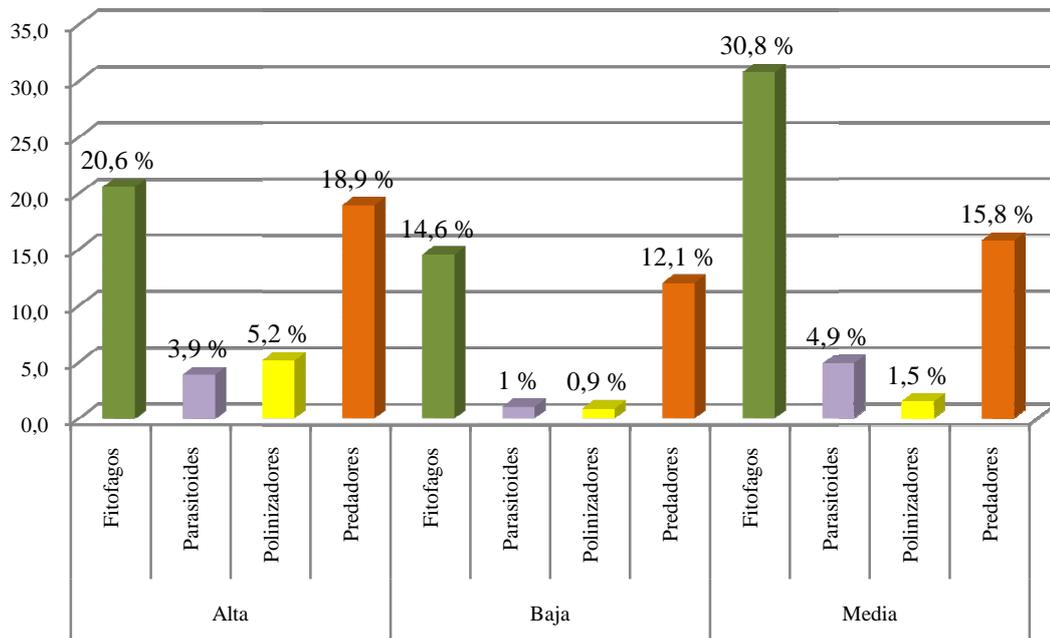


FIGURA 10. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS EN LAS DISTINTAS ZONAS POR GRUPO FUNCIONAL.

Como se puede observar en la FIGURA 10 en la zona alta tenemos 2197 individuos de los cuales 20,6 % son fitófagos, 18,9 % predadores, 5,2 % polinizadores y 3,9 % parasitoides. Para la zona media el grupo de los fitófagos tiene un 30,8 % seguido por los predadores con un 15,8 %, parasitoides 4,9 % y polinizadores con 1,5 %. En la zona baja 14,6 % para fitófagos, 12,1 % predadores, 1 % para parasitoides y para polinizadores el 0,9 %. Lo que evidencia que el mal uso de pesticidas ha provocado un desbalance en cuanto a grupos funcionales.

Según, SUQUILANDA, (2008). La aplicación indebida de pesticidas desequilibra las poblaciones de insectos, en especial los benéficos, lo que puede disminuir el número de grupos funcionales que servirían como control biológico para algunas plagas presentes en los cultivos. Los grupos funcionales en los diferentes órdenes ha sido muy notable, como podemos comprobar (CUADRO 2). El número de fitófagos supera al número de los predadores como es el caso del orden Coleóptera.

CUADRO 2. CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR GRUPO FUNCIONAL PRESENTE EN LOS DIFERENTES ÓRDENES.

Orden	Grupo Funcional	Cantidad Ind.	%
Coleóptera	Fitófagos	2000	70
	Predadores	849	30
	Sub total	2849	
Dermáptera	Predadores	120	100
Díptera	Fitófagos	132	2
	Parasitoides	83	1
	Polinizadores	315	5
	Predadores	1081	18
	Sub total	4394	
Hemíptera	Fitófagos	476	93
	Predadores	34	7
	Sub total	510	
Hymenóptera	Fitófagos	139	26
	Parasitoides	361	69
	Polinizadores	25	5
	Sub total	525	
Lepidóptera	Fitófagos	147	100
Neuróptera	Predadores	31	100
Orthoptera	Fitófagos	4	100
Thysanoptera	Fitófagos	85	100

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

c. Influencia del entorno complejo o entorno simple que rodean a los lotes.

Para realizar este estudio se escogieron lotes que presentaban al contorno del cultivo una estructura ya sea vegetal o construcciones que los circundaban. Así para San José de Poaló o zona 1 se escogieron 5 lotes con estructura y 5 lotes que no presentaban estructura. Para el sector de San Andrés o zona 2 tuvimos 3 lotes que presentaban entorno complejo y 2 que presentaban entorno simple, lo mismo fue para la zona 3 San Miguelito.

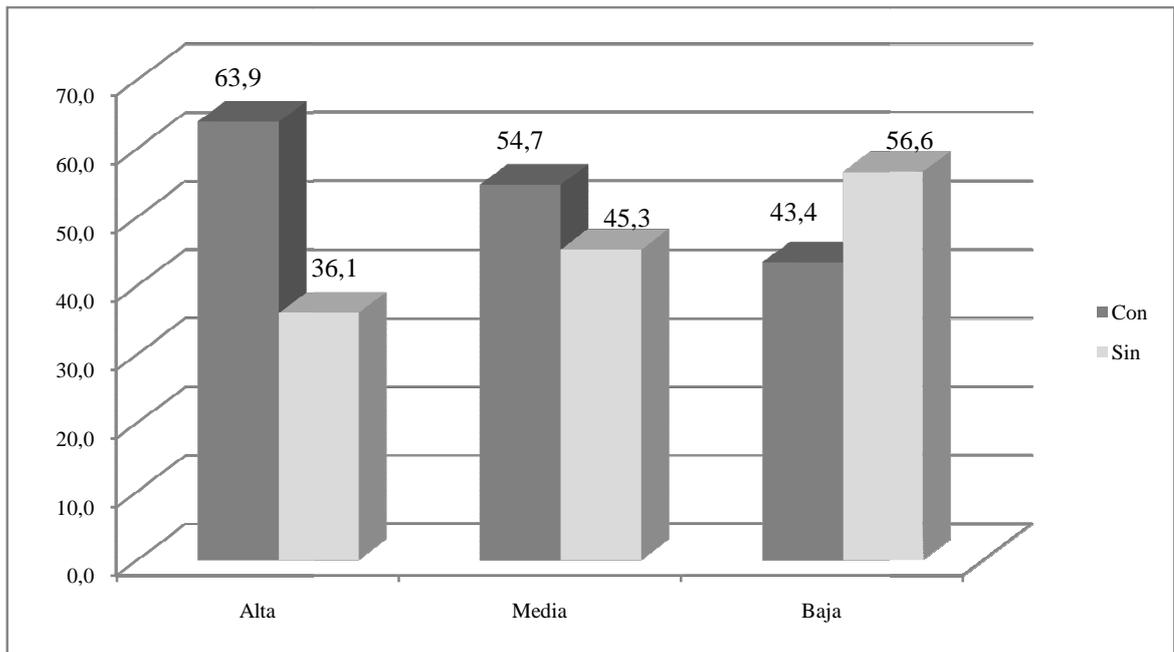


FIGURA 11. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR ZONAS EN LOS LOTES CON ENTORNO COMPLEJO Y CON ENTORNO SIMPLE.

Teniendo como resultado 13,899 individuos para la zona alta, 15,816 individuos para la zona media y 12,367 individuos para la zona baja.

De esto como se muestra en la (FIGURA 11) la cantidad de individuos colectados en los lotes que presentaban complejidad de paisaje ha sido para la zona alta 8,886 individuos que pertenece a un 63,9 % con estructura y 5,013 individuos para los lotes que no presentan estructura correspondiente al 36,1 %. Para la zona media tenemos una cantidad de 8,653 individuos con un 54,7 % para los lotes que presentan estructura y 7,162 individuos con un 45,3 % para los que no tienen estructura. En la zona baja no muestra el mismo comportamiento debido a que son lotes en su mayoría con construcciones de adobe que rodean a estos y no estructuras vegetales, que servirían de protección para los insectos. Así tenemos 5,367 para los lotes que tienen estructura con un 43,3 % y para las parcelas monitoreadas que no tienen estructura tenemos una cantidad promedio de 7,0 individuos con un 56,6 %.

Para este análisis se utilizaron los promedios debido a que los lotes fueron escogidos indistintamente, existiendo diferente número de lotes con entorno complejo y simple en las tres zonas.

La zona baja muestra un comportamiento distinto al de la zona alta y media debido a que el entorno complejo del paisaje no es vegetación sino tapiales o cerramiento que circundan los lotes no como el caso contrario de los otros los cuales están rodeados de vegetación. Además de existir otros factores como las aplicaciones de pesticidas.

Entonces en cuanto a la influencia del entorno simple y el entorno complejo estadísticamente tenemos los siguientes resultados, con los respectivos rangos de significancia.

> 0,05 ns

< 0,05 * significativo

< 0,01 ** moderadamente significativo

< 0,001 *** altamente significativo.

Como se puede observar en el (CUADRO 3) no se encontraron diferencias significativas estadísticamente entre zona y grupos funcionales.

CUADRO 3. INFLUENCIA DEL ENTORNO SIMPLE Y ENTORNO COMPLEJO EN GRUPOS FUNCIONALES.

Zona	GF	Entorno		Lo esperado		Chi2	
		Complejo	Simple	Con	Sin		
Alta	Fitófagos	5,783	3,361	4,572	4,572	0,423	ns
	Parasitoides	2,786	2,722	2,754	2,754	0,978	ns
	Polinizadores	10,692	5,529	8,111	8,111	0,200	ns
	Predadores	4,275	3,620	3,947	3,947	0,816	ns
	Saprófagos	21,803	10,184	15,993	15,993	0,040	ns
Baja	Fitófagos	4,384	5,281	4,832	4,832	0,773	ns
	Parasitoides	3,000	1,889	2,444	2,444	0,615	ns
	Polinizadores	2,222	2,857	2,540	2,540	0,778	ns
	Predadores	4,571	4,891	4,731	4,731	0,917	ns
	Saprófagos	8,571	13,714	11,143	11,143	0,276	ns
Media	Fitófagos	10,784	8,371	9,578	9,578	0,581	ns
	Parasitoides	5,913	9,444	7,679	7,679	0,368	ns
	Polinizadores	3,813	3,000	3,406	3,406	0,756	ns
	Predadores	5,469	4,944	5,207	5,207	0,871	ns
	Saprófagos	12,707	7,886	10,296	10,296	0,288	ns

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

CUADRO 4. INFLUENCIA DEL ENTORNO COMPLEJO O SIMPLE ENTRE GRUPOS FUNCIONALES Y FAMILIAS.

Zona	GF	Familias	Entorno		Lo esperado		Chi2	
			Complejo	Simple	Con	Sin		
Alta	Fitófagos	Curculionidae	15,556	2,875	9,215	9,2153	0,003	**
	Parasitoides	Todas						ns
	Polinizadores	Todas						ns
Baja	Fitófagos	Curculionidae	0,000	14,000	7,000	7,0000	0,000	***
	Fitófagos	Elateridae	2,667	10,250	6,458	6,4583	0,035	*
	Parasitoides	Todas						ns
	Polinizadores	Todas						ns
	Predadores	Todas						ns
	Fitófagos	Curculionidae	44,857	0,000	22,429	22,4286	0,000	***
	Fitófagos	Elateridae	7,500	0,000	3,750	3,7500	0,006	**
Media	Fitófagos	Scarabaeidae	121,000	45,667	83,333	83,3333	0,000	***
	Fitófagos	Tenthredinidae	23,750	4,667	14,208	14,2083	0,000	***
	Parasitoides	Todas						ns
	Polinizadores	Todas						ns
	Predadores	Histeridae	9,875	1,500	5,688	5,6875	0,013	*

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

En San José de Poaló o zona alta. El grupo funcional de Fitófagos la Familia Curculionidae estadísticamente es moderadamente significativo. (CUADRO 4)

Para San Andrés o zona media. El grupo funcional de Fitófagos, las familias, Curculionidae, Scarabaeidae y Tenthredinidae presentan datos altamente significativos y la familia Elateridae tiene un rango de moderadamente significativo. Mientras que el grupo funcional de los predadores con la familia Histeridae tienen un rango significativo.

En San Miguelito o zona baja. El grupo funcional de los Fitófagos con la Familia Curculionidae y Scarabaeidae son altamente significativos, mientras que la familia Elateridae presenta un rango significativo. En el caso de los parasitoides, polinizadores y predadores no existió diferencias significativas.

d. Influencia de las aplicaciones de pesticidas.

Para la realización de este estudio se realizaron encuestas a los agricultores para conocer el grado de peligrosidad y aplicación de los pesticidas que mas utilizan. (CUADRO 5).

Se escogieron lotes que presentaban alto grado de aplicaciones así como cultivos ecológicos.

Así tuvimos en la zona 1 San José de Poaló 2 lotes sin aplicación de pesticidas y 2 lotes sin aplicaciones. Esto debido a que es muy difícil conseguir lotes agroecológicos por el motivo de no ser rentables para los agricultores.

Para el sector de San Andrés o zona 2 tuvimos 3 lotes con aplicación y 2 sin aplicación, para la zona 3 San Miguelito 3 lotes sin aplicación y 2 lotes con aplicación.

CUADRO 5. PRINCIPALES INSECTICIDAS AGRÍCOLAS IDENTIFICADOS EN LAS ZONAS MONITOREADAS EN EL CULTIVO DE PAPA.

Insecticida	Zona 1	Zona 2	Zona 3
	San José de Poaló	San Andrés	San Miguelito
Orthene	x	x	x
Furadan	x	x	No se aplica
Lannate	x	No se aplica	x
Curacron	x	x	x
Monitor	x	No se aplica	x
Cypermctrina	x	x	No se aplica
Kañon plus	x	x	No se aplica
Eltra	x	No se aplica	No se aplica
Vynlate	x	No se aplica	No se aplica
Mertemex	x	No se aplica	No se aplica
Egeo	x	No se aplica	No se aplica
Trampas	No se aplica	No se aplica	x
Extractos	No se aplica	No se aplica	x

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

Obteniendo resultados como podemos ver en la(FIGURA 12) con un promedio de 3,231 % individuos que corresponde a un 49,2 % en lotes con aplicación y 3,336 individuos con un 50,8 % en los lotes sin aplicación esto para la zona alta. Para la zona media 5,722 individuos que corresponde a un 45,1 % para los lotes con aplicaciones y 6.953 individuos con un 54,9 % para los lotes sin aplicación. Y 3,890 individuos con un 47,282 % para lotes con aplicación y 4,337 individuos que corresponde a un porcentaje del 52,7 % para la zona baja.

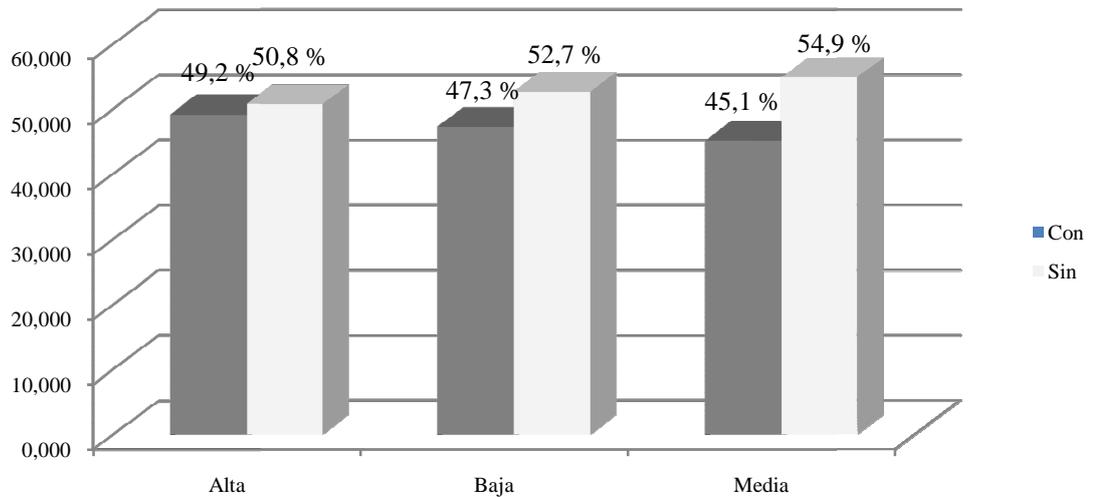


FIGURA 12. PORCENTAJE DE INDIVIDUOS POR ZONAS EN LOS LOTES CON APLICACIÓN Y SIN APLICACIÓN DE PESTICIDAS.

CUADRO 6. INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES DE PESTICIDAS ENTRE ZONA Y GRUPOS FUNCIONALES.

Zona	GF	Aplicación		Lo esperado		Chi2	
		Con	Sin	Con	Sin		
Alta	Fitofagos	4,032	4,343	4,187	4,187	0,914	ns
	Parasitoides	2,194	2,000	2,097	2,097	0,924	ns
	Polinizadores	1,529	2,143	1,836	1,836	0,749	ns
	Predadores	3,065	3,170	3,117	3,117	0,966	ns
Baja	Fitofagos	4,479	5,059	4,769	4,769	0,851	ns
	Parasitoides	2,167	1,900	2,033	2,033	0,895	ns
	Polinizadores	2,000	2,286	2,143	2,143	0,890	ns
	Predadores	3,968	5,453	4,710	4,710	0,628	ns
Media	Fitofagos	9,053	13,765	11,409	11,409	0,324	ns
	Parasitoides	3,111	2,500	2,806	2,806	0,796	ns
	Polinizadores	3,000	2,143	2,571	2,571	0,705	ns
	Predadores	5,131	4,325	4,728	4,728	0,793	ns

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

CUADRO 7. INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES DE PESTICIDAS ENTRE ZONA, GRUPOS FUNCIONALES Y FAMILIAS.

Zona	GF	Familia	Aplicación		Lo esperado		Chi2
			Con	Sin	Con	Sin	
Alta	Fitofagos	Todas					ns
	Parasitoides	Todas					ns
	Polinizadores	Todas					ns
	Predadores	Todas					ns
Baja	Fitófagos	Curculionidae	0,000	14,000	7,000	7,000	0,000 ***
		Elateridae	9,000	2,000	5,500	5,500	0,035 *
	Parasitoides	Todas					ns
	Polinizadores	Todas					ns
	Predadores	Forficulidae	0,000	5,375	2,688	2,688	0,020 *
		Labiduridae	4,750	0,000	2,375	2,375	0,029 *
Media	Fitófagos	Curculionidae	61,000	4,500	32,750	32,750	0,000 ***
		Scarabaeidae	45,667	121,000	83,333	83,333	0,000 ***
	Parasitoides	Todas					ns
	Polinizadores	TodasG					ns
	Predadores	Todas					ns

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

En el (CUADRO 6) no se encontraron diferencias significativas estadísticamente entre zonas ni grupos funcionales en relación a los grupos funcionales.

En el (CUADRO 7) para la zona alta San José de Poaló no existe significancia en ninguno de los grupos funcionales. En la zona media San Andrés el grupo de los fitófagos con las familias Curculionidae y Scarabaeidae son altamente significativos. Y para la zona baja San Miguelito el grupo funcional de los fitófagos con la familia Curculionidae a sido altamente significativo mientras que la familia Elateridae a presentado un nivel

significativo, para el grupo funcional de los predadores tenemos significancia en las familias Forficulidae y Labiduridae.

La expansión de la agricultura es ampliamente reconocida como una de las alteraciones humanas más significativas para el ambiente global, especialmente con la expansión de los monocultivos, sustituyendo la diversidad natural con solo una variedad de plantas cultivada (ALTIERI. 1999).

Este tipo de agricultura ha traído como consecuencia la inestabilidad y susceptibilidad de los agroecosistemas por los altos niveles de perturbación (LANDIS et al, 2000).

Reduciendo su vida silvestre, concentrando los recursos para los herbívoros especializados y aumentando las áreas disponibles para la migración de plagas, creando condiciones favorables para su desarrollo. (ALTIERI Y NICHOLLS, 2000).

La aplicación de costos y tóxicos insecticidas es la medida exclusiva para el control de estas plagas durante las últimas décadas, estos plaguicidas juegan un rol muy importante en el control de plagas que amenazan nuestros cultivos. En muchos casos los niveles de productividad y rentabilidad de un cultivo sólo se pueden alcanzar mediante la aplicación de estos, estas aplicaciones superan los 3 millones de Kg de plaguicidas, además de otros, sin embargo, frecuentemente su uso indebido implica una amenaza para los agricultores, consumidores y en general para el medio ambiente. Esta simplificación del ecosistema y métodos de control han reducido también las oportunidades ambientales para los insectos benéficos, reduciendo sus poblaciones así como su riqueza en especies. (GREING-SMITH, 1992)

Para nuestro estudio tenemos datos que muestran que los fitógrafos con las familias Curculionidae y Scarabaeidae son altamente significativos, mientras que la familia Elateridae ha presentado un nivel significativo, para el grupo funcional de los predadores tenemos significancia en las familias Forficulidae y Labiduridae.

e. Análisis de los índices de biodiversidad.

La biodiversidad de las especies se va a comprobar por medio de los índices de Margalef y Shannon; a demás vamos a tener la riqueza, abundancia y dominancia de las especies analizado con los siguientes rangos:

El índice de Margalef.

< 2 zonas de baja diversidad.

> 5 zonas de alta diversidad.

Los Índices de biodiversidad para el entorno complejo y entorno simple la zona alta en los grupos funcionales de fitófagos, predadores una alta diversidad no así para los saprófagos que en ambos casos de entorno manifiestan una baja diversidad. En la zona media tenemos a los fitófagos con alta diversidad en los dos casos de entorno simple y entorno complejo; en cuanto a los predadores tenemos alta diversidad en cuanto al entorno complejo y baja diversidad en cuanto al entorno simple; el grupo funcional de saprófagos tanto en entorno complejo como simple muestra que es una zona de baja diversidad. En la zona baja los fitófagos son de alta diversidad al igual que los predadores tanto para el entorno complejo como para el entorno simple y los saprófagos muestran que es una zona de alta diversidad entorno complejo y baja diversidad en entorno simple. (CUADRO 8)

Esto nos muestra el valor que tiene mantener un entorno natural complejo conservando la vegetación circundante ya sea nativa o implantada. Esto lo comprobamos con estudios realizados el Perú por Jürgen Kroschel (2009) Quien realizó investigaciones de predadores relacionados con el medio circundante.

CUADRO 8. INDICE DE BIODIVERSIDAD POR ZONAS, GRUPO FUNCIONAL RESPECTO AL ENTORNO COMPLEJO Y ENTORNO SIMPLE.

Índice de Margalef			
Zona	Grupo Funcional	Entorno	
		Complejo	Simple
Alta	Fitófagos	4,108	3,796
	Predadores	2,175	2,299
	Saprófagos	1,274	1,739
Media	Fitófagos	2,938	2,680
	Predadores	2,199	1,698
	Saprófagos	1,659	1,808
Baja	Fitófagos	3,117	3,150
	Predadores	2,232	2,232
	Saprófagos	2,078	1,831

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

La aplicación de pesticidas muestra que el grupo mas afectado en este punto ha sido el de los predadores mostrando como resultado en las tres zonas baja diversidad lo cual se corrobora por investigaciones de susceptibilidad realizadas por Donald Cole quien después de varias campañas de información basadas en estudios demuestra que la salud, economía, y medio ambiente tienen consecuencias cuando se asociaron con el uso de pesticidas altamente tóxicos. Esto se ve reflejado en el incremento de plagas en zonas con alta aplicación de pesticidas en las comunidades rurales en las cuales se realizó la investigación y en la cuales se notó un paulatino decrecimiento de los grupos funcionales predadores del sector notando claramente la afectación que estos tenían con respecto a las aplicaciones.

Los fitófagos muestran zonas de alta diversidad, tanto con aplicaciones y sin ellas esto se debe a la resistencia que estos pueden haber adquirido y a sus hábitos de vida. Los saprófagos muestra a la zona alta y a la media de alta diversidad caso contrario en la zona baja para el análisis con aplicación muestran baja diversidad y con aplicación alta diversidad. (CUADRO 9).

**CUADRO 9. INDICE DE BIODIVERSIDAD POR ZONAS, GRUPO FUNCIONAL
RESPECTO A LAS APLICACIONES.**

Índice de Margalef			
Zona	Grupo Funcional	Aplicación	
		Con	Sin
Alta	Fitófagos	4,039	2,643
	Predadores	1,516	1,730
	Saprófagos	2,003	2,299
Media	Fitófagos	2,829	2,184
	Predadores	1,716	1,642
	Saprófagos	2,422	2,118
Baja	Fitófagos	2,511	2,873
	Predadores	1,642	1,747
	Saprófagos	1,765	2,422

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

El índice de Shannon.

Cuando tiende a 0 con comunidades poco diversas.

Se acerca al Log (S), en comunidades de máxima equitatividad.

Según el Índice de Shannon para la zona alta, media y baja tenemos comunidades de máxima equitatividad para el entorno simple y entorno complejo. Lo cual nos muestra la riqueza en cuanto a especies presentes ya sean esta fitófagas, predadoras o saprófagas.

(CUADRO 10)

CUADRO 10. INDICE DE BIODIVERSIDAD DE SHANNON POR ZONAS, GRUPO FUNCIONAL RESPECTO AL ENTORNO COMPLEJO Y ENTORNO SIMPLE.

Índice de Shannon					
Zona	Grupo Funcional	Entorno			
		Log (S)	Complejo	Log (S)	Simple
Alta	Fitófagos	2,890	2,517	2,773	2,580
	Predadores	2,079	1,868	2,079	2,028
	Saprófagos	1,946	1,433	2,079	1,297
Media	Fitófagos	2,833	1,648	2,565	1,721
	Predadores	2,197	2,023	1,792	1,574
	Saprófagos	2,079	1,508	2,079	1,764
Baja	Fitófagos	2,565	2,275	2,639	2,297
	Predadores	2,197	2,068	2,197	2,005
	Saprófagos	2,197	1,901	2,197	1,682

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

Según el índice de Shannon el índice de biodiversidad no se ve afectado por las aplicaciones mostrando resultados de comunidades de máxima equitatividad en las tres zonas y para todos los grupos funcionales a excepción de fitófagos en la parte media y sin aplicación en la cual nos da como resultado comunidades poco diversas. Lo cual nos hace notar que muchas veces no depende del grado de aplicaciones que se de sino mas bien del entorno que tiene o presenta la zona. (CUADRO 11).

**CUADRO 11. INDICE DE BIODIVERSIDAD DE SHANNON POR ZONAS,
GRUPO FUNCIONAL RESPECTO A LAS APLICACIONES.**

Índice de Shannon					
Zona	Grupo Funcional	Aplicación			
		Log (S)	Con	Log (S)	Sin
Alta	Fitófagos	2,773	2,493	2,398	2,004
	Predadores	1,609	1,191	1,792	1,730
	Saprófagos	1,946	1,763	2,079	2,001
Media	Fitófagos	2,708	1,639	2,485	0,994
	Predadores	1,946	1,817	1,792	1,710
	Saprófagos	2,079	1,937	1,946	1,763
Baja	Fitófagos	2,303	2,011	2,485	2,046
	Predadores	1,792	1,721	1,946	1,844
	Saprófagos	1,792	1,638	2,079	1,991

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

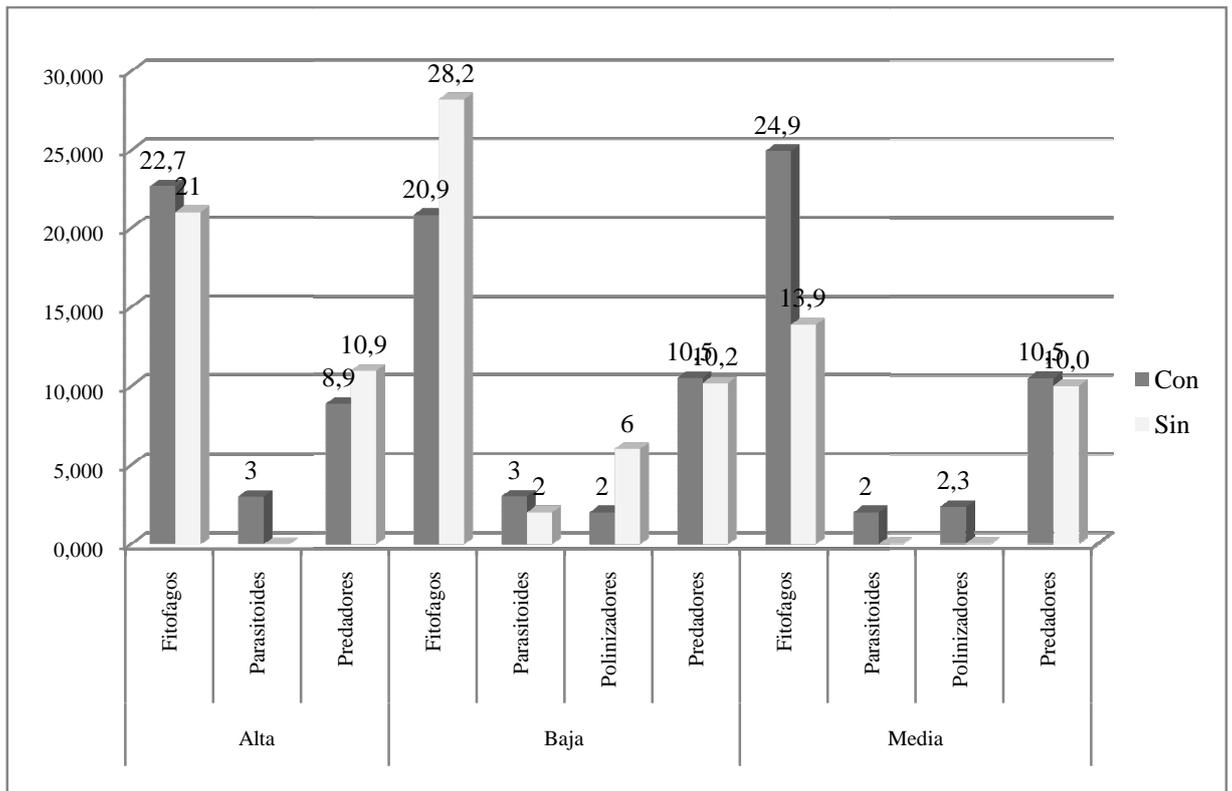


FIGURA 13. PROMEDIO DE INDIVIDUOS EN LOS LOTES CON ENTORNO COMPLEJO Y CON ENTORNO SIMPLE.

f. Análisis de individuos por planta.

En este análisis vamos a tomar en cuenta cual grupo funcional para saber cual ha sido el mas dominante.

Como podemos observar en la (FIGURA 13) el mayor número de individuos colectados ha sido en los lotes que presentan estructura en sus alrededores teniendo 110,7 en promedio y los lotes sin complejidad de paisaje presentan un promedio de 102,3 individuos.

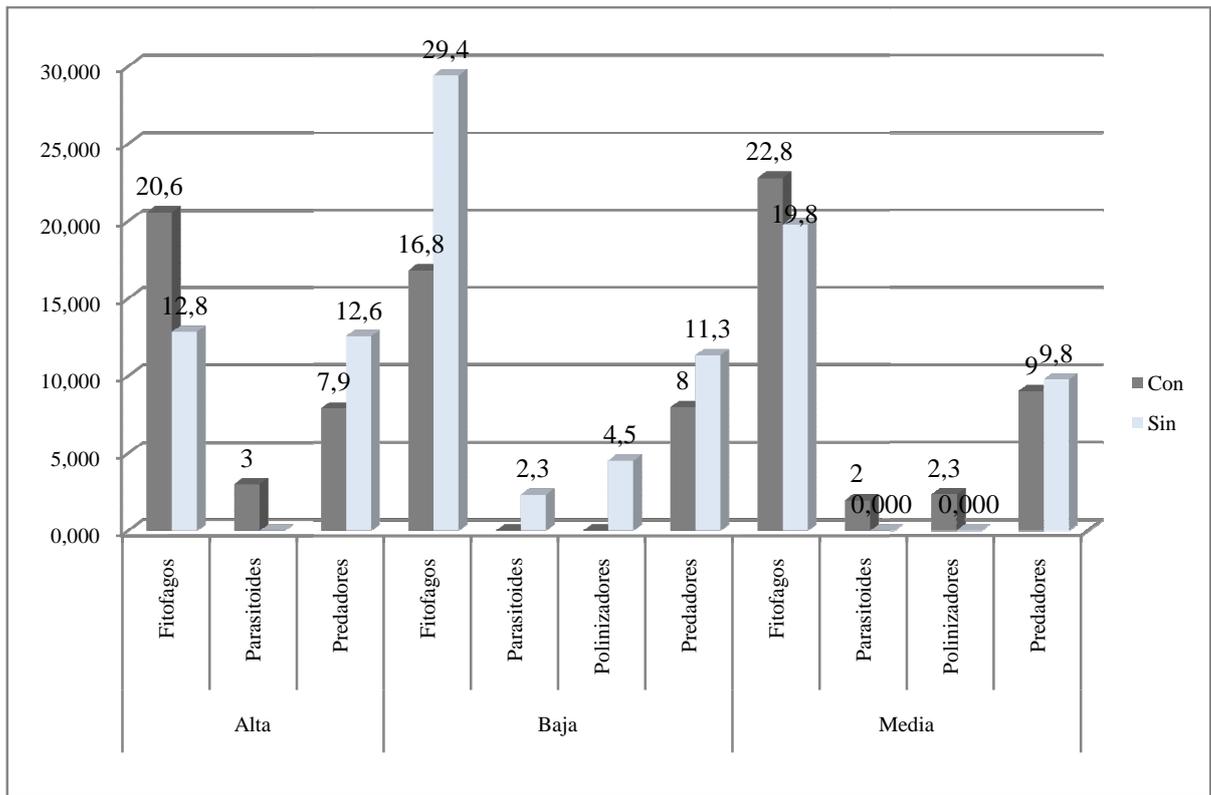


FIGURA 14. PROMEDIO DE INDIVIDUOS CON Y SIN LA APLICACIÓN DE PESTICIDAS.

El entorno simple y entorno complejo influye mucho en la cantidad de individuos existentes en el cultivo ya que alberga a los insectos sirviendo estas estructuras de refugio, habitad, de alimento (alternativo en el caso de fitófagos y presencia de presas en el caso de predadores) y sirve a demás como un medio ambiente perfecto para reproducirse.

Las aplicaciones de pesticidas influyen en los diferentes grupos funcionales ya que algunos de estos como los polinizadores son más sensibles a los venenos. En la zona alta el grupo funcional de los fitófagos hay mas número de individuos esto puede ser por haber adquirido resistencia a los diferentes pesticidas que se aplica o porque se refugian en las estructuras que circundan los lotes. A demás puede deberse a que los lotes orgánicos monitoreados anteriormente eran cultivados de la forma tradicional con la aplicación de insecticidas. (FIGURA 14).

En el Ecuador no existen estudios sobre diversidad entomológica encontrada en el cultivo de papa mucho menos si se relaciona con el asunto de los pesticidas y las consecuencias que estos traen a la biodiversidad.

El número de individuos en los lotes que presentaban complejidad del paisaje y a los grupos funcionales que se encontraron en estos, los resultados fueron concretos ya que los sectores que tenían estructura presentaba mayor cantidad de insectos así tenemos 8,886 individuos zona alta, para la zona media 8,653 individuos y 5,013 individuos para los lotes que no presentan estructura en la zona alta; 7,162 individuos en la zona media. En la zona baja no muestra el mismo comportamiento debido a que son lotes en su mayoría con construcciones de adobe que rodean a estos y no estructuras vegetales, que servirían de protección para los insectos. Así tenemos 5,367 para los lotes que tienen estructura y para las parcelas monitoreadas que no tienen estructura tenemos una cantidad promedio de 7,0 individuos.

Esto se comprueba con estudios que se han realizados en Perú los cuales nos dan certeza de los resultados obtenidos.

Según Verónica Cañedo & Jürgen Kroschel (CIP). Coinciden con los resultados del presente estudio

Se observo una relación directa entre la diversidad entomológica y la diversidad en los ecosistemas con entorno complejo y simple que se presento en el valle del Mantaro, no encontrando un efecto directo sobre el incremento de las poblaciones de enemigos naturales y como consecuencia la reducción de las poblaciones de fitófagos. Las interacciones entre plantas pertenecientes a la estructura vegetal y malezas con los enemigos naturales fueron determinadas.

Lo cual sirven como refugio, fuentes de alimentación y/o reproducción a los parasitoides, predadores y/o polinizadores, existiendo mayor diversidad funcional de individuos cuando hay mayor cantidad de especies vegetales.

Con estos resultados se implementaron ensayos incrementando el número de especies vegetales como policultivos (papa, maíz y haba) y el uso de bordes dejando desarrollar una maleza de flores amarillas (*Brassica rapa* subsp. *campestris*) de la familia Brassicacea alrededor del campo de papa, que los productores de la zona utilizan sus flores como alimento. Se pudo comprobar que incrementando la diversidad vegetal con especies que proporcionan un servicio ecológico como refugio o fuente de alimentación de insectos benéficos se incrementa en el cultivo de papa las poblaciones y número de especies de parasitoides y predadores comparados con los testigos (sin aplicaciones y el manejo convencional del agricultor). En el caso de los insectos de suelo, se observa que en el tratamiento de bordes, además, de existir mayor abundancia de Carabidae (significativamente diferente a los testigos) se presentó mayor riqueza (18 especies) siendo el tratamiento que favorece en mayor proporción el incremento de la diversidad.

VI. CONCLUSIONES

- A.** Se ha realizado un estudio de la entomofauna presente en el cultivo de papa haciendo un breve inventario obteniendo un total de 43 familias, correspondientes a 9 ordenes y a los grupos funcionales de fitófagos, predadores, polinizadores, parasitoides y saprófagos.

- B.** Se demostró el efecto positivo que da el entorno circundante que se encuentran presente en los lotes de papa debido a que se han presentado mayor cantidad de sujetos, obteniendo una cantidad de 6317 individuos en el entorno complejo y 3959 individuos en el entorno simple.

- C.** Los grupos funcionales presentes no han variado tanto en los entorno complejos como en entornos simples, en lo que si se notó el cambio fue en cuanto al número de individuos colectados así para los fitófagos con el entorno complejo tenemos 1952 ind. y para el entorno simple 1031 ind. y para los predadores que son los grupos mas importantes tenemos 1245 para el entorno complejo y 870 ind. en el entorno simple con lo que se demuestra que este factor es de gran importancia ya que sirve de refugio, reproducción, alimentación, es decir, es un habitat perfecto o alternativo para la entomofauna presente en los diferentes sectores o zonas.

- D.** Los efectos de las aplicaciones de pesticidas son negativos para el ecosistema incluido en este la entomofauna presente en el cultivo de papa, teniendo como resultado en promedio 4 individuos para lo evaluado con aplicación y para la evaluación sin aplicaciones se han obtenido en promedio 5 individuos notándose claramente el deterioro que sufre el ecosistema. Muchas de estas especies son plagas que han adquirido resistencia mostrando su presencia en lotes con alto grado de aplicación, mientras que los insectos benéficos han sido escasos.

- E.** La altura no influye en la presencia de la entomofauna en el cultivo de papa, sino más bien el entorno que estas zonas presentan y las aplicaciones que los agricultores realizan sin tener un criterio lógico para estas. Con este estudio hemos demostrado

que en muchos casos no se explica o no se fundamentan las aplicaciones realizadas sino más bien se comprueba que se las realiza por costumbre.

- F.** Con esta investigación se va a incrementar el conocimiento de las plagas y sus enemigos naturales, que sirva como base para desarrollar un manejo ecológico de los cultivares de papa con miras a una producción sana reduciendo el uso y la exposición de agricultores a los plaguicidas.

- G.** Se ha llegado a la conclusión de que es necesario contar con eficientes alternativas de control de plagas, como el gorgojo de los Andes así como para *Epitrix* spp. el cual es muy perjudicial para el cultivo de papa. Como se conoce que determinadas plantas sirven como reservorios y fuentes de alimentación de enemigos naturales, es necesario planificar la composición vegetal para las condiciones en las cuales se desarrolla el cultivo, así como determinar las interrelaciones de plantas con insectos benéficos en otras áreas de estudio.

VII. RECOMENDACIONES

- A.** Se recomendaría a los agricultores conservar la vegetación nativa propia del sector conservando el ambiente y con este el ecosistema con todo lo que el conlleva, incluido la entomofauna, ya que como se ha demostrado el entorno es un factor benéfico que ayuda a mantener los grupos funcionales que equilibran la relación presa-predador controlando las plagas y las que pueden estarse convirtiendo en un problema para el cultivo de papa.

- B.** En cuanto a las aplicaciones de pesticidas se recomendaría tener un criterio más técnico y conciencia de lo que se está haciendo con el ambiente, debido al indiscriminado o mal uso de los agroquímicos, que como se ha podido ver las plagas adquieren resistencia perpetuándose en los cultivos y acabando con las poblaciones benéficas de insectos.

- C.** Se recomendaría hacer más estudios de estos en otras localidades del país para fundamentar lo que se ha demostrado con este ensayo y así poder remediar lo que se está haciendo con la naturaleza, entre esta la entomofauna presente en los diferentes sitios del Ecuador.

VIII. ABSTRACTO

La aplicación de métodos de control en el cultivo de papa en el cantón Píllaro se basan principalmente en el uso de insecticidas sintéticos. Esta investigación pretende: Determinar la biodiversidad de insectos presentes en dos sistemas de producción de papa. Determinar el efecto de los insecticidas sobre las plagas y enemigos naturales en el cultivo. Determinar el efecto del entorno (simple y complejo) sobre las plagas y enemigos naturales. Evaluando un total de veinte cultivos en tres zonas, mediante muestreos visuales, así como evaluaciones activas y pasivas, obteniendo un total de 10276 individuos pertenecientes a 47 familias, correspondientes a 9 ordenes y a los grupos funcionales de fitófagos, predadores, polinizadores, parasitoides y saprófagos; los efectos de las aplicaciones de pesticidas son negativos para el ecosistema, teniendo en promedio 4 individuos para lo evaluado con aplicación y sin aplicaciones en promedio 5 individuos, notándose claramente el deterioro que sufre el ecosistema ya que muchas de estas especies son plagas que han adquirido resistencia mostrando su presencia en lotes con alto grado de aplicación, mientras que los insectos benéficos han sido escasos. Demostrando el efecto positivo que da el entorno circundante en los lotes de papa debido a que se han presentado mayor cantidad de sujetos, obteniendo una cantidad de 6317 individuos en el entorno complejo y 3959 individuos en el entorno simple demostrando que este factor es de gran importancia ya que sirve de refugio, reproducción, alimentación, es decir, es un hábitat perfecto o alternativo para la entomofauna presente en los diferentes sectores o zonas. Recomendando realizar mas estudios para un efecto sostenible y sustentable.

IX. SUMMARY

The application software of methods of control in the cultivation of potato at the canton they base Píllaro principally in the use of synthetic insecticides. This investigation attempts: Determining present insects biodiversity in two systems of production of potato. Determining the effect of the insecticides on the plagues and native born enemies in cultivation. Determining the effect of the surroundings (simple and complex) on the plagues and native born enemies. Evaluating a total of twenty cultivations at three zones, by means of visual samplings, as well as active and passive evaluations, obtaining 10276 individuals it belongs to 47 families, correspondents to 9 orders and to the functional groups of phytophagous, beasts of prey, polinizadores, parasitoids and saprophagouses; The effects of the pesticides application software's are negative for the ecosystem, having on the average 4 individuals for what evaluated with application software and without application software's on the average 5 individuals, showing the deterioration that he suffers clearly the ecosystem since plagues that have acquired resistance showing his presence at lots with high degree of application software, while the beneficial insects have been only a few are many of these sorts. Demonstrating the positive effect that you give the surrounding surroundings at the potato lots because bigger quantity of subjects, obtaining 6317 individuals' quantity at the complex surroundings and 3959 individuals at the simple surroundings proving that this factor is of vital importance have shown up since you serve as refuge, reproduction, nutrition, that is, is a perfect or alternative habitat for the present entomofauna at the different sectors or zones. Recommending realizing but studies for a sustainable and sustainable effect.

X. **BIBLIOGRAFIA**

1. ALTIERI, M. 1999, The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ* 74: 19-31
2. ALTIERI, M. y NICHOLLS 2000, Agroecología teoría y practica para una agricultura sustentable. 1ra Edición. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Red de Formación Ambiental para América Latina Mexico DF.
3. BESTELMEYER et al. 2000, Información enviada por el CIP.
4. BUSTOS, M. 2001, El Cultivo de brócoli Editorial Borbon tercera edición 102-103 pp.
5. CABALLERO, D 2008, Cultivos Andinos. Riobamba, Ecuador. Comunicación Personal.
6. COLE, D 2009, Department of Public Health Services, University of Toronto, Toronto, Ontario M5T 3M7, Canada.
7. GALLEGOS, P. 2001, Plagas del cultivo de la papa en Ecuador. Comportamiento y control. Quito Ecuador. INIAP
8. GARCIA, J. 1998, El mito del manejo seguro de los plaguicidas. *Revista Acta Académica*. Número 23 76pp
9. GREING-SMITH, 1992, Pesticides, cereal farming and the environment London HMSO 281pp
10. GURR Et Al. 2004. Functional agrobiodiversity in potato-based production systems – its monitoring and use. In: XVI International Plant Protection Congress, CGIAR/SP-IPM Symposium “Emerging Themes in Agroecosystems Health

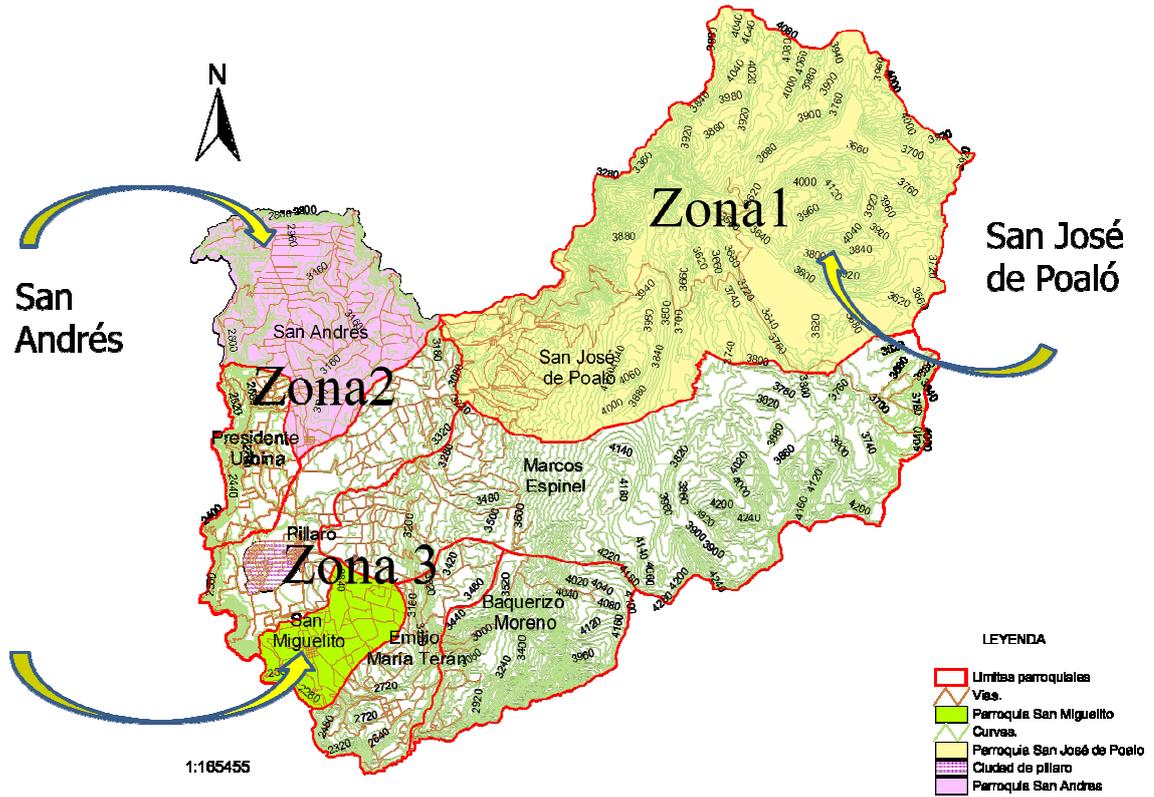
and Food Safety”, 15-18 October 2007, Glasgow, Scotland UK, Congress Proceedings Vol. II, 356-357

11. HURLBERT. 1971. Insecticides use: Contexts and ecological consequences. *Agriculture and Human Values* 24:281-306
12. MALDONADO, N. 1990, Inventario de plagas de los cultivos hortícolas y sus enemigos naturales. 90 – 102 y 124 – 132 pp
13. MOROTO, J. 1995. Principales plagas en el cultivo de lechuga *Lactuca sativa*. 34-37 pp.
14. MORELL, F. 1978. Como cultivar de Cebolla blanca. Folleto 11-15 pp
15. LANDIS, D. 2000, Ecological considerations in the conservation of effective 45 : 175-201
16. PAREDES, M. 2001, Reducción de riesgos asociados con los fungicidas. Lima Perú, 27pp
17. PUMISACHO, M. y SHERWOODS 2002 El cultivo de papa en el Ecuador. Primera edición 234-235 pp
18. SUQUILANDA, M. 2007, Peligros de los agroquímicos. Cartilla divulgativa 42-43 pp
19. SCHELLHORN Et Al. 2000. Agrienvironment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature* 413: 723-725
20. TISCORNIA 1988. Folleto divulgativo del cultivo de Lechuga.
21. TORRES, S. 2002, Datos tomados en el campo GPS.

22. VALVERDE, G. 1988. Principales cultivares de cebolla blanca. Plagas y Enfermedades. 57-63 pp
23. VALVERDE, G. 1988. Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos
24. Enciclopedia de la agricultura y la ganadería, 2000
25. www.mediterraneadeagroquímicos.es/Informa/suelo.htm
26. www.sagan-gea.org/hojaedsuelo/paginas/microor.gif
27. www.infoagro.com/papas/insectos_plagasbeneficos_cultivos.htm#1
28. www.infoagro.com/pesticidas/cultivos.htm#1
29. www.infojardin.com/huerto/cultivo-hortalizas.htm
30. www.tecnum.es/asignaturas/ecología/hipertexto/09ProdQui/110Pestc.htm
31. www.botanical-online.com/florlactucasativa.htm
32. www.sica.gov.ec.
33. www.iniap.tecnolog.ec
34. www.botanical-online.com/florlactucasativa.htm
35. Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

XI. ANEXOS.

ANEXO 1. MAPA DE PÍLLARO.



ANEXO 2. ZONA 1 SAN JOSÉ DE POALÓ.



ANEXO 3. ZONA 2 SAN ANDRÉS.



ANEXO 4. ZONA 3 SAN MIGUELITO.



ANEXO 5. TRAMPAS DE CAÍDA.



ANEXO 6. TRAMPAS MALAISE.



ANEXO 7. PASADA DE RED.**ANEXO 8. EVALUACIÓN POR PLANTA.**

ANEXO 9. CLASIFICACIÓN DE INSECTOS.



ANEXO 10. CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ORDEN/FAMILIA.

Orden	Familia	Cantidad Ind.	%
Coleoptera	Carabidae	527	18,5
	Chrysomelidae	339	11,9
	Curculionidae	519	18,2
	Elateridae	97	3,4
	Histeridae	147	5,2
	Lampyridae	13	0,5
	Scarabaeidae	980	34,4
	Staphylinidae	175	6,1
	Tenebrionidae	52	1,8
	Sub total	2849	100,0
Dermaptera	Forficulidae	48	40,0
	Labiduridae	72	60,0
	Sub total	120	100,0
Diptera	Agromyzidae	36	0,6
	Anthonyiidae	31	0,5
	Bibionidae	67	1,1
	Calliphoridae	538	9,0
	Chyrenomide	28	0,5
	Drosophilidae	43	0,7
	Lonchaeidae	2	0,0
	Muscidae	2009	33,5
	Mycetophilidae	67	1,1
	Otitidae	63	1,0
	Sciomyzidae	56	0,9
	Simuliidae	189	3,1
	Syrphidae	1401	23,3
	Tachinidae	83	1,4
	Tipulidae	1392	23,2
Sub total	6005	100,0	
Hemiptera	Aphididae	16	3,1
	Cercopidae	19	3,7
	Cicadellidae	261	51,2
	Cydnidae	15	2,9
	Lygaeidae	5	1,0
	Membracidae	104	20,4
	Miridae	90	17,6
	Sub total	510	100,0
Hymenoptera	Apidae	25	4,8
	Ichneumonidae	361	68,8
	Tenthredinidae	139	26,5
	Sub total	525	100,0
Lepidoptera	Pyralidae	147	100,0
	Sub total	147	100,0
Neuroptera	Chrysopidae	24	77,4
	Hemerobiidae	7	22,6
	Sub total	31	100,0
Orthoptera	Acrididae	4	100,0
	Sub total	4	100,0
Thysanoptera	Thrypidae	85	100,0
	Sub total	85	100,0
Total Individuos.		10276	

FUENTE: Datos de campo, 2009. ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

**ANEXO 11. CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ZONA/FAMILIA DEL ORDEN
COLEOPTERA.**

Zona	Familia	Cantidad	%
Alta	Carabidae	244	30,1
	Chrysomelidae	2	0,2
	Curculionidae	163	20,1
	Elateridae	3	0,4
	Lampyridae	13	1,6
	Scarabaeidae	302	37,3
	Staphylinidae	46	5,7
	Tenebrionidae	37	4,6
	Sub total	810	100,0
Media	Carabidae	136	10,2
	Chrysomelidae	176	13,2
	Curculionidae	314	23,5
	Elateridae	45	3,4
	Histeridae	82	6,1
	Scarabaeidae	500	37,4
	Staphylinidae	81	6,1
	Tenebrionidae	4	0,3
	Sub total	1338	100,0
Baja	Carabidae	147	21,0
	Chrysomelidae	161	23,0
	Curculionidae	42	6,0
	Elateridae	49	7,0
	Histeridae	65	9,3
	Scarabaeidae	178	25,4
	Staphylinidae	48	6,8
	Tenebrionidae	11	1,6
	Sub total	701	100,0

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

**ANEXO 12. CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ZONA/FAMILIA DEL ORDEN
DÍPTERA.**

Zona	Familia	Cantidad	%
Alta	Agromyzidae	22	0,7
	Anthonyiidae	31	1,0
	Bibionidae	2	0,1
	Calliphoridae	384	12,0
	Chyrenomide	3	0,1
	Drosophilidae	19	0,6
	Lonchaeidae	2	0,1
	Muscidae	1248	39,1
	Mycetophilidae	45	1,4
	Otitidae	42	1,3
	Sciomyzidae	43	1,3
	Simuliidae	122	3,8
	Syrphidae	674	21,1
	Tachinidae	53	1,7
Tipulidae	502	15,7	
	Sub total	3192	100
Media	Agromyzidae	14	0,9
	Bibionidae	61	4,0
	Calliphoridae	114	7,5
	Chyrenomide	12	0,8
	Drosophilidae	11	0,7
	Muscidae	348	22,8
	Mycetophilidae	11	0,7
	Otitidae	20	1,3
	Sciomyzidae	8	0,5
	Simuliidae	19	1,2
	Syrphidae	440	28,9
	Tachinidae	30	2,0
	Tipulidae	437	28,7
	Sub total	1525	100
Baja	Bibionidae	4	0,3
	Calliphoridae	40	3,1
	Chyrenomide	13	1,0
	Drosophilidae	13	1,0
	Muscidae	413	32,1
	Mycetophilidae	11	0,9
	Otitidae	1	0,1
	Sciomyzidae	5	0,4
	Simuliidae	48	3,7
	Syrphidae	287	22,3
	Tipulidae	453	35,2
	Sub total	1288	100

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.

**ANEXO 13. CANTIDAD DE INDIVIDUOS POR ZONA/FAMILIA DEL ORDEN
HEMÍPTERA.**

Zona	Familia	Cantidad	%
Alta	Apidae	1	0,7
	Ichneumonidae	123	81,5
	Tenthredinidae	27	17,9
	Sub total	151	100
Media	Apidae	6	2,0
	Ichneumonidae	191	62,4
	Tenthredinidae	109	35,6
	Sub total	306	100
Baja	Apidae	18	26,5
	Ichneumonidae	47	69,1
	Tenthredinidae	3	4,4
	Sub total	68	100

FUENTE: Datos de campo, 2009.

ELABORACIÓN: Torres S, 2010.