

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

INFORME FINAL DE EDC INTEGRADO
Centro de Estudios Conservacionistas –CECON-
PERÍODO DE REALIZACIÓN
Enero 2010 –Enero 2011

Oscar Gustavo Martínez López
Prof. Supervisora de EDC: Licda. Ana Gabriela Armas Quiñónez
Asesora Institucional (CECON): Licda. Mabel Anelisse Vásquez Soto
Vo.Bo. _____

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. CUADRO RESUMEN ACTIVIDADES DE LAS ACTIVIDADES EDC	4
3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC	5
3.1 Actividades de Servicio.....	5
3.2 Actividades de Docencia.....	7
3.3 Actividades de Investigación	8
3.4 Actividades No Planificadas	10
4. INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN.....	11
4.1 RESUMEN.....	12
4.2 INTRODUCCIÓN	13
4.3 REFENTE TEÓRICO	13
4.3.1 Generalidades de las Abejas.....	13
4.3.2 El Género Bombus sp. Latreille	13
4.3.3 Estudios del género Bombus	14
4.3.4 Importancia de los Volcanes en Guatemala.....	15
4.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
4.5 JUSTIFICACIÓN.....	15
4.6 OBJETIVOS.....	16
4.6.1 General	16
4.6.2 Específicos	16
4.7 HIPÓTESIS	17
4.8 METODOLOGÍA	17
4.8.1 Diseño.....	17
4.8.2 Técnicas a Usar en el Proceso de Investigación.....	18
4.8.3 Instrumentos para registro y Medición de las Observaciones.....	18
4.9 RESULTADOS	18
4.9.1 Abundancia de Especímenes.....	19
4.9.2 Riqueza de Especies	20
4.9.3 Índice de Diversidad.....	23
4.9.4 Plantas Visitadas	24
4.10 DISCUSION DE RESULTADOS	25
4.10.1 Abundancia y Riqueza de Especies.....	27
4.10.2 Índices de Diversidad.....	27
4.10.3 Plantas Visitadas	28
4.11 CONCLUSIONES	29
4.12 RECOMENDACIONES	29
4.13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
5. ANEXOS.....	31

1. INTRODUCCIÓN

El informe final de EDC integrado se presenta con el objetivo de dar a conocer las actividades que se realizaron en la Unidad de Investigación de Usos y Valoración de la Biodiversidad que se encuentra dentro del Departamento de Estudios y Planificación-DEyP- del Centro de Estudios Conservacionistas-CECON- y la finalización de dichas actividades. Estas actividades consisten en Servicio, Docencia e Investigación.

Así mismo se presentan actividades no programadas en el área de docencia, las cuáles enriquecen las actividades del programa de EDC del estudiante, obteniendo nuevos conocimientos para el desarrollo de la práctica de EDC.

El informe final tiene como objetivo dejar una constancia escrita de todas las actividades realizadas para evidenciar la finalización del programa de EDC de Biología.

Las actividades realizadas dentro de este informe se ejecutaron en el periodo de Febrero a Noviembre de 2010.

2. CUADRO RESUMEN ACTIVIDADES DE LAS ACTIVIDADES EDC

PROGRAMA UNIVERSITARIO	NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	CALENDARIZACIÓN	HORAS EDC EJECTUDAS
SERVICIO No. 1	Listado general de sitios de colecta de abejas silvestres de proyectos ejecutados en la unidad de investigación "Usos y Valoración de la Biodiversidad"	Abril	40 horas
SERVICIO No.2	Realización del listado de investigaciones desarrolladas en la Reserva Natural de Uso Múltiple Monterrico	Marzo	20 horas
SERVICIO No. 3	Inventario de la Biblioteca de la Unidad de Investigación	Febrero	80 horas
SERVICIO No. 4	Gira de campo del Proyecto de <i>Bombus</i> "Determinación de la diversidad y distribución de las especies de abejorros (<i>Bombus</i>) en las áreas bióticas Chimalteca, Volcánica y Escuintleca de Guatemala" FODECYT 013-2009	Febrero	80 horas
SERVICIO No. 5	Manejo de la Colección de Abejas Silvestres de Guatemala	Marzo, Abril, Mayo	20 horas
SERVICIO No. 6	Visita al Meliponario	Febrero, Marzo, Mayo	6 horas
SERVICIO No. 7	Tabulación de datos de colecta de abejas silvestres	Marzo	20 horas
DOCENCIA No. 1	Elaboración de folleto Riqueza de especies de Abejas del Jardín Botánico del CECON	Abril, Mayo	80 horas
DOCENCIA No.2	Plática sobre las Abejas del Jardín Botánico	Mayo	2 horas
DOCENCIA No. 3	Determinación Taxonómica de Abejas silvestres	Abril, Mayo	30 horas
INVESTIGACION	Determinación de la riqueza de especies de abejorros (<i>Bombus</i>) en tres pisos altitudinales de los volcanes Tacaná y Tajumulco durante el mes de Junio del 2010	Junio - Noviembre	500 Horas

3. ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC

3.1 Actividades de Servicio

No.1

Título: Listado general de sitios de colecta de abejas silvestres de proyectos ejecutados en la unidad de investigación “Usos y Valoración de la Biodiversidad”

Objetivo: Obtener el listado general de sitios de colecta de abejas silvestres de Proyectos ejecutados en la unidad de investigación “Usos y valoración de la Biodiversidad”

Procedimiento: Se revisaron las libretas de campo donde ha sido apuntada la información de las colectas realizadas en los proyectos ejecutados por la unidad de investigación, para extraer información de importancia como por ejemplo coordenadas, plantas visitadas por las abejas colectadas, etc.

Resultados: Se revisaron los datos de la libreta de campo y estos datos se pasaron en limpio para su posterior utilización en el ingreso de la base de datos los cuales consisten en sus respectivas coordenadas para que sea más eficiente el ingreso de las mismas en las bases de datos de la unidad de investigación.

Limitaciones o dificultades presentadas: No toda la información que se necesita se encuentra en las libretas de campo.

No.2

Título: Realización del listado de investigaciones desarrolladas en la Reserva Natural de Uso Múltiple Monterrico

Objetivo: Obtener un listado de las investigaciones que se han realizado a la fecha en la Reserva Natural de Uso Múltiple Monterrico

Procedimiento: Se visitó la biblioteca de la USAC, de la Facultad de CCQQ y Farmacia, la Escuela de Biología, la Unidad de EDC de la Facultad para revisar los registros de tesis, eps y edc's realizados en esta reserva natural que esta bajo la administración de CECON.

Resultados: El listado general de las investigaciones de EDC y EPS y Tesis de la Reserva Natural de Uso Múltiple Monterrico.

Limitaciones o dificultades presentadas: Falta información en las instituciones de listados sobre las investigaciones

No.3

Título: Inventario de la Biblioteca de la Unidad de Investigación

Objetivo: Revisar la Biblioteca de la Unidad de Investigación

Procedimiento: Se revisaron los libros y artículos científicos que se encuentran en la Unidad de Investigación, tanto los que tienen número de registro como los que aún no lo tienen. Estos libros y artículos fueron ordenados y registrados para su adecuada utilización dentro de la unidad de investigación.

Resultados: Se ordenó y registró eficientemente los artículos científicos de la Biblioteca de la Unidad de Investigación y se crearon nuevos apartados para los nuevos artículos científicos que se encontraron en la Unidad. A demás de esto se inventarió de nuevo la biblioteca completamente colocando un nuevo número de registro a cada libro para que sea más eficiente para la localización y el control de libros de la biblioteca.

Limitaciones o dificultades presentadas: El tiempo aproximado para la realización de esta actividad según el plan de trabajo resulto menor a lo esperado para el ordenamiento de los mismos ya que había más artículos de lo esperado.

No.4

Título: Gira de campo del Proyecto de *Bombus* “Determinación de la diversidad y distribución de las especies de abejorros (*Bombus*) en las áreas bióticas Chimalteca, Volcánica y Escuintleca de Guatemala” FODECYT 013-2009.

Objetivo: Apoyar al proyecto de *Bombus*

Procedimiento: Se procedió a asistir a dos salidas de campo de este proyecto. En dicho viaje se aprendieron varias de las técnicas que se desarrollan en el campo para coleccionar especímenes del género *Bombus* y otras especies de abejas, y el montaje en alfileres entomológicos de los mismos.

Resultados: Aprendizaje de las técnicas de campo y del manejo de los especímenes del género *Bombus* y otras especies de abejas.

Limitaciones o dificultades presentadas: En la primera gira, no se pudo partir hacia el sitio de muestreo desde el día lunes (primer día), según planificación, debido al bloqueo de las carreteras del país, por lo cual se partió al siguiente día. De esta manera, se concluyó la gira el día viernes, y ésta no interfirió con las clases del pensum de estudio.

Así mismo, se procedió a asistir a una segunda gira de campo del proyecto de abejorros, y está sustituyó a la Actividad No. 6 enlistada dentro de las Actividades de Servicio del plan de trabajo.

No.5

Título: Manejo de la Colección de Abejas Silvestres de Guatemala

Objetivo: Conocer las actividades desarrolladas en el manejo de la Colección de Abejas Silvestres de Guatemala

Procedimiento: Se trabajó con los especímenes de abejas silvestres coleccionados durante la gira del proyecto de *Bombus*. El trabajo consistió principalmente en el etiquetado de campo y montaje en alfileres entomológicos de los especímenes. También se trabajó con los especímenes depositados en la colección de abejas silvestres que se encuentra en la unidad de investigación, esto con el fin del aprendizaje correcto sobre etiquetado, montaje y curación de estos especímenes.

Resultados: Se aprendió sobre el montaje y etiquetado de campo de abejas así mismo sobre el manejo posterior de los especímenes con su respectivo etiquetado y su curación.

Limitaciones o dificultades presentadas: No se encontraron limitaciones en esta actividad.

No.6

Título: Visita al Meliponario

Objetivo: Monitoreo de las colmenas del meliponario experimental

Procedimiento: El monitoreo consistió en tomar registro de las condiciones climáticas del día de revisión, dar alimentación a la colmena, revisión de existencia de plagas, conteo de la actividad en la colmena, y otras actividades relacionadas con el control y monitoreo de las colmenas del meliponario experimental.

Resultados: Obtención de datos para un control periódico de las colmenas del Meliponario Experimental así como la limpieza y cuidado de las colmenas del meliponario.

Limitaciones o dificultades presentadas: El sistema eléctrico no abastece el meliponario teniendo esto en cuenta ya que se dificulta la visibilidad dentro del meliponario.

No.7

Título: Tabulación de datos de colecta de abejas silvestres

Objetivo: Ingresar datos de colecta de especímenes de abejas en la base de datos

Procedimiento: Se aprendió el procedimiento de ingreso correcto de la información a la base de datos existente en la unidad de investigación. Para ello se reviso cada espécimen, asignándole un número único de registro, el cual es ingresado en la base de datos junto a los datos de colecta único para cada espécimen.

Resultados: Se aprendió a usar correctamente la base de datos de la unidad de investigación, esto con el fin de aprender sobre el ingreso correcto y eficiente de los especímenes de abejas que la Unidad de Investigación tiene hasta la fecha.

Limitaciones o dificultades presentadas: La base de datos tiene algunos problemas en el software lo cuál complicó considerablemente el ingreso de los especímenes

3.2 Actividades de Docencia

No.1

Título: Elaboración de folleto Riqueza de especies de Abejas del Jardín Botánico del CECON

Objetivo: Elaborar un folleto informativo sobre la riqueza de especies de abejas existentes en el jardín botánico del CECON

Procedimiento: Se realizaron colectas periódicas de abejas silvestres en el jardín botánico. Los especímenes fueron etiquetados, montados y determinados taxonómicamente para obtener un listado de abejas del jardín botánico. Así mismo, se revisó la colección de abejas silvestres en búsqueda de especímenes colectados anteriormente en el Jardín botánico para enriquecer así la presente actividad. Finalmente, en base a la información recopilada se elaboró un folleto con información sobre la importancia de las abejas y las especies presentes en el jardín botánico. Así mismo, en base a las colectas, se elaboró un muestrario de la “Diversidad de abejas del Jardín Botánico del CECON” que será material de docencia para visitantes del jardín.

Resultados: Folleto Abejas del Jardín Botánico y muestrario de las especies de abejas que se encuentran en el Jardín Botánico.

Limitaciones o dificultades presentadas: No se han encontrado limitaciones en esta actividad.

No.2

Título: Plática sobre las Abejas del Jardín Botánico

Objetivo: Dar una plática a visitantes del Jardín Botánico sobre la importancia de las abejas silvestres en el jardín botánico

Procedimiento: Para llevar a cabo esta actividad, fue imperativo terminar la actividad No.1 de Docencia. En base a los resultados obtenidos en la actividad No.1 se dio una

charla a los visitantes interesados en la importancia de las abejas del jardín botánico y la importancia de las mismas según información obtenida anteriormente.

Resultados: Se dio a conocer a los visitantes del Jardín Botánico del CECON sobre las abejas y su importancia.

Limitaciones o dificultades presentadas: No se han encontrado limitaciones en esta actividad.

No.3

Título: Determinación Taxonómica de Abejas silvestres

Objetivo: Aprender a determinar abejas mediante el uso de claves taxonómicas

Procedimiento: Para esta actividad, se utilizaron claves taxonómicas específicas para cada grupo de abejas. De esta forma, se aprendió sobre la morfología de abejas, y las principales características de cada familia.

Resultados: Se aprendió efectivamente a determinar abejas

Limitaciones o dificultades presentadas: No se han encontrado limitaciones en esta actividad.

3.3 Actividades de Investigación

Nombre del Proyecto: Determinación de la riqueza de abejorros (*Bombus*) en tres pisos altitudinales de los volcanes Tacaná y Tajumulco durante el mes de Junio del 2010

Objetivo del Proyecto: General: Determinar la riqueza de especies del género *Bombus* en tres pisos altitudinales de los volcanes de Tacaná y Tajumulco en el departamento de San Marcos durante el mes de Junio 2010.

Específicos:

1. Determinar taxonómicamente las especies de *Bombus* para el volcán Tacaná y Tajumulco en tres diferentes pisos altitudinales.
2. Generar un listado de especies de *Bombus* para el volcán Tacaná y Tajumulco en los diferentes pisos altitudinales.
3. Elaborar un listado preliminar de las especies de plantas visitadas por las especies del género *Bombus* en los volcanes Tacaná y Tajumulco en tres pisos altitudinales durante el mes de Junio.
4. Enriquecer la colección de referencia de abejas silvestres del Departamento de Estudios y Planificación (DEYP) con los especímenes colectados del género *Bombus* de los volcanes Tacaná y Tajumulco.
5. Determinar si existe diferencia en la riqueza de especies del género *Bombus* entre los volcanes y entre los pisos altitudinales.

Procedimiento: Se procedió a determinar taxonómicamente las especies de *Bombus* para el volcán Tacaná y Tajumulco en tres diferentes pisos altitudinales. Así mismo se generó un listado de especies de *Bombus* para el volcán Tacaná y Tajumulco en los diferentes pisos altitudinales. Se elaboró un listado preliminar de las especies de plantas visitadas por las especies del género *Bombus* en los volcanes Tacaná y Tajumulco. Se enriqueció la colección de referencia de abejas silvestres de Departamento de Estudios y Planificación

(DEYP) con los especímenes colectados depositándolos en la colección con sus datos específicos de colecta.

Resultados: Determinar taxonómicamente las especies de *Bombus* para el volcán Tacaná y Tajumulco en tres diferentes pisos altitudinales. Generar un listado de especies de *Bombus* para el volcán Tacaná y Tajumulco en los diferentes pisos altitudinales. Elaborar un listado preliminar de las especies de plantas visitadas por las especies del género *Bombus* en los volcanes Tacaná y Tajumulco en tres pisos altitudinales durante el mes de Junio.

Enriquecer la colección de referencia de abejas silvestres del Departamento de Estudios y Planificación (DEYP) con los especímenes colectados del género *Bombus* de los volcanes Tacaná y Tajumulco. Determinar si existe diferencia en la riqueza de especies del género *Bombus* entre los volcanes y entre los pisos altitudinales. Enriquecimiento de la colección de referencia de abejas silvestres del Departamento de Estudios y Planificación (DEYP) con los especímenes colectados del género *Bombus* de los volcanes Tacaná y Tajumulco.

Generar un listado de especies de *Bombus* para el volcán Tacaná y Tajumulco en los diferentes pisos altitudinales. Etiquetado completo de los especímenes.

Limitaciones o dificultades presentadas: Para la colecta existieron varias dificultades a lo largo del comienzo y finalización de la misma. La tormenta tropical Agatha causo derrumbes a lo largo de la carretera que comunica la ciudad capital con el altiplano occidental, por lo que existió un retraso de una semana en las actividades programadas a principios del mes de Junio.

Esto complico las actividades ya que se postergaron hasta la segunda semana del mes de Julio. Así mismo en el transcurso de la visita al volcán Tajumulco, ya que se trasladaba en bus extra urbano a ambos volcanes, se faltó un día al lugar ya que el transporte hacia el volcán Tajumulco quedó suspendido por problemas internos entre la gremial de transportes Tajumulco y las comunidades del Tajumulco y Toninchun; quedando un horario irregular para el transporte y teniendo que tomar otra alternativa para llegar al lugar de ese día en adelante.

Sin embargo si se pudo reponer ese día en la altitud determinada al siguiente día y re acomodando las fechas un día más.

Nuevamente a finales del mes de Junio la tormenta tropical Alex causo problemas meteorológicos en la zona del altiplano, causando un retraso de 4 días para llegar al volcán Tacaná ya que existía no solo un mal clima sino a demás derrumbes para Sibinal, lo que vino a reducir los días de colecta para dicho volcán de 3 a 2 días.

Y finalmente temporales que existieron en el lugar causaron que no se pudiera obtener muchas muestras para el volcán Tacaná, así como llegar al piso altitudinal de 3500 metros sobre el nivel del mar para este volcán.

Para el objetivo de determinación taxonómica, se tiene un espécimen que tiene una posición incierta a nivel de especie, ya sea porque es una nueva especie o un espécimen no reportado para Guatemala, lo que por el momento solo se tiene como *Bombus sp.*

3.4 Actividades No Planificadas

No.1

Título: Capacitación sobre determinación taxonómica de Abejas

Objetivo: Aprendizaje sobre la diversidad de Abejas existentes

Procedimiento: Se tuvo una presentación por parte de la Licda. Mabel Vásquez sobre las abejas, esto cubrió las familias que hay en Guatemala, a demás de características generales sobre las familias y características que pueden servir para su determinación taxonómica.

Resultados esperados: Aprender sobre las abejas y su clasificación taxonómica

Objetivos alcanzados durante el presente período: Se aprendió sobre características que sirven para determinar taxonómicamente familias del orden Hymenoptera.

Limitaciones o dificultades presentadas: No se presento ninguna dificultad.

No.2

Título: Taller de Formulación de Proyectos de la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos

Objetivo: Aprendizaje sobre la correcta formulación de proyectos

Procedimiento: Se asistió al taller que imparte la DIGI sobre formulación de proyectos, el cual consistía en una presentación general de la manera adecuada para realizar protocolos de investigación, tomando en cuenta los lineamientos que se tienen para la elaboración de los mismos. Después de las presentaciones se formaron grupos de trabajos y se evaluaron propuestas de proyectos, con lo que se resalto los errores mas comunes que uno puede llegar a tener en las propuestas y formulación de proyectos.

Resultados esperados: Aprender sobre la correcta realización de protocolos de investigación

Objetivos alcanzados durante el presente período: Se aprendió sobre aspectos importantes de lo que es un protocolo de investigación y la elaboración del mismo, tratando cada parte del protocolo (Objetivos, Hipótesis, etc.) de una manera detallada para que el estudiante tenga una herramienta más en el proceso de investigación.

Limitaciones o dificultades presentadas: No se presento ninguna dificultad

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGÍA

4. INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**Determinación de la riqueza de especies de abejorros (*Bombus*) en tres
pisos altitudinales de los volcanes Tacaná y Tajumulco
durante el mes de Junio y Julio de 2010**

Oscar Gustavo Martínez López
Prof. Supervisora de EDC: Licda. Ana Gabriela Armas Quiñónez
Asesora Institucional (CECON): Licda. Mabel Anelisse Vásquez Soto
Vo.Bo. _____

4.1 RESUMEN

Determinación de la riqueza de especies de abejorros (*Bombus*) en tres pisos altitudinales de los volcanes Tacaná y Tajumulco durante el mes de Junio y Julio de 2010

En Guatemala, no existe información sobre la variación de la riqueza de especies del género *Bombus* en relación a la altitud en zonas volcánicas. El presente estudio, proporciona información sobre las especies de *Bombus* en diferentes altitudes de los volcanes de Tacaná y Tajumulco en el departamento de San Marcos.

Los abejorros se encuentran en el rango de visitantes florales de la zona alpina, templada y en ambientes árticos de los continentes en la región del norte y en el hemisferio sur. Son nativos en Sur América y las Indias del Este (Williams, 1991) donde las especies están íntimamente relacionadas con las tierras altas.

Para el desarrollo de la investigación se procedió a situarse en el área de estudio durante el mes de Junio y Julio del año 2010. Se trabajó colectando especímenes del género *Bombus* en los volcanes Tacaná y Tajumulco. Para cada volcán se definieron 3 pisos altitudinales que presentaran plantas en floración para colectar los especímenes.

Se colectaron especímenes del género *Bombus* en ambos volcanes en diferentes pisos altitudinales y se realizaron comparaciones de los especímenes encontrados en las diferentes regiones, así como también descripciones del área de estudio donde fueron encontrados. Los especímenes fueron montados, etiquetados, identificados e ingresados a la Colección de Referencia de Abejas Nativas de la Unidad de Usos y Valoración de la Biodiversidad, dentro del Departamento de Estudios y Planificación del Centro de Estudios Conservacionistas –CECON- de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se colectó un total de 122 especímenes en los cuáles se encontraron 4 especies en el volcán Tajumulco y 2 especies en el volcán Tacaná.

La riqueza de especies encontradas del género *Bombus* en los volcanes fue de un total de cuatro, dentro de las 9 especies de abejorros reportadas para Guatemala por Vásquez et al., esto indica que solo en esa región existe casi la mitad de especies que se pueden encontrar para el país.

Se realizaron índices de diversidad para ambos volcanes, con el fin de tener datos sobre la diversidad que se puede presentar tanto en cada piso altitudinal como en cada volcán.

Esta investigación forma parte de los muestreos del Proyecto de *Bombus* “Determinación de la diversidad y distribución de las especies de abejorros (*Bombus*) en las áreas bióticas Chimalteca, Volcánica y Escuintleca de Guatemala” FODECYT 013-2009.

4.2 INTRODUCCIÓN

Las abejas se encuentran dentro del orden Hymenoptera junto con las hormigas y las avispas. Dentro de este orden se encuentra la superfamilia Apoidea, en la cual se agrupan a todas las abejas en diferentes familias, siendo Colletidae, Andrenidae, Halictidae, Megachilidae y Apidae las reportadas para Guatemala. Para el presente estudio se enfoca el interés en la familia Apidae (Hymenoptera), la cual incluye tres subfamilias: Xylocopinae, Nomadinae y Apinae (Michener, 2007). Dentro de esta última, se incluye a la tribu Bombini (Michener, 2007), donde se encuentran las abejas del género *Bombus* (Michener, 2007), comúnmente llamados abejorros.

Las abejas del género *Bombus* son grandes, robustas, pilosas y a menudo extraordinariamente variadas en el patrón de coloración de la pubescencia corporal (Abrahamovich & Díaz, 2002), y estas abejas tienden a preferir hábitats que se encuentran en rangos altitudinales altos (Williams, 1991).

En este estudio se pretendía documentar la variación presentada por este grupo de abejas en dos de los volcanes más altos de Centroamérica ubicados en el departamento de San Marcos, el volcán Tacaná y el volcán Tajumulco (Godoy, 1999). Ambos volcanes se encuentran entre un rango altitudinal entre 1800msnm hasta arriba de los 4000msnm.

4.3 REFENTE TEÓRICO

4.3.1 Generalidades de las Abejas

Las abejas en general son conocidas, en términos de los beneficios que le proporcionan al hombre como lo son su miel y la cera, pero realmente estas atribuciones no son las más importantes. La actividad más importante de las abejas es la polinización, ya que son encargadas de polinizar el 80% de la diversidad florística en nuestros ecosistemas. Esto es un indicador que permite visualizar la vital importancia que tienen no solo para el hombre, sino para todos los seres vivos.

Las abejas se encuentran dentro del orden Hymenoptera, donde se encuentran incluidas las hormigas y las avispas. Dentro de este orden se encuentra la familia Apidae (Hymenoptera), la cuál incluye tres subfamilias: Xylocopinae, Nomadinae y Apinae (Michener, 2007) y dentro de esta última se incluye a la tribu Bombini (comúnmente llamados abejorros) (Michener, 2007), donde se encuentran las abejas del género *Bombus* sp. Latreille (Michener, 2007).

La tribu Bombini consiste en los llamados abejorros, y estos están clasificados en un solo género *Bombus* (Michener, 2007), estos son un grupo monofilético (Williams, 1998).

4.3.2 El Género *Bombus* sp. Latreille

Los abejorros constituyen un grupo de abejas sociales y parásitas sociales que presentan un cuerpo grande y robusto comparado con otras especies de abejas. Sus cuerpos se

encuentran cubiertos de pelos y estos pueden tener diferentes tipos de coloración (Williams, 1998). Representan el único taxón de nivel genérico de la tribu Bombini que comprende un total de 239 especies recientes (Williams 1998). La mayoría de estas especies se distribuyen en las áreas templadas de Asia, Europa y América del Norte. En la región Holártica se destacan por su abundancia y diversidad. En la región neotropical han sido reportadas tan sólo 42 especies en una gran variedad de ambientes. (Abrahamovic et.al., 2005)

Las abejas del género *Bombus* presentan desarrollado una inusual endotermia, que puede ser facultativa cuando forrajean (Williams, 1991).

Son muy generalistas en las especies de plantas que visitan haciendo por lo tanto que visiten diferente variedad de plantas. La conducta de forrajeo de los abejorros, sigue un patrón desordenado que causa que la colecta no sea repetitiva, por lo que no presentan un comportamiento en el cuál recluten a sus compañeras hacia puntos con buena fuente de alimentación o para defender los puntos con fuente de alimentación. (Williams, 1991)

Estas características pueden incidir en la abundancia de estos especímenes en ambientes fríos, donde muchas veces por las condiciones adversas, las flores se encuentra dispersas. (Williams, 1991). Este comportamiento es contrastante con otras especies de abejas (las abejas de miel y las abejas sin aguijón) que sus puntos de colecta y sus visitas florales se encuentra mayoritariamente en la parte de tierras bajas tropicales (Williams, 1991).

4.3.3 Estudios del género *Bombus*

Pocos estudios han sido realizados sobre el género *Bombus* al Sur de los Estados Unidos. El más importante y extenso es el de Franklin (1913), con la primera clave para las especies de este género presentes en el Hemisferio Occidental pero éste presenta errores taxonómicos e insuficientes datos de distribución.

En una contribución posterior, Frison (1925) adicionó nuevas especies y datos de distribución para los *Bombus* de América Central y de América del Sur. La revisión más reciente sobre las especies del Hemisferio Occidental fue publicada por Milliron (1971, 1973). Los estudios regionales más importantes, con claves e ilustraciones, son los publicados por Moure & Sakagami (1962) sobre las especies de Brasil y Labougle (1990) sobre las especies de México y América Central. Lievano-Leon et al. (1994) estudiaron las especies colombianas, pero no ofrecen datos de distribución. Abrahamovich & Díaz (2001) proveen nueva información sobre la distribución de las especies presentes en Argentina. Estudios sobre las relaciones fenéticas y cladísticas entre los *Bombus* han sido realizados por Ito (1985), Ito & Sakagami (1985) y Williams (1985, 1995). (Abrahamovich & Díaz, 2002).

Se tienen estudios que relacionan variables altitudinales con los especímenes encontrados como lo son los de Paul Williams en Kashmir Himalaya en 1991 y J.M. Labougle, *et.al.* (1985) en Chiapas, México y Guatemala, y estos estudios proporcionan datos interesantes que relacionan la altitud con las especies encontradas de abejorros. Los datos en el

trabajo de Williams (1991) también relacionan la altitud con las plantas que se encontraban en los pisos altitudinales y el clima, siendo estos 3 factores los que les daban un rango de búsqueda de alimentación a los abejorros grande y espaciado a demás que también hacía que los abejorros fueran de diferentes especies para los pisos altitudinales.

En el caso de J. M Labougle, *et. al.* (1985) se visitaron varias localidades de la república de Guatemala y en algunos casos en cada localidad tenían variedad altitudinal, pero en ninguna localidad se evaluaron estrictamente pisos altitudinales sino el muestro se realizó por rangos altitudinales. Este estudio a demás concluye en que se tienen pocas referencias de especímenes colectados a más de 3000msnm. En un último estudio realizado por Abrahamovich & Díaz en 2002, reportan 42 especies de *Bombus* desde el nivel del mar hasta los 4,400 metros en los Andes.

En Guatemala actualmente se realizó un estudio para conocer sobre la riqueza y distribución de abejorros en diferentes regiones del país, el cuál ha reportado 9 especies de *Bombus*, las cuáles se distribuyen desde los 200msnm hasta las 3388 msnm (Vásquez, *et al*, 2010).

4.3.4 Importancia de los Volcanes en Guatemala

Para Guatemala existen 37 conos volcánicos identificados (Godoy, 1999) de los cuáles se desconocen en muchos casos la diversidad que presentan de especies de flora y fauna. Los volcanes son variables geográficas importantes, los cuáles tienen propiedades únicas que nos dan un marco para la investigación y protección de los mismos.

En el caso de los volcanes de Tacaná y Tajumulco, en el departamento de San Marcos, poseen dos características que los hacen lugares particulaes para realización de estudios científicos. La primera característica es que ambos volcanes sobrepasan los 4000msnm, y la segunda característica es que ambos volcanes poseen una vegetación subalpina.

4.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala, no se han realizado estudios para determinar si existe variación en la riqueza y distribución altitudinal del género *Bombus* en áreas volcánicas. Es por ello, que con el presente estudio se proporciona información preliminar sobre la riqueza de especies de este género en diferentes pisos altitudes en los volcanes de Tacaná y Tajumulco del departamento de San Marcos.

4.5 JUSTIFICACIÓN

Los abejorros se encuentran en el rango de visitantes florales de la zona alpina, templada y en ambientes árticos de los continentes en la región del norte y en el hemisferio sur. Son nativos en Sur América y las Indias del Este (Williams, 1991) donde las especies están íntimamente relacionadas con las tierras altas.

El estudio realizado por Abrahamovich & Díaz en el año 2002, consistía en una revisión del género *Bombus* para la región neo tropical. También se tomó en cuenta la región mesoamericana, pero se mencionaban pocas especies para el país de Guatemala, lo cuál demuestra el poco estudio que este género ha tenido en el país. Cabe mencionar que los autores enfatizaron que existían pocos estudios con el género *Bombus* en Latinoamérica.

Labougle (1985) realizó un estudio de este género, tomando como base colectas que T. Okazawa había realizado en Guatemala en diferentes altitudes y varios sitios de colecta, los datos obtenidos se compararon para obtener una distribución altitudinal donde se podrían distribuir estas taxa tomando en cuenta las diferentes localidades, esto indica el poco interés que se ha tenido por investigaciones de tipo altitudinal con este género, especialmente en regiones volcánicas lo cuál hace que este estudio proporcione información útil de estos visitantes florales en lugares tan inhóspitos como pueden ser volcanes, especialmente a grandes alturas y con temperaturas tan bajas como en el caso de los volcanes Tacaná y Tajumulco.

Para la región del altiplano, el estudio es de suma importancia ya que existe un vacío de información acerca de las especies que se pueden encontrar en el área. Por lo cuál el presente estudio es importante no solo para Guatemala sino que a demás proporciona información útil para la región. A demás la información que el estudio genere puede ser de utilidad para la realización de planes de conservación y manejo de las áreas volcánicas en Guatemala.

Godoy (1999), recomienda realizar estudios a detalle sobre la diversidad biológica en los volcanes de Guatemala que sirvan de línea base para la conservación de la biodiversidad, ya que los volcanes son lugares que necesitan este enfoque científico y a demás son áreas que se deben de preservar para el seguimiento de estudios que ayuden a llenar vacíos de información.

4.6 OBJETIVOS

4.6.1 General

1. Determinar la riqueza de especies del género *Bombus* en tres pisos altitudinales de los volcanes de Tacaná y Tajumulco en el departamento de San Marcos durante el mes de Junio 2010.

4.6.2 Específicos

6. Determinar si existe diferencia en la riqueza de especies del género *Bombus* entre los volcanes y entre los pisos altitudinales.
7. Determinar taxonómicamente las especies de *Bombus* para el volcán Tacaná y Tajumulco en tres diferentes pisos altitudinales.
8. Generar un listado de especies de *Bombus* para el volcán Tacaná y Tajumulco en los diferentes pisos altitudinales.

9. Elaborar un listado preliminar de las especies de plantas visitadas por las especies del género *Bombus* en los volcanes Tacaná y Tajumulco en tres pisos altitudinales durante el mes de Junio.
10. Enriquecer la Colección de Referencia de Abejas Nativas del Departamento de Estudios y Planificación (DEYP) con los especímenes colectados del género *Bombus* de los volcanes Tacaná y Tajumulco.

4.7 HIPÓTESIS

Existe diferencia en la riqueza de especies del género *Bombus* en los volcanes Tacaná y Tajumulco según la variación altitudinal.

4.8 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se procedió a situarse en el área de estudio durante la segunda semana del mes de Junio y las primeras dos semanas del mes de Julio del año 2010. Se trabajó colectando especímenes del género *Bombus* en los volcanes Tacaná y Tajumulco.

Para cada volcán se definieron 3 pisos altitudinales que presentaran plantas en floración para colectar los especímenes. En el volcán Tajumulco se trabajó 3 días en cada piso altitudinal y en el volcán Tacaná se trabajó 2 días en dos de los tres pisos altitudinales.

El esfuerzo de colecta fue de aproximadamente 4 horas para cada piso altitudinal, por lo que se tiene un total 12 horas de esfuerzo trabajadas en cada piso altitudinal y un total de 36 horas para los 3 pisos altitudinales del volcán Tajumulco.

La metodología para el volcán Tacaná fue modificada por razones climáticas y reducción del tiempo de estadía en lugar, por lo que el esfuerzo de colecta fue de 4 horas para dos de los tres pisos altitudinales generando un total de 8 horas de esfuerzo trabajadas.

En los puntos de colecta se tomaron datos correspondientes a localidad, fecha, longitud, latitud, altitud, temperatura, humedad, especies de plantas visitadas.

La metodología usada para todas las colectas en cada piso altitudinal fue la metodología utilizada por Vásquez, et.al., 2010.

4.8.1 Diseño

- Población
Especímenes del género *Bombus* presentes en los volcanes Tacaná y Tajumulco en el departamento de San Marcos.
- Muestra
Especímenes del género *Bombus* colectados en 3 pisos altitudinales del volcán Tajumulco, 2 pisos altitudinales del volcán Tacaná.

4.8.2 Técnicas a Usar en el Proceso de Investigación

- Recolección de Datos: La muestra se colectó con redes entomológicas (Medina-Gaud, 1977, Luna Márquez 2005), así mismo se utilizaron matadores con cianuro para coleccionar los especímenes. Se procedió a coleccionar las especies de plantas que fueron visitadas por la muestra.
- Procesamiento de Datos: Para el montaje de los especímenes, se utilizaron alfileres entomológicos. Se tomaron notas de fecha, longitud, latitud, altitud, plantas visitadas, localidad, temperatura y humedad. Se procedió a determinar a los especímenes con claves taxonómicas las cuales fueron: J. M. Labougle, *et.al.*, 1985, **The Species of the Genus *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) of Chiapas, Mexico and Guatemala; with a Morphometric and Altitudinal Analysis**, J.M. Labougle, 1990, ***Bombus* of México and Central America (Hymenoptera, Apidae)**. Se herborizaron las plantas, y posteriormente para su determinación se utilizó: P. Standley & J. Steyermark, 1958, **Flora de Guatemala**.
- Análisis de Datos: Los datos estadísticos se presentan con gráficas de barras, esto para representar la riqueza de especies del género *Bombus* en cada piso altitudinal y así mismo entre cada volcán. También se utilizaron tablas para representar la riqueza de plantas visitadas por cada especie de *Bombus*. Así mismo se utilizó el programa PAST (Paleontological Statistics 2.04) para realizar índices de diversidad, los cuáles nos proporcionan datos para cuantificar la biodiversidad de un lugar de estudio. Toma en cuenta el número de especies presentes en el lugar así como también la abundancia de cada especie. Estos índices nos proporcionan una mejor comparación de la diversidad de los sitios de muestreo.

4.8.3 Instrumentos para registro y Medición de las Observaciones

- Libreta de campo para tomar datos
- Garmin [GPSMAP 60CSx](#) para la toma de datos geográficos
- Estereoscopios (NIKON SMZ-2B) (LEICA L2 MZ6)

4.9 RESULTADOS

En base al cronograma de desarrollo de la presente investigación, ésta comenzaría durante el mes de Junio. Pero finalizando el mes de Mayo, la tormenta tropical Agatha entró al territorio nacional, afectando en gran manera carreteras hacia el occidente del país, lo que postergo el viaje una semana. Al mismo tiempo las condiciones ambientales permanecieron muy inestables durante la segunda semana del mes de Junio, por lo que se los muestreos se comenzaron hasta el último día de la segunda semana del mes de Junio.

Posteriormente, finalizado el muestreo completo para el volcán Tajumulco, la última semana del mes de Junio entró al territorio nacional una segunda tormenta tropical nombrada Alex, la cual no permitió realizar los muestreos durante varios días en el volcán Tacaná. Esto afectó en gran parte los muestreos para éste volcán, reduciendo a

dos días de muestreo para cada piso altitudinal. Así mismo, las condiciones ambientales fueron desfavorables durante algunos días de la segunda semana del mes de Julio, lo que no permitió realizar el muestreo en el tercer piso altitudinal del volcán Tacaná.

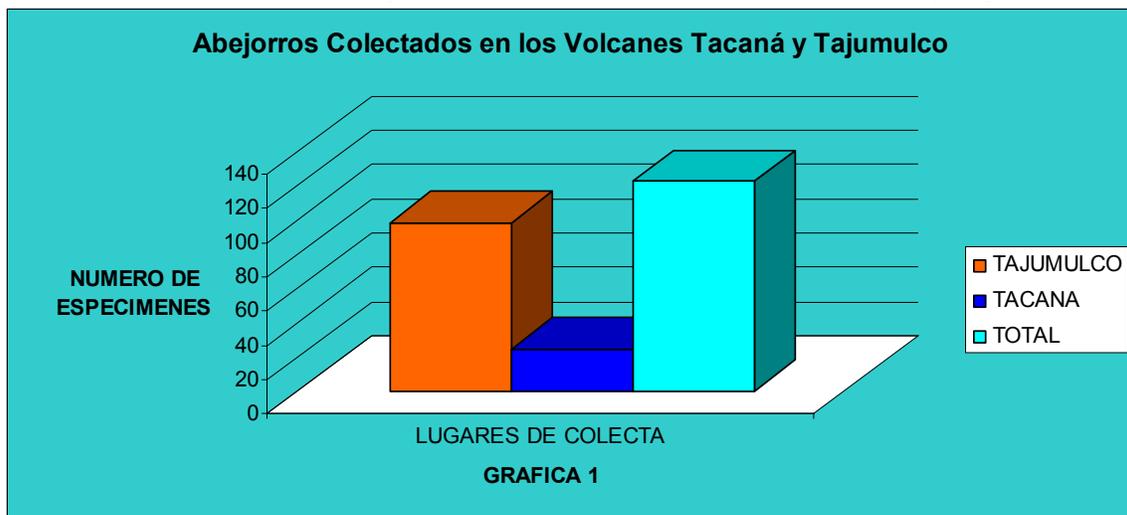
Los especímenes colectados fueron montados, etiquetados e ingresados a la colección de referencia de abejas silvestres de la Unidad de Usos y Valoración de la Biodiversidad dentro del Departamento de Estudios y Planificación (DEYP) del CECON, USAC.

Se determinó taxonómicamente los especímenes colectados de abejorros de ambos volcanes, utilizando las claves taxonómicas de Labougle (1990), y también consulta vía correo electrónico con Paul Williams (Comentario Personal, Junio, 2010). Se encontraron 4 especies diferentes para el volcán de Tajumulco, y 2 especies diferentes para el volcán Tacaná.

4.9.1 Abundancia de Especímenes

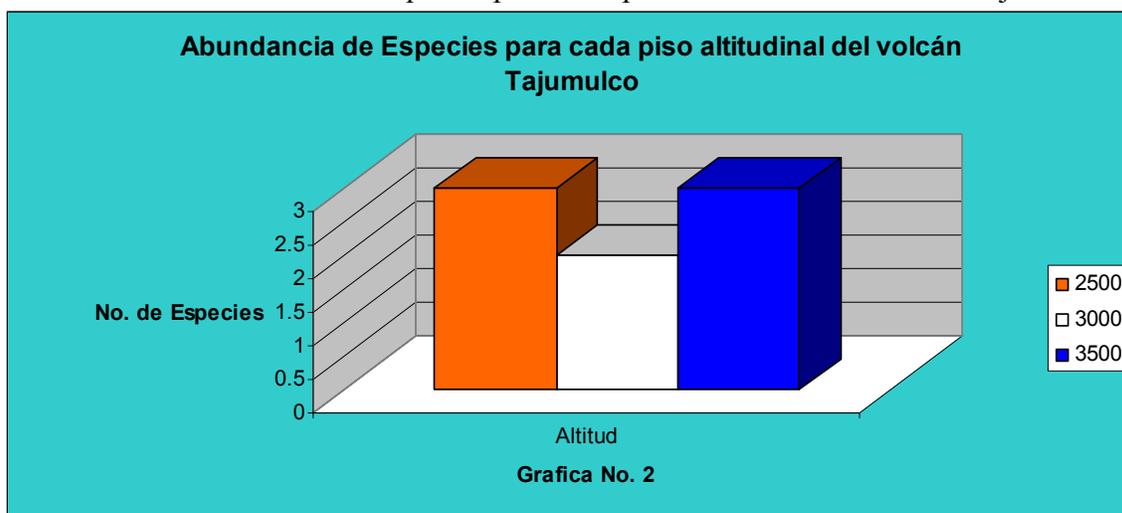
En la Gráfica 1 se observa la abundancia de especímenes colectados en ambos volcanes, el cuál suman en total 122 especímenes colectados. Para el volcán Tajumulco la cantidad de especímenes colectados fue de 98, en el volcán Tacaná el número de individuos colectados fue de 24. Cabe destacar la diferencia que se tiene en cuanto al número de individuos colectados para cada volcán, esto debido a la falta de muestreos en el tercer piso altitudinal del Volcán Tacaná.

Gráfica 1 Número de Abejorros Colectados en los Volcanes Tacaná y Tajumulco



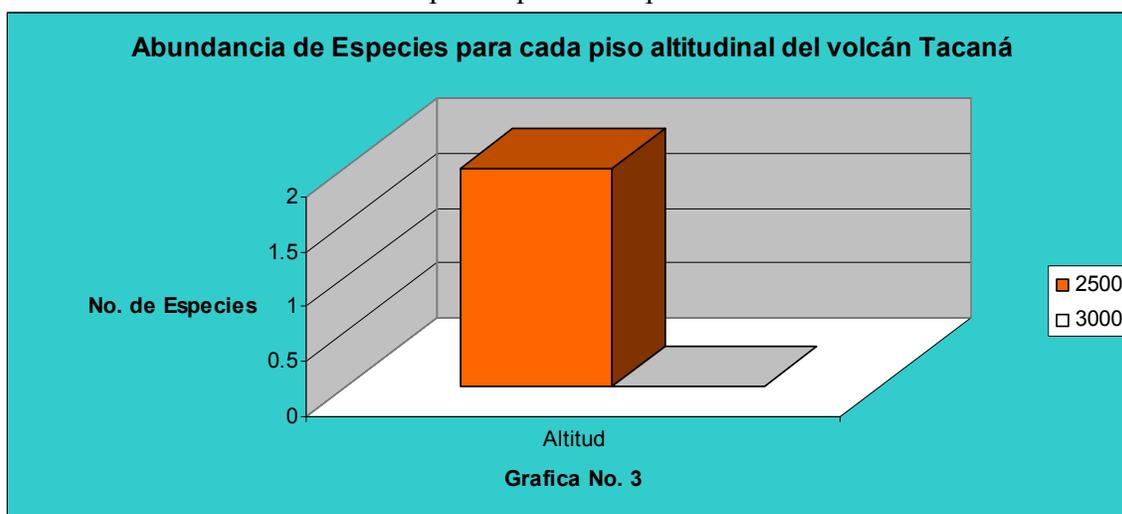
En la Gráfica 2 se observa la abundancia de especies colectadas para el volcán Tajumulco, siendo 3 el número de especies encontradas a 2500 msnm y a 3500 msnm y 2 especies a 3000 msnm.

Gráfica 2 Abundancia de Especies para cada piso altitudinal del Volcán Tajumulco



En la Gráfica 3 se observa la abundancia de especies colectadas para el volcán Tacaná, siendo 2 el número de especies diferentes encontradas a 2500 msnm y 0 a 3000 msnm.

Gráfica 3 Abundancia de Especies para cada piso altitudinal del Volcán Tacaná



4.9.2 Riqueza de Especies

En la Gráfica 4 se observa el número de especies encontradas para cada volcán en los 3 pisos altitudinales. Para el volcán Tajumulco se encontraron 3 especies en los pisos altitudinales de 2500msnm y 3500msnm. Se encontraron 2 especies a 3000msnm en dicho volcán.

Para el volcán Tacaná se encontraron 2 especies a 2500msnm pero no se colectó ningún espécimen a 3000msnm. Cabe resaltar que a 3500msnm no se pudo realizar colecta de especímenes.

Gráfica 4 Especies Colectadas en los Volcanes

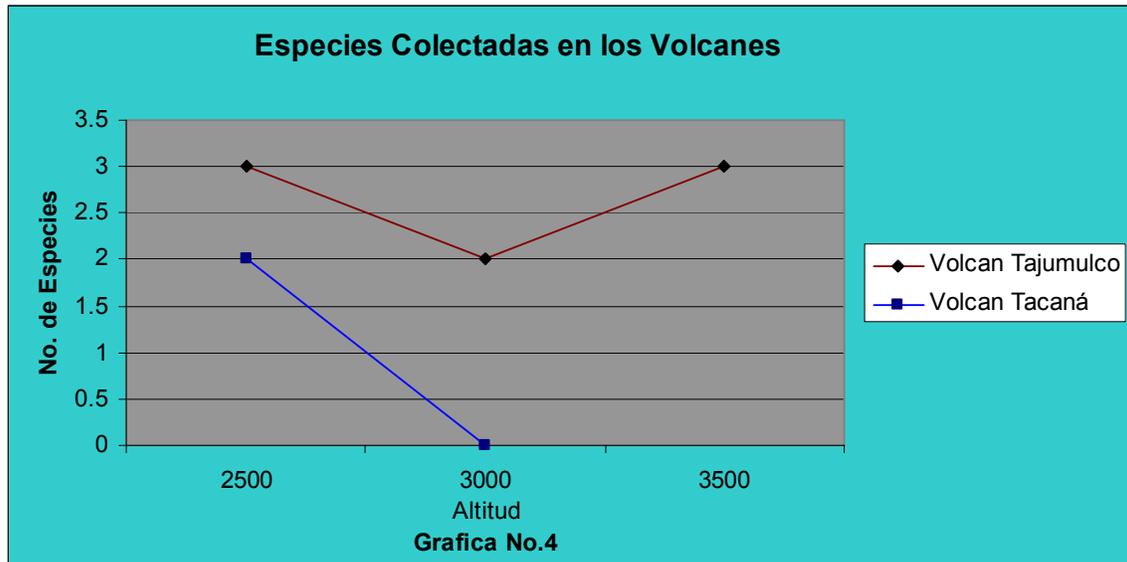


Tabla 1 Especies colectadas en los volcanes Tacaná y Tajumulco y Número de Individuos para cada Especie

ESPECIES COLECTADAS	TOTAL	
<i>BOMBUS EPHIPPIATUS</i>	74	
<i>BOMBUS WILMATTAE</i>	46	
<i>BOMBUS MACGREGORI</i>	1	
<i>BOMBUS SP.</i>	1	122

En la Tabla 1 se observan la cantidad de especies colectadas y el número de individuos colectados por especie. Las especies con mayor número de individuos son *Bombus ephippiatus* y *Bombus wilmattae*, esto para ambos volcanes. Para las dos especies restantes se colectó 1 individuo en el volcán Tajumulco.

Tabla 2 Presencia o Ausencia de Especies para cada Volcán

ESPECIE	VOLCAN TAJUMULCO	VOLCAN TACANA
<i>BOMBUS EPHIPPIATUS</i>	•	•
<i>BOMBUS WILMATTAE</i>	•	•
<i>BOMBUS MACGREGORI</i>	•	⊗
<i>BOMBUS SP.</i>	•	⊗

• Presencia

⊗ Ausencia

En la Tabla 2 se observa las especies que se encontraron en los volcanes Tajumulco y Tacaná, así mismo se observa las especies que no se encontraron para el volcán Tacaná.

Tabla 3 Cantidad de Especímenes colectados en cada piso altitudinal del volcán Tajumulco

Especie	ALTITUD		
	2500msnm	3000msnm	3500msnm
<i>BOMBUS EPHIPIATUS</i>	1	2	59
<i>BOMBUS WILMATTAE</i>	29	1	5
<i>BOMBUS MACGREGORI</i>	1	0	0
<i>BOMBUS SP.</i>	0	0	1

En la Tabla 3 se observan la cantidad de especímenes colectados para cada piso altitudinal, la mayor cantidad de especímenes colectados para el primer piso altitudinal de 2500msnm es de *B. wilmattae*. La cantidad no es muy significativa para las demás especies en ese mismo piso altitudinal. La cantidad de especímenes colectados para el segundo piso altitudinal de 3000msnm no es grande, solo 3 especímenes colectados de los cuáles 2 son de *B. wilmattae*. Para el último piso altitudinal la mayor cantidad de especímenes colectados es para *B. ephippiatus*. La cantidad no es muy significativa para las demás especies en ese mismo piso altitudinal.

Tabla 4 Cantidad de Especímenes colectados en cada piso altitudinal del volcán Tacaná

Especie	ALTITUD		
	2500msnm	3000msnm	3500msnm
<i>BOMBUS EPHIPIATUS</i>	12	0	⊗
<i>BOMBUS WILMATTAE</i>	12	0	⊗
<i>BOMBUS MACGREGORI</i>	0	0	⊗
<i>BOMBUS SP.</i>	0	0	⊗

⊗ No hubo colecta a esa altitud

En la Tabla 4 se observa la cantidad de especímenes colectados para cada piso altitudinal del volcán Tacaná. En el primer piso altitudinal de 2500msnm hay una distribución igual para las especies *B. ephippiatus* y *B. wilmattae*. No se colectaron individuos de las otras 2 especies a esta altitud. El siguiente piso altitudinal de 3000msnm no hubo individuos colectados. Para el último piso altitudinal no hay registro de colecta.

4.9.3 Índice de Diversidad

Tabla 5 Índices de Diversidad para el volcán Tajumulco

Índices	ALTITUD		
	2500	3000	3500
Taxa S	3	2	3
Individuals	31	3	65
Dominance D	0.821	0.5556	0.8301
Shannon H	0.3795	0.6365	0.3494
Simpson 1-D	0.179	0.4444	0.1699

En la Tabla 5 se observan 3 índices de diversidad, todos estos relacionados entre sí, los cuáles nos indican la igualdad en la diversidad de especies de un sitio (Moreno, 2001). Estos índices poseen valores de 0 a 1, en donde un número igual a 0 significa que todos los taxa están presentes, y un número igual a 1 significa que un taxa domina sobre los demás, es decir que si el valor es más cercano 1 menor es la diversidad del sitio. Por lo tanto estos valores nos indican que a 2500msnm el taxa más dominante es *B. wilmattae*, ya que presenta la mayor cantidad de individuos de las 3 especies encontradas (Tabla 3). Esto también indica que es baja la diversidad del sitio ya que hay muchos más individuos de esta especie que de las otras 2 especies encontradas. A 3000msnm la dominancia es similar para las especies de *B. ephippiatus* y *B. wilmattae* ya que la cantidad de individuos colectados fue de 1 espécimen más para *B. ephippiatus* (Tabla 3). Esto también nos indica que la diversidad del sitio es un poco baja pero más alta que el primer piso altitudinal si los comparamos con el índice de diversidad de Simpson. Por último a 3500msnm el taxa que más domina es *B. ephippiatus* encontrándose más individuos de esta especie en esa altitud (Tabla 3). Al igual esto nos indica que la diversidad del sitio es baja, solo que en este caso es *B. ephippiatus* la especie que domina y no *B. wilmattae*.

Esto sugiere que los datos anteriores sugieren que el sitio de mayor diversidad del volcán Tajumulco se encuentra a 3000msnm.

Tabla 6 Índices de Diversidad para el volcán Tacaná

Índices	ALTITUD
	2500
Taxa S	2
Individuals	24
Dominance D	0.5
Shannon H	0.6931
Simpson 1-D	0.5

En esta Tabla 6, podemos observar los índices de diversidad para el volcán Tacaná. En este caso, los datos nos indican que la dominancia del primer piso altitudinal es igual, ya que el número de individuos es el mismo (Ver Tabla 4). También nos indica que la diversidad del piso altitudinal es igual ya que ambas especies están distribuidas en proporciones similares. En este sitio la diversidad se encuentra en la mitad del índice de Simpson, lo que nos indica que la diversidad esta en equilibrio.

Tabla 7 Índices de Diversidad para ambos volcanes por altitud*

Índices	ALTITUD	
	2500	3000
Taxa S	3	2
Individuals	55	3
Dominance D	0.6119	0.5556
Shannon H	0.6328	0.6365
Simpson 1-D	0.3881	0.4444

*No se toma en cuenta el piso altitudinal de 3500msnm porque no hay datos de colecta para el volcán de Tacaná

En la Tabla 7, se tiene un índice de diversidad agrupando los datos de ambos volcanes por altitud. Aquí los datos están más distribuidos pero siempre hay un poco más de dominancia para la especie *B. wilmattae* para el primer piso altitudinal de 2500msnm, A 3000msnm la dominancia es similar para las especies de *B. ehippiatus* y *B. wilmattae* ya que la cantidad de individuos es similar (Tabla 3). Esto también nos indica que la diversidad del sitio es un poco baja pero más alta que el primer piso altitudinal si los comparamos con el índice de diversidad de Simpson. Cabe destacar que en el piso altitudinal de 3000msnm del volcán Tacaná no se encontraron individuos por lo que el índice debería de variar añadiendo más datos a la información.

Tabla 8 Índices de Diversidad para ambos Volcanes

Índices	Total Tajumulco	Total Tacaná
Taxa S	4	2
Individuals	98	24
Dominance D	0.5208	0.5
Shannon H	0.7505	0.6931
Simpson 1-D	0.4792	0.5

En la Tabla 8, se tiene un índice de diversidad agrupando los datos totales de abejorros colectados de ambos volcanes. Se puede observar que los datos son un poco similares en todos los índices pero se puede concluir que hay una mayor diversidad en el volcán Tacaná utilizando la comparación del índice de Simpson.

4.9.4 Plantas Visitadas

Tabla 9 Listado preliminar de plantas visitadas por abejorros

LISTADO DE PLANTAS	
No. asignado	Especie
Planta 1 y 2	<i>Rondeletia cordata</i>
Planta 3	<i>Hackelia skutchii</i>
Planta 4 y 5	<i>Geranium alpicola</i>
Planta 6	<i>Fucsia arborescens</i>
Planta 7	<i>Cucurbita sp.</i>
Planta 8	<i>Phaseoleous coccineus</i>

En la Tabla 9 se encuentra el listado preliminar de especies de plantas en las cuáles fueron colectados los individuos. A cada planta se le asignó un número de registro en el momento de colecta de la misma, el cuál se escribió en la libreta de campo. Posteriormente se asistió al Herbario USCG para la determinación de las mismas.

Tabla 10 Listado de Plantas visitadas por Especie

Nombre Planta	Nombre Especies			
	<i>B. ephippiatus</i>	<i>B. wilmattae</i>	<i>B. macgregori</i>	<i>B. sp</i>
<i>Rondeletia cordata</i>	•	•	⊗	⊗
<i>Hackelia skutchii</i>	•	•	⊗	⊗
<i>Geranium alpicola</i>	•	•	⊗	•
<i>Fucsia arborescens</i>	•	•	⊗	⊗
<i>Cucurbita sp.</i>	•	•	⊗	⊗
<i>Phaseoleous coccineus</i>	•	•	⊗	⊗

- Presencia
- ⊗ Ausencia

En la Tabla 10 se observan las especies de plantas visitadas por las especies de *Bombus*. Se puede notar la diversidad de plantas que *B. ephippiatus* y *B. wilmattae* visitan. Cabe destacar que muchos especímenes de *B. ephippiatus* y *B. wilmattae* fueron colectados en la especie *Geranium alpicola*, así mismo *Bombus sp.* fue colectado en la misma planta. Para la especie *B. macgregori* el espécimen fue colectado volando.

4.10 DISCUSION DE RESULTADOS

La especie *Bombus ephippiatus* se distingue de las otras especies en que tiene en el escutelo una coloración negra, los tergos 1 y 2 amarillos y usualmente las reinas y algunas obreras presentan una coloración rojiza en los laterales de los tergos. (Labougle, 1990). Esta especie es común encontrarla desde México hasta Panamá (Labougle, 1990) (Chavarría-Villaseñor, 1996).

La distribución altitudinal de *B. ephippiatus* altitudinal es de 800msnm. a 3400msnm (Chavarría-Villaseñor, 1996), para Labougle (1990) pueden llegar hasta los 3900 msnm. Estos datos concuerdan con la distribución encontrada de esta especie para ambos volcanes, en Tajumulco se encontraron en los tres pisos altitudinales y en Tacaná en el primer piso altitudinal. Se puede inferir que el volcán Tacaná presenta también en los otros 2 pisos altitudinales esta especie, ya que ambos volcanes se encuentran muy cercanos y el rango altitudinal esta presente en ambos casos. Esta especie fue la más abundante en las colectas que se realizaron lo cuál concuerda con los datos que describen a la especie como el abejorros más comúnmente colectado en México y Centro América el cuál a demás presenta una distribución altitudinal y longitudinal muy variada. (Labougle, 1990).

La segunda especie *Bombus wilmattae* se distingue de las otras especies por presentar en el escutelo una coloración negra en el centro y alrededor de esta amarillo, los tergos del 1 al 3 son amarillos sin una coloración rojiza. (Labougle, 1990). Esta especie está restringida a los Altos de Chiapas y Guatemala (Labougle, 1990).

La distribución altitudinal de *B. wilmattae* es de 600 a 3000msnm. (Labougle, Ito & Akazawa, 1985). Esto concuerda con su distribución altitudinal pero se encontraron especímenes a 3500msnm. lo cuál es un nuevo dato altitudinal para esta especie en Guatemala. Esta especie es la segunda más abundante después de *B. ephippiatus*, ambas especies están muy emparentadas (Labougle, 1990) por lo que no es raro encontrarlos en los mismos pisos altitudinales compartiendo las mismas flores. Se encontraron más especímenes a 2500msnm que a 3500, y también se encontraron a 3000msnm, estos datos presentes en el volcán Tajumulco.

En el volcán Tacaná se encontraron en el primer piso altitudinal y cabe mencionar que ambas especies (*B. ephippiatus* y *B. wilmattae*) se encontraron en igual número en el volcán Tacaná. Se infiere que esta especie también se puede presentar en los demás pisos altitudinales dada la cercanía de los volcanes.

La tercera especie encontrada fue *Bombus macgregori*, esta especie se distingue de las otras dos especies, no solo por el tamaño, sino a demás el escudo es completamente oscuro y presenta dos líneas blancas después del Tergo 3 (Labougle, 1990). En el documento es reportada como difícil de coleccionar y esto concuerda con el número de individuos que se coleccionaron que fue solamente 1. Su rango altitudinal en el documento es de 2450 msnm, este fue coleccionado a 2500, la variación no es mucha así que concuerda con el documento. Puede ser que este espécimen pueda tener una distribución mayor de 2500msnm ya que Vásquez (2010) lo reporta desde 2720 a 3260msnm. Es muy probable que este espécimen también se localice en el volcán Tacaná, por la cercanía de los volcanes.

La última especie se tiene como *Bombus sp.* y actualmente es incierta su posición taxonómica. En base al informe del proyecto de Vásquez *et al.* (2010) se cree que es una nueva especie, pero aún no se está seguro sobre este dato. En un correo con Paul Williams (Comentario Personal, 2010), él cree que es una especie ya reportada, *Bombus trinominatus*, pero esta especie es endémica de Oaxaca por lo que no pareciera una posible opción por las barreras físicas que separan Oaxaca de Guatemala. Por el momento se coleccionó un espécimen, y se tienen 2 especímenes más coleccionados por Vásquez *et al.* (2010) en espera de poder ser verificados como una nueva especie o algo ya conocido taxonómicamente. El espécimen fue coleccionado a 3500msnm. Es muy posible que este espécimen también se localice en el volcán Tacaná, especialmente por la cercanía de ambos volcanes y a demás por que los otros dos especímenes coleccionados por Vásquez *et al.* (2010) fueron coleccionados en los Cuchumatanes, siendo este un lugar similar en altitud al volcán Tajumulco y Tacaná. Para esta especie y *B. macgregori* se necesitan coleccionar más individuos para poder afirmar y sustentar dichas hipótesis comentadas en esta discusión.

4.10.1 Abundancia y Riqueza de Especies

Cabe notar que en cada piso altitudinal, hubieron diferencias en cuanto a las especies colectadas. *B. ephippiatus* y *B. wilmattae* se encontraron en los tres pisos altitudinales lo que indica que se distribuyen en estas 3 altitudes bastante bien. *B. macgregori* se encontró únicamente a 2500, y en la literatura esta citado que se encuentra arriba de los 2000 hasta los 2450msnm (Labougle, 1990). Las colectas de Vásquez *et al.* (2010) muestran que esta especie se pueden encontrar más allá de los 2500msnm por lo que se necesitan más especímenes para poder determinar mejor su distribución altitudinal. *Bombus sp.* se encontró a 3500msnm, los especímenes colectados por Vásquez *et al.* (2010) fueron encontrados entre 2800 y 3250msnm. por lo que esta especie podría ser que fuera encontrada desde un poco antes de los 3000 msnm hasta los 3500 o inclusive más alto, más estudios se necesitan para determinar y confirmar estos datos. Todos estos datos indican que se pueden encontrar al menos 1 especie diferente entre pisos altitudinales.

Otro factor a discutir son las especies encontradas entre cada volcán, para el volcán Tajumulco se pueden encontrar 3 especies en el piso altitudinal de 2500msnm, 2 especies en el piso altitudinal de 3000msnm, y 3 especies en el piso altitudinal de 3500msnm, para darnos un total de 4 especies. Estos datos son fuertemente influenciados por la cantidad de plantas con flores que se presentaban para cada piso altitudinal, teniendo más floración en ese mes en el primer y tercer piso altitudinal.

Para el volcán Tacaná se pueden encontrar 2 especies para el primer piso altitudinal, ninguna especie para el segundo piso altitudinal, para el último piso altitudinal se necesita colectar especímenes para saber que tantas especies pueden existir así como la cantidad de individuos que se puedan presentar, lo que nos da un total de 2 especies. La floración presente en los pisos altitudinales incide nuevamente en este volcán, ya que a 2500msnm se encontraron plantas con floración, pero a 3000msnm no se encontraron muchas plantas con floración siendo esto muy similar a el volcán Tajumulco, lo que nos demuestra que ambos volcanes tienen un tiempo de floración similar por la distancia tan cercana que ambos poseen.

4.10.2 Índices de Diversidad

Los 3 índices representados en los resultados son índices que proporcionan datos de dominancia, equidad y diversidad. Además estos índices están muy relacionados entre sí (Moreno, 2001). Los índices de diversidad son herramientas que nos sirven para poder interpretar la biodiversidad de un lugar en específico.

El índice de Dominancia, nos indica que especie tiene más presencia en el sitio. En la Tabla 5 en el primer piso altitudinal del volcán de Tajumulco *B. wilmattae* presenta una mayor dominancia, en comparación con las demás especies, esto se da ya que el número de individuos colectados es mayor (Ver Tabla 3). Aunque las otras 2 especies se pueden distribuir en este piso altitudinal, *B. ephippiatus* tiene un mayor rango altitudinal, por lo que podría sugerir que no es tan necesario para ella ser la especie dominante en este piso altitudinal. En el caso de *B. macgregori*, esta especie no es una especie que sea tan

constante o presente como en el caso de las otras dos anteriores, uno puede notar esto ya que en la colecta solo se encontró 1 espécimen y a demás la clave taxonómica nos indica que no es frecuentemente colectado (Labougle, 1990). Así mismo la diversidad es baja en este piso altitudinal, esto se explica ya que los individuos colectados de *B. wilmattae* fueron más constantes en la muestra que las otras especies.

El segundo piso altitudinal del volcán Tajumulco presenta a *B. ephippiatus* y *B. wilmattae*, estos tiene un número similar de especímenes colectados, lo que nos da como resultado una dominancia ni cerca de 0 ni lejos de 1, lo que nos da un cierto equilibrio pero como el dato es un poco más cercano a 1, podemos decir que *B. ephippiatus* tiene un poco más de dominancia que *B. wilmattae* en este piso altitudinal.

El tercer piso altitudinal del volcán Tajumulco *B. ephippiatus* presenta una mayor dominancia, en comparación con las demás especies, esto se da ya que el número de individuos colectados es mucho mayor (Ver Tabla 3). Los datos de altitud proporcionados por Labougle indican que esta especie se distribuye ampliamente en este piso altitudinal, no así *B. wilmattae*. Los datos de Vásquez et.al. 2010 nos indica que *Bombus sp.* se distribuye más allá de los 3000msnm, pero por el momento se cree que esta especie no es tan común de colectar en comparación con las otras dos especies, ya que el número de individuos colectados tanto por Vásquez et.al. 2010 como en este estudio no pasan de 5 individuos entre ambos estudios. Así mismo la diversidad es baja para este piso altitudinal, esto se explica ya que los individuos colectados de *B. ephippiatus* fueron más constantes en la muestra que las otras especies.

Para el volcán Tacaná, el primer piso altitudinal presento datos de mucha equidad, esto se dio ya que ambas especies *B. wilmattae* y *B. ephippiatus* se colectaron en la muestra en la misma cantidad. Ambas especies tienen una dominancia en el lugar. La diversidad del primer piso altitudinal también se encuentra en un equilibrio, ya que no se acerca a 0 ni se aleja de 1.

Los índices de diversidad nos indican que la diversidad de ambos volcanes es baja ya que los resultados no llegan cercanamente a 1 en Simpson (Ver Tabla 8), es no implica que los índices tomen en cuenta que la cantidad de especies reportadas para Guatemala es de 9 (Vásquez et.al., 2010).

4.10.3 Plantas Visitadas

Las especies de *B. ephippiatus* y *B. wilmattae* se encontraron forrajeando para todas las plantas colectadas, esto nos indica que estas especies son bastante generalistas al escoger las flores de las cuáles se proveen de polen y néctar, pero cabe destacar que en la especie de planta *Geranium alpicola* se encontraron una gran cantidad de individuos de ambas especies y del espécimen colectado *Bombus sp.*

Geranium alpicola se encuentra entre los 3000 y los 4000msnm, usualmente en los claros de ambientes alpinos o en espacios abiertos rocosos, su distribución es mayoritariamente en Huehuetenango, Quetzaltenango, San Marcos y Oaxaca (Standley & Steyermark,

1958). En el volcán Tajumulco se encontraron algunas plantas de esta especie a 3000msnm, y conforme se subía al siguiente piso altitudinal se encontraron muchas plantas de esta especie, a tal grado de que en el piso altitudinal de 3500msnm esta especie era la planta con floración más dominante en esa área. Esto, en comparación con la cantidad de especies vegetales encontradas en los demás pisos altitudinales, puede ser un factor importante no solo para la distribución de las especies, sino para la cantidad de especímenes que fueron colectados y vistos en el lugar. Más estudios se necesitan para proporcionar datos significativos entre esta planta y abejas del género *Bombus*.

4.11 CONCLUSIONES

1. La riqueza de especies encontradas del género *Bombus* en los volcanes fue de un total de cuatro, esto dentro de las 9 especies de abejorros reportadas para Guatemala por Vásquez et.al., esto indica que solo en esa región existe casi la mitad de especies que se pueden encontrar para el país.
2. Se encontraron 2 especies compartidas en los volcanes Tacaná y Tajumulco.
3. La mayor riqueza de especies se encontró en el volcán Tajumulco.
4. El volcán Tajumulco presento 3 especies en el primer y último piso altitudinal, 2 especies en el segundo piso altitudinal.
5. En el volcán Tajumulco se encontraron más especímenes de *B. wilmattae* a 2500msnm.
6. En el volcán Tajumulco se encontraron más especímenes de *B. ephippiatus* a 3500msnm.
7. Se encontró 2 especies en el primer piso altitudinal del volcán Tacaná, y ninguna especie para el segundo piso altitudinal.
8. En el volcán Tacaná se encontraron en igual proporción de especímenes *B. wilmattae* y *B. ephippiatus* a 2500msnm.
9. *B. ephippiatus* y *B. wilmattae* se encontraron en los tres pisos altitudinales del volcán Tajumulco. Así mismo se encontraron ambas especies en el primer piso altitudinal del volcán de Tacaná.
10. *B. macgregori* se encontró en el primer piso altitudinal del volcán de Tajumulco.
11. *B. sp* se encontro en el tercer piso altitudinal del volcán de Tajumulco.
12. En el volcán Tajumulco se observó más abundancia de individuos visitando las plantas de la especie *Geranium alpicola* a 3500msnm.
13. La especie más abundante encontrada en la investigación por el número de especímenes colectados fue *Bombus ephippiatus*, seguida de *Bombus wilmattae*.
14. *B. ephippiatus* y *B. wilmattae* reportan más números de plantas visitadas que *B. macgregori* y *B. sp*.
15. La mayor diversidad se encontró en el volcán Tacaná en el primer piso altitudinal.

4.12 RECOMENDACIONES

1. Explorar otros puntos a la misma altitud en diferentes partes de los volcanes de Tacaná y Tajumulco. Así mismo se recomienda colectar en diferentes volcanes de Guatemala, para poder tener más datos de riqueza de especies.

2. Se recomienda hacer un mínimo de esfuerzo de colecta de por lo menos 2 personas, para abarcar mayor área de muestreo.
3. Tener en cuenta la época del año, ya que probablemente en época seca es más factible llegar a los lugares de colecta.
4. Tener un vehículo en el cuál se pueda desplazar el investigador, ya que se necesita economizar tiempo para poder coleccionar más especímenes.
5. Trabajar con puntos altitudinales exactos es difícil si la floración no está presente en ese piso altitudinal exacto, trabajar con un rango de 50 metros de diferencia tanto positivos como negativos, para poder localizar más puntos con floración y así coleccionar más especímenes.
6. Tener en cuenta que la humedad en el departamento de San Marcos es muy alta, por lo que las plantas tienen que ser herborizadas lo más pronto posible, ya que de no ser así se pueden perder por agentes externos a ellas.

4.13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamovich H. & Díaz B, 2002, **Bumble bees of the Neotropical Region (Hymenoptera: Apidae)**, Biota Colombiana 3 (2) 199-214.
- Chavarría-Villaseñor G, 1996, **Systematics and Behavior of the Neotropical Bumble Bees (Hymenoptera: Apidae: *Bombus*)** Harvard University, Estados Unidos, 258 pp.
- Godoy Herrera J, 1999, **Los Volcanes de Guatemala: Identificación y Priorización para su Manejo dentro de la Estrategia de Desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas 59 pp.**
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. Palaeontologia Electronica 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Labougle J.M, 1990, ***Bombus* of México and Central America (Hymenoptera, Apidae)**, The University of Kansas Science Bulletin Vol. 54, No. 3: 35-73.
- Labougle J.M et.al., 1985, **The Species of the Genus *Bombus* (Hymenoptera: Apidae) of Chiapas, Mexico and Guatemala; with a Morphometric and Altitudinal Analysis**. Folia Entomológica Mexicana 64: 55-72.
- Márquez Luna J, 2005, **Técnicas de Colecta y Preservación de Insectos**, Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, No. 37: 385 - 408, México.
- Medina-Gaud S, 1977, **Manual de Procedimientos para Colectar, Preservar y Montar Insectos y Otros Artrópodos**, Universidad de Puerto Rico, 24 pp.
- Michener. C, 2007, **The Bees of the World**, 2da. Edición, Editorial The John Hopkins University Press, Baltimore, Estados Unidos, 953 pp.
- Moreno, C. E. 2001. **Métodos para medir la biodiversidad**. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. Zaragoza, 84 pp.
- Standley P. & Steyermark J, 1958, **Flora of Guatemala**, Chicago Natural History Museum, Estados Unidos, Volumen 24.
- Vásquez. M, et.al., 2010, **Los Abejorros de la Tierra, distribución y recursos alimenticios en Guatemala**, CECON, 63 pp.
- Williams. P, 1991, **The Bumble Bees of the Kashmir Himalya (Hymenoptera: Apidae, Bombini)**, Bull. Br. Mus. nat. Hist (Ent) 60 (1): 1-204.

- Williams. P, 1998, **An annotated checklist of bumble bees with an analysis of patterns description (Hymenoptera: Apidae, Bombini)**, Bull. nat. Hist. Mus. Lond. (Ent) 67(1): 79-152.
- Consulta por correo electrónico con Paul Williams, Investigador Entomólogo del Museo Natural de Historia de Inglaterra.

5. ANEXOS

A close-up photograph of a control sheet for beehives. The sheet is titled "FICHA DE CONTROL DE COLMENAS" and features a grid for recording data. The grid has several columns and rows, with some cells containing handwritten text. The sheet is held in front of a light-colored background.

Ficha y Colmena Experimental del Meliponario



Meliponario Experimental



Toma de Datos Meliponario



Colmena *Melipona beecheii*



Abeja polinizando en Jardín Botánico



Abejorro polinizando en Volcán Tajumulco



Volcanes Tajumulco y Tacaná



Montaje de Colección



Especies de Abejorros

Colectando

